



T
672.83
A116
C.2

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

FACULTAD DE INGENIERIA EN MECANICA



ESTUDIO DEL PROCESO DE FABRICACION DE TANQUES DE DOBLE **BIBLIOTECA
CENTRAL**

PARED PARA **ALMACENAMIENTO** DE COMBUSTIBLE

TESIS DE ORADO

Previo a la Obtención del Título de

INGENIERO MECANICO

PRESENTADO POR:

PABLO ANTONIO ABAD CARVAJAL

GUAYAQUIL - ECUADOR

1996

AGRADECIMIENTO

Al Ing. OMAR SERRANO V.
Director de Tesis, por su ayuda
y **colaboración** para la ejecución
de este trabajo.

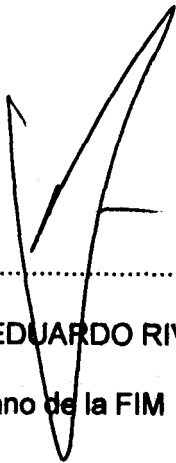
Al Ing. Rafael Ledesma de la
empresa **INEM CA** por **sumi-**
nistrar información técnica es-
pecializada

A todas las personas que
directa e Indirectamente han
colaborado en la elaboración y
culminación del mismo.

DEDICATORIA

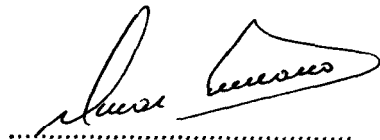
**A DIOS, A MIS PADRES,
HERMANOS, JUSTI NA y
A SHIRLEY por su apoyo
constante en mis años de
estudio.**

TRIBUNAL DE GRADUACION



ING. EDUARDO RIVADENEIRA

Decano de la FIM



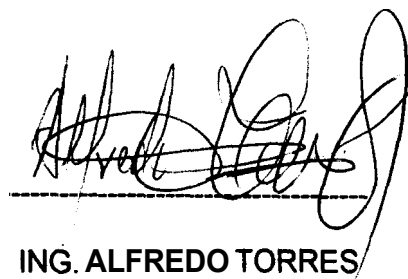
ING. OMAR SERRANO

Director de Tesis



ING. ANTONIO VITERI

VOCAL



ING. ALFREDO TORRES

VOCAL

DECLARACION EXPRESA

“ La responsabilidad del contenido de este Tesis de grado, me corresponden **exclusivamente**; y el **patrimonio** Intelectual de le misma a le **ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL** ”.

(Reglamento de **Graduación** de la Espol)

.....
PABLO ANTONIO ABAD CARVAJAL.

RESUMEN

En el presente trabajo se **elabora** un estudio del proceso de **fabricación** de un tanque de acero forrado con **polietileno** de alta densidad (doble pared) para el almacenamiento de combustibles **líquidos inflamables** en estaciones de **servicio**. Las normas y **especificaciones** aplicables son: ASTM (**Sociedad** Americana de Ensayos y Materiales) , **API** (Americen Petroleum Instituto), **ANSI** (**American National Stendars** Instituto), **ASME** (Sociedad Americana de Ingenieros **Mecánicos**), UL (**Underwriters** Laboratorles) 58 , UL 1746 , NFPA (**National** Fire Protection Assoc.), AWWA (Sociedad **Americana para trabajos** con agua) y cumple con la regulaciones EPA (**Environmental Protection Agency**)

Se **analizará** de todo el proceso de **fabricación** desde la **recepción** de las planchas, hasta el enchaquetado del tanque. La Inspección de la calidad de las uniones soldadas será hecha mediante **métodos Visual** y de **Radiografía**, **presentándose** los **criterios** de **aceptación** y rechazo de las unlones inspeccionadas.

Finalmente, se **analizará** el proceso de enchaquetamiento del tanque , las pruebas de control **para** el correcto **funcionamiento**, el despacho del mismo e **instalación** en el lugar de trabajo.

INDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN	VI
INDICE GENERAL	VII
INDICE DE PLANOS	X
INDICE TABLAS	XI
INDICE DE ABREVIATURAS	XII
INDICE DE FORMATOS	XIII
INTRODUCCION	1
I. CONSIDERACIONES PRELIMINARES	
1.1 Descripción General del proceso de Fabricación del Tanque Primario.....	3
1.2 Descripción General del Proceso de Fabricación del Tanque Secundario.....	7
1.3 Normas y Especificaciones Técnicas.....	9
1.4 Planos y Detalles de Fabricación..... **	15
II. FABRICACION DEL TANQUE PRIMARIO	
2.1 Norma Aplicable.....	17
2.2 Capacidad, Dimensiones y Espesor.....	18
2.3 Materiales.....	18
2.4 Estructura Cilíndrica. Uniones de Soldadura..... *	22
2.5 Tapas y Uniones de Soldadura en las Tapas.....	22
2.6 Conexiones de Boquillas Indicaciones	28

2.7 Acceso	33
2.8 Control de Inspección	33
2.8.1 Calificación de Procedimientos de Soldadura	36
2.8.2 Calificación de Soldadores y Operadores do Soldadura	43
2.8.3 Inspección no Destructiva: Visual y Radiográfica. Control de Ropaclones	52
2.8.4 Pruebas de producción	67

III. ENCHAQUETAMIENTO DEL TANQUE

3.1 Características y Especificaciones Técnicas del Tanque Secundario	68
3.2 Herramientas y Equipos para Instalación	71
3.3 Pasos para el Enchaquetamiento del Tanque	72
3.4 Instalación de la Tapa de Acceso	79
3.5 Pruebas de Enchaquetado	80
3.6 Despacho	82
3.7 Garantía del Producto	84

IV. CHAQUETA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (HPDE)

4.1 Ventajas sobre otras formas de Enchaquetado	89
4.2 Fluidos compatibles con la Chaqueta HPDE	96
4.3 Evaluación y Operación del Monitoreo Intersticial	102
4.4 Descripción de los procedimientos de Evaluación del Monitoreo	103
4.5 Cálculos de prueba de Tiempo	104
4.6 Preinstalación e Instalación	106

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	118	†
ANEXOS.....	120	
BIBLIOGRAFIA.....	128	* * *

INDICE DE TABLAS

Nº.	Descripción	Pág.
I.	Especificaciones del tanque de doble pared.....	19
II.	Tanque de contenimiento secundario.....	20
III.	Características del Acero ASTM A-36.....	21
IV.	Superficie de Refuerzos para tapas planas sin reborde.....	27
U.	Especificaciones para conexión de boquillas.....	30
VI.	Medidas de conexión de la boquilla de descarga.....	32
VII.	Variaciones típicas de corriente para electrodos de acero dulce.....	38
VIII.	Propiedades mecánicas típicas de electrodos.....	39
IX.	Temperaturas mínimas de precalentamiento y entre pasadas	40
X.	Número y tipo de probetas a ensayar y rango de espesores calificados Calificación de procedimiento	42
XI.	Clasificación de electrodos revestidos para soldadura de arco.....	49
XII.	Posición y tipo de soldadura que se califica	50
XIII.	Número y tipos de probetas a ensayary rango de espesores calificados Calificación de soldadores.....	51.
XIV.	Inspección visual de uniones soldadas.....	55
XU.	Resistencia quhnica	98
XVI.	Cálculos de la prueba de tiempo para fugas de aire en chaqueta.....	108

INDICE DE ABREVIATURAS.

AMP	Amperios.
API	Instituto Americano de Petróleo
ASME	Asociación Americana de Ingenieros Mecánicos.
ASTM	Asociación Americana para pruebas de Materiales.
AWWA	Asocleclán Americana para trabajos con agua.
AWS	Asociación Americana de Soldadura.
C	Carbono.
°C	Grados Centí grados .
Cm	Centímetros .
DAC	Curva Distancia Amplitud.
°F	Grados Fahrenheit .
Gr.	Grados.
HPDE	Polietileno de alta densidad
Hr .	Hora.
In.	Pulgadas.
Inc.	Incluido .
Lb.	Libras.
Lbf	Libra - fuerza.
Max.	Máximo .
Mn.	Manganeso.



Min.	Minimo.
Mm	Milímetros.
NFPA	National Fire Protection Assoc.
P	Fósforo.
Plg.	Pulgadas.
PQR.	Calificación del procedimiento de soldadura.
S	Azufre.
Si	Silicio.
SMAW	Soldadura de arco metálico protegido.
UL	Under Writers Laboratorles
WPS	Especflicacán del procedimiento de soldadura.
Zn	Zinc

INDICE DE PLANOS (ANEXOS)

No	Descripción
1.	Tanque Horizontal para almacenamiento de combustible con Cap. 8000 Glns. Norma UL58
2.	Manhole. Pasa Hombre
3.	Soldadura
4.	Instalación de Conectores y Tubos
5.	Orejas de Izaje
6.	Instalacion de Cinturones
7.	Instalacion de Cinturones



INDICE DE FORMATOS

NO.	Descripción	Pág
1	Especificación de calificación de soldadura (SMAW)	44
2	Especificación de calificación de soldadura (SAW).....	46
3	Certificado de ensayos de calificación de soldadores.....	53
4	Informe de Inspección radiográfica para tanques.....	61
5	Informe de los resultados de una inspección radiográfica	64
6	Informe para reinspección radiográfica.....	65
7	Etiqueta de aprobación UI.....	83
8	Certificado para la garantía.....	88

INTRODUCCION

La protección ambiental es el tema primordial de esta **década**, las medidas de protección al ambiente son Indispensables para preservar el delicado equilibrio entre el hombre y la naturaleza.

La agencia de protecclán ambiental de los Estados Unidos de Norteamérica preocupada por esta **problemática** mundial formula regulaciones y elabora medidas de protección para el mejor desempeño de las empresas dedicadas **a** la petroquímica.

Los tanques de acero forrado con polietileno de alta densidad (doble pared) han sido registrados en los laboratorios Underwriters; así mismo cumplen con las estrictas especificaciones de la agencia de protección ambiental de los Estados Unidos, **considerándose** como la mejor protección **a** largo plazo para el almacenamiento de combustibles, **previniendo** la **contaminación** de los mantos **acuíferos** y el subsuelo.

Estos Tanques son fabricados mundialmente y son registrados en los laboratorios Underwriters. El tanque de acero forrado consiste en un robusto tanque interior construido de acuerdo **a** la Norma UL58, y está provisto de una segunda protección que consiste en un forro **hermético** aplicado al exterior del tanque, que asegura el total aislamiento del mismo eliminando la posibilidad de corrosión externa.

El forro exterior construido de **polietileno** de alta densidad, **evita** cualquier posibilidad de fugas: los estrictos procedimientos de aplicación y control de calidad son seguidos de acuerdo **a** las normas que establece la UL 58 y UL 1746 parte **III**. Tanto el tanque como el forro son minuciosamente examinados durante su fabricación.

CAPITULO I

CONSIDERACIONES PRELIMINARES.

1.1 DESCRIPCION GENERAL DEL PROCESO DE FABRICACION DEL TANQUE PRIMARIO

El proceso de fabricación ~~comienza~~ con el corte de las planchas; las medidas a las cuales ~~deberán~~ ser cortadas dichas planchas serán de acuerdo a su función. Las medidas y especificaciones del tanque primario se encuentran ilustrados en los planos # 1 y # 2. Ver Anexos

La estructura cilíndrica del tanque esta formada por anillos, la formación de los anillos se hace ~~através~~ del rolado de las planchas, ya que como nos vamos a basar como referencia en la fabricación de un tanque de 8.000 galones que consta de 5 anillos y medio. (Ref.1). Este proceso debe ser realizado de tal manera que se garantice que la anillos formados van a tener el diámetro deseado. Con el objetivo de obtener la longitud deseada del ~~diseño~~ de fabricación se procede a unir los anillos para obtener dicha longitud. El acoplamiento de estos anillos debe realizarse de acuerdo como se especifica en el ~~diseño~~ de fabricación por medio de soldadura por puntos para retener los bordes en una ~~posición~~ alineada, siempre que el espesor de la solda a puntos se funda completamente y se incorpore en el cordón de solda final, sin perjudicar su resistencia. Ver fig 1.1.



FIG 1.1 SOLDADURA DE PUNTOS

Posteriormente se colocan los tepes que son las dos circunferencias que se unen en la estructura cilíndrica del tanque. Seguidamente se realizan los agujeros donde van a ser colocados el manhole (entrada de hombre) y niples. Una vez que están acoplados debidamente, se procede a soldar radial interior y exteriormente.

El siguiente paso del proceso constituye el realizar la soldadura final a lo largo de la longitud del tanque. Pero antes de iniciarse la soldadura, se deben limpiar completamente las superficies del tanque, removiéndose las escamas y la herrumbre por medio mecánico adecuado. Esta soldadura longitudinal se le realiza de manera manual y debe ser interior y exterior.

Si el diseño de fabricación lo especifica serán incorporados a los tanques unos rigidizadores, los cuales deben ser soldados a los mismos con un ángulo exacto de 90 en relación al eje del tanque.

Todas las soldaduras deben tener fusión completa con el metal de base y no deben presentar grietas, óxidos, adherencia de escorias ni porosidades. Para garantizar la calidad de soldadura se hace un control de la misma; este control tiene que ser: visual y de radiografía Industrial. El porcentaje de control de calidad a realizarse en este control dependerá del contratista, en este caso se toman 21 tomas radiográficas aleatorias por cada tanque.

Las soldaduras deficientes en cuanto a las dimensiones pero en cuanto a la calidad, serán corregidas cumpliendo con las normas ASME. Cuando se encuentre una

soldadura **deficiente**, en cuanto a su calidad, se debe remover la misma por medio de proceso adecuado y se **la** debe efectuar totalmente de nuevo.

Todos los tanques **deberán** ser revestidos externamente. El sistema consiste de una pintura base constituida por dos componente **químicos** líquidos inhibitorios de la herrumbre y una o más capas del epoxy líquido para la pintura de **acabado**.(Ref.1)

El **primer** paso para **realizar** el revestimiento constituye la preparación de la superficie la misma que consiste en limpiar la superficie del tanque, **fregándolo** con **pañós** limpios empapados de disolvente a base de **alquitrán** de hulla. La limpieza de la **superficie** se **realizará** mediante chorros de arena, escoria de cobre o granalla **metálica** hasta conseguir una superficie libre de óxidos, escamas, depósitos sólidos, gotas de soldaduras, etc.

La pintura **base** se debe aplicar inmediatamente después del tratamiento con los chorros . Los tiempos mínimos y **máximos** entre la **aplicación** de la pintura base y la pintura **de acabado** **corresponderán** a las indicaciones del fabricante. El acabado debe **realizarse** de **tal** manera que no queden arrugas, ampollas, depresiones o **vacíos**.

El proceso final consiste en colocar a los tanques marcas de identificación para montaje en obra, las mismas que **serán** hechas a **través** de grabado, conteniendo las siguientes informaciones: fecha de fabricación, número de serie en la fabricación,

iniciales del soldador y armador. Por último se procede a su despacho hacia el lugar donde se lo va a enchaquetar o forrar.

1.2 DESCRIPCION GENERAL DEL PROCESO DE FABRICACION DEL TANQUE SECUNDARIO

El tanque de acero es colocado sobre rodillos para permitir una fácil rotación del mismo, la superficie del tanque de acero asimismo es examinada para limpiar las imperfecciones que puedan dañar el forro desde el interior, el forro es suspendido encima del tanque Junto con una malla separadora, el tanque debe ser rotado hasta que los orificios del mismo se encuentren en la posición de las 9 horas y el rollo del forro en la posición de las 5 horas.

Para cortar los orificios en el forro es necesario colocar las boquillas de corte en los orificios del tanque y encima el forro, acto seguido se golpea el forro con el martillo de caucho, después de que todos los orificios han sido cortados, los empaques selladores son colocados en los surcos de las boquillas, enseguida el forro es presionado firmemente alrededor de los orificios e inmediatamente después un empaque plano es colocado, una vez realizada esta operación se procede a apretar.

Es necesario agregar cal tratada en el espacio entre el tanque y el forro para estabilizar el PH (Ref.2). En este momento es cuando los cinturones de nylon son colocados alrededor del tanque junto con su forro, estos cinturones son tensados a la vez que el tanque va siendo rotado. El siguiente paso consiste en fijar el forro en un

lugar antes de soldar, para **realizar esto**, usamos una pistola de aire caliente con boquilla plana .El tiempo que toma el fijado del forro es variable dependiendo de diversos factores de la temperatura ambiente y otros.

Seguidamente colocamos un empaque **plástico** en la boquilla de **1 1/2"** antes de introducir este en el **orificio** de la tapa, una vez realizado este procedimiento, la boquilla de **monitoreo** es instalada dentro del orificio que se encuentra en la parte superior de la tapa y se procede **a apretar** el anillo de compresión con la llave de **1 1/2"**, tenga en consideración que se trata de cuerda inversa.

A **continuación** la malla separadora es fijada **a** la tapa para asegurarse de que el tubo de **monitoreo** no se salga de su lugar cuando se ejerza presión, la malla debe ser pegada en incrementos de 6" en ambos lados del tubo de monitoreo. Se utiliza una pistola de aire caliente para insertar los puntos de soldadura al final del borde de la tapa, hay que cuidar que los puntos de sujeción de la tapa se encuentren espaciados **equitativamente**, estos pasos se repiten para la instalación de la tapa correspondiente al otro extremo, los cinturones de nylon son retirados para comenzar **a** soldar; pero antes de soldar es muy importante ligar moderadamente las superficies que van **a** tener contacto con la soldadura, esto se hace para limpiar de óxidos dichas superficies asegurando una **óptima** soldadura, se debe comenzar **a** soldar inmediatamente **después** de ligar ya que se cuenta con solo 45 minutos antes que la **oxidación** se vuelva **a** presentar.

Se **utiliza** una pistola de **extrusión** WEG (**Ref. 2**) para soldar , la cual , para operarse debe **estar** conectada a una **fuentes** de **aire limpio** y **a su vez** conectarse **a** un **toma corriente** de 220V. El **barril** de la pistola Incluye un precalentador , **el** cual calienta **directamente** **a** la soldadura; cuando todas las temperaturas se hayan estabilizado la soldadura **es** Introducida **a** la pistola, **el** gatillo es **jalado** para deshacerse de la soldadura anterior que **se** encuentra solidificada.

Al terminar de soldar **es** necesario **que** la soldadura **se enfríe** **y** endurezca por un **espacio** de 45 minutos **a** 1 hora antes de comenzar las pruebas; los cojines protectores son adheridos en la parte Inferior del **tanque**. Para efectuar las pruebas de soldadura se coloca un medidor de presión y una **válvula de** aire **en** la boquilla del tubo de monitoreo, una libra de **aire** es **introducida** entre el tanque de acero y el forro por medio de una aplicación de jabonadura **se** chequea si existen fugas. En caso de que no **exista** fuga alguna **se** coloca un indicador de vacío de **10" de Hg** en el forro del tanque, la fecha y hora de la prueba son anotados en un lugar **visible** y **cercano** **a** las **boquillas**, **finalmente** los **niples** de **izaje** son instalados dentro de los **orificios** del **tanque**.

1.3 NORMAS Y ESPECIFICACIONES **TECNICAS**

La **fabricación**, pruebas y suministro **deberá** obedecer **a** las normas UL (**Under Writers** Laboratorios **.Inc**) en especial la UL 58 para la fabricación del Tanque Primario y la UL 1746 para **el** Tanque Secundario (Chaqueta); de acuerdo **a** la última **revisión** y de conformidad con los plenos de **diseño**.

Además las normas que se tomaran en **consideración** para la realización de este trabajo son:

- Código de la **Asociación** Americana para pruebas de Materiales (**ASTM**) que tiene como mira la **promoción** del conocimiento de los materiales de **Ingeniería** y la normalización de las **especificaciones** y de los procedimientos de ensayo.
- Código de la Asociación Americana de Ingenieros **Mecánicos (ASME)** referente a la elaboración de procedimientos de soldadura y ensayos no destructivos , **así** como la calificación de soldadores y operadores (Sección IX y V). Incluyendo criterios para su aceptación o rechazo.
- Código** del Instituto Americano de Petróleo (**API**) 1615 , obliga a la **instalación** de dispositivos para preveer la contaminación del subsuelo, cuando se presente alguna fuga o derrame de producto de los tanques de almacenamiento.
- Código de la **Asociación** Americana para trabajos con agua (**AWWA**) proporciona procedimientos de control e inspección de tanques **metálicos**.

ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL TANQUE PRIMARIO.

Estas especificaciones generales establecen los requisitos técnicos destinados a la fabricación de tanques **de** 8,000 Gal, para almacenamiento de combustibles líquidos inflamables.

El forro **será** construido con plancha de 6.35 mm de espesor de acuerdo a las normas ASTM - A36-81a; (Ref. 3)

Tapas planas con **coja** de una sola unión.

Las soldaduras **deberán** realizarse de acuerdo a literal 5 (Shtel Joints) N° 1, de la Norma para seguridad UL 58. (Ref. 4).

La soldadura se efectuará a plomada **permitiendo** un máximo de **desviación** de 2 mm. El sobreespesor de las soldaduras no debe ser superior a 2.5 mm. Deberá **removerse** los que sobrepasen los 2.5 mm de altura, por medio de esmeril o tajadero

Toda la soldadura **se hará** por el **método** de soldadura eléctrica de arco manual, asegurando que **se efectúe** una **fusión** completa con el metal base. No se podrá soldar ninguna parte que se **encuentre** mojada. Cada **cordón** de soldadura **deberá** ser limpiado antes de proseguir con el **próximo** cordón. Los filos de la soldadura **deberán** tener formas puntiagudas y tampoco se permitirá ninguna cortadura.

El **refuerzo** de fondo interior y exterior, **será** con **lámina** de $\frac{1}{4}$ " de 400 x 400 mm.

Entrada de hombro **(Manhole)** C - 1002. (Ref.1).

Se inspeccionará la calidad de la soldadura **através** de pruebas radiográficas en el lugar de la **construcción**.

Se aplicara pintura en esta área recubrimiento primario de zinc 100% Inorgánico post-curado RP-3 con una capa de 3 milésimas de espesor. Acabado exterior, pintura rojo oxido. (Ref.1)

Los neplos o acoples (boquillas) de 4 " de diámetro. Ver fig 1.2

La prueba es de hermeticidad de 5 Lbrs. por pulgada cuadrada (Psi). (Ref.2)

Preparación de la superficie:

Antes de iniciarse la soldadura, se deben limpiar completamente las superficies de todas las planchas a ser soldadas.. Se debe remover le grasa y el aceite con gasolina, solventes u otros medio adecuados. No se permitir8 el uso de querosene u otros disolvente más pesados a base de petróleo.

Se debe realkar la limpieza de los bordes a ser soldados, por aplicación de los medio mecánicos adecuados, de preferencia antes de ta unión de las planchas , por puntos de soldadura. En el caso de que la inspección encuentre alguna porosidad en dicha soldadura mayor que la permitida para el cordón final, se deberán remover tales puntos antes de la soldadura.

Como fuere necesario efectuar más que una aplicación de soldadura en una misma junta, se deberá remover cualquier aspereza, escoria y otros depósitos de soldadura



FIG.2.1 NEPLO 0 BOQUILLA

existente, por medio de una herramienta de corte manual o neumática u otro medio adecuado para evitar que las impurezas se incorporen en el metal de soldadura.

En el caso de que se utilicen juntas de soldadura a tope, se debe tener cuidado especial en el alineamiento de los bordes a ser unidos, para que haya penetración y fusión total en el fondo de las juntas. El desnivel de los bordes adyacentes no debe exceder 1/16".

- Revestimiento Interior y Exterior:

El sistema consiste en la utilización de un "primer" constituido por dos componentes químicos líquidos inhibitorios de la herrumbre y una o mas capas del epoxy liquido para la pintura de acabado.

- Materiales de Revestimiento:

a) Pintura de base ("Primer"): el "primer" ha de ser sintético, de rápido secado produciendo una adherencia eficiente con el metal de base y la pintura subsiguiente de epoxy líquido. El "primer" debe presentar buenas características para que se efectúe su esparcido a rodillo o pulverizador. Además debe presentar tendencia mínima de producir ampollas durante su aplicación. El "primer", cuando se lo aplica según las recomendaciones del fabricante, estera seco al tacto.

b) Pintura de acabado: Se debe **utilizar** el epoxy líquido , preparado según le norma **AWWA C-210**, consistiendo en dos partes del epoxy liquido para ser utilizado sobre el primer.

-Aplicación del revestimiento:

La aplicación del revestimiento deber6 hacerse de acuerdo a la sección 3 de la **AWWA C-210 (Ref.5)**, complementada por informaciones aceptadas del fabricante de los materiales de revestimiento.

c) Pruebas de control de las soldaduras: Para el control de las soldaduras, tanto , longitudinales como circunferenciales, realizadas en taller o en obra, se **seguirán** las siguientes indicaciones:

- Soldaduras estructurales al tope y angulares con penetración total : 10% de Rayos X.

En las zonas en que el citado control revelara anomalías o presente dudas sobre su calidad, el control se completará mediante los ensayos **radiográficos** necesario para determinar la **admisibilidad** o rechazo de la soldadura.

1.4 PLANOS Y DETALLES DE FABRICACION

La información completa y cabal respecto a los diámetros, longitudes, posición del

tubo descarga del tanque; **localización**, tipo, **tamaño** y **extensión** de toda soldadura, se muestra claramente en los planos #1 y # 3. Estos **especificarán** le longitud **efectiva** de le soldadura, le cantidad de **penetración**, la requerida garganta. **efectiva**, **además** de los detalles de las uniones soldadas.

Las **especificaciones** sobre la fabricación del manhole (acceso), **así** como el número de pomos y **tamaño** SC encuentra ilustrado en el plano # 2. Todos los planos se pueden ver en anexos.

CAPITULO II

FABRICACION DEL TANQUE PRIMARIO

2.1 NORMA APLICABLE

- El tanque primario es **fabricado** bajo la norma UL 58; esta norma fija requerimientos para la fabricación de tanques **cilíndricos** soldados de plancha de acero al carbono con paredes simples, que sirven para almacenar combustibles líquidos inflamables para instalaciones **subterráneas** en **posición** horizontal operando a **presión atmosférica** destinado para puestos de servicio para distribución de combustible.
- Esta norma se aplica para la fabricación de tanques subterráneos a forma de obtener un mejor patrón de calidad, teniendo en cuenta que estarán sujetos a esfuerzos **mecánicos** durante el transporte, **instalación** y durante toda su **vida** útil **además** de asentamiento del suelo.
- Esta norma establece también un control de calidad, de tal forma que de ocurrir una **falla** en cualquier momento (en la **fabricación, instalación**, pasando por el transporte) sea posible detectar en **qué** fase esto ocurrió.
- La instalación de estos Tanques es de acuerdo con la Norma NFPA 30 para la **Instalación** de combustibles **líquidos** inflamables. de **instalación**.

2.2 CAPACIDAD, DIMENSIONES Y ESPESOR.

La capacidad, dimensiones y construcción son detallados completamente con los requerimientos de esta norma.

La capacidad para tanques cilíndricos en galones por pie de longitud se muestra en la tabla I y el espesor de las paredes de la estructura del tanque de acuerdo al diámetro del tanque se ilustra en la tabla II.

Como nosotros deseamos fabricar un tanque de capacidad de 8,000 galones, basándonos en las tablas escogemos sus dimensiones y especificaciones. Donde tenemos una longitud del tanque de 21 pies con 4 pulgadas con un espesor de 0.25 pulgadas.

2.3 MATERIALES

Para la construcción del tanque debe emplearse planchas de acero al carbono comercial. El material usado deberá ser nuevo.

Cumpliendo con la especificación para acero estructural, presentando resistencia intermedia a la tracción, de calidad estructural, designadas por ASTM A 36, con tensión mínima de fluencia de 36000 psi y tensión mínima de rotura de 580000 psi. La tabla III nos presenta ciertas propiedades, composición química, formas y usos principales de estas planchas.

TABLA I

ESPECIFICACIONES DEL TANQUE DE DOBLE PARED (REF.2)

CAPACIDAD	DIAMETRO	LONGITUD	FUERZA DE	ESPESOR	PESO APROX.
EN GALONES	TANQUE	TANQUE	FLOTACION (LBS)	TANQUE	TANQUE (LBS)
500	4'-0"	5'-5"	4,585	10 Ga	587
500	4'-0"	5'-5"	4,585	7Ga	761
1,000	4'-0"	10'-9"	8,336	10 Ga	1,024
1,000	4"-0"	10-9"	8,336	7 Ga	1,041
2,000	5'-4"	12'-0"	16,672	7 Ga	1,948
3,000	5'-4"	18'-0"	25,008	7 Ga	2,706
4,000	5'-4"	24'-0"	33,344	7 Ga	3,465
5,000	8'-0	13'-4"	41,680	1/4"	4,388
6,000	8'-0"	16'-0"	50,016	1/4"	5,546
8,000	8'-0"	21' 4 "	66,688	1/4"	6,972
10,000	8'-0"	26'-8"	83,360	1/4"	8,398
10,000	10'-0"	17-0"	83,360	1/4"	7,702
12,000	8-0"	32'-0"	100,032	1/4"	9,824
12,000	10'-0"	20'-6"	100,032	1/4"	9,058
15,000	8'-0"	40'-0"	125,040	5/16"	14,876
15,000	10'-0"	25'-6"	125,040	5116"	13,465
20,000	10'-0"	34'-0"	166,720	5/16"	17,108
25,000	10"-0"	42'-6"	208,400	3/8"	22,900
30,000	10'-0"	51'-0"	250,080	3/8"	24,550

TABLA II

TANQUE DE CONTENIDO SECUNDARIO (REF.4)

DIAMETRO MAXIMO		ESPESOR DE PARED DE ESTRUCTURA CILINDRICA	
PULGADAS	METROS	PULGADAS	MILIMETROS
48	1.22	0.093	2.36
72	1.83	0.167	4.24
96	2.44	0.250	6.35
120	3.00	0.250	6.35
144	3.66	0.375	9.53

TABLA III

CARACTERISTICAS DEL ACERO ASTM A-36 (REF. 3)

TIPO	ALTA RESISTENCIA , BAJA ALEACION		
ASTM #	A - 36		
RESISTENCIA A TENSION (KSI)	58 - 80		
PUNTO FLUENCIA, MIN (KSI)	36		
USO PRINCIPAL	CONSTRUCCIONES SOLDADAS, REMACHADAS ATORNILLADAS		
FORMA	PLANCHAS , BARRAS		
COMPOSICION QUIMICA	0.25 - 0.29 %C 0.6 - 1.20%Mn	0.15 - 0.30 % SI 0.5 %S	0.04 % Pmax OTROS

2.4 ESTRUCTURA CILINDRICA. UNIONES DE SOLDADURA

La estructura cilíndrica del tanque esta conformada por anillos, como en nuestro caso se trata de un tanque de 8,000 galones ~~utilizamos~~ 5 anillos y medio; por lo que compramos en el mercado local planchas de acero al carbono ASTM 36 con las siguientes dimensiones:

Para los anillos: 1220 x 7700 x 5.5 mm

Para los discos o tapas: 1220 x 2240 x 5.5 mm

Las uniones de soldadura de la estructura cilíndrica del tanque puede realizarse con una de las ilustradas en la fig 2.1, exceptuando :



BIBLIOTECA
CENTRAL

La unión # 4, no puede ser usada en tanques cuyo diámetro sea mayor que 96 pulgadas (2.44 m).

La unión # 7, no puede ser usada en tanques cuyo diámetro sea mayor que 65 pulgadas (1.65 m).

2.5 TAPAS Y UNIONES DE SOLDADURA EN LAS TAPAS

La tapa o disco del tanque debe ser construida de no más de dos piezas para diámetros de 48 pulgadas (1.22 m) o menos , de dos a tres piezas para diámetros desde 49 a 96 pulgadas (1.24 a 2.44 m) , y cuatro piezas para diámetros desde 97 a

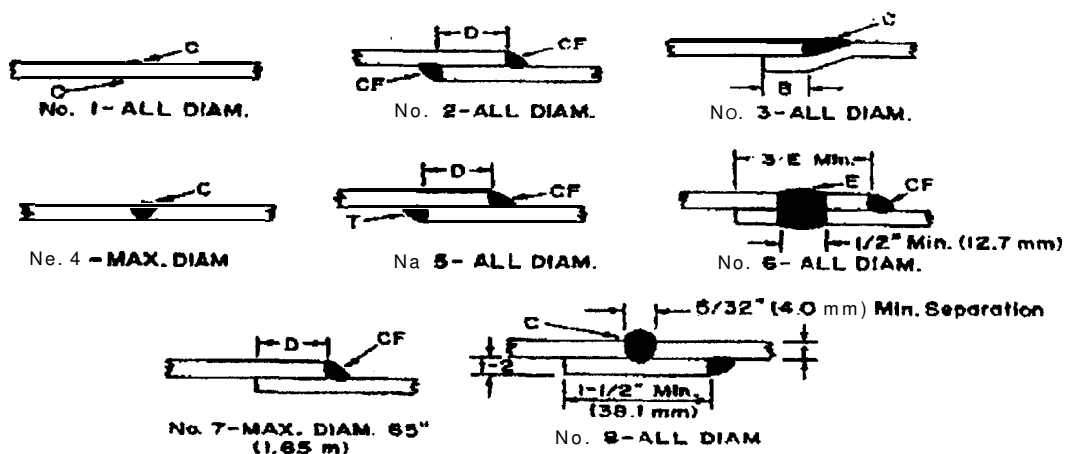


FIG. 2.1 UNIONES DE LA ESTRUCTURA CILINDRICA (REF.4)

B --- Traslape $\frac{1}{2}$ pulgada (12.7 mm) mínimo

C --- Soldadura continua

CF --- Toda soldadura de traslape debe ser continua para llenar el filete

D --- Traslape - $\frac{1}{2}$ pulgada (12.7 mm) mínimo para diámetros de 48 pulgadas (1.2 m) o menos; $\frac{3}{4}$ pulgadas (19.1 mm) mínimo para diámetros mayores a 48 pulgadas

E --- $\frac{1}{2}$ pulgada (12.7 mm) mínimo de diámetro de soldadura, no más de 12" (305 mm) de separación

T --- Clavar un punto de soldadura de 1 pulgada (25 mm), en no más de 12" (305 mm) de separación

t --- Los espesores de las barras de aviso deben ser del mismo espesor de la estructura cilíndrica

a --- La unión # 7 no es aceptable para tanques de doble pared

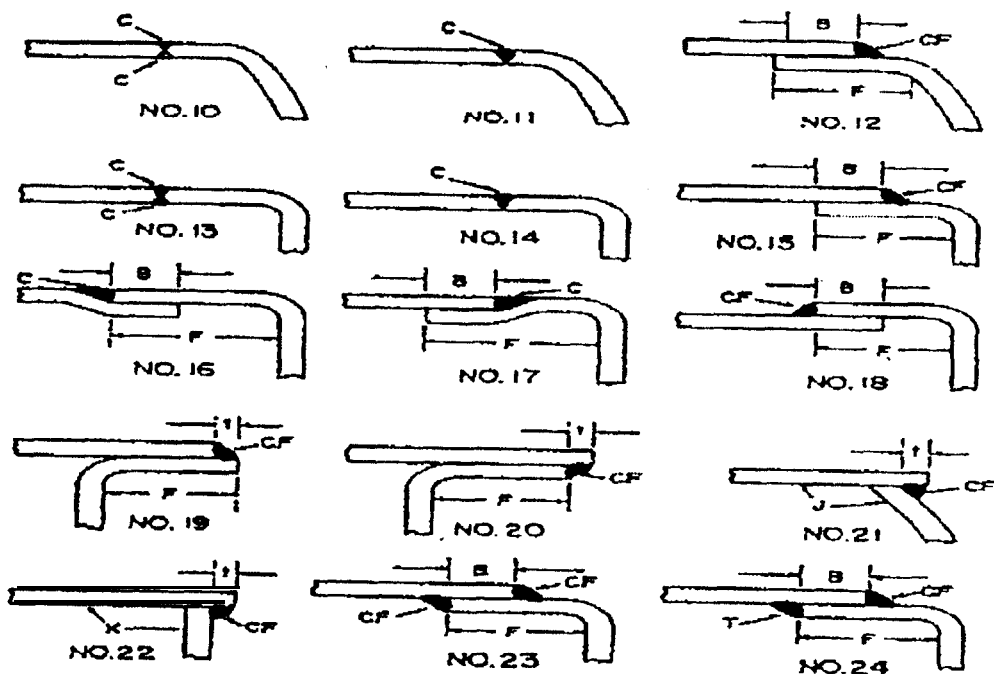
144 pulgadas (2.46 a 3.66 m) . Cuando dos o **más** piezas son usadas, las uniones deben cumplir con los mismos requerimientos de las uniones de la estructura **cilíndrica**.

La tapa o disco del tanque puede ser plana, cóncava o cónica. Para la construcción de **éste** tanque usaremos una tapa plana.

La **tapa del tanque** debe ser unida **a la estructura cilíndrica** del mismo por una de las uniones mostradas en la fig.2.2 ,

Al **utilizar** tapa plana sin reborde en un tanque, esta debe **reforzarse** de acuerdo con los refuerzos ilustrados en la **fig. 2.3** . La tapa y la estructura cilíndrica del tanque tiene que ser hecha de acero con un espesor no menor **a** 0.167 pulgadas (4.24 mm) ; es por esto que utilizamos un espesor de **¼** de pulgada (6.35 mm) , el refuerzo utilizado es el **B-2**.

Una tapa **plana con reborde** de un tanque no necesita refuerzo. La superficie del refuerzo de una **tapa plana sin** reborde debe cumplir con las especificaciones ilustradas en la Tabla **IV** ; donde obtenemos las medidas del refuerzo para un tanque cilíndrico que tiene 96 pulgadas (2.44 m) de **diámetro**.



**FIG. 2.2 UNIONES DE LA TAPA POR TODO EL
DIAMETRO DEL TANQUE (REF.4)**

B --- Traslape $\frac{1}{2}$ pulgada (12.7 mm) mínimo

C --- Soldadura continua

CF --- Toda soldadura de traslape debe ser continua para llenar el filete

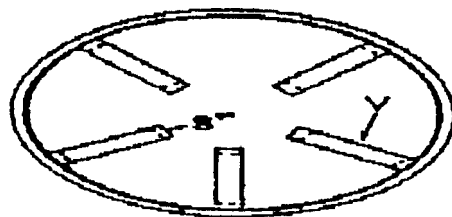
F - - No menor que 5 veces el espesor de la tapa --- Mínimo $\frac{1}{2}$ pulgada (12.7 mm)

J --- Unión # 21 -espesor mínimo 0.167 pulgadas (4.24 mm)

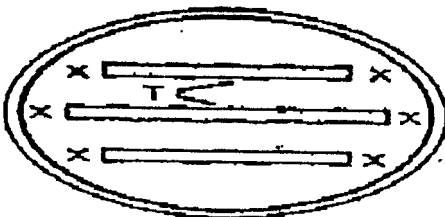
K --- Unión # 22.--- La tapa requiere refuerzo (ver figura 3) mínimo espesor de 0.167 (4.24 mm)

T --- Clavar un punto de soldadura de 1 pulgada (25 mm), en no más de 12 "
(305 mm) de separación

t --- Mínimo, 1 por espesor estructura cilíndrica



B - 1



B - 2

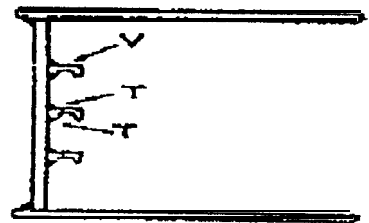
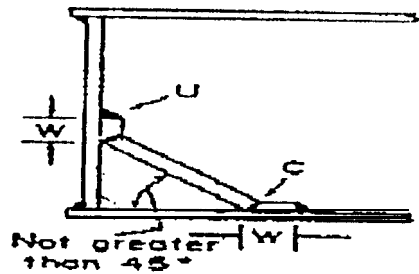


FIG. 2.3 REFUERZOS PARA TAPAS PLANAS (REF.4)

C — Soldadura

S — Desde el centro , aproximadamente $\frac{1}{4}$ de diámetro

U — Soldar los tres lados de cada pie

V — Refuerzo

W — Mínima longitud por pie

T — Soldar poniendo no **más** de 12 pulgadas (305 mm) de **separación**

V — Refuerzo

X — No más de 2 pulgadas desde la estructura **cilíndrica** del tanque

TABLA IV

SUPERFICIE DE REFUERZO PARA TAPAS PLANAS SIN REBORDE (REF.4)

DIAMETRO DE LA TAPA		CANALES	ANGULOS
Pulgadas	Metros	Tamaño	Tamaño, pulgadas
Desde 60	Desde 1.52	3 pulgadas - 4.1 libras	2 x 2 x 3/8 o 2 1/2 x 2 1/2 x 1/4
31-72	1.55-1.83	3 pulgadas - 4.1 libras	3 x 3 x 7/16 o 3 1/2 x 3 1/2 x 5/16
73-84	1.85-2.13	4 pulgadas - 5.4 libras	3 1/2 x 3 1/2 x 1/2 o 4 x 4 x 3/8
85-96	2.16-2.44	5 pulgadas - 6.7 libras	4 x 4 x 1/2 o 5 x 3 1/2 x 3/8
97-108	2.46-2.74	5 pulgadas - 6.7 libras	4 x 4 x 3/4 o 6 x 4 x 3/8
109-120	2.77-3.05	6 pulgadas - 8.2 libras	5 x 5 x 5/8 o 6 x 4 x 1/2
121-132	3.07-3.35	7 pulgadas - 9.8 libras	5 x 5 x 3/4 o 6 x 4 x 9/16
133-144	3.38-3.66	7 pulgadas - 9.8 libras	5 x 5 x 3/4 o 6 x 4 x 9/16

2.6 CONEXIONES DE BOQUILLAS. INDICACIONES

Los neplos o boquillas son adheridos a la estructura cilíndrica del tanque para lo cual nos proveemos para soldar al tanque de un neplo de rosca standard que va a ser acoplado a una rosca rebordeada o a un neplo standard con media boquilla, o a un perno ; uniendo la conexión rebordeada soldada a la boquilla del neplo hasta que quede enroscada, es soldado al tanque.

Tipos convencionales de conexiones de las boquillas están ilustrados en la Fig.2.4.

La mínima longitud de rosca en la conexión de un neplo o boquilla esta especificada en la tabla V.

INDICACIONES

1. Para ajustar el neplo al acero apretado la conexión debe ser, instalándolo con una boca de sección solo en el Interior del tanque. El mínimo espesor de la sección del borde esta especificado en la tabla v.
2. Un neplo de media boquilla tiene que ser soldado al tanque como se ilustra en la Fig. 2.4 No. 67.

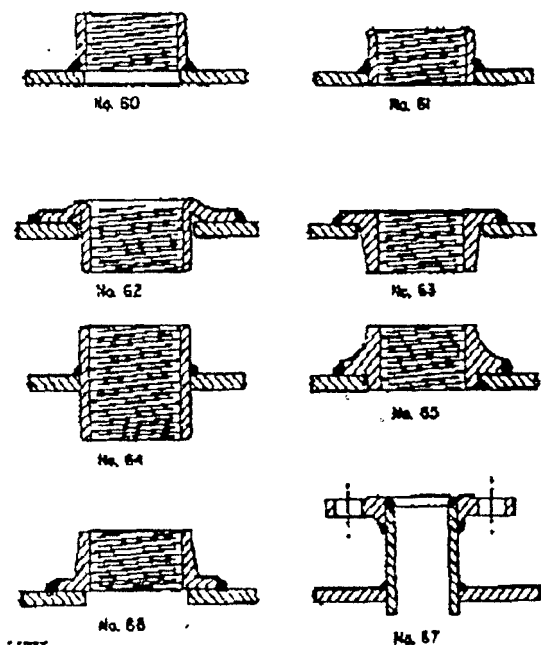


FIG. 2.4 CONEXIONES DE BOQUILLAS 0

NEPLOS (REF.4)

En toda soldadura estará completo el **filete** soldado, por lo menos **1/8"** (3.2 mm) de radio.

No. 60 - Medio neplo acoplado

No. 61 -Medio nepb acoplado

No. 62 - Acero apretado, Boca de conexión sob interior del tanque

No. 63 -Acero forjado, boca de conexión interior del tanque

No. 64 -Acoplamiento de nepb kno

No. 65 -Acero forjado, con pibto

No. 66 -Acero forjado, sin pibto

NO. 67 - Boquilla de neplo standard y borde de la soldadura

2.7 ACCESO

Un Manhole es colocado Intencionalmente en el tanque en la parte superior sobre el líquido nivelado y su tapa **deberá** ser sellada como se ilustra en la Fig. 2.5.

La tapa del Manhole este prevista de unas uniones roscadas de determinados materiales que deben ser aceptados por los líquidos almacenados , que no pueden ser menor que $1/8$ " (3.2 mm) de espesor. Estas uniones son las del tubo de succión y venteo, las cuales son dos de 4 " y una 2 " de diámetro; la localización de las uniones deben de estar en la brida de la entrada de hombre de acuerdo con los planos **especificados**. Ver plano # 2 en anexos .

2.8 CONTROL DE INSPECCION

Para el control de las soldaduras, tanto longitudinales como circunferenciales, **realizadas** en taller o en obra se deben realizar inspecciones; para asegurar que las uniones soldadas de los **tanques** satisfacen los requerimientos de los **estándares de calidad**.

Antes de **iniciar la fabricación**, el fabricante debe someter a la aprobación de la **Fiscalización** las **calificaciones** de los procesos de soldadura y de soldadores de , **acuerdo a** la sección IX del Código ASME, para Cámaras de Presión, salvo los **métodos** que **adopten** procesos de **arco** sumergido, gas o electrodos tubulares, los que deben estar de acuerdo con la AWS - SR -1.

TABLAV

ESPECIFICACIONES PARA CONEXION DE BOQUILLAS (REF.4)

DIAMETRO DE BOQUILLA NOMINAL	MINIMA LONGITUD DE ROSCA		MINIMA ESPESOR DE SECCION DEBILITADA	
Pulgadas	Pulgadas	mm	Pulgadas	mm
1/8	1/4	6.4		
1/4	3/8	9.5		
3/8	3/8	9.5		
1/2	1/2	12.7		
3/4	5/8	15.9	0.123	3.12
1	5/8	15.9	0.138	3.51
1-1/4	1 1/16	17.5	0.138	3.51
1-1/2	3/4	19.1	0.138	3.51
2	3/4	19.1	0.138	3.51
2-1/2	1	25.4	0.167	4.24
3	1	25.4	0.167	4.24
3-1/2	1	25.4	0.167	4.24
4	1-1/8	28.6	0.167	4.24
5	1-3/16	30.2		
6	1-1/4	31.7		
8	1-3/8	34.9		

3. Exceptuando las indicaciones 4 y 5 toda abertura de un tanque debe ser localizada en la parte superior de la superficie, paralela con el eje longitudinal del tanque.
4. Si la aplicación de un tanque es tal que se requiere que se agrupen las aberturas de las boquillas en la parte superior de la superficie, las aberturas deberán ser localizadas fuera del centro del eje longitudinal, bajo las condiciones especificadas en la indicación 5
5. Cerrando la estructura cilíndrica del tanque se localizará más de 12 " (305 mm) desde la línea central longitudinal de la parte superior, y el final superior de las boquillas acopladas o otra conexión de boquilla ajustándolo con soldadura al tanque terminara sobre la superficie superior de la estructura cilíndrica.
6. Todas las aberturas del tanque se cerraran con tapón de madera, metal cubierto, o un equivalente , ya que esto protege la rosca y impide la entrada de materia extraña, mientras el tanque esta almacenado o en transito.
7. Cada tanque tendrá una boquilla de conexión de una medida no menor a la especificada en la tabla VI.
8. La abertura para la conexión del tubo de descarga el cual esta localizado en el acceso se agrupara por lo menos con otra abertura.

TABLA VI

MEDIDAS DE CONEXION DE LA BOQUILLA DE DESCARGA (REF. 4)

CAPACIDAD DEL TANQUE				MEDIDA NOMINAL DE LA BOQUILLA
U.S.	GALONES	LITROS		PULGADAS
0	- 500	Desde 1895		1 - 1/4
500	- 3000	1900 - 11355		1 - 1/2
3001	- 10000	11360 - 37855		2
10001	- 20000	37860 - 75710		2 - 1/2
20001	- 35000	75715 - 132490		3
35001	- 50000	132495 - 189270		4

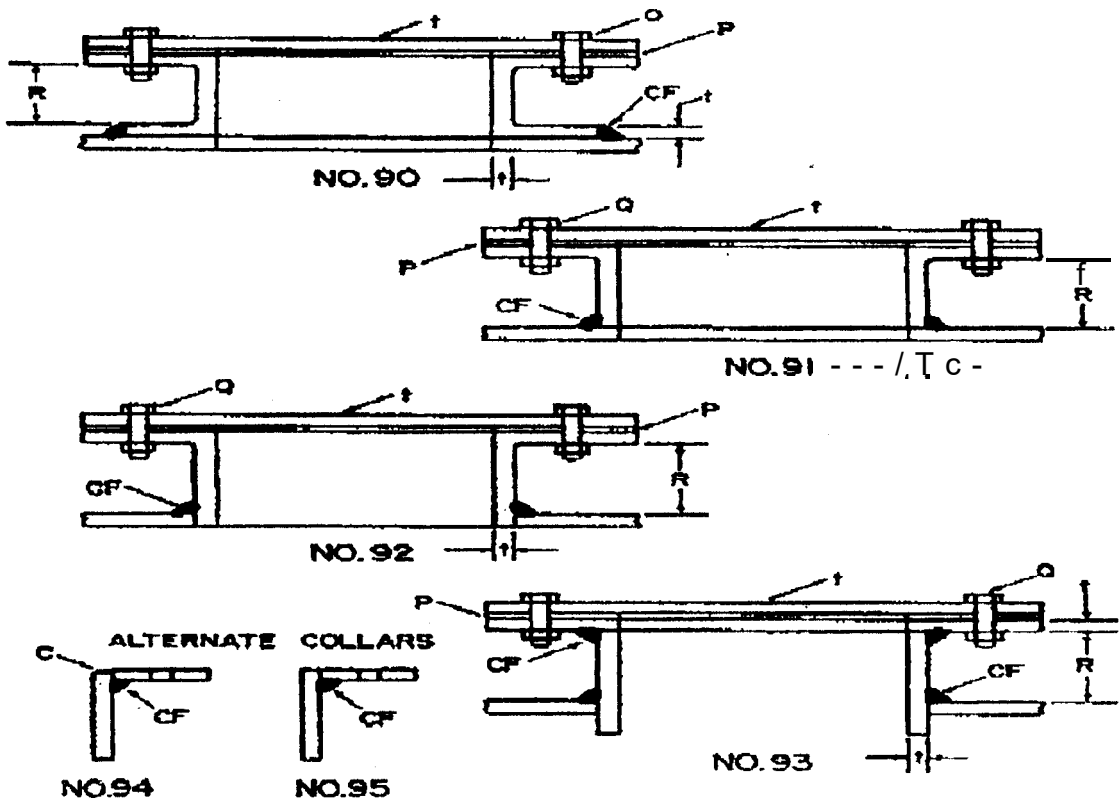


FIG. 2.5 MANHOLES CONVENCIONALES. (REF.4)

NOTAS:

CF --- Soldadura continua filete lleno

P --- El material de la empaquetadura debe tener un espesor mínimo $1/8"$ (3.2 mm) en el anillo o cara de la empaquetadura

Q --- Mínimo $1/2"$ (12.7 mm) espaciados los tornillos y 4" (102 mm) máximo desde el centro -

R --- Mínimo 2" (51 mm) para tanques desde 6 pies (1.8 m) de diámetro.

t - - No menos que 0.167" (4.24 mm) de espesor.

El **fabricante** debe **notificar** el **inicio** de la soldadura de los cuerpos de prueba a la **Fiscalización**, para que se realicen las **actividades** mencionadas en el **párrafo** anterior.

Estas pruebas de **calificación** **deberán** presentarse en formulario similar al que se **enseña** en la **Sección VIII** del “ **Código ASME para Cámaras de Presión**”. Las especificaciones para los métodos de Soldadura **serán utilizadas** por la Fiscalización para calificar el **método** de soldadura.

Todas las pruebas de **calificación** de proceso o calificación de soldadores o cualquier prueba de **recalificación** **deberán** ser ejecutadas por un laboratorio de pruebas **idóneo**, previamente aprobado por la **Fiscalización**. En todas las **soldas** manuales el espesor **máximo** del **cordón** para cada aplicación debe ser de 3 mm (1/8”). (Ref.6)

Se debe golpear con martillo cada **aplicación** , ya sea en soldadura tope o de ángulo para **aliviar** tensiones y remover impurezas, escorias, antes de realizarse la aplicación siguiente.

Si por cualquier **razón** la soldadura fuere Interrumpida, se debe tener cuidado especial al **reiniciarla** para que se consiga una **penetración** completa entre el metal de soldadura, la chapa y el metal de soldadura anteriormente depositado. Si se **utiliza** el mismo **flujo** antes y **después** de la Interrupción, **éste** debe ser redistribuido **antes** de que el **servicio** se **inicie** de nuevo. Las soldaduras deficientes en cuanto a las dimensiones, pero no en cuanto a la **calidad**, **serán** corregidas (procedimiento de recarga) cumpliendo las normas **ASME**.

2.8.1 CALIFICACION DE PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA

Todo **procedimiento** de soldadura usado en la fabricación de tanques **metálicos** debe ser **calificado**. El fabricante del tanque **deberá** solicitar Información referentes **a** los procedimientos de soldadura del fabricante de la plancha **si** tiene poca experiencia en la soldadura del metal seleccionado.

(**AWWA**, SEC.3.3).

El **objetivo** de la **calificación** de este- procedimiento es verificar que las uniones soldadas en los tanques poseen las propiedades mecánicas necesarias para un comportamiento adecuado de **servicio**.

Los datos que se deben considerar en la elaboración de un procedimiento son los siguientes: **diseño** de junta, **material** base, materiales de aporte, tratamientos, gas protector, **características eléctricas**, **técnica** de soldeo, etc.

Para escoger estos datos es **necesario** saber el proceso de soldadura que va **a** calificarse. El proceso de soldadura que se usará en la fabricación del tanque es el de arco manual.

En donde se **requieran** puntos de soldadura y para reparar los defectos de estructuras en les soldaduras de **lámina** , también se **usará** soldadura manual , (AWWA, **Sec.** 3.3.3). El proceso de soldadura usado será el de arco de metal protegido por ser uno de los **métodos más** usados y con aplicación en aceros dulces y

de **aleación**, aceros inoxidables y, en grado menor, en metales no ferrosos.

La tabla VII nos da las variaciones típicas de corriente para electrodos de acero dulce y la tabla VIII las propiedades **mecánicas** típicas para estos electrodos.

La **selección** de **parámetros** de soldadura **varía** con las **características** típicas de cada **tipo** de unión **a** soldar y la posición en la que se va **a** soldar. Como ejemplo para la elección de **tamaño** del electrodo, corriente entre pasadas, voltaje, velocidad de soldeo se presenta en la tabla IX para el proceso de soldadura usado.

La **calificación** de procedimiento para las soldaduras de ranura en tanques requiere que se suelde un conjunto de prueba para cada posición. En la posición 1G, el eje de la estructura **cilíndrica** del **tanque** **está** horizontal, y se hace girar la estructura durante la soldadura. El metal de soldadura se deposita desde arriba (soldadura plana). En la **posición** 2G el eje de la estructura **está** horizontal, y la estructura no se hace girar (es una **combinación** de soldadura plana, vertical y de sobrecabeza).

La **calificación** en las posiciones horizontal, vertical y hacia arriba califica **también** para la **posición** plana. La **calificación** en la **posición** horizontal fija, 5G, **califica** para 'las posiciones plana, **vertical** y de sobrecabeza. La **calificación** en las posiciones horizontal, vertical y de sobrecabeza califica para todas las **posiciones**. La **calificación** de procedimiento para soldaduras de filete requiere un conjunto de prueba en cada una de las posiciones **1,2,3** y 4 F (F **significa** de filete) .

TABLA VII

VARIACIONES TIPICAS DE CORRIENTE PARA ELECTRODOS DE ACERO DULCE (REF.7)

DIAMETRO DEL ELECT. (PULG)	E6010 E6011 (A)	E 6012 (A)	E6013 (A)	E6020 (A)	E6027 (A)	E7014 (A)	E7015 E7016 (A)	E7018 (A)	E 7024 E 7028 (A)
1/16		20 a 40	20 a 40						
5/16		25 a 60	25 a 60						
3/32	40 a 80	35 a 85	45 a 90			80 a 125	65 a 110	70 a 100	100 a 145
1/8	750a 125	80 a 140	80 a 120	100 a 180	125 a 180	110 a 160	100 a 150	115 a 165	140 a 190
5/32	110 a 170	140 a 190	105 a 180	130 a 190	160 a 240	150 a 160	140 a 200	150 a 220	180 a 250
3/16	140 a 215	140 a 240	150 a 230	175 a 250	210 a 300	200 a 275	180 a 255	200 a 275	230 a 305
7/32	170 a 250	200 a 240	210 a 300	225 a 310	250 a 350	260 a 340	240 a 320	260 a 340	275 a 365
5/16	275 a 425	300 a 500	320 a 430	340 a 450	375 a 475	390 a 500	375 a 475	375 a 470	400 a 5254

TABLA VIII

PROPIEDADES MECANICAS TIPICAS DE ELECTRODOS (REF.7)

	CONDICIONES							
	COMO SOLDADURA				ALIVIO DE TENSIONES A 1150° F			
CLASIFICACION D E ELECTRODO.	RESISTENCIA A TENSION (PSI)	RESISTENCIA A FLUENCIA (PSI)	ELONG 2 PLG EN (%)	IMPACTO (LIB.X PIE)	RESISTENCIA A TENSION (PSI)	RESISTENCIA A FLUENCIA (PSI)	ELONG 2 PLG EN (%)	IMPACTO (LBXPIE)
E6010	69.000	60.000	26	55	65.000	51.000	32	75
E6011	70.000	63.000	25	50	65.000	51.000	30	90
E6012	72.000	64.000	21	43	71.000	62.000	23	47
E6013	74.000	62.000	24	55	74.000	58.000	28	
E6020	67.000	57.000	27	50				
E6027	66.000	58.000	28	40	66.000	57.000	30	80
E7014	73.000	67.000	24	55	73.000	65.000	26	48
E7015	75.000	68.000	27	90				
E7016	75.000	68.000	27	90	71.000	60.000	32	120
E7018	74.000	65.000	29	80	72.000	58.000	31	120
E7024	86.000	78.000	23	38	80.000	73.000	27	38
E7028	85.000	78.000	26	26	81.000	73.000	26	85

TABLA IX

TEMPERATURAS MINIMAS DE PRECALENTAMIENTO Y ENTRE PASADAS (°F) (REF.8)

PROCESO DE SOLDADURA				
	SOLDADURA DE ARCO PROTEGIDO CON ELECTRODOS QUE NO SON DE BAJO HIDROGENO	SOLDADURA ARCO-PROTEGIDO CON ELECTRODO DE BAJO HIDROGENO, SOLDADURA ARCO SUMERGIDO SOLDADURA AL ARCO CON PROTECCION GASEOSA, SOLDADURA AL ARCO CON ELECTRODO TUBULAR.		
				SOLDADURA DE ARCO PROTEGIDO CON ELECTRODOS DE BAJO HIDROGENO; SOLDADURA DE ARCO SUMERGIDO CON ALAMBRE DE ACERO AL CARBONO 0 ALEADO. CON FUNDENTE NEUTRAL
ESPESOR DE LA PARTE MAS GRUESA EN EL PUNTO DE SOLDAR	ASTM A364, AS3GR B A106, A131,A139,A375 A381 Gr. Y35,A500, A501 A516 Gr.55 and 60, A524, A573 Gr. 65, API 5L Gr.B; D,E,R	ASTM A36,A106,A131 A139, A2421 A375, A381 G y 35, A441, A516 Gr. 65 y 70, A524, A529, A537 Clase 1 y 2 A570 Gr. D Y E, A572 Gr. 42,45, 45,50 A573 Gr. 65 A588, A618, API52 GR.6 y 5LX Gr.42; ADS Gr. A,B, C,CS D,E,R,AH,DH,EH	ASTM A572 GRADOS 55,60 Y 60	ASTM A514, A517
HASTA 3/4, inc	NINGUNO	NINGUNO	70	50
3/4 Y 1 1/2 inc.	150	70	150	125
1-1/2 a 2-1/2, inc.	225	150	225	175
2- 1/2	3 0 0	225	300	225

El tipo y número de probetas para la **calificación** de procedimiento aparece en la tabla X. **También** se indica el intervalo de espesor que se **califica** para espesor de tubo. Las notas que son aplicables para el uso de las tablas son las siguientes:

1. El espesor **máximo** que se **califica** para un tubo menor de 5 pulgadas es el doble del espesor del tubo, pero no es mayor de $\frac{3}{4}$ de pulgada.
2. Pueden usarse dobleces de cara y ~~raz~~ o dobleces laterales para espesores de $\frac{3}{8}$ a $\frac{3}{4}$ de pulgada.
3. Pueden usarse pruebas de doblez **longitudinal** en lugar de pruebas de doblez transversal **sólo** para probar combinaciones de material que difieren marcadamente en cuanto a propiedades **físicas** al doblado.
4. Para aceros templados y revenidos (con resistencia a la ~~ten~~ **tensión** de 950000 lb/plg² o mayor) con espesores menores de $\frac{5}{8}$ de pulgada , el espesor de tubo de prueba es espesor **mínimo** que se califica.

Los ensayos que **deberán** realizarse para determinar las propiedades **mecánicas** son:

- Ensayo de **tracción**.
- Ensayo de plegado
- Ensayo de tenacidad.
- Ensayo de doblado y entorno

TABLA X

NUMERO Y TIPO DE PROBETAS A ENSAYAR Y RANGO DE ESPESORES CALIFICADOS .CALIFICACION DE PROCEDIMIENTO (REF. 6)

ENSAYOS SOBRE PLANCHAS RANURADAS SOLDADAS CON PENETRACION COMPLETA							
ESPESOR PLANCHAS, ENSAYADA (PLG)	NUMERO DE SOLDADURA POR POSICION	ENSAYO NO DESTRUC- TIVO.	PROBETAS REQUERIDAS PARA ENSAYOS				MAXIMO ESPESOR PLANCHAS, CALIFICADO (PLG)
			TENSION	FLEXION DE RAIZ	FLEXION DE CARA	FLEXION LATERAL	
$1/3 < T < 3/8$	1	SI	2	2	2		1/8 A 2T
3/8	1	SI	2	2	2		3/4
$3/8 < T < 1$	1	SI	2			4	2T
1	1	SI	2	-		4	ILIMITADO

- Metalográficos y radiográficos.

Las **especificaciones** del procedimiento, el procedimiento de soldeo y los resultados efectuados de los ensayos efectuados pueden ser escritos en formatos, como se presentan en los formatos 1 y 2 , luego debe ser presentado a la Fiscalización para su aprobación.

2.8.2 **CALIFICACION** DE SOLDADORES Y OPERADORES DE SOLDADURA.

La **calificación** de un soldador se llevará a cabo según la **especificación** de soldeo correspondiente (**WPS**) . Para la **calificación** de un soldador se deben tomar en cuenta las variables fundamentales que pueden dificultar la realización de la soldadura, incluyendo por tanto, el **diseño** de la unión, espesores de base, los metales de aporte, las posiciones de soldeo, etc.

En el caso de operadores, la única variable esencial es el proceso de soldeo .

Para la **calificación** de un soldador se deben tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- Un soldador **está** calificado para cualquiera de los aceros aprobados si pasa la prueba .

FORMATO 1

Hoja 1 de ...2

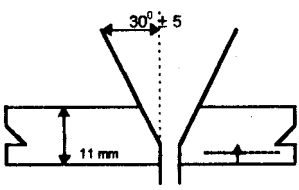
COMPANY NAME INEM.....
 NOMBRE DE LA EMPRESA
 PROCEDURE QUALIFICATION RECORD NO.<..... DATE ...<....
 CERTIFICADO DE CALIFICACION DEL PROCEDIMIENTO NO. FECHA
 WPS NO.
 PROCED NO.
 WELDING PROCESS(ES) ... SMAW
 (REPARACION.).....
 PROCESO(S) DE SOLDADO

TIPES

MANUAL

TIPOS

(Manual , Automatic, Semi-Auto.)

JOINTS (QW - 402) UNIONES  Groove Design Used A TOPE EN "V" Diseño del Chafán Usado	BASE METALS (QW -403) METAL BASE Material Spec. A 36 Material Especif. Type or Grade Tipo de grado P No. (1) to P No. P No. Thickness 11 mm Espesores Diameter Diámetro Other..... Otro
FILLER METALS (QW-404) METAL DE APORTACION Weld Metal Analysis A No. Análisis del metal depositado No. A. Size of Electrode(1) 5/32" (2) 3/16----- Tamaño del Electrodo Filler Metal F No. . . . 3 Metal de aportación No. F SFA Specification . 5.1 Especificación S.FA. AWS Classification .E6010..... Clasificación AWS Other Otros	POSITION (QW-405) Position of Groove 5G..... Posición del Chafán Weld Progression DESCENDENTE Secuencia de Sold. (Uphill, Downhill) (Ascendente, Descendente) Other otros PREHEAT (QW -406) Precalementamiento PreheatTemp 135°F - 176°F----- Temperatura Precalementamiento Interpass Temp 500°F - 536°F Entrepasadas. Temp. Other..... otros
POSTWELD HEAT TREATMENT (QW- 407) TRATAMIENTO TERMICO POSTSOLDEO Temperature..... Temperatura..... Time Tiempo Other otros	GAS (QW 406) GAS Type of Gas or Gases Tipo de Gas o Gases. Composition of Gas Mixture Composición de la Mezcla Other otros
ELECTRICAL CHARACTERISTICS (QW -409) CARACTERISTICAS ELECTRICAS Current.....CONTINUA..... Corriente Polarity DCEP.. ... Polaridad Amp . . . (1) 130 Volta . . . (1) 126 . . . Amps. Volts. TravelSpeed.....30 cm/min..... Velocidad Other Otros	TECHINIQUE (QW -410) TECNICA String or Weave Bead RECTA Aportación Recta u Oscilante Oscillation (SI) Máximo 3 veces su diámetro Oscilación Multipass or Single Pass MULTIPLES Pasadas Simple o Múltiples Single or Multiple Electrodes UNICO Electrodo Simple o Múltiple

**TENSILE TEST (QW - 150)
ENSAYO DE TRACCIÓN**

Hoja 2 de ...2...

Specimen No. Probeta	Width Ancho mm	Thickness Espesor mm	Area Sección mm ²	Ultimate Total Load Carga total en rotura Kg	Ultimate Unit Stress Psi Tensión de rotura P d	Character of Failure & Location Tipo y situación de la rotura
1	18.98	11.32	214.85	24223.55	72739.42	Rotura fuera Soldadura
2	19.14	11.22	214.75	2470.65	73515.65	Rotura fuera Soldadura

**GUIDED BEND TESTS (QW-160)
ENSAYO DE DOBLADO GUIADO**

Type and Figure No. Tipo y Figura No.	Result Resultado	Type and Figure No. Tipo y Figura No.	Result Resultado
P1 (Plegado Lateral)	Aprobado	P3 (Plegado Lateral)	Aprobado
P2 (Plegado Lateral)	Aprobado	P4 (Plegado Lateral)	Aprobado

**TOUGHNESS TESTS (QW -170)
ENSAYOS DE TENACIDAD**

Specimen No. Probeta No.	Notch Location Situación de la ranura	Notch Type Tipo ranura	Test Temp. Temp. de ensayo	Impact Values Valor de choque	Resilience Resistencia kgs/cm ²	Lateral Exp. - Expansión lateral. %Shear Mils %cortad Miles	Drop Weight Ensayo de calda de peso Break No break Rota No rota	Type Tipo

Type of test.....
 Tipo de ensayo.....
 Deposit Analysis.....
 Análisis del Depósito.....
 other.....
 otros.....

Result-Satisfactory.....
 Resultado aceptable Yes, No (SI o No)
 Type and Character of Failure.....
 Tipo y aspecto de la rotura
 Welder's Name.....
 Nombre del Soldado
 Tests conducted by:.....
 Ensayo dirigido por:
 per:.....
 para.....

**FILLET WLED TEST (QW -180)
ENSAYO DE SOLDADURA EN ANGULO**

Penetration into Parent Metal.....
 Penetración en el Metal base Yes, No (SI o No)
 Macro-Results.....
 Resultado de la Macrografía
 Clock No. Stamp No.
 Reloj No. Sello No.
 Laboratory Test No.
 No. del informe del laboratorio.



BIBLIOTECA
CENTRAL

We certify that the statements in this record are correct and that the welds were prepared, welded and tested in accordance with the requirements of Section IX of the ASME Code.....

Certificamos que el contenido de este informe es correcto y que las soldaduras han sido preparadas, soldadas y ensayadas de acuerdo con los requerimientos del código ASME Sección IX.

Date/Fecha..... Signed.....
 Signed..... Inspector of.....
 Firma Inspector de.....
 Approved by QA..... Date/Fecha.....
 Aprobado por QA..... Signed/Firma.....

FORMATO 2

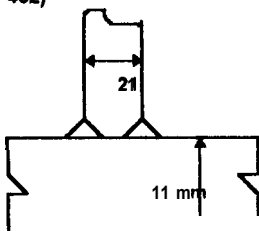
Hoja 1 de2

COMPANY NAME INEM
 NOMBRE DE LA EMPRESA
 PROCEDURE QUALIFICATION RECORD NO. DATE ...
 CERTIFICADO DE CALIFICACION DEL PROCEDIMIENTO NO. FECHA
 WPS NO.
 PROCED NO.
 WELDING PROCESS(ES) SAW
 PROCESO(S) DE SOLDEO

TIPES AUTOMATICO
 TIPOS

(Manual , Automatic, Semi-Auto.)

JOINTS (QW - 402) UNIONES



Groove Design Used FILETE
 Diseño del Chafán Usado

BASE METALS (QW -403)

METAL BASE
 Material Spec. A 36
 Material Especif.
 Type or Grade
 Tipo de grado
 P No. (1) to P No.
 P No.
 Thickness 11 mm
 Espesores
 Diameter
 Diámetro
 Riser ANILLO DE REFUERZO 21 mm
 Otro CATETO DE SOLDADURA 6 mm

FILLER METALS (QW-404)

METAL DE APORTACION
 Weld Metal Analysis A No.
 Análisis del metal depositado No. A.
 Size of Electrode
 Tamaño del Electrodo
 Filler Metal F No. 6
 Metal de aportación No. F
 Specification 5 . 1 7
 Especificación S.F.A.
 AWS Classification EM12K -F7A2
 Clasificación AWS
 Other ..
 Otros

POSITION (QW-405)

Position of Groove 1 F.
 Posición del Chafán
 Weld Progression
 Secuencia de Sold.
 (Uphill, Downhill)
 (Ascendente, Descendente)
 Other
 Otros

PREHEAT (QW -406)

Precalementamiento
 Preheat Temp. 140 °F
 Temperatura Precalementamiento
 Interpass Temp 520°F
 Entrepasadas. Temp.
 Other
 Otros

POSTWELD HEAT TREATMENT (QW- 407)

TRATAMIENTO TERMICO POSTSOLDEO
 Temperature
 Temperentum.
 Time
 Tiempo
 Other ..
 Otros

GAS (QW 408)

GAS
 Type of Gas or Gases
 Tipo de Gas o Gases.
 Composition of Gas Mixture
 Composición de la Mezcla
 Other
 otros

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (QW -409)

CARACTERISTICAS ELECTRICAS
 Current CONTINUA
 Corriente
 Polarity DCEP
 Polaridad
 Amp (1) 360 Volts (1) 31
 Amps. Volts.
 Travel Speed 70 c m / min
 Velocidad
 other ..
 Otros

TECHNIQUE (QW 410)

TECNICA
 String or Weave Bead R E C T A
 Aportación Recta u Oscilante
 Oscillation N O
 Oscilación
 Multipass or Single Pass MULTIPLCS
 Pasadas Simple o Múltiples
 Single or Multiple Electrodes U N I C O
 Electrodo Simple o Múltiple

Hoja 2 de ..2

Specimen No. Probeta	Width Ancho mm	Thickness Espesor mm	Area Sección mm ²	Ultimate Total Load Carga total en rotura Kg	Ultimate Unit Stress PSI Tensión de rotura Psi	Character of Failure & Location Tipo y situación de la rotura

GUIDED BEND TESTS (QW-160)

ENSAYO DE DOBLADO GUIADO

Type and Figure No. Tipo y Figura No.	Resulta Resultado	Type and Figure No. Tipo y Figura No.	Result Resultado

TOUGHNESS TESTS (QW -170)
ENSAYOS DE TENACIDAD

[illegible]

Type of test	
Tipo de ensayo	
Deposit Analysis	<.<
Análisis del Depósito	
Other	
Otros	

FILLET WELD TEST (QW -180)
ENSAYO DE SOLDADURA EN ANGULO

Result-Satisfactory	S I	Penetration into Parent Metal
Resultado acceptable	Yes, No (SI o No)	Penetración en el Metal base
Type and Character of Failure	Macro-Results' ---APROBADO SEGUN ASEME QW 183----	Resultado de la Macrografia
Type and aspect of the rupture	Clock No.	Stamp No.
Welder's Name	Reloj No.	Sello No.
Nombre del Soldado	Laboratory Test No.	No. del informe del laboratorio.
Testa conducted by:		
Ensayo dirigido por:		
per:		
para		

Wc certify that the statements in this record are correct and that the welds were prepared, welded and tested in accordance with the requirements of Section IX of the ASME Code.....

Certificamos que el contenido de este informe es correcto y que las soldaduras han sido preparadas, soldadas y ensayadas de acuerdo con los requerimientos del código ASME Sección IX.

Date/Fecha Signed
 Signed Inspector of
 Firma Inspector de
 Approved by GA Date/Fecha
 Aprobado por QA Signed/Firma

Para la soldadura manual con arco metálico protegido debe usarse la **clasificación** apropiada de electrodos. La calificación, con cualquiera de los electrodos , presentados en la tabla XI, **calificará** al soldador para cualquier electrodo que tenga la misma designación de grupo o una menor.

- Un soldador **calificado** con una combinación aprobada de electrodo y medio de protección califica también para cualquier otra combinación aprobada para el mismo proceso **semiautomático** que se usó en la prueba de calificación. En la tabla XII aparecen los tipos de junta y posiciones de soldadura que se califican con cada prueba.

- El soldador que toma y pasa una prueba de calificación de **procedimiento** queda **calificado también** para ese proceso y posición de prueba para placas de espesor igual o menor que el de la placa que soldó en la prueba. En el caso de espesor de 1 pulgada u otro mayor, la **calificación** es aceptable para todos los espesores.

El tipo y número de probetas para ensayos **mecánicos** que deben ser efectuados y los rangos de espesores calificados son mostrados en la tabla XIII.

Los resultados de las pruebas de calificación de soldadores siguen siendo **válidos** indefinidamente, a menos que:

TABLA XI

CLASIFICACION DE ELECTRODOS REVESTIDOS PARA SOLDADURA DE ARCO (REF. 9)

GRUPO'	CLASIFICACION DEL ELECTRODO
F4	EXX15 EXX16 EX18
F3	EXX10 EXS11
F2	EXX12 EXX13 EXX14
F1	EXX20 EXX24 EXX27 EXX28

TABLA XII

POSICION Y TIPO DE SOLDADURA QUE SE CALIFICA (REF. 6)

POSICION DE PRUEBA	PRUEBA DE ESPESOR ILIMITADO * Y LIMITADO **		PRUEBAS DE SOLDADURA DE FILETE ***
SOBRECABEZA OH	F Y OH DE RANURA	F, H y OH DE FILETE	F, H y OH DE FILETE
VERTICAL V	F, H y V D E RANURA	F, H y V DE FILETE	F, H y V DE FIELTE
HORIZONTAL H	Fy H DE RANURA	Fy H DE FILETE	F y H DE FILETE
PLANA F	F DE RANURA	F y H DE FILETE	F DE FILETE

* CALIFICA PARA SOLDADURAS DE RANURA Y FILETE EN MATERIAL DE ESPESOR ILIMITADO.

** CALIFICA PARA SOLDADURAS DE RANURA EN MATERIAL DE ESPESOR NO MAYOR DE 3/4 DE PULGADA Y PARA SOLDADURAS DE FILETE EN MATERIAL DE ESPESOR ILIMITADO.

• ** CALIFICA PARA SOLDADURAS DE FILETE EN MATERIAL DE ESPESOR ILIMITADO.

TABLA XIII

NUMERO Y TIPO DE PROBETAS A ENSAYAR Y RANGO DE
ESPEORES CALIFICADOS.- CALIFICACION DE SOLDADORES (REF. 6)

ENSAYOS SOBRE PLANCHAS						
TIPO DE SOLDA- DURA	ESPESOR DE PLANCHA T(Pulg)	INSPEC. VISUAL	NUMERO DE PROBETAS			ESPESOR DE PLANCHA CALIFI - CADO
			ENSAYO DE FLEXION MACROGRAFICA	ROTURA		
			CARA	RAIZ	LATERAL	
RANURA	3/8 <T<1	SI	----	----	2	T/2 a 2T
RANURA	1	SI		----	2	ILIMITADO
OPCION 1	1/2	SI	----	----	1	ILIMITADO
OPCION 2	8	S				MITADO

1. El soldador no trabaje durante un **período** mayor de seis meses con el proceso de soldadura para el cual fue **calificado**. En este caso se requiere una prueba de **recalificación** en placa de **3/8** de pulgada de espesor.
2. Haya una razón **específica** para dudar de la habilidad del soldador.

En el formato 3 se muestran los resultados de los ensayos para la **calificación** de soldadores, Junto con las **características** de identificación del soldador, metal de aporte, tipo de Inspecciones y resultados que se obtengan.

2.8.3 INSPECCION NO **DESTRUCTIVA**: VISUAL Y **RADIOGRAFICA**. CONTROL DE REPARACIONES

VISUAL

La **inspección visual** es una de la **técnicas** que debe usarse para la **inspección** de las uniones soldadas de las tuberías, por ser **fácil** de aplicar, **rápida**, y de un costo relativamente **bajo**, **así** como porque proporciona Información muy Importante en **relación** con el **cumplimiento** general del conjunto soldado con los requerimientos de la **especificación**. La **inspección visual** se deberá efectuar antes de aplicar la soldadura, durante la labor de **aplicación**, y **después** de haberla terminado.

FORMATO 3

Manufacturer's Record of Welder or Welding Operator Qualification Tests
Certificado de ensayos de Calificación de Soldadores

Welder Name, Clock No., Stamp No., Name del Soldador, No. de reloj, No. de Sallo, Welding Process, SAW, Tipo, AUTOMATICA, Backing (QW-402), Soporte, Material (QW-403) Spec., A36, Thickness Range, Dia. Range, Filler Metal (QW-404) Spec., F No., 6, Metal de aportación, Other, Position (QW-405), 1G, 2G, 6G, 1F, Electrical Characteristics (QW-409) Current, CONTINUA, Polarity D, C, E, P, Weld Progression (QW-410), Secuencia de soldadura

FOR INFORMATION ONLY
SOLO PARA INFORMACION

Filler Metal Diameter and Trade Name, II6 EM12K-F7A2, Diámetro del metal de aportación y marca comercial, flux for submerged Arc or Gas for Inert Gas Shield Arc, Flujo para Arco Sumergido o gas para soldo con electrodo desnudo consumible o no (Tig y/o Mig), Welding, Soldeo

GUIDED BEND TEST RESULTS QW-462.2(a), QW-462.3(a), QW-462.3(b)
RESULTADOS DE ENSAYO DE DOBLADO GUIADO

Table with 4 columns: Type and Figure No., Result, Type and Figure No., Result. Rows include P1 (Plegado Lateral), P2 (Plegado Lateral), P3 (Plegado Lateral), P4 (Plegado Lateral).

Radiographic Results: For alternative qualification of groove welds by radiography in accordance with QW-304 and QW-305. APROBADO.

Resultados radiográficos: Para la alternativa de calificar una soldadura a tope por radiografía.

Test Conducted by, Laboratory- Test No., Ensayo dirigido por, Ensayo de Laboratorio

FILLET WELD TEST RESULTS (See QW-464 (a), QW-464.4(b))
RESULTADO DE ENSAYO DE SOLDADURA EN ANGULO

Fracture Test, Ensayo de rotura

(Describe the location, nature and size of any crack or tearing of the specimen)
(Describe el lugar, naturaleza y tamaño de las grietas o poros de la probeta)

Length and Per Cent of Defects, Defectos, Longitud y tanto por ciento defectos

Macro Test-Fusion, Ensayo macrográfico-Fusión

Appearance-fillet Size, mm, Convexity or Concavity, mm

Test Conducted by, Laboratory- Test No., Ensayo dirigido por, Ensayo de Laboratorio No.

Certify that the statements in this record are correct and that the test was prepared, welded and stated in accordance with the requirements of Sections IX of the ASME code.

Certificamos que el contenido de este informe es correcto y que las soldaduras han sido preparadas, soldadas y ensayadas de acuerdo con los requerimientos del código ASME Sección IX.

Date/Fecha, Signed, Inspector of, Firma, Inspector de

Antes de comenzar a soldar, se revise el material por soldar, en busca de defectos tales como costras, costuras, escamas, laminaciones en placa. Después de ensamblar las partes que han de soldarse, se puede notar si hay aberturas incorrectas, preparación inadecuada de los bordes y demás características de preparación de la junta que pudieran afectar la calidad de la junta soldada.

Durante la aplicación de la soldadura, se verificará que se esté cumpliendo con todos los requerimientos de la hoja de procedimientos. Cuando se hacen soldaduras de varias pasadas, se recurre a la norma de calidad de la mano de obra.

Después de haber terminado la soldadura, el Inspector debe verificar el conjunto soldadura en busca de datos tales como:

- Exactitud dimensional del conjunto
- Aceptabilidad de las soldaduras respecto a aspecto, incluyendo conceptos tales como regularidad, rugosidad de superficie, y salpicaduras de soldadura.
- La presencia de cráteres vacíos, picadas, socavamientos, traslapes, y grietas. En la tabla XIV se presenta las características del cordón, defectos, dimensiones y tratamientos.

El equipo necesario para realizar una inspección visual es el siguiente:

- Lente de aumento

TABLA XIV

INSPECCION VISUAL DE UNIONES SOLDADAS (REF. 9)

APARIENCIA	DEFECTOS SUPERFICIALES	DIMENSIONALES	TRATAMIENTO
- REGULACION DE LA SUPERFICIE DEL CORDON - FORMA DE LA SOLDADURA	- SOBREMONTAS - PROTUBERANCIA - SOCAVADO - FISURAS - CRATERES	- TOLERANCIA -SOBRE ESPESOR DEL CORDON - EXTENSION DEL CORDON	- REMOCION DE SALPICADURAS - REMOCION DE ESCORIA - REMOCION DE MATERIAL EXTRAÑO A LA SOLDADURA.

- Calibrados de **tamaños** de soldadura
- Metro de bolsillo
- Regla de acero
- Normas de mano de obra de **aplicación**.

Los **tipos** de defectos que pueden ser reconocidos visualmente son:

- a) Fisuras: detectadas visualmente al menos que sean Internas o muy **finas**. Asociada con excesiva corriente elevada, Insuficiente **ángulo** del bisel y /o uniones altamente restringidas.
- b) Porosidades **superficiales**: son causadas por planchas sucias o con **óxidos**, electrodo húmedo, o **críticas** condiciones del arco.
- c) Inclusiones de **escoria superficiales**: Son Indicios que la **técnica falla**. Asociada con la **manipulación** Incorrecta del electrodo, o tamaño impropio del mismo.
- d) Socavados: Resulta de una pobre selección de procedimientos, debido a electrodos demasiado grandes o corriente, voltaje o velocidad del arco excesiva.

Radlografia

Este procedimiento **define** la **metodología** de los ensayos y criterios de **aceptación** en las inspecciones **radiográficas** de uniones soldadas. El procedimiento se aplica a

uniones **soldadas** en acero al carbono e Inoxidable y en espesores de hasta 16 mm, utilizadas en la fabricación de tanques.

Los códigos de referencia que se han tomado para la **elaboración** de este procedimiento son:

- **ASME**, Sección V, **Art. 2** , Ed . 1992, Radiographic Examlnatlon.

- **ASME**, Sección **VIII**, **Div. 1**, Ed. 1992, Pressure Vessels

a) Proceso:

- **Método: Transmisión**, situando la zona **a** radiografiar entre la fuente y la película.

- Preparación de superficies: La superficie **a** radiografiar y sus zonas adyacentes **deberán** estar libres de **marcas** que puedan enmarcar o interferir en la correcta **interpretación** de la película.

- Fuente de radiación: Rayos gamma con Ir -192, con **actividad min/max 20/90 Cu** y **tamaño** de foco de 2.6 x 2.75 mm.

- **Películas radiográficas** y pantallas: Se **usará** película **tipo 2 AGFA D7** o **DUPONT** NDT 65. de 70 mm de ancho. Las pantallas **serán** intensificadoras de Imagen plomo.

- Penumbra **geométrica**: Se determinara de acuerdo **a** la siguiente fórmula

$$Pg= \frac{F.e}{D}$$

D

Siendo: F= **Tamaño** de la fuente

e= espesor del material

D= distancia fuente objeto.

- Distancia foco - película: **Será** la necesaria para cumplir con el punto anterior, penumbra **geométrica** y **además** obtener la sensibilidad exigida en el ensayo. La **distancia** foco - película **mínima será** 50 cm.

- Densidad **radiográfica**: La densidad de **película** en la zona a inspeccionar **será** entre 2 y 4 para las radiografías tomadas con Ir - 192. En el caso de utilizar doble película, la densidad **será** entre 2.6 y 4, siendo la densidad **mínima** en cada película de 1.2

- Sensibilidad **radiográfica**: Incluye la selección de los indicadores de imagen, **colocación** de los indicadores, número de Indicadores.

b) Técnica **radiográfica**: Se empleará la **técnica** de simple pared - simple imagen en la cual la **radiación** pasará a **través** de una sola pared del objeto a radiografiar, obteniendo una sola Imagen, la cual es interpretada en la **radiografía** para su **aceptación** o rechazo.

c) Procesado de **películas**: El procesado **será** manual. La secuencia de proceso será: revelado, lavado Intermedio, **fijado**, lavado **final** y secado.

d) Criterios de **aceptación** o rechazo: Las secciones de las soldaduras que muestren en las **radiografías** cualquiera de los siguiente tipos de imperfecciones serán inaceptables:

- Cualquier **indicación caracterizada** como fisura, falta de penetración o falta de fusión.

- Cualquier otra **indicación** alargada con una longitud mayor de:

6 mm para "t" hasta 19 mm, inclusive .

1/3 para "t" entre 19 y 57 mm, inclusive.

19 mm para "t" mayor de 57 mm.

Donde "t" es el espesor del metal base. En el caso de soldadura a penetración completa con soldadura en ángulo "t" será el espesor de la garganta.

- Cualquier tipo de escorias o poros alineados cuya suma sea mayor que "t" en una longitud de 12 veces "t", excepto cuando la distancia entre indicaciones sucesivas sea mayor que y veces "L", siendo "L" la longitud de la indicación mayor del grupo.

- Indicaciones redondeadas que superen a las especificadas en las Normas de **Aceptación del Código ASME, sec. VIII, Apéndice 4 de la División I.**

e) Informes:

Deberan contener la siguiente **información**:

- Número de Procedimiento y Revisión.
- Códigos aplicados.
- Material, espesor y altura de sobremonta.
- Isótopo utilizado.
- Tamaño del foco.
- Distancia Fuente película
- Técnica de exposición, número de exposiciones y números de películas por exposición.
- Tipo de película y pantallas de plomo..
- Penetrómetro.
- Densidad.
- Localización e identificación de los elementos.



El formato 4 se presenta los procedimientos de inspección de radiografía.

La Radiografía industrial es otra técnica no - destructiva que deberá ser usada en la determinación de la calidad de las soldaduras en los tanques: Este método aprovecha la posibilidad que ofrecen las radiaciones de onda corta, como los rayos X y los gama, de penetrar a través de objetos opacos a la luz ordinaria.

Si estos rayos encuentran una cavidad, como por ejemplo un poro de escape de gases en el interior de la soldadura, el haz de radiación tendrá menos metal que traspasar que en una soldadura sana. Consecuentemente, habrá una variación, que

FORMATO 4

CLIENTE INEM		PROYECTO: TANQUES PARA COMBUSTIBLES	
INFORME No.	PROCEDIMIENTO	FECHA	No. DE PAGS. 3
INFORME DE INSPECCION RADIOGRAFICA			
INFORMACION GENERAL:			
• Fuente de radiación: Iridio - 192 • Exposición: 30ICi - min • Distancia fuente-película: 122 cm • Películas: AGFA D7 • Revelado: Manual • Norma aplicada: ASME Sec. V Art. 2 y Sec. VIII, Div. 1		* Técnica: Simple pared/S. Imagen * Penetrámetro: ASTM 1-A • Pantalla de plomo: 0.127/0.127mm • Densidad observada: 2.0 - 3.0	
ELEMENTOS INSPECCIONADOS:INSPECCION Y REINSPECCION EN SOLDADURAS EN TANQUES PARA COMBUSTIBLE			
Material: ASTM A 36		ESPESOR: 5 mm	SOBREMONTA: -----
Las soldaduras fueron marcadas y numeradas en la obra.			
NUMERO DE TANQUES		: 1 : T89	
NUMERO DE PLACAS POR TANQUE		: 21	
LONGITUD DE CADA PLACA		: 30 cm	
NUMERO DE REINSPECCIONES POR TANQUE		: T89 :2	
TOTAL DE PLACAS		: 23	

Si se mide o registra en una película sensible a la radiación, dará una imagen que indicará la presencia del defecto.

Tomando como base las recomendaciones contenidas en el código ASME Sección V, Artículo 2, la técnica radiográfica más recomendable para la Inspección de tanques es la técnica de simple pared - simple imagen.

En esta técnica la radiación pasará a través de una sola pared del objeto a radiografiar, obteniendo una sola imagen, la cual es interpretada en la radiografía para su aceptación o rechazo. Se realizará un número adecuado de exposiciones para demostrar que se ha cubierto el radiografiado requerido, teniendo en cuenta que las placas han de solaparse un mínimo de 25 mm.

El tiempo de exposición se deberá establecer en función del tipo de isótopo, actividad de la fuente, distancia foco - película, tipo de película, espesor y tipo de material y densidad requerida.

Las radiografías deberán mostrar, convenientemente distribuidas por su longitud, las siguientes marcas permanentes: número de contrato, componente, unión soldada, situación referida a un origen marcado en la pieza, nombre o abreviatura del fabricante y fecha de obtención.

Las marcas de localización han de aparecer como imágenes radiográficas en la película, se colocarán sobre la pieza, marcándose permanentemente la posición sobre

le superficie de la ~~zona~~ radiografiada, siempre que se pueda, de forma que se puede localizar exactamente en la pieza la zona de ~~interés~~ de una radiografía, además de servir como evidencia que se ha examinado la región requerida.

Las marcas de identificación se ~~colocarán~~ según lo dispuesto en el punto T -275 del Código **ASME, Sec. V** .

En caso de ~~radiografías~~ de reparaciones, estas se ~~identificarán~~ con la letra "R" ~~además~~ de las marcas *anteriores*.

El porcentaje de inspección ~~radiográfica~~ que se usará en la inspección en soldaduras estructurales al tope y angulares con penetración total ~~será~~ del 10% y 21 % para el caso de inspección en los tanques.

En los formatos 5 y 6 se presentan los resultados de inspección y reinspección ~~radiográfica~~ de un tanque en particular.

CONTROL DE REPARACIONES

Cuando se encuentren ~~deficiente~~ una soldadura, en cuanto a su calidad o se la ~~considere~~ en desacuerdo con las prescripciones de las **especificaciones**, se debe remover la misma por medio de proceso adecuado y se la debe efectuar totalmente de nuevo.

FORMATO 5

RESULTADOS DE INSPECCION RADIOGRAFICA

No.	IDENTIFICACION ELEMENTO	TIPO Y UBICACION DE DEFECTOS	ACEPTADO	REPARAR
	T 89 S 1	Ba, F	x	
	2	Aa, Ba	x	
	3	Aa, F	x	
	4	Ba	x	
	5	Aa, Ba (5 cm en el cruce)		x
	6	Aa	x	
	7	Aa	x	
	8	Aa	x	
	9	F	x	
	10	Ba	x	
	11	Aa	x	
	12	Aa, F	x	
	13	Aa, Bb (5 cm en el cruce)		x
	14	Aa, Ba	x	
	15	F	x	
	16	Aa, F	x	
	17	F	x	
	18	Aa, Ba	x	
	19	Aa, Ba	x	
	20	Aa	x	
	21	F	x	
Aa - Porosidad Ab - Burbujas Tubulares Ba - Inclusiones de forma y orientación variadas Bb - Inclusiones alineadas		Bc - Inclusiones alternadas Bd - Defecto de cinelado Be - Defecto al cambiarse electrodo Bf - Defecto en cruce de soldaduras	C - Falta de fusión D - Falta de penetración en la raíz Ea - Fisuras longitudinales Eb - Fisuras transversales F - Mordeduras o socavaduras	
No. Total de Elementos Inspeccionados		Firma operador	Firma de Ingeniero Inspector	

FORMATO 6

RESULTADOS DE INSPECCION RADIOGRAFICA

No	IDENTIFICACION ELEMENTO	TIPO Y UBICACION DE DEFECTOS	ACEPTADO	REPARAR
		REINSPECCIONES		
	T 89 S 5 R	Ba	x	
	13 R	Aa, Ba	x	
1a - Porosidad 1b - Burbujas Tubulares 3a - Inclusiones de forma / orientación variadas 3b - Inclusiones alineadas		Bc - Inclusiones alternadas Bd - Defecto de cinelado Be - Defecto al cambiarse electrodo Bf - Defecto en cruce de soldaduras	C - Falta de fusión D - Falta de penetración en la raíz Ea - Fisuras longitudinales Eb - Fisuras transversales F - Mordeduras o socavaduras	
Vo. Total de Elementos nspeccionados		Firma operador	Firma de Ingeniero Inspector	

profundidad de penetración de la soldadura. Tampoco se debe quemar o dañar el metal base. Luego de esa operación, se debe remover el metal quemado completamente, hasta que los bordes de las planchas queden limpios, perfectos y preparados para la nueva aplicación de solda.

La nueva soldadura debe ejecutarse en las mismas idóneas condiciones que la soldadura primera y se controlarán posteriormente en longitud doble, como mínimo, por radiografiado, pudiendo repetirse estas fases hasta obtener la calificación admisible.

Al final de la fabricación, el fabricante entregará un expediente con los “ Certificados de Calidad” de todas las soldaduras de obra y taller.

La repetición radiografía, debido a trabajos defectuosos, será por cuenta y a cargo del fabricante.

Es obligación del Fiscalizador Investigar las causas de los Incumplimientos en cuanto a la calidad de la soldadura y tomar las medidas correctivas que deben aplicarse para evitar su repetición .

Si la investigación refleja que hay que tomar acciones correctivas, es necesario registrar los cambios en los procedimientos ya establecidos.

2.8.4 PRUEBAS DE PRODUCCION

Cada tanque antes de pintarse, es examinado por el fabricante y probado contra cualquier clase de **filtraciones**, fugas, goteos ; aplicando presión de aire interno y usando jabón liquido , aceite de **linaza** o sustancias equivalentes para detectar fugas. La prueba de **presión** es de 3-5 psig (34.5 - 48.3 Kpa), o llenado el tanque con agua y aplicando adicionalmente 5 Psig (34.5 Kpa) de presión mientras el tanque esta en la posición que va a ser instalado.

Si la fuga o **filtración** es notada durante la prueba, el tanque se **corrige** y restaurara: defectos en la soldadura son reparados por corte o **fundición** por fuera de uno o ambos lados de la **unión** y posteriormente es resoldado. El tanque debe ser reinspeccionado **después** de reparado. Cada compartimiento del tanque debe ser examinado con esta prueba.

IDENTIFICACION

Cada tanque **será** marcado con el nombre del fabricante o una marca distinta, la cual puede ser en **códigos** para **así** ser identificado como un producto particular' del fabricante. Si el tanque es fabricado es **más** de una fabrica, cada tanque **tendrá** una marca distinta que lo identifica como el producto de una **fábrica** en particular.

CAPITULO III

ENCHAQUETA MIENTO DEL TANQUE

3.1 **CARACTERISTICAS** Y ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL TANQUE

SECUNDARIO

CARACTERISTICAS Y BENEFICIOS .

1. Perfil Alto y Bajo de la malla intersticial.

El tanque **tendrá** un intersticio entre las dos paredes, con una malla separadora de HDPE que permite la migración de cualquier **líquido** hacia el fondo del tanque. El material de la malla separadora **tendrá** un espesor promedio de 0.160 " y permite detectar cualquier fuga o goteo.

2. El espesor nominal de la chaqueta del tanque es de **1/8 "** y **1/4 "** de espesor HPDE al final del casquete citado en la norma UL 1746 parte **III**.

El espesor de **1/8 "** HDPE de la chaqueta del tanque, asegura un 100% de vacío en la prueba en ambas Breas de la **superficies** del tanque Interior y exterior.

La **aplicación** del **método** de **contenimiento** secundario con el proceso de enchaquetamiento toma **aproximadamente** un par de horas para su **rápida** entrega.

La **aplicación** de la chaqueta del tanque brinda una seguridad al medio **ambiente** ya que el sistema de enchequetado del tanque es de HPDE que no requiere de una herramienta especial así como máscaras de caras y filtros de **aire** para materiales de fibra de **vidrio** o solventes peligrosos de **limpieza**.

La **aplicación** de cal deshidratada entre las paredes del tanque primario y la chaqueta aumenta el **nivel** del PH , el cual **previene** un óxido externo en la superficie Intersticial del tanque de acero.

Permite un rango de arena, grava, o piedra triturada para relleno en la zanja, sin afectar el **desempeño** de tanque

3. Control de **calidad**

Un control **visual** es **realizado** constantemente a lo largo del proceso, antes de que sean aprobados para su entrega.

Después de la **aplicación** de la chaqueta sobre el tanque de acero, la presión de la chaqueta se verifica que este de 1- 2 psl, en todas las uniones se prueba con **agua/jabón** (solución de agua y **jabón**) para **verificar** si existen fugas.

Una vez **verificada** que la **presurización** es completa, se procede a colocar **10-12** " Hg (pulgadas de mercurio) de **vacío** en la chaqueta del tanque. El vacío es retenido durante el almacenamiento, **transportación** y **instalación**, asegurando que la chaqueta del tanque esta de libre de fugas. **(Ref.2)**.

ESPECIFICACIONES TECNICAS

- Fabricado bajo norma **UI 1746** parte **III**.
- Material : **Poliétileno** de alta densidad con un **mínimo** espesor de 3.2 mm (**1/8** ") tipo 4261 A, HPDE, protege el tanque primario contra la corrosión.
- Entre tanque primario y tanque secundario se cuenta con una rejilla **también** de polietileno para crear el espacio anular.
- En cada extremo cuenta con columna de monitoreo, una para el Vacuometro de prueba del vacío y la otra para instalar en un momento el sensor detector de humedad.
- Las uniones entre envolvente y tapas son soldadas con un **cordón** del mismo material de polietileno de alta densidad.

Prueba de hermeticidad 2 **lbs** por pulgada cuadrada (32 onzas).

- Prueba de vacío **10" -12"** de **mercurio**.
- Esfuerzo de **Tensión** de Ruptura: $230 \text{ Kg/cm}^2 = 3285 \text{ Lb/Pulg}^2$
- Fuerza de **Unión** en costura: $285 \text{ Kg/cm}^2 = 4071 \text{ Lb/Pulg}^2$
- Resistencia al desgarre: $205 \text{ Kg/cm}^2 = 2928 \text{ Lb/Pulg}^2$
- Temperatura de Fusión: 122° C.

El lugar donde va a ser instalada la chaqueta del tanque debe albergar un Brea cuya superficie sea dura y lisa (concreto, pavimento, etc) limpia y bien **mantenida**. El Bree debe ser lo **suficientemente** grande para permitir un manipuleo seguro del tanque y la chaqueta, **además** constar con todos los equipos **necesarios**. Un suministro de con-lente **eléctrica** de 220 volt **AC** de poder para la operación de la **máquina** de extrucción es requerida. La **fuentes** del **aire** comprimido que se **utiliza** para la **máquina** extrusora debe ser limpio.

3.2 **HERRAMIENTAS Y EQUIPOS PARA INSTALACION**

Sólo se necesitan unas cuantas herramientas para enchaquetar el tanque:

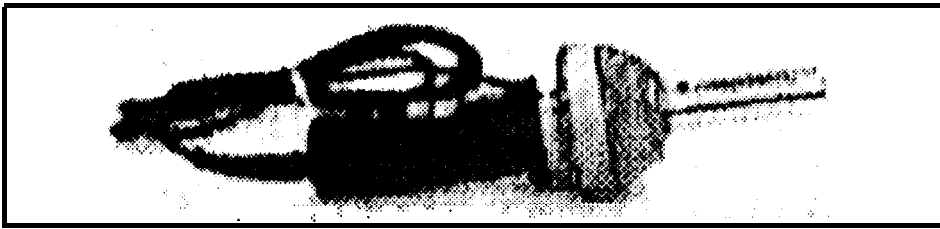
- Un par de llaves para apretar las conexiones
- **Una navaja en forme de gancho para cortar el material**
- Un martillo de caucho
- Una pistola de aire caliente **tipo** WEG-5 para sellar el forro
- Una pistola de **extrusión tipo** WEG12 para soldar
- Un juego de boquillas para cortar orificios en el forro
- Pinzas de presión

Algunas de las herramientas y equipos están ilustradas en las figs. 3.1 y 3.2.

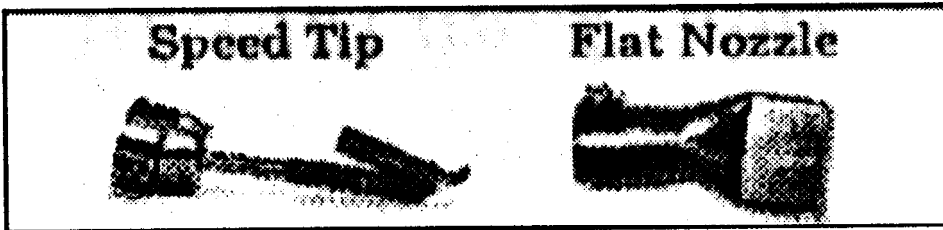
3.3 PASOS PARA EL ENCHAQUETAMIENTO DEL TANQUE

El tanque exterior debe estar limpio de excesos de salpicadura de soldadura , la superficie debe estar limpia y lisa. Protuberancias y filos **dañan** la superficie interior de la chaqueta del tanque .

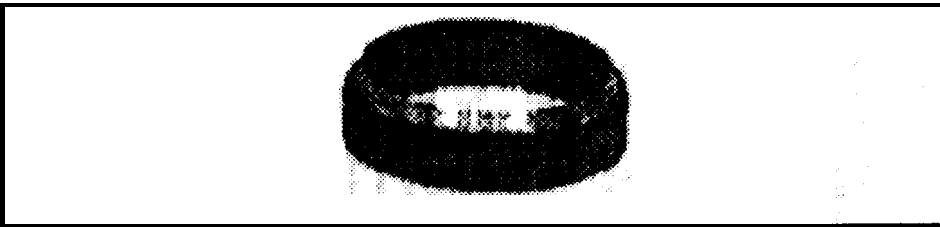
El tanque de acero esta colocado sobre un carril con rodillos giratorios cubiertos de hule para que el tanque pueda ser rotado, las boquillas y los surcos de las boquillas son revisados para constatar que no quedaron residuos de soldadura. Esto ayuda a una **rápida instalación** de la chaqueta, la posición de la chaqueta es adjunta y paralela al tanque.



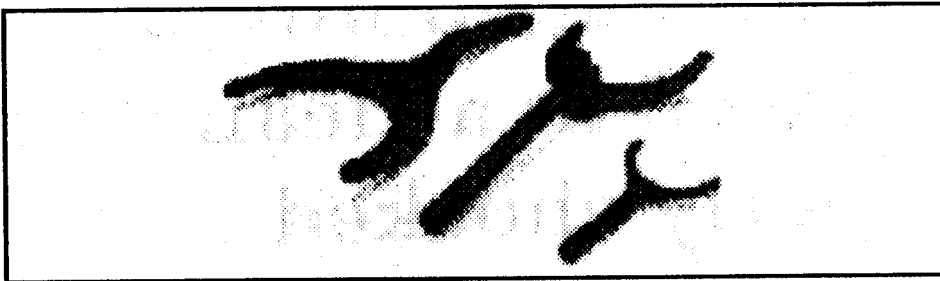
PISTOLADEAIRECALJENTE 110V/ 120V



PISTOLA DE AIRE PUNTA PLANA

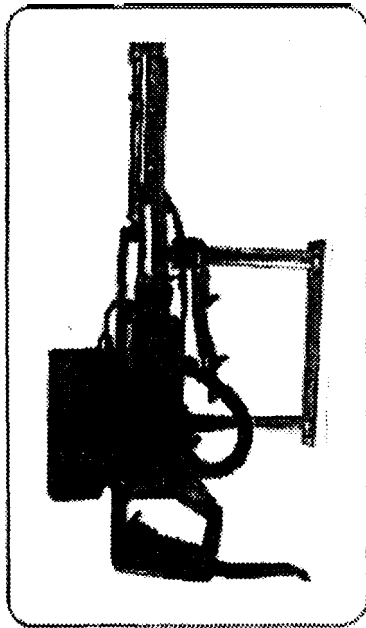


BOQUILLADECORTE



LLAVEPARACERRARO APRETAR

FIG. 3.1. HERRAMIENTAS PARA INSTALACION
(REF. 2)

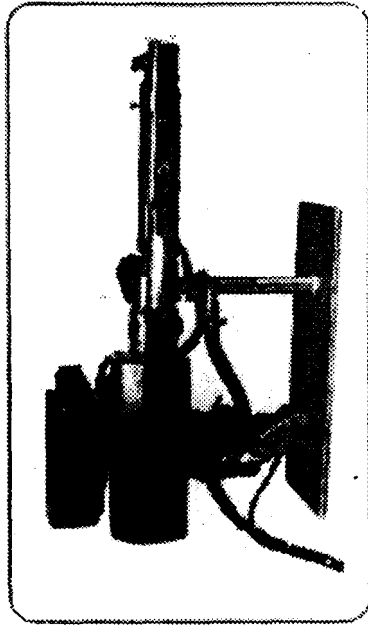


WEG 342 F

Weight: 18 lbs.

Weld Rate: 5 lbs/hr.

Power supply: 3940 watts



WEG 362 F

Weight: 28 lbs.

Weld Rate: 7.5 lbs/hr.

Power supply: 4900 watts

**FIG. 3.2. PISTOLAS DE EXTRUSIÓN
(REF. 2)**

Poner la chaqueta o forro de **polietileno** sobre la superficie exterior del tanque de acero. La malla de **polietileno** es soldada a la chaqueta con tachuelas para que no se desplace. Empezamos a rotar el tanque hasta que los **orificios** del mismo se encuentren en la **posición** de las 9 horas y el rollo del forro en las 5 horas.

Antes de cortar los **orificios** en la chaqueta, nos aseguramos que la chaqueta este cuadrada o nivelada con el tanque por eso es necesario medir la distancia desde el **filo** de chaqueta al piso en ambos extremos del tanque; se recomienda que la orilla escalada junto a la malla separadora sobrepase las boquillas por una distancia de 2 pies. Para cortar los **orificios** en la chaqueta es **necesario** colocar las boquillas de corte en los **orificios** del tanque y encima el forro o chaqueta, **osea** que por donde es cortado es por debajo de las ambas capas, la de **policloruro** y de la malla del tanque. Se golpea la chaqueta con el martillo de caucho para de esta manera cortar los **orificios**; esto se **realiza** en cada uno de los orificios comenzando por el del centro. Ver **fig 3.3**. Los empaques selladores son colocados en los surcos de las boquillas, la chaqueta es presionada firmemente alrededor de los **orificios** mientras el empaque plano es colocado, de ahí se ajusta. Aplicando un anillo de **compresión** y torque de 250 libras.pie.

Para completar el enchaquetamiento, rotamos el tanque. Al rotar el tanque, un pedazo de **plástico** desechable necesariamente debe guiar el rollo de la chaqueta pasada para proteger la chaqueta. Es importante verificar que las boquillas del tanque libren los **rodillos** durante la rotación.

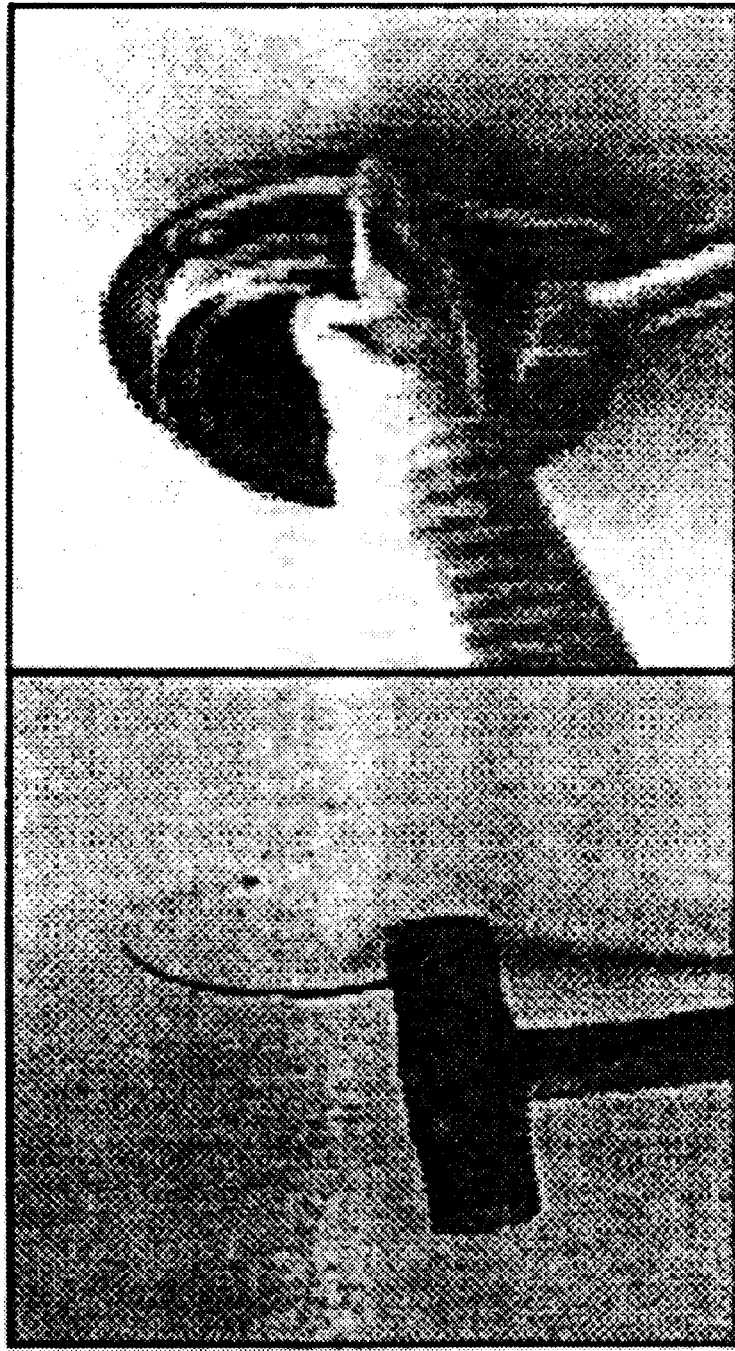


FIG. 3.3. CORTE DE ORIFICIO EN LA CHAQUETA
(REF. 2)

Vertimos cal uniformemente a lo largo del tanque entre la pared de acero del tanque y la chaqueta para que actúe como un Inhibidor de corrosión (1 lb, por 1000 galones).

Se ajusta la chaqueta en torno al tanque usando correas de nylon. Nos aseguramos que la chaqueta este **firme**, para rotarlo en revoluciones completas y reajustar las correas, cuidando que todos los ganchos y hebillas vean hacia afuera para evitar cualquier **daño a la superficie** de la chaqueta, es muy posible que el forro requiera de varias rotaciones antes de lograr un ajuste perfecto al tanque, cuando esto se haya logrado se procede a cortar las orillas laterales de la chaqueta hasta que queden al ras del tanque.

Con las correas todavía en **posición**, empezamos a soldar punteando. Preparamos la soldadura de puntos, el Interruptor de la pistola de aire caliente con boquilla plene debe estar encendido con el control de temperatura ajustado entre los números 8 y 9, le **salida** de aire debe estar completamente abierta para obtener el máximo flujo de aire posible. **Después** que la pistola ha llegado a la temperatura deseada, insertamos la boquilla plana dentro de la solapa de la costura alrededor de 3 " y le mantenemos por un espacio de 3 a 5 segundos. El material de las correas usadas no recalientan el **plástico**. La soldadura de puntos no es permanente ya que sólo es para asegurar y preparar la chaqueta del tanque para soldar con la maquina de extrusión. Una vez depositada la soldadura de puntos se retiran las correas. Para asegurar una soldadura de puntos correcta los extremos de la chaqueta son presionados **fírmemente** para que al sacar la punta plana, ambas superficies se encuentren **fírmemente** adheridas.

Antes de adherir la tapa **final**, perforamos un orificio en la parte superior de la tapa de la columna de **monitoreo** de una de las tapas finales, para introducir la boquilla de **monitoreo** que se **ajusta** con el anillo de **compresión** que es apretado con la llave de **1 ½ "**, hay que tomar en **consideración** que se trata de cuerda inversa. El torque de ajuste para la **instalación** es de 100 libras-ple. Esta pieza rectangular es fija en el fondo del **receptáculo** para el tubo de monitoreo. El tubo de monitoreo es instalado en su **receptáculo**. **Después** de que la tapa es colocada en su lugar, el tubo de monitoreo debe ser alineado verticalmente con los **orificios** del tanque.

La tapa es firmemente presionada y mantenida en posición para comenzar a **fijarla**, la tapa es pegada en 3 o 4 puntos empezando por la parte superior, para **después** continuar la **operación** por los lados y finalmente por la parte inferior,. Otra opción es colocar las correas alrededor del borde final del diámetro de la tapa para ajustarla y posteriormente proceder a soldar.

Se prepara la superficie de la chaqueta que va ser soldada lijando moderadamente solo el Brea de la solapa de la costura para remover el óxido en la superficie del material.

Usamos la pistola de extrusión para empezar a soldar durante 45 minutos después de haber quitado la **oxidación**. La soldadura de **extrusion** es permanente, la barra de **polietileno** es alimentada a la pistola **automática**, la cual es conectada a una fuente de aire limpio y a un **tomacorriente** de 220 v, el aire comprimido debe estar limpio y con un **mínimo** de 7 **pies cúbicos** ya que menos de 6 pies cúbicos pueden causar **daños**.

La pistola cuando es conectada enciende una luz que nos indica que se está calentando el interruptor de control de la temperatura, debe ser colocado a 220°C y debe esperar un mínimo de 10 minutos para alcanzar la temperatura deseada, la luz de la pistola se apagará indicando que la temperatura deseada ha sido alcanzada, en este momento el medidor de temperatura del aire debe ser colocado de 20° a 30° más alto que el de la caja gris (precalentador). La pistola debe ser sostenida perpendicularmente con respecto al forro del tanque para lograr el ancho y espesor de soldadura adecuado. Cuando la profundidad del canal de extrusión (dim. "A") del molde de teflón llega a ser demasiado bajo (MIN 0.100"), se reforma el fondo a 0.135".

3.4 INSTALACION DE LA TAPA DE ACCESO

Primero forramos el tanque de acero, medimos la localización donde va a estar el acceso o manhole y cortamos el orificio requerido. Procedemos a enchaquetar el tanque como describimos anteriormente.

Preparamos la chaqueta del acceso para su instalación cortando un orificio lo suficientemente grande para acomodar la cubierta del acceso. También taladramos orificios para los clavos que salen fuera de la cubierta circular.

Colocamos la empaquetadura de caucho sobre los clavos que salen de la cubierta circular, usamos Bostik para sellar por ambos lados, por debajo y por encima de la empaquetadura. Posteriormente una segunda empaquetadura encima de la chaqueta

del manhole es colocada con un anillo de compresión. Aplicamos correctamente las arandelas y ajustamos los pernos con un mínimo de 50 lbs-pie. Seguidamente soldamos con la pistola de ~~extrusión~~ de la misma manera que se soldó la cubierta del tanque. Ver fig 3.4.

3.5 PRUEBAS DE ENCHAQUETADO

La prueba de ajuste dentro del monitoreo se realiza aplicando presión de aire bajo los requerimientos de la norma ULULC que es 1 -1/2 a 2 libras de presión. Si se encuentra ~~filtración~~ en la soldadura, se ~~resuelta~~ con 3 " de recubrimiento en cada lado. Nota: la ~~oxidación~~ de la superficie es sacada moderadamente antes de soldar. Si en la chaqueta existe ~~filtración~~ o fuga por el manhole, entonces se reajusta el anillo de compresión y los pernos.

Después de completar exitosamente la prueba de presión, procedemos a establecer un vacto de 10 a 12 pulgadas de mercurio en el espacio intersticial. El tanque se entrega con ~~vacío~~ aplicado al ~~espacio~~ Intersticial para asegurar la integridad de ambas paredes. El monltoreo continuo y periódico del intersticio se logra ~~através~~ de la columna preformada en cada una de las tapas. Es importante anotar que el tanque debe ser mantenido por lo menos a 5.3 pulgadas de mercurio antes de ser transportado. En caso de pérdida de ~~vacío~~, el tanque debe ser probado nuevamente con presión de ~~aire~~ y reparado ~~si~~ es necesario. Después de reparado, se restablece un ~~vacío~~ de 10 a 12 pulgadas de mercurio. El vacío debe mantenerse en no menos de 5.3 pulgadas de mercurio por lo menos 1 hora. El vacío debe establecerse en un

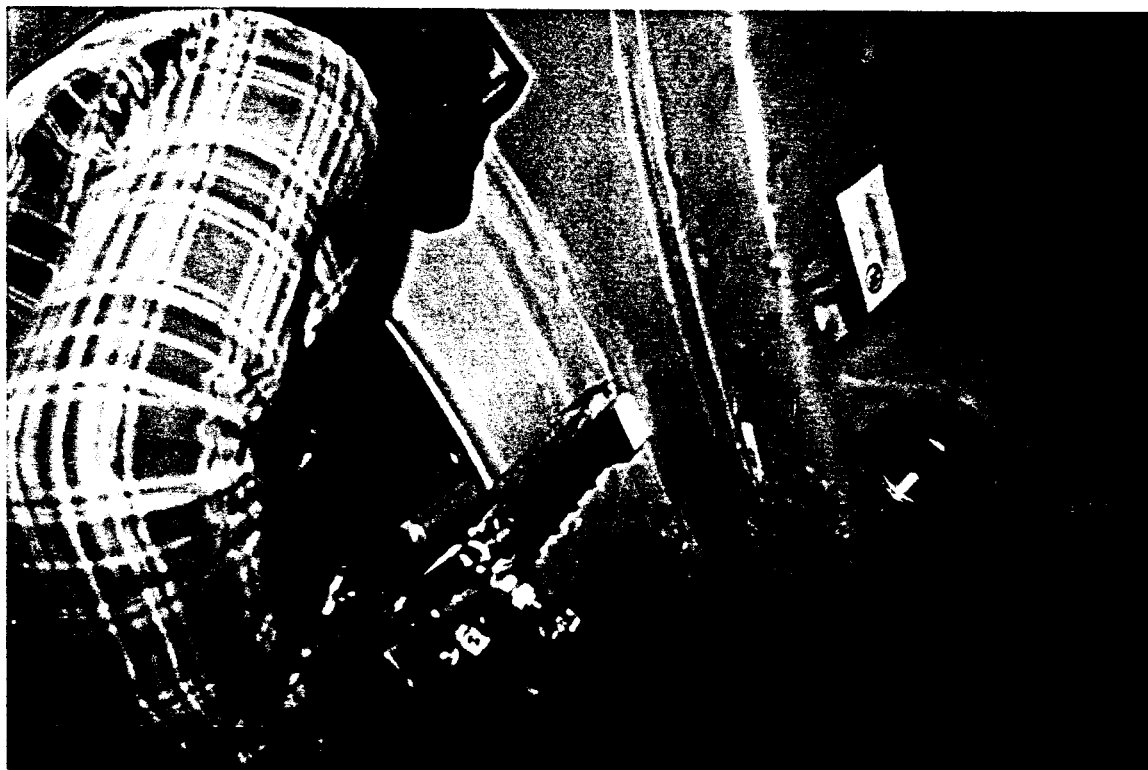


FIG. 3.4. SOLDANDO CHAQUETA DE ACCESO

un **vacío** de 10 e 12 pulgadas de mercurio. El vacío debe mantenerse en no menos de 5.3 pulgadas de mercurio por lo menos 1 hora. El vacío debe establecerse en un periodo de por lo menos 24 horas antes del despachamiento del tanque. El detalle de la **instalación** de los conectores y tubos pueden visualizarse en el plano # 4. Ver anexo

3.6 DESPACHO

COJINES DE LA BASE

La instalación de los cojines de la base es a lo largo del fondo de la línea central del tanque con una separación aproximadamente de 30 pulgadas. Hay que asegurarse de instalar un **cojín** con 6 pulgadas de separación desde el final del tanque. pero no directamente al final del borde.

ETIQUETA

Se requiere la **instalación** de una etiqueta adhesiva en que conste que el tanque tiene la **aprobación** de UI y ULC para garantizar que se han fabricado siguiendo los lineamientos **estándar** establecidos por estas agencias (UI Standards 58 y 1746, **part III**). La etiqueta **adhesiva** esta suministrada en el equipo de la chaqueta del tanque. El formato 7 muestra el contenido de la etiqueta .

FORMATO 7

Licensed Tank Mfg: _____ Tanque autorizado _____ Reference: Steel Tank # _____ Referencia: Tanque de acero # _____ Tank _____ size: _____ Medida del tanque: _____ Sold to: _____ Vendido a: _____	Tank Jacket Serial # _____ Serle de la chaqueta del tanque _____ Ship _____ date: _____ Fecha de envio _____ Ship _____ to: _____ Enviado a: _____
---	--

We hereby certify that we applied the Total Containment Tank Jacket to our UL labeled steel underground storage tank in accordance with Total Containment's specifications and procedures.

Por la presente certificamos que aplicamos la chaqueta del Total Containment a nuestro tanque de acero UL para almacenamiento subterráneo de acuerdo con las características técnicas del Total Containment.

The following Inspections and testing were performed and then Inlaed as each conditioin was satisfactorily met.

Se ejecutaron las siguientes inspecciones y comprobaciones, entonces se firma con la inicial cada condición que se encuentra satisfactoria.

STEEL TANK INSPECTION
INSPECCION DEL TANQUE DE ACERO

1. **VISUAL INSPECTION:** All welds have been sanded smooth and the tank has been completely prime coated. _____

INSPECCION VISUAL: Toda la soldadura ha sido arenada uniformemente y el tanque ha sido completamente cubierto

2 **PHYSICAL TESTING:** A 5 psi pressure and soap test was performed and all pinhole detected have been repaired _____

COMPROBACION FISICA: Una presión de 5 psi y una prueba de jabonadura se realiza y todas las fugas detectadas se repararon

TANK JACKET INSPECTION
INSPECCION DE LA CHAQUETA DEL TANQUE

1. **SEAM PREPARATION:** All seams were ground rough no later than 45 minutes before the extrusion welding was done _____

PREPARACION DE COSTURA: Toda costura fué preparada 45 minutos ante6 de realizar la soldadura de extrusion

2. **EXTRUSION WELDING:** The extrusion welding gun was set on the correct temperature and air volume setting as specified in the Application Manual _____

SOLDADURA DE EXTRUSION: La pistola de la soldadura de extrusión esta fija en la temperatura correcta y el volumen de aire como especificamos en en el manual de aplicación.

3. **PHYSICAL TESTING:** A 1-1/2 to 2 psi air-pressure and soap test was performed on the Tank Jacket after application and all pinhole leaks were repaired. A 10"to 12"mercury vacuum test was performed. The vacuum stabilized at no less than 4" of mercury for one hour _____

COMPROBACION FISICA: Presión de aire a 1-112 a 2 psi y prueba de jabonadura se realizó después de aplicación de la chaqueta y todas las fuga6 se repararon. El vacio se estabilizó en no menos de 4"de mercurio por una hora

4. **VISUAL INSPECTION:** No evidence of holes, deep scrapes or drag marks from physical abuse, ground debris or a blow from a hard object was observed after the double-wall tank was loaded onto the truck. _____

INSPECCION VISUAL: No evidencia agujeros, raspaduras profundas, marcas por abuso fisico, ni se observó la existencia de algún objeto duro después que tanque de doble pared fué cargado al camión.

5. **INSTALLATION LABEL:** Sent to the jobsite wlth the tank. _____

INSTALACION DE ETIQUETA: Se la envió al sitio de empleo con el tanque

SIGNATURES FIRMAS _____ SUPERVISOR	_____ NAME (Please Print)	_____ Signature
--	-------------------------------------	---------------------------

OREJAS DE IZAJE

Es un accesorio adicional de acero que es instalado temporalmente en 2 ajustes que ~~sirve~~ para cargar y descargar el tanque. Después de llevar el tanque al sitio de instalación, sacamos las orejas de izaje y tapamos los ajustes. La colocación y medidas de los niples de ~~izaje~~ esta detallado en el plano # 5. Ver anexos

EMBARQUE Y DESCARGA

Se cargan los tanques de acero enchaquetados con cojines instalados en su base y puestas las orejas de ~~izaje~~. Se inspeccionan los tanques al llegar al punto de distribución. Si los tanques no son descargados directamente a la excavación del sitio de trabajo, se deben poner en ~~área~~ limpia y sin piedras. Ver fig 3.5

3.7 **GARANTIA** DEL PRODUCTO

La chaqueta de HPDE, cuando se aplica por un fabricante que ha seguido las normas de fabricación UL cumple con la **garantía** siguiente:

- **Estará** libre de defectos de material y manufactura (bajo condiciones normales de uso y mantenimiento) por un periodo de 1 ~~año~~ a partir de la fecha original de entrega.

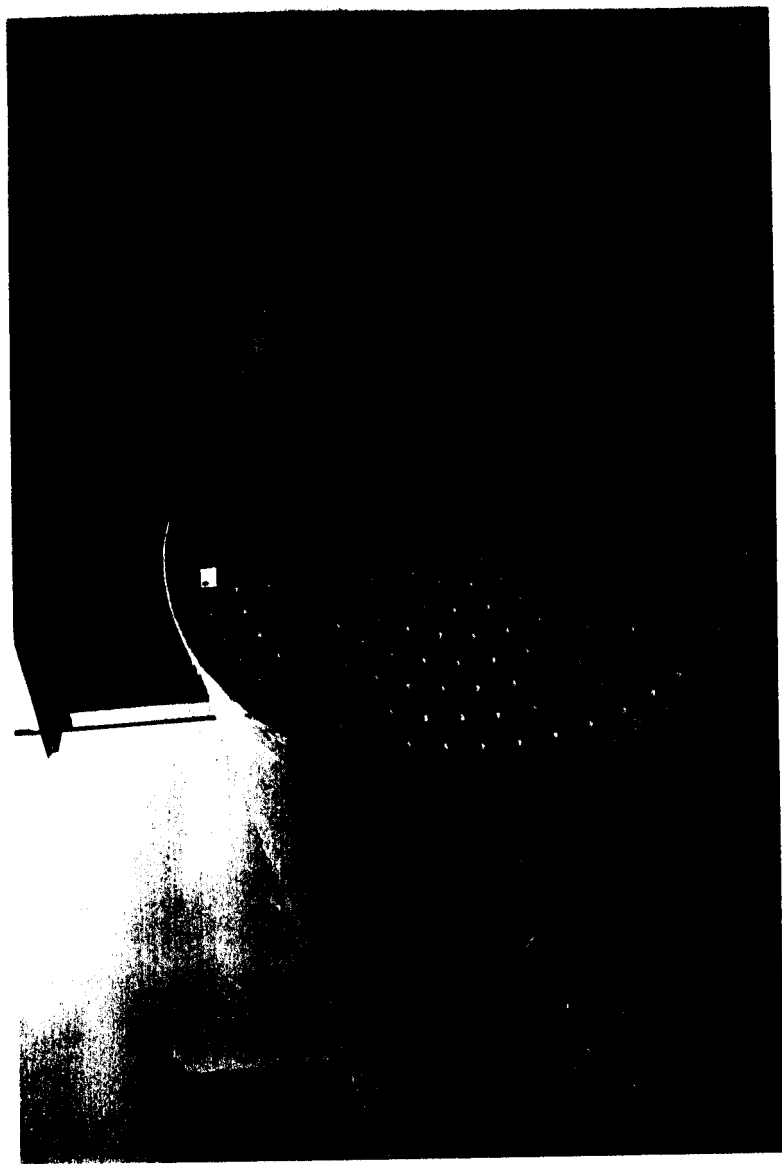


FIG. 3.5. ALMACENAMIENTOS DE TANQUES

- No fallará debido a rajaduras, rupturas, degradación o corrosión por un periodo de 30 años.

Cada garantía, como arriba descrita, está sujeta a las siguientes restricciones:

- El tanque de acero revestido debe de instalarse de acuerdo a las Instrucciones de instalación, así como NFPA 30, API 1615 y todas las reglamentaciones federales, estatales y locales que sean aplicables.
- Todas las garantías arriba descritas son aplicables únicamente a la instalación original.
- Los garantes no se hacen responsables de ningún daño consecuente a personas o inmuebles, que resulte de causa alguna.
- Los garantes no se hacen responsables de falla alguna en la tubería asociada con el tanque de acero revestido, sin reparar en la causa de la misma.
- Los garantes no se hacen responsables de la mano de obra u otros gastos de reemplazo en la instalación de tanques de reemplazo proporcionados de acuerdo a los términos de esta garantía.
- La obligación de los garantes será limitada, bajo esta garantía, y a opción única del garantizante a :

A. Reparar el tanque de acero revestido.

B. Reemplazar el tanque de acero revestido.

C. Reembolsar el precio de compra del tanque de acero revestido.

La garantía del tanque se hace efectiva con el completo llenado y retorno de un formato al departamento de mercadeo de la **compañía** quien los fabrique.

EL formato 8 ilustra las especificaciones que se deben llenar para obtener el certificado de garantía.

FORMATO 8

To be completed by tank manufacturer
Se completa por fabricante del tanque

Licensed Tank Manufacturer: _____
Fabricante del tanque autorizado
Tank Jacket Serial #: _____
Serie de la chaqueta del tanque
Steel Tank #: _____
Tanque de acero #

Delivery Date: _____
Fecha de entrega
Vacuum gauge reading at delivery in Hg
Lectura del vacío al entregar en Hg

To be completed by installation contractor
Se completa por contratista de la instalación

Date of installation _____
Fecha de instalación _____

Contractor: _____
Contratista
Street Address: _____
Dirección
City/State/zip: _____
Ciudad/Estado

Location: _____
Localidad
Street Address: _____
Dirección
City/State/zip: _____
Ciudad/Estado

1. Visual Inspection: Inspected entire surface and found no evidence

of damage at delivery
Inspección visual: Se inspeccionó la superficie entera y no se encontró
evidencia de peligro al entregar
Yes _____ NO _____

2. Handling:

Manipulación

A: Were lifting lugs to unload the tank?

Yes _____ NO _____

Se cargó y descargó el tanque?

Yes _____ NO _____

B Was tank damaged during unloading?

Se dañó el tanque durante la descarga?

3. Site Storage

Sitio: almacenamiento

A Any evidence of scrapes, hoks or drag marks?

Yes _____ NO _____

Ninguna evidencia de raspadura, agujero o marca?

B Was tank stored for over 60 days?

Yes _____ NO _____

El tanque estuvo almacenado por más de 60 días?

C Was tank covered with an opaque tarp?

Yes _____ NO _____

Se cubrió con un toldo opaco el tanque?

4. PRE-INSTALLATION TESTING CERTIFICATION

CERTIFICACION DE LA PRUEBA DE PRE-INSTALACION

A Vacuum gauge monitoring interstitial space shows minimum 4" Hg

Yes _____ NO _____

La medida de vacío en el espacio intersticial mínimo 4" de Hg

B (alternate) Pressurized primary tank to 5 psi, secondary tank to 1 psi,

Yes _____ NO _____

and soap tested all seams & fitting of secondary tank

(alternativa) Presión en el tanque primario 5 psi, tanque secundario 1 psi,

y prueba de jabonadura en toda la costura ajustamiento del tanque secundario

5. Anchoring:

Fijar

Were hold-down straps used?

Yes _____ NO _____ How many? _____

Se usaron correas de sostenimiento abajo?

Were hold-down straps provided by the tank manufacturer?

Yes _____ NO _____

Las correas de sostenimiento fueron previstas por el fabricante?

6. INSTALLED TEST CERTIFICATION:

CERTIFICACION DE LA PRUEBA DE INSTALACION

Establish minimum vacuum of 15" Hg after back-filling to top of tank

Establecer un vacío mínimo de 15" de Hg después de sellar el tanque

A: Vacuum reading at start of test

Hg _____ Time _____

Lectura de vacío a salida de prueba

B Vacuum reading after 12 hours for "p to 10,000 gallons

Hg _____ Time _____

Lectura de vacío: después de 12 horas por arriba de 10,000 galones

C Is difference of above readings less than 5" Hg?

Yes _____ NO _____

Esta diferencia de lectura es por lo menos 5" de Hg?

D Was vacuum reading at end of test above 10" de Hg?

Yes _____ NO _____

Estaba la lectura de vacío sobre 10" de Hg al final de la prueba?

E If answers to "C" and "D" above are yes, tank is tight

si la respuesta a "C" y "D" es SI, el tanque es seguro

7. Signatures:

Firmas: **Name (please print)**

Signature

Date

Installation Contractor _____

Firma _____

Fecha _____

Contratista de instalación _____

Inspector/Regulatory Official _____

Inspector /Regulador oficial _____

Site Owner's Representative _____

Representante del dueño del sitio

CAPITULO IV

CHAQUETA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (HPDE)

4.1 VENTAJAS SOBRE OTRAS FORMAS DE ERCHAQUETADO

La ventaja del anchaquetado por **polietileno** de alta densidad contra otros productos como : **Fibra de vidrio**, Permatank, Plasteel, etc , son diversas a continuación detallo algunas de estas ventajas.

Con el tanque de doble pared, la prueba de **vacío** es clara. El material de la chaqueta es un **polietileno** flexible que cuando se realiza un vacío permite una **rápida** inspección visual que aseguran que ambas paredes la interna de acero y la HPDE exterior **estén** libre de fugas, y ese 100% de superficie de área es probada.

De una **perspectiva** industrial, toma 24 horas la fabricación de un tanque de doble pared enchaquetado con fibra de vidrio. **Comparándolo** con el tanque enchaquetado con HPDE que toma aproximadamente 8 $\frac{1}{2}$ horas la **fabricación**. Un ahorro promedio del **65%**, permite la fabricación con mejores utilidades.

El **sistema** de enchaquetado de HPDE es en verdad una pared de **contenimiento** en el

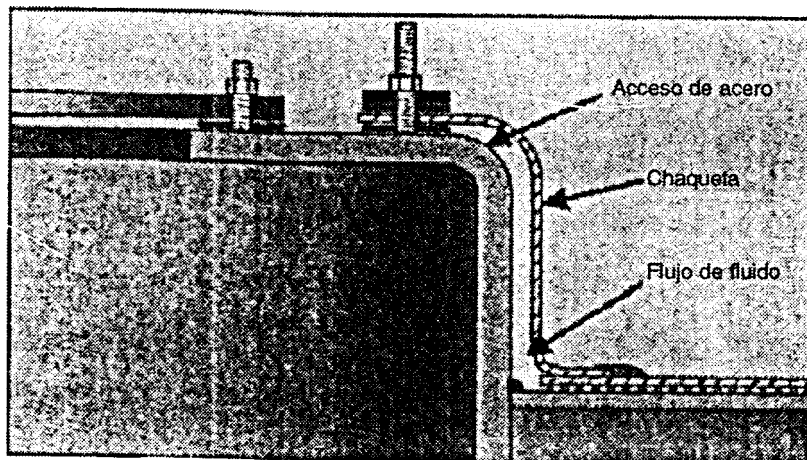
manhoie ya que la **chaqueta** del menhoic es una parte **del** contcnimicnto secundario dci sistema de monitorco. La chaqueta del manhoie en los tanques forrados por fibra de vidrio no esta separada del contcnimiento secundario y del sistema de monitoreo. ya que **sólo** es una simple pared de fibra de vidrio adjunta a la del tanque primario como se ilustra en la **fig. 4.1**.

Si ocurre un impacto o golpe en el material de la chaqueta es **fácil** de visualizar, el cual puede ser **fácilmente** reparado.

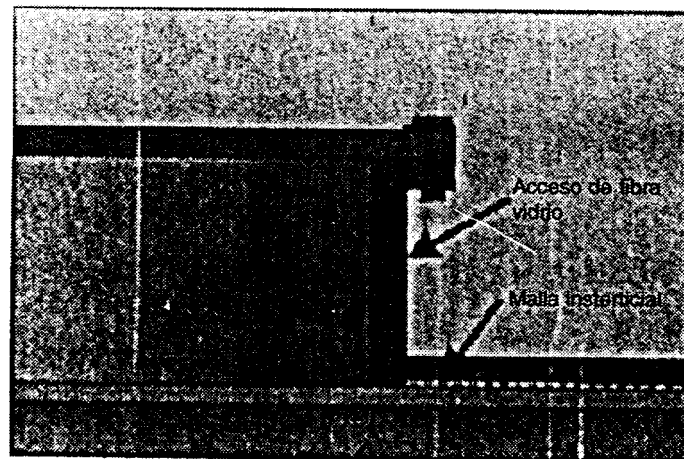
Si se rompiera la pared de acero del tanque primario, su contenido quedarla en la chaqueta con la no **contaminación** del combustible; si ocurre esta **falla** en el tanque enchaquetado con fibra de vidrio, el combustible se contamina con la solución de saimuera que es recomendada para el sistema de monitoreo de estos tanques.

El tanque de HPDE no requiere medidas de deflexión antes y **después** de ser enterrado. Este es un paso critico para un tanque enchaquetado con **fibra** de vidrio ya que toma algunas horas de tiempo su instalación. La deflexión del tanque debe cumplir con los limites requeridos para ser aceptados y las medidas deben ser tomadas fuera de servicio.

La malle instcrticiai del tanque cnchaquctedo con HPDE tiene un espesor promedio de 0.16" aproximadamente el 95% mas de grosor que la malla instcrticiai del tanque de doble pared Piasteel, y un 78% mas que la malla instcrticiai del tanque de doble pared Pcrrmatank. ver figuras. 4.2 y 4.3. El grosor del material del HPDE y **alto/bajo**

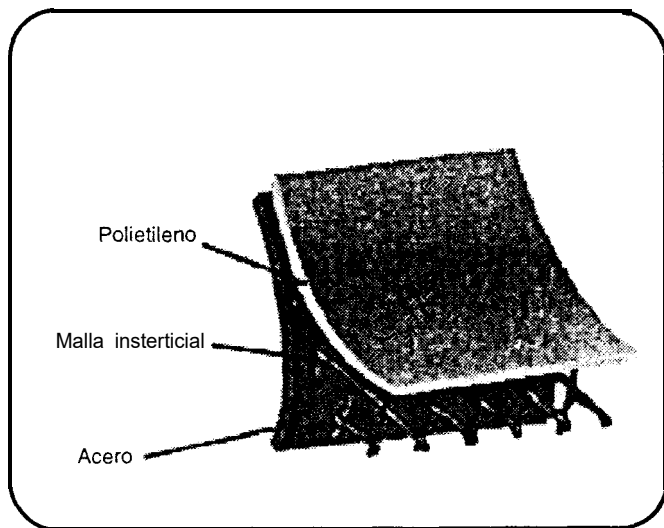


ACCESO DE DOBLE PARED HPDE

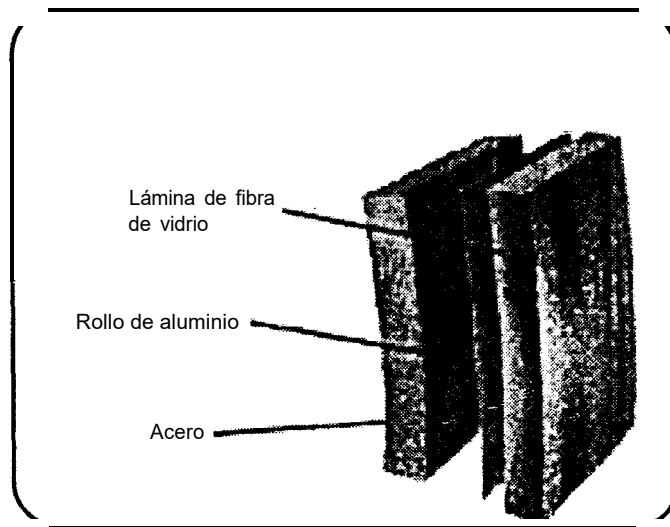


ACCESO DE DOBLE PARED FIBRA DE VIDRIO

FIG. 4.1 VENTAJA DE LA CHAQUETA DEL ACCESO
(REF. 2)

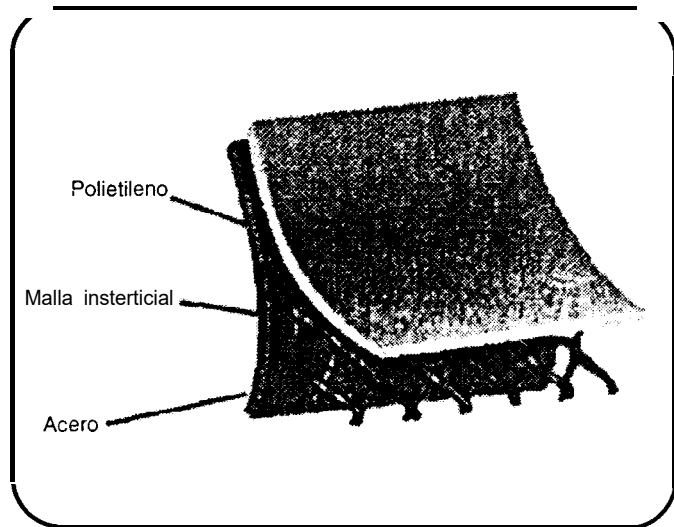


DOBLE PARED HPDE

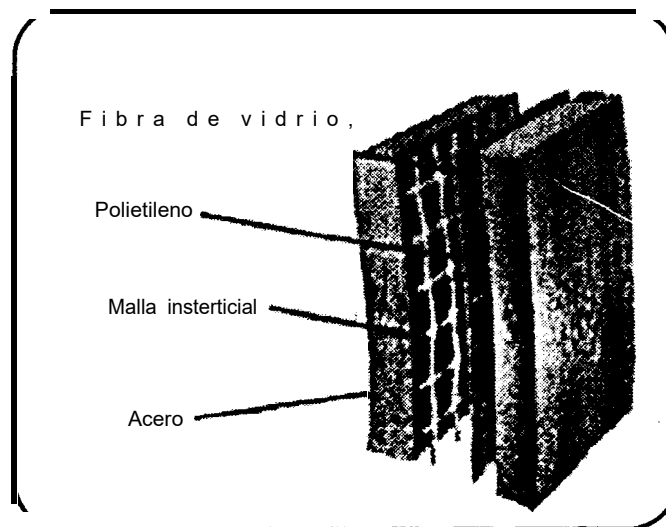


DOBLE PARED PLASTEL

**FIG. 4.2. VENTAJA DE LA MALLA INTERSTICIAL
(REF. 2)**



DOBLE PARED HPDE



DOBLE PARED PERMATANK

**FIG. 4.3. VENTAJA DE LA MALLA INTERSTICIAL
(REF. 2)**

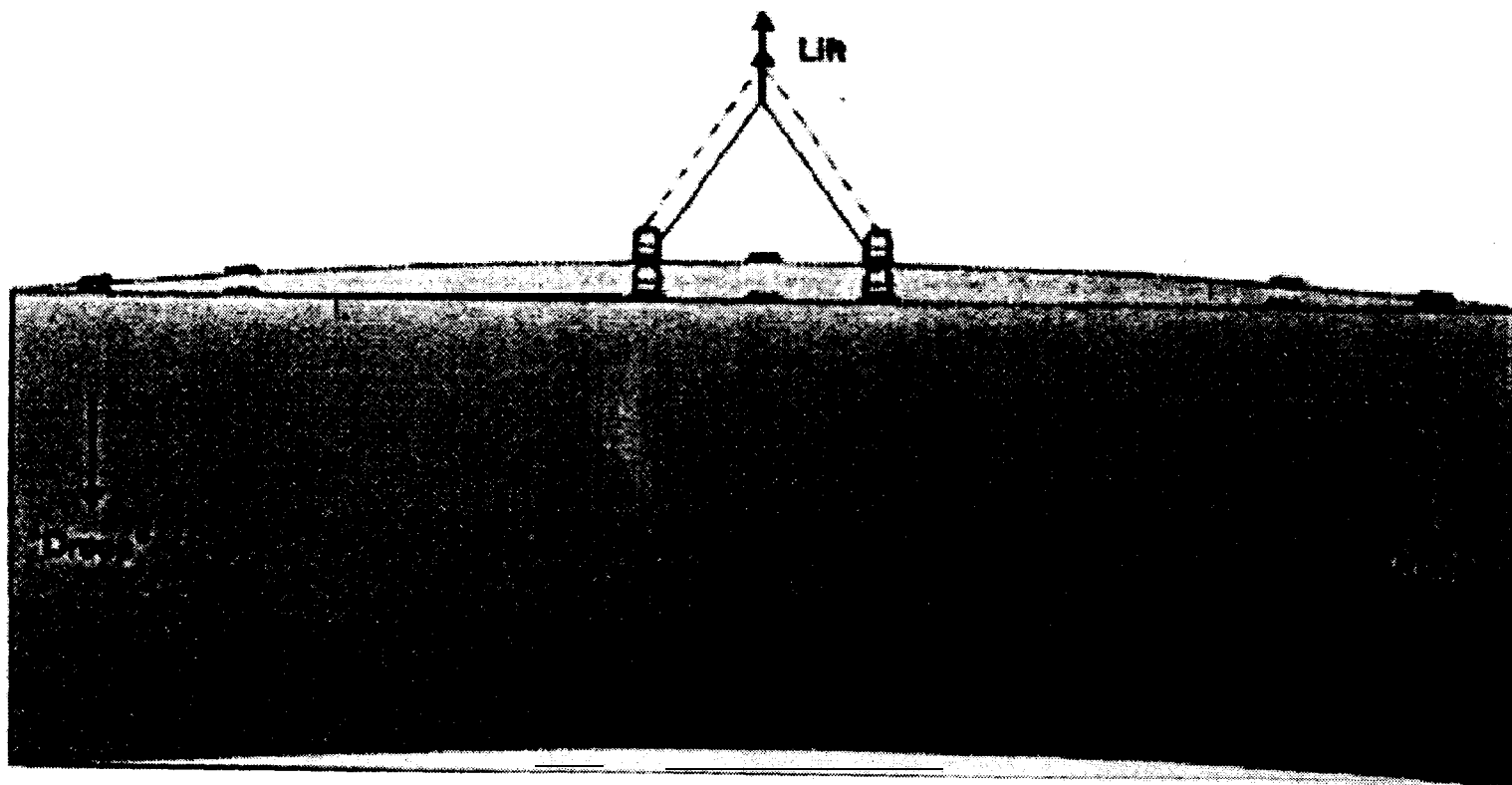
contorno permiten mejorar el **vacío** y comunicación con el fluido, cumpliendo con las norma **UI 1746** parte **III** sección **20.9**.

Cuando hamos el tanque, un efecto de **Inclinación** ocurre en los extremos del tanque, lo cual **podría dañar** la no flexible chaqueta de fibra de vidrio del **tanque plasteel**. Con la chaqueta de **HPDE** se puede parar la **tensión** y compresión del efecto de inclinación ya que el **polietileno** es **más flexible**. Ver fig 4.4

La **aplicación** de la **lámina** de fibra de **vidrio** toma aproximadamente 810 horas, y como la aplicación de la chaqueta de **polietileno** toma aproximadamente de 2-3 horas, el promedio de ahorro de **tiempo** es del 72% encareciendo la **eficacia**.

En la chaqueta de **HPDE** el monitoreo esta fácilmente montado al final de la tapa de la chaqueta del tanque. Un tanque de doble pared **Plasteel** por lo general requiere de un tubo de **monitoreo intersticial** que esta soldado dentro del tanque de acero de este modo crea dos juntas **adicionales** de soldadura para posibles fugas.

Durante el proceso de fabricación del tanque de polietileno el personal no requiere de equipos de seguridad personal. Cuando la **fibra** de **vidrio** es aplicada en el proceso de **fabricación** del tanque de doble pared **Permatank**, como **mínimo** los operadores usaran filtros de aire y **máscaras** de protección para protegerse contra toxinas y materiales de **vidrio**. Ambos la aplicación y limpieza (la cual requiere' fuertes solventes) de fibra de **vidrio** significan una advertencia al Impacto ambiental.



**FIG. 4.4. EFECTO DE INCLINACION
(REF. 2)**

El tanque de doble pared enchaquetado con HPDE es **más** resistente que el tanque **Plasteel** porque para un tanque de 10.000 Glns de **diámetro** 8 ' construido con un espesor de $\frac{1}{4}$ " de acero, mientras que el tanque de doble pared **Plasteel** esta construido solo con 3116" de espesor. El tanque primario de HPDE tiene un 33% **más** de acero.

4.2 FLUIDOS COMPATIBLES CON LA CHAQUETA HDPE

El ataque químico al **plástico** es en una proporción segura, algunas lentamente y otras **rápidamente**, pero esta **proporción** puede incrementarse con la temperatura o aumento de presión. Esta proporción en particular se deberla tomar en cuenta cuando el tiempo de **vida** es valorado. Se tiene que ser observado por una planta química, para determinar las condiciones de expectativa de tiempo de vida de sólo seis meses es **económicamente** factible, aun cuando otros períodos pueden ser de pocos años o 25 años o **más**. Cada **combinación** de costos de materiales, costos de instalación y vida de **servicio** deben ser probados y juzgados por sus propios méritos.

TABLAS DE RESISTENCIA QUÍMICA

La información de las siguientes tablas fueron obtenidas desde numerosas fuentes. Las **especificaciones** de las condiclones de las pruebas, tal como presión, tiempo de **exposición**, cambio en peso, cambio en volumen y cambio de fuerza, no fueron reportados. Un avalúo especial debe ser hecho siempre que el substrato este expuesto **mecánica**, química y la posibilidad de una presión térmica en el mismo

tiempo. **Además** se deberla notar que la “**R**” nos dice o implica que el material puede ser usado.

El siguiente código es el usado:

R = Tipo de **plástico** generalmente resistente.

C = Tipo de **plástico** que tiene **limitado** solo la resistencia u puede ser conveniente para algunas condiclones.

N = Tipo de **plástico** no **resistente**.

D = **Decoloración**

Los códigos **R to C**, **C to N**, **R to N** son usados donde exista discordancia con la literatura. Ver tabla XV.

La **indicación** de los tipos de **plásticos** es por la designación usada por la ASTM para especificaciones **técnicas** de tubos **plásticos** similar a la chaqueta del material. Donde no se dan concentraclones, **relativamente** el material puro es el Indicado excepto en los casos de sólidos donde las soluciones acuosas saturadas son las indicadas.

La resistencia **química** del polletileno mejora con un incremento en la densidad de la resina.

TABLA XV

RESISTENCIA QUIMICA (REF. 2)

Chemical Name	Concentration	73°F 23°C	120°F 48.9°C	140°F 60°C
Acetaldehyde & Acetic Acid	90 : 10	R	—	—
Acetaldehyde, aqueous—all		R to C	C	C to N
Acetamide		R		R
Acetic acid	100% (glacial)	R	C to N	C to N
Acetic acid	50%, 60%, 70%, 60%	R	C	R to C
Acetic acid	10%, 20%	R	—	R
Acetic acid vapor		R	R	
Acetic anhydrids	100%	R	—	C
Acetoacetic acid		R	—	—
Acetone	100%	R to C	C	C
Acetophenone		R	—	—
Acetylene		R	—	
Acids aromatic		R		R
Acronal dispersions—usual		R		C
	commercial concentrations			
Acrylic acid emulsions		R	—	R
Acrylonitrile	tech pure	R	—	R
Adipic acid	sat. sol.	R	—	R
Adipic acid ester		R	—	C
Aktivin (chloramine, aqueous, 1%)	R		R	
Alcohol, allyl		R	C	R
Alcohol, amyl	tech. pure	R	C	R to C
Alcohol, benzyl		R to C	C	R
Alcohol, (n—Butanol)		R	R	R
Alcohol, (2—butanol)		R	R	—
Alcohol, ethyl		R	C	R to C
Alcohol, hexyl		R	R	R
Alcohol, isopropyl (2—propanol)		R	R to C	R to N
Alcohol, methyl		R	R	R to C
Alcohol, propyl (1—propanol)		R	R	R
Allyl acetate		R		R to C

CONTINUACION

Allyl chloride		C	—	N
Alums, aqueous	all	R	R	R
Aluminum salts (chloride, fluoride, hydroxide, metaphosphate, sulphate)		R	R	R
Amino acids		R	—	R
Ammonia, gas,		R	R	R
Ammonia, Hquid		R	R	R
Ammonia, aqueous		R	—	R
Ammonium Salt.6		R	R	R
(acetate, carbonate chloride, fluoride 10%—25%, hydrosulphide, hydroxide, metaphosphate nitrate, phosphate sulphate, sulphide, thiocyanate).				
Amyl acetate	Tech. pure	R to c	C to N	C
Amyl chloride	100%	C	—	N
Amyl phthalate		R	—	C
Aniline aqueous	all	R	C to N	C to N
Aniline chlorohydrate		C		—
Anilina hydrochloride aqu.	all	R to C		R
Aniline dyes		C	—	—
Animal oils		R	—	R to C
Aniseed oil		C	—	N
Anisole		C	—	C to N
Antifreere		R	—	R
Anthraquinone		C	—	—
Anthraquinone sulfonic acid		R		R
Antimony chloride, pentachloride		R	—	R
Antimony trichloride		R	R	R
Aqua Regia		N	N	N
Arsenic acid anhydride		R		R
Arsenic acid aqueous		R	R	R
Aryl sulfonic acid		R	—	—
Ascorbic acid		R		R

CONTINUACION

Crude oil		C	C	—
Cyclohexane		R	C	R T O N
Cyclohexanol		R T O C	CTON	R
Cyclohexanone		RTOC	RTOC	O T O N
Decalin	pure	R		R
Detergents		R	R	R
Developer solutions		RD	R	RD
Dextrin		R	R	R
Dextrose		R	R	R
Diazo salts		R	C	R
1,2—dibromoethane		C	—	N
Dibutyl ether		R T O C	C	N
Dibutyl phthalate	pure	R	C	C
Dibutyl sebacate		R	C	c
Dichloroacetic acid	pure	R	R	CD
Dichloroacetic acid	50%	R	—	R
Dichloroacetic acid methyl ester		R	—	R
Dichlorobenzene		C	CTON	N
Dichloroethane		C		C
DDT (powder)		R	—	R
Didhloroethylene		CTON	CTON	N
Dichloropropane		C		N
Dichloropropene		C	—	N
Diesel fuel		R	C	c
Diethyl amine		C	C	—
Diethylene glycol		R	R	R
Diethyl ether		RTOC	C	CTON
Di(2—ethylhexyl) phthalate (DOP)		R	—	C
biethyl ketone		R		c
Diglycolic anid (aq.)	30%	R	R	R
Diisobutyl ketone	pure	R	R	CTON
Diisopropyl ether		RTOC	—	N
Dimethylamine		RTOC	C	C
Dimethyl formamide	pure	R	R	RTOC

CONTINUATION

Gallic acid		R	—	—
Gas, coal manufactured		R	R	R
Gas , natural, methane		R	R	—
Gasoline		R to C	C to N	C to N
Gelatin		R	R	R
@Genantin		R		R
Glucose		R	R	R
Glue		R	R	R
Glycexine(glycerol) aq.	to 100%	R	R	R
Glycerol chlorohydrin		R		R
Glycine		R		R
Glycol, aq.		R	R	R
Glycolic acid (aqueous)	up to 70%	R	R	R
Glycolic acid butyl ester		R	—	R
Glysantin		R	—	R
Grisimn 8302		C	—	C
Gristron 8702		R	—	R
Halothane		C	—	C to N
Heptane		R	C	C to N
Heating oil		C	C	
Hexane		R	C	C
Hexanetriol		R		R
Hexanol		R	R	R
Honey		R	—	R
Hydraulic fluid		R		C
Hydrazine hydrate		R		R
Hydrobromic acid, aq.	up to 50%	R	R	R
Hydrobromic acid	100%	R	—	R
Hydrochloric acid	up to 100%	R	R	R
Hydrogen chloride gas wet & dry		R	—	R
Hydrocyanic acid	10%	R	R	R
Hydrofluoric acid	40%	R	R	R

4.3 EVALUACION Y OPERACION DEL MONITOREO INTERSTICIAL.

Aquí presentamos los resultados de una **evaluación** independiente del monitoreo intersticial de la chaqueta del tanque. La **evaluación** contiene **información** la cual muestra que el monitoreo intersticial es capaz de detectar con precisión las pruebas de hermeticidad antes de la instalación final del tanque.

La prueba fue guiada a determinar las **características** de vacío necesarias para detectar fugas de aire equivalente a 0.1 gal/hr de fugas de líquidos del interior al exterior de la pared de la chaqueta del tanque. Los resultados oficiales de estas pruebas esta contenidos en el reporte de formas alternativas de evaluación EPA. (Ref. 11)

La agencia de protección ambiental (EPA) requiere que los detectores de fugas sean probados, para que **así desempeñen** normas seguras de ejecución. En general, los **métodos** capaces de desempeñar pruebas de precisión son los requeridos para detectar fugas de 0.1 gal/hr con la probabilidad de detectar de no menos el 95% y una probabilidad de una falsa alarma de 5% o menos. Por eso el método encontrado para cumplir con los requerimientos especializados como el sistema de monitoreo intersticial, es necesariamente una alternativa de uso para dichas pruebas.

El sistema de **detección** de fugas desarrollado es usado para detectar fugas de aire o vapor antes de la **instalación** final del tanque. El método esta basado en la no **pérdida** del vacío en el espacio intersticial formado entre el tanque primario y el tanque

secundario. Un calibrador de vacío es usado para monitorear el vacío intersticial el cual debe ser de 15 ± 1 pulgadas de mercurio al principio de la prueba. El método asume que el tanque está vacío y que ninguna parte del tanque está cubierta por agua. La posible fuga en el tanque será una fuga de aire.

El proceso de detectar fugas está basado en el hecho de que el vacío no puede ser mantenido si una fuga se presenta en una de las dos estructuras primaria o secundaria. La prueba de tiempo es el intervalo de tiempo requerido para una fuga de 0.1 gal/hr producto de un cambio de vacío desde 14 "a 10 " de Hg bajo condiciones típicas de operación. El intervalo de tiempo varía de acuerdo al volumen del espacio intersticial, el cual está en función de la medida del tanque. Si el vacío decrece por debajo de 10 "de Hg, una investigación más amplia se requiere para localizar el origen de la fuga. La prueba debería ser repetida después de la investigación.

4.4 DESCRIPCION DE DE LOS PROCEDIMIENTOS DE EVALUACION DEL MONITOREO

La evaluación asume que el espacio intersticial está lo suficientemente abierto para permitir un libre flujo de aire por todas las partes del tanque. Fugas de aire o vapor serían realmente detectadas por el sistema en tanques que están vacíos y no se hayan instalado en un ambiente donde agua o otro líquido esté sobre el fondo del tanque. La única fuga posible bajo estas condiciones podría ser fugas de aire o vapor.

4.5 CÁLCULOS DE PRUEBAS DE TIEMPO

Los efectos de temperatura en un intersticio son fácilmente calculados usando la ley de los gases:

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

Donde P_1 es la presión Inicial, P_2 la presión final, T_1 y T_2 son las temperaturas Inicial y final, V es el volumen del volumen intersticial. Desde que el volumen esta fijo para cada tanque, el efecto de temperatura es Independiente del volumen intersticial. Los resultados de los cálculos de los efectos de temperatura en el vacío se ven en la fig. 4.5. Como se puede ver solo un cambio de temperatura razonable no causarla una falsa alarma para una prueba de fuga. La figura muestra que los efectos de un cambio de temperatura a $140^{\circ} F$ podrian cambiar el vacío Intersticial menos que 5 "de Hg. Camblos de temperatura de 10 a 20 grados debajo de las condiclones de prueba alterarla el vacío por los menos una pulgada de Hg.

Una prueba condujo a determinar empíricamente los efectos de una fuga de aire en el vacío intersticial. Es complicado vaciar la prueba de cámara de 15" de Hg de una temperatura nominal de $70^{\circ} F$. La fuga se Introdujo y el vacío fue monitoreado hasta que el nivel del vacío era por debajo de 2 "de Hg. El Intervalo de tiempo requerido para alcanzar 10 "de Hg lo obtuvimos de la representación gráfica de los resultados.



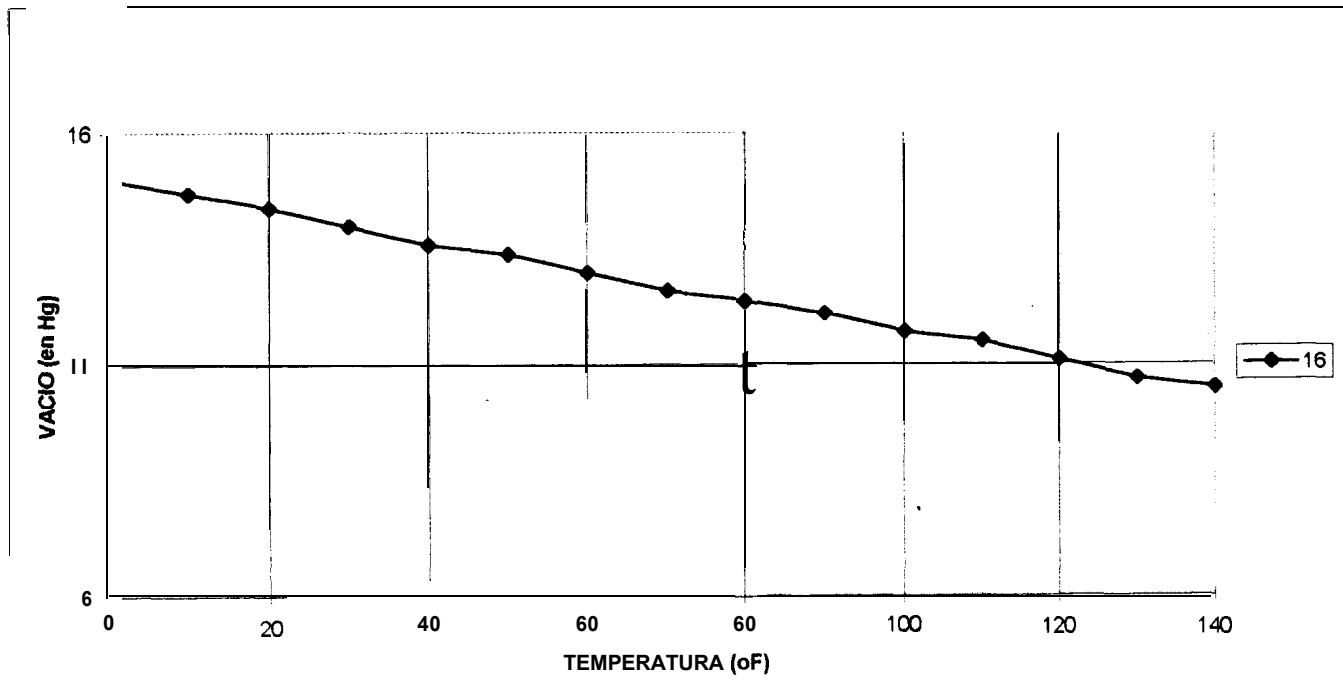


FIG.4.5 VACIO VS TEMPERATURA
(Volumen insterticial 5 galones)
(REF.11)

Los resultados de los efectos de fugas en el **vacío** vs tiempo están representados en la figura. 4.6

El tiempo necesario para alcanzar cambio de vacío de 5 “de Hg para la chaqueta del tanque esta mostrado en la tabla XVI . El Intervalo de tiempo fue calculado para cada volumen Intersticial con la siguiente ecuación:

$$\text{Prueba de Tiempo} = (V_{\text{tanque}} / V_{\text{celda}}) \times t_{\text{celda}}$$

Donde V_{tanque} es el volumen del espacio Intersticial para un tanque específico, V_{celda} es el volumen de la celda de prueba (5 galones para la **evaluación**) y t_{celda} es el tiempo necesario para que el **vacío** disminuya de 15”a 10” en la celda’ de prueba. El valor para t_{celda} es fijo para todas las pruebas de aire, es de 10.3 minutos para fugas de 0.1 gal/hr y 20.6 minutos para fugas de 0.05 gal/hr.

Las **pruebas** de tiempos son para fugas de **aire** por medio de un orificio equivalente a 0.10 o 0.05 gal/hr de fuga de combustible **diesel**.

4.6 PREINSTALACION E INSTALACION

El siguiente procedimiento es para la prueba de los tanques antes de su Instalación.

1. El **vacío** inicial para la **prueba** debe ser mínimo de 15 “ de mercurio.

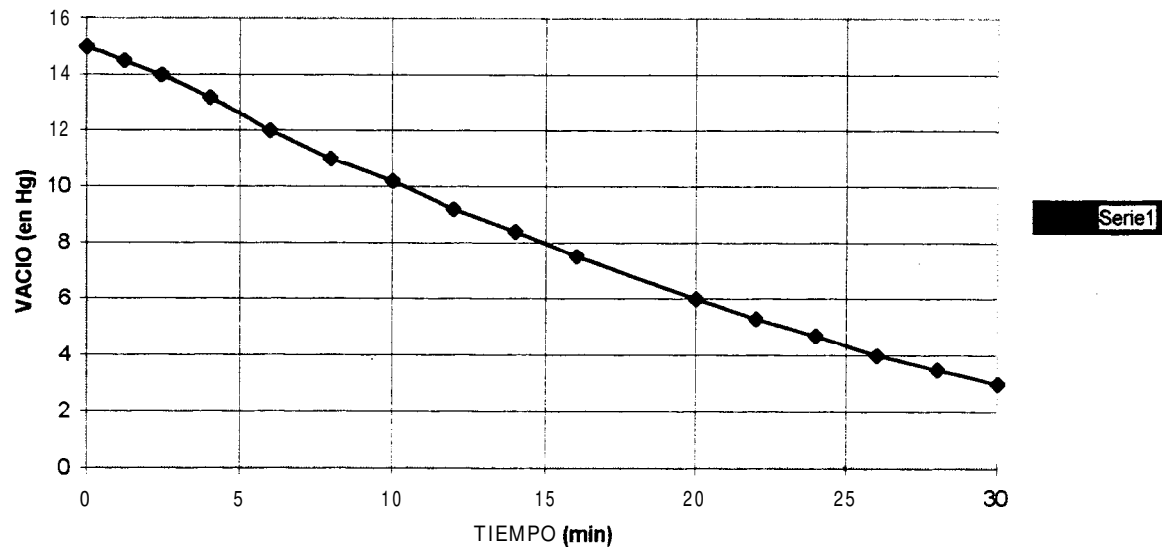


FIG. 4.6. FUGA DE AIRE

(0.1 gal/hr diesel equivalentes en 5 galones de volumen insterticial)

(REF.11)

TABLAXVI

CALCULOS DE LA PRUEBA DE TIEMPO PARA FUGAS DE AIRE EN CHAQUETA (REF.11)

No	CAPACIDAD DEL TANQUE (GAL)	Diametro del tanque (in)	VOLUMEN INSTERTICIAL (GAL)	TIEMPO PARA 0.10 GAL/HR FUGA (min)	TIEMPO PARA 0.05 GAL/HR FUGA (min)
1	500	48	7.28	14.99	29.98
2	550	48	7.85	16.17	32.34
3	660	48	9.11	18.76	37.52
4	100	48	13.00	26.77	53.54
5	1500	48	18.71	38.55	77.09
6	2000	48	24.43	50.33	100.66
7	1321	48	16.66	34.33	68.65
8	1000	64	11.32	23.33	46.65
9	1500	64	15.59	32.13	64.25
10	2000	64	19.87	40.93	81.87
11	3000	64	28.42	58.54	117.08
12	4000	64	36.97	76.15	152.30
13	5000	64	45.51	93.76	187.51
14	2000	72	18.69	38.50	77.00
15	3000	72	26.28	54.14	108.27
16	4000	72	33.87	69.77	139.55
17	5000	72	41.46	85.41	170.82
18	6000	72	49.05	101.04	202.08
19	10000	72	79.41	163.58	327.17
20	2642	72	23.56	48.53	97.07
21	3698	76	31.58	65.06	130.12
22	3963	76	32.39	66.73	133.46
23	7925	84	60.87	125.39	250.79
24	5283	84	39.11	80.56	161.12
25	6604	91	47.69	98.24	196.48
26	4000	91	29.58	60.94	121.88
27	7500	91	50.56	104.16	208.33
28	9000	91	59.55	122.68	245.35
29	5283	91	37.28	76.79	153.58
30	5283	91	37.28	76.79	153.58
31	10567	91	68.94	142.02	284.05
32	4000	96	28.96	59.66	119.32
33	5000	96	34.64	71.35	142.71
34	6000	96	40.32	83.06	166.11
35	8000	96	51.68	106.45	212.91

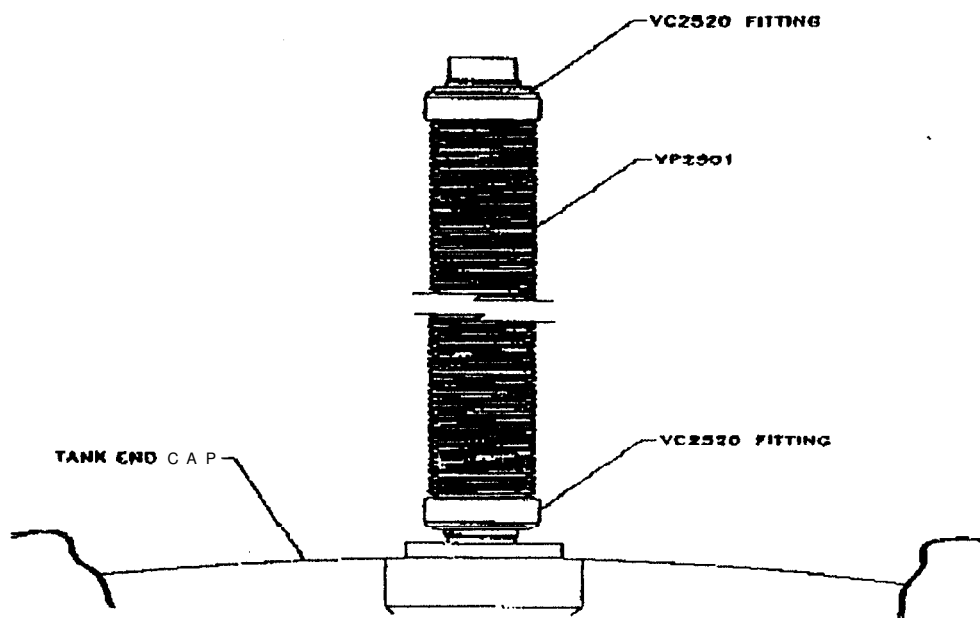
2. El tiempo mínimo recomendado esta calculado en la Tabla XVI. Los tiempos de prueba **más** largo que esos aumentara la fiabilidad de los resultados.
3. Si el vacío decrece no menos de 5" de mercurio durante el periodo de prueba es que el tanque interior y el exterior **están** seguros.
4. Si el vacío decrece **más** de 5 " de mercurio durante el **período** de prueba , entonces requiere más investigación.

El **monitoreo** intersticial presente en el **vacío** es un método sensitivo para determinar si la integridad del tanque esta intacta antes de su instalación, el equipo sensor para realizar el **monitoreo insterticial** se lo puede visualizar en la fig 4.7. El radio de la fuga de aire es del orden **25:1**, dependiendo primeramente de la viscosidad del liquido, las **características** del **orificio** y el material de la chaqueta. Si el tanque pasa la prueba de aire, el producto mas grande de fuga que **podría** estar presente es menos de 0.1 gal/hr.

INSTRUCCIONES PARA INSTALACION

Los siguientes procedimientos e instrucciones deben ser utilizados para una instalación correcta de los tanques de doble pared. Aunque el material es resistente a perforaciones y roturas, es importante tener cuidado para evitar **daños** durante la instalación.

El no cumplir con estas instrucciones **será** causa de anular la **garantía**, se debe consultar con las normas locales de construcción para otros requerimientos.



**FIG. 4.7 EQUIPO SENSOR INSTERTICIAL
(REF.2)**

Equipo del tubo sensor

A. Dos VC2520 para ajustar

B. Seis pies en el tubo de abertura de
VP2501

1. Manejo

Para levantar el tanque hay que usar las orejas de izamiento, que levante y baje el tanque con un cable o cadena conectado a las orejas; importante es no usar ni cable ni cadena alrededor del tanque para posesionar. El tanque usa cable de guala. El equipo de izamiento debe ser del tamaño adecuado para poder manejar, el tanque no debe ser arrastrado en el suelo, quitamos las orejas luego de colocar el tanque en su lugar. Ver plano # 5

2. Almacenamiento en el sitio.

Los tanques deben ser almacenados en un piso plano y limpio y deben estar fijados con bloques de madera para evitar movimientos. Es importante para mover un tanque usar las orejas de izamiento ya que nunca se debe girar ni arrastrar un tanque en el suelo. En caso de dejar sin enterrar un tanque por más de seis meses, hay que cubrirlo con un plástico u otro material y no es necesario quitar los cojines de soporte.

3. Prueba con Vacío

Cuando llegan los tanques al destino con un vacío puesto en el espacio anular, no es necesario realizar una prueba de presión al menos que sea exigida por una norma local. Se recomienda usar el manómetro calibrado en incrementos de 1" . El vacío debe ser mantenido, se rellena la excavación si no baja el vacío menos de 4" de Hg. Si

el tanque se quedare almacenado **más de tres días**, deje el vado y **vuélvalo** a aplicar antes de comenzar la instalación.

4. Prueba sobre la superficie.

Si se le **exige** una prueba al tanque primarlo, se puede dejar el vacío en el intersticio y poner una **presión** de 5 psi en el tanque interno. **Aplique** una mezcla de **jabón** y agua para **evitar** fugas.

Aplique la **presión** de 1 **psi** en el **intersticio** revisando todas las conexiones con una mezcla de **jabón** y agua, para pruebas seguidas se recomienda utilizar el vacío.

5. Material de Relleno

Todos los tanques que utilizan el sistema de enchaquetado deben ser instalados con materiales de relleno aprobado talas como:

Arena: Debe ser **limpia**, sin basura y bien compactada

Grava de río: Debe ser limpia, sin superficies flojas de **tamaño 1/8 " a 3/4 "**.

Otro: Piedra molida u otro material con **aprobación** previa del fabricante del tanque.

Cualquier material de relleno debe cumplir con la norma ASTM C-33 **cláusula 7.1** que treta con calidad y **composición**. El material de relleno no debe contener **más** de 3% de particules que pasan un tamiz # 8. La densidad del material seco debe ser un **mínimo** de 95 libras por pie cubico. En condiciones frías, debe ser seco y libre de nieve. Es recomendable que el proveedor del material certifique su calidad.

6. Norma de **excavación**

La **excavación** debe ser **extendida** para dejar un **mínimo** de un pie entre todos los tanques y las paredes alrededor. La profundidad de la excavación **será** suficiente para permitir una cama de relleno debajo del tanque y un cubrimiento para soportar el paso , de transporte . Hay que ajustar la profundidad para permitir una inclinación en la red de tubería.

7. Preparación para **excavación**

El **área** de excavación debe ser limpia y libre de piedras grandes u otros materiales filosos que puedan causar daños a la cubierta del tanque. En el fondo de la **excavación**, hay que dejar un **mínimo** de pie de material aprobado si se usa un piso de concreto, dicho **material** debe ser nivelado según los planos del sitio. Ver **fig** 4.8

8. Relleno

El relleno **será uniforme** y se conformará a la norma detallada en el número 5. La primera capa de dos pies debe ser compactada debajo del tanque según las **posiciones** 5 y 7 del reloj, el restante debe ser repartido alrededor del tanque. **Después** de instalar la tubería y realizar la prueba (# 12) hay que tapar el tanque con el relleno hasta una profundidad exigida por las normas locales. Se recomienda mantener un **vacío** en el interior hasta que se termine de cubrir el tanque con el relleno. Ver **fig** . 4.9.

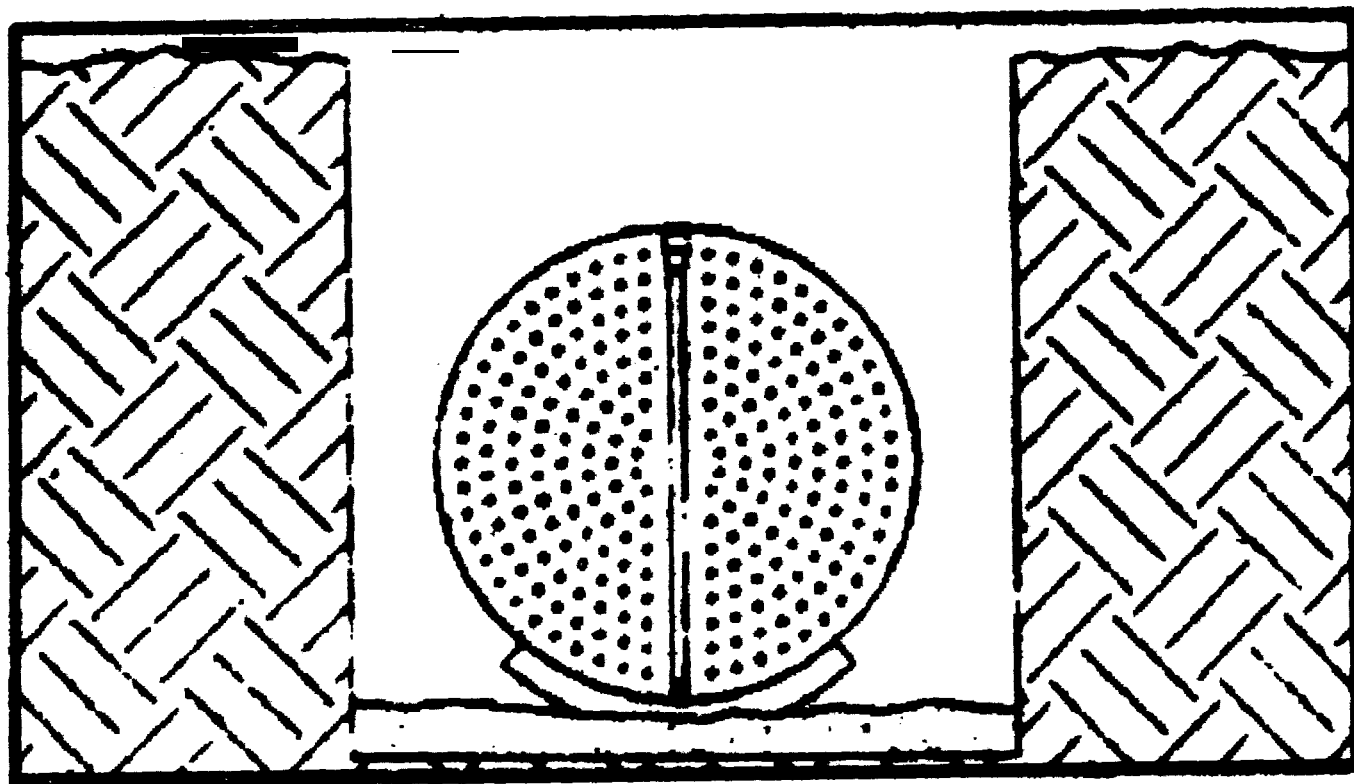


FIG. 4.8. EXCAVACION (REF. 12)

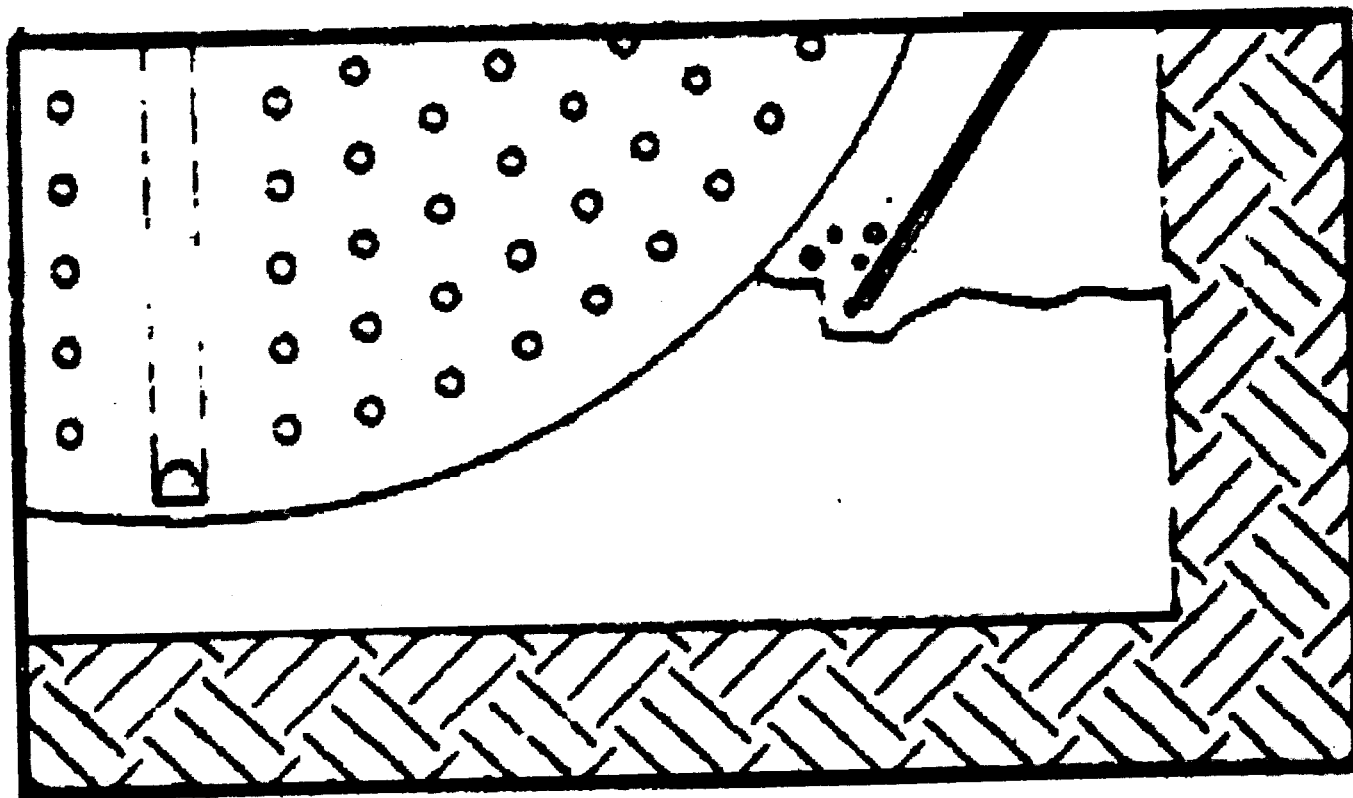


FIG. 4.9. RELLENO (REF. 12)

9. Amarras del Tanque

Si es necesario usar bandas para sujetar el tanque hay que instalarlas en una forma que no ~~daño~~ la cubierta. Se recomienda usar cojines de caucho entre las bandas y la cubierta para evitar cortes. Las bandas ~~serán~~ suministradas por el fabricante de tanques y deben ser colocadas según el manual de producto siempre y cuando se conformen con las normas locales. El detalle de la ~~instalación~~ de estas amarras se ^{en} pueden revisar en los ~~planos~~^{planos} # 6 y # 7. Ver anexo

10. Aislamientos de copies

Opcional- para copies que no ~~serán~~ usados, hay disponibles tapas de aislamiento; estas tapas quedan encima de los copies y sellan con una pasta impermeable. Se recomienda usar bostik 920FS.(Ref.1)

II. Copie para monitor

La tuerca ~~para~~ copie de monitor tiene roscas izquierdas para poder fijar una tapa o un tubo sin soltar el mismo copie, para instalar un tubo de 2 " en el copie usamos una llave para mantener le tuerce ~~fija~~ ^{fija} mientras se gira el tubo. La ~~elección~~ de un sistema de monitoreo es según la preferencia del propietario.

12. Pruebas ~~después~~ de la instaiacibn

Si es exigido por las autoridades **locales**, se puede realizar una prueba de presión **después** de la instalación y relleno. **Al** tapar el tanque con relleno, aplique una presión de 4 psi en el tanque **metálico** interno, y no **más** de 3 psi entre el tanque **metálico** y la cubierta **secundaria**. **Esta prueba** es opcional, siempre **y cuando** se haya mantenido el **vacio durante la instalación**.

13. Lista de **Verificación**

El supervisor de la **instalación** debe llenar el formulario de **verificación** y devolver a talleres industriales , para hacer vigente la **garantía**.



CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

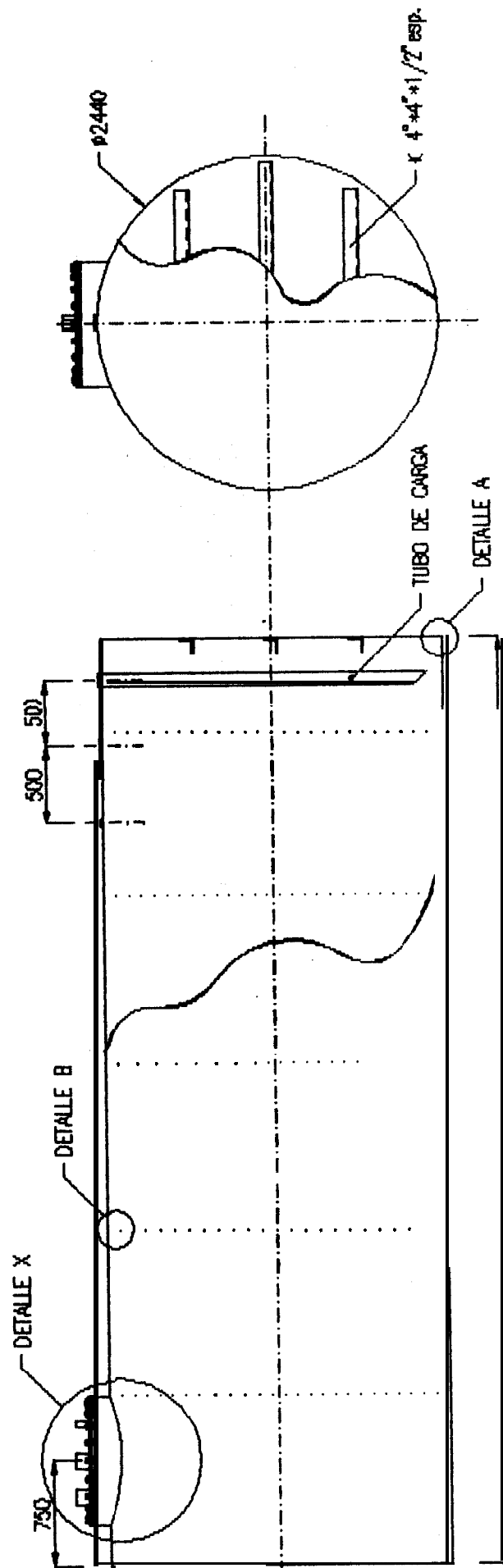
1. Los tanques de doble pared para almacenamientos de combustibles usados en las estaciones de servicios ~~además~~ de cumplir su función, brindan una *protección* al medio ambiente, el proceso de ~~fabricación~~ en sí es limpio y no crea contaminantes ni al suelo ni al aire.
2. El tanque interno, y el forro de polietileno de alta densidad se ajustan a las normas UL58 y UL1746 parte iii, por lo que son altamente confiables, debido a que cumplen con todas las especificaciones y tolerancias que han sido determinadas para su ~~fabricación~~.
3. La certificación de soldadores y operadores constituye una forma de asegurar que las uniones soldadas van a poseer las propiedades mecánicas necesarias en el tanque primario. La ~~inspección~~ visual y radiográfica aseguran la calidad de las soldaduras.

4. Los tanques de doble pared se fabrican con estrictas inspecciones visuales y pruebas de **presurización**, antes de que sean aprobados para su entrega. Para mayor **seguridad** se envía cada tanque con **vacío** aplicado al intersticio.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda utilizar los tanques de doble pared en lugar de los tanques convencionales en las estaciones de servicio, debido a que su forro de polietileno **evita** la corrosión del tanque acero. Además brinda una protección al medio ambiente puesto que elimina toda posibilidad de fugas al exterior.
2. Se recomienda realizar las pruebas del enchaquetado del tanque cuando se hayan concluido todas las conexiones finales para poder tener una **mayor** seguridad en la conservación del medio ambiente. Considerando que la chaqueta del tanque es de polietileno, antes de su instalación en la fosa verificar que ésta no tenga partes irregulares como filos que lo puedan cortar.
3. Se recomienda que la fabricación futura de tanques de doble pared para las estaciones de servicio tome como referencia este trabajo y las normas y especificaciones indicadas a fin de que la calidad de los tanques esté de acuerdo con los requerimientos de servicio.

ANEXOS

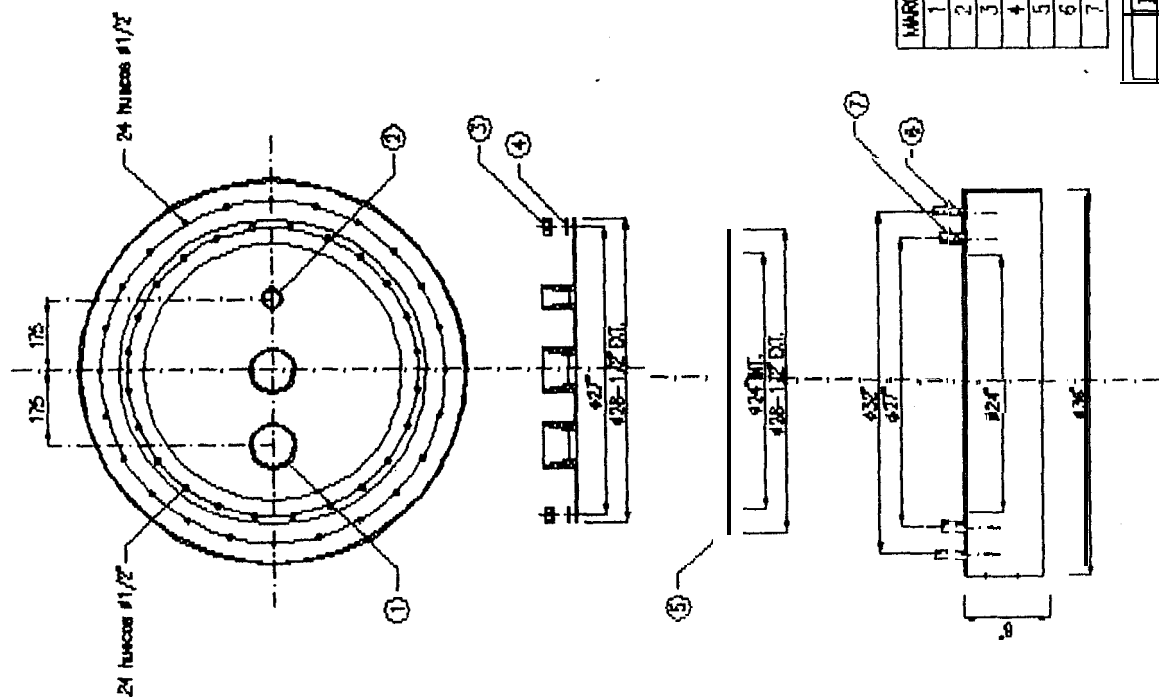


Fecha	Nombre
Dib. 30-08-86	P. Abad
Aprob. 2-08-86	P. Abad

IE S I P O I L

TANQUE HORIZONTAL PARA ALMACENAMIENTO

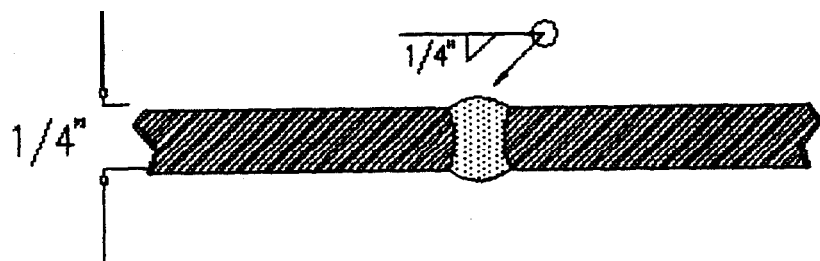
DI. ANO 1



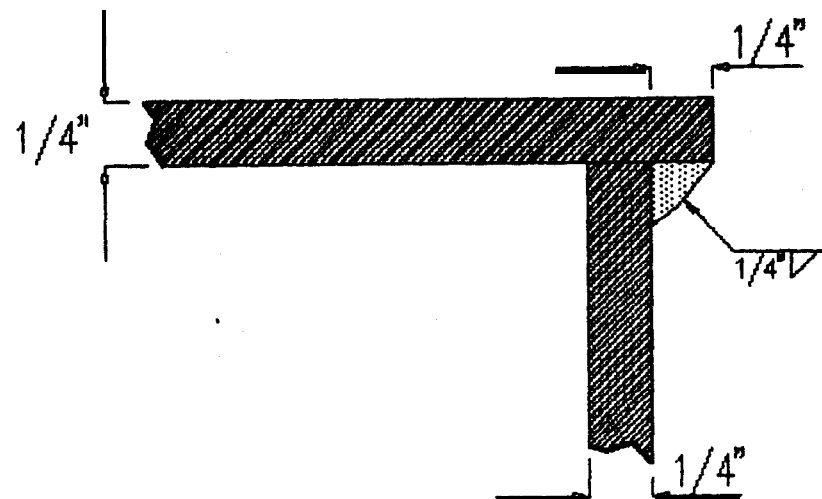
MARCA	CANT.	DESCRIPCION Y DIMENSIONES	OBSERVACIONES
1	2	UNION MEDIA D.N. 4"	NPT 300#
2	1	UNION COMPLETA D.N. 2"	NPT 300#
3	48	TUERCA HEXG. #1/2"	
4	48	AVILLO PRES. #1/2"	
5	1	EMPAQUE DE 1/8" ESP.	MAT. ASBESTO GRAFIADO
6	24	PERNO CAB. HEXG. #1/2" x 2-7/8"	
7	24	PERNO CAB. HEXG. #1/2" x 1-5/8"	

Fecha	Nombre
Dib. 30-08-86	P. Abad
Aprob. 2-09-86	P. Abad

IES IP O II

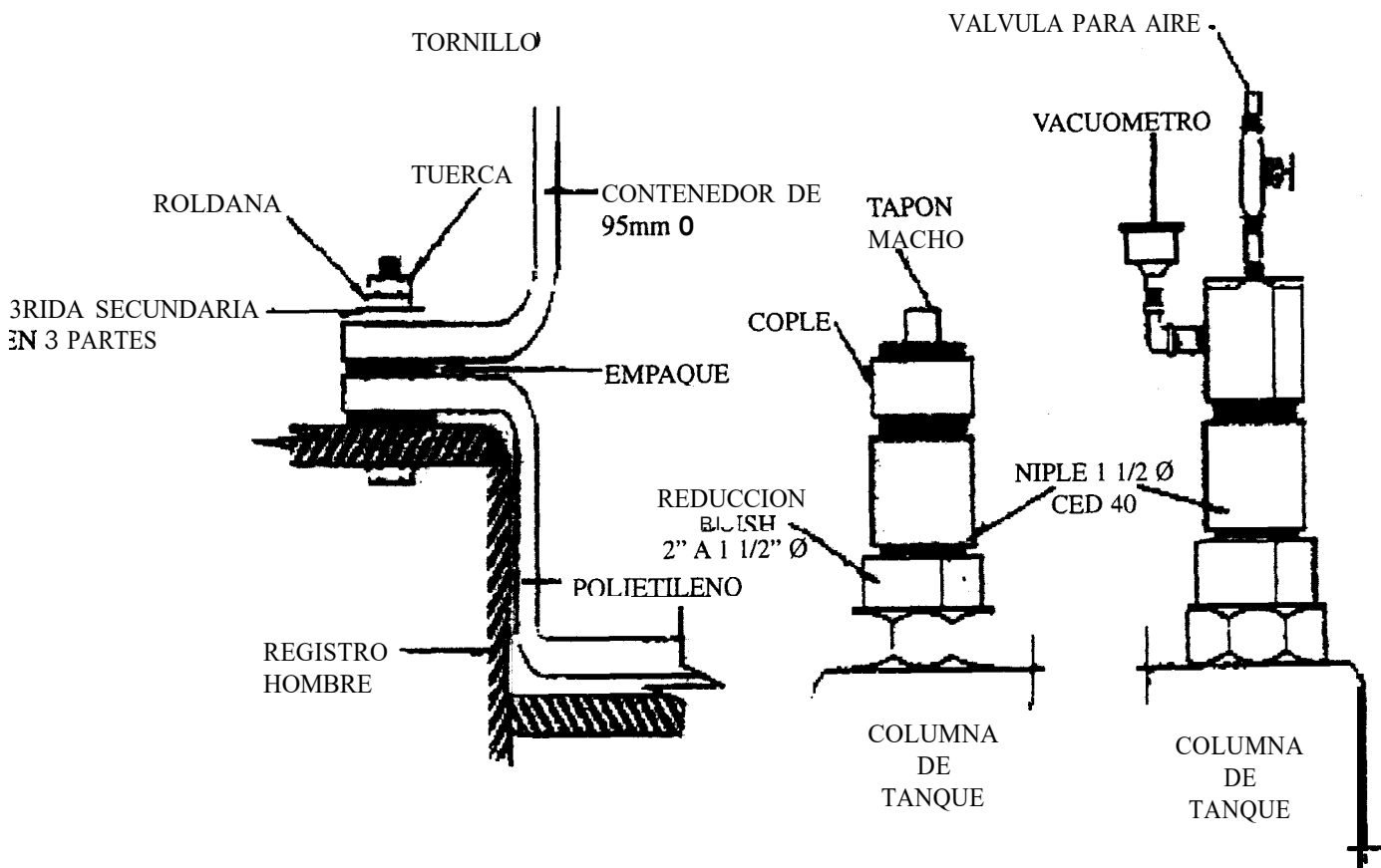


DETALLE B



DETALLE A

	Fecha	Nombre	ESPOL
Dib.	30-08-96	P. Abad	
Aprob	2-09-96	P. Abad	
ECU	SOLDADURA		PLANO - 3



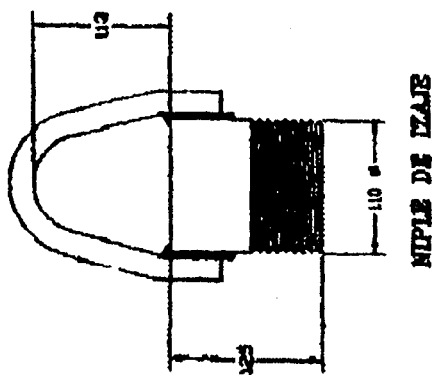
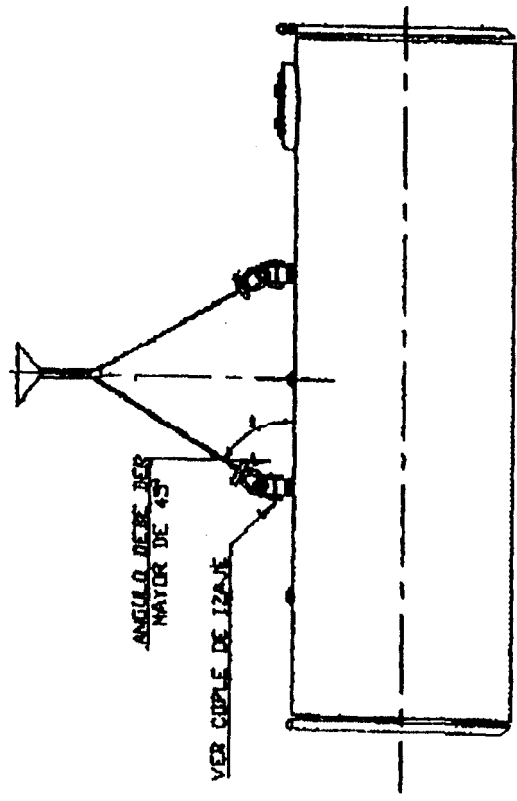
SECCION PARA
SONDA DE HUMEDAD

SECCION DE VACUOMETRO
PARA REVISION DE VACIO

	Fecha	Nombre
Elab.	30-08-96	P. Abad
Aprob	2-09-96	P. Abad

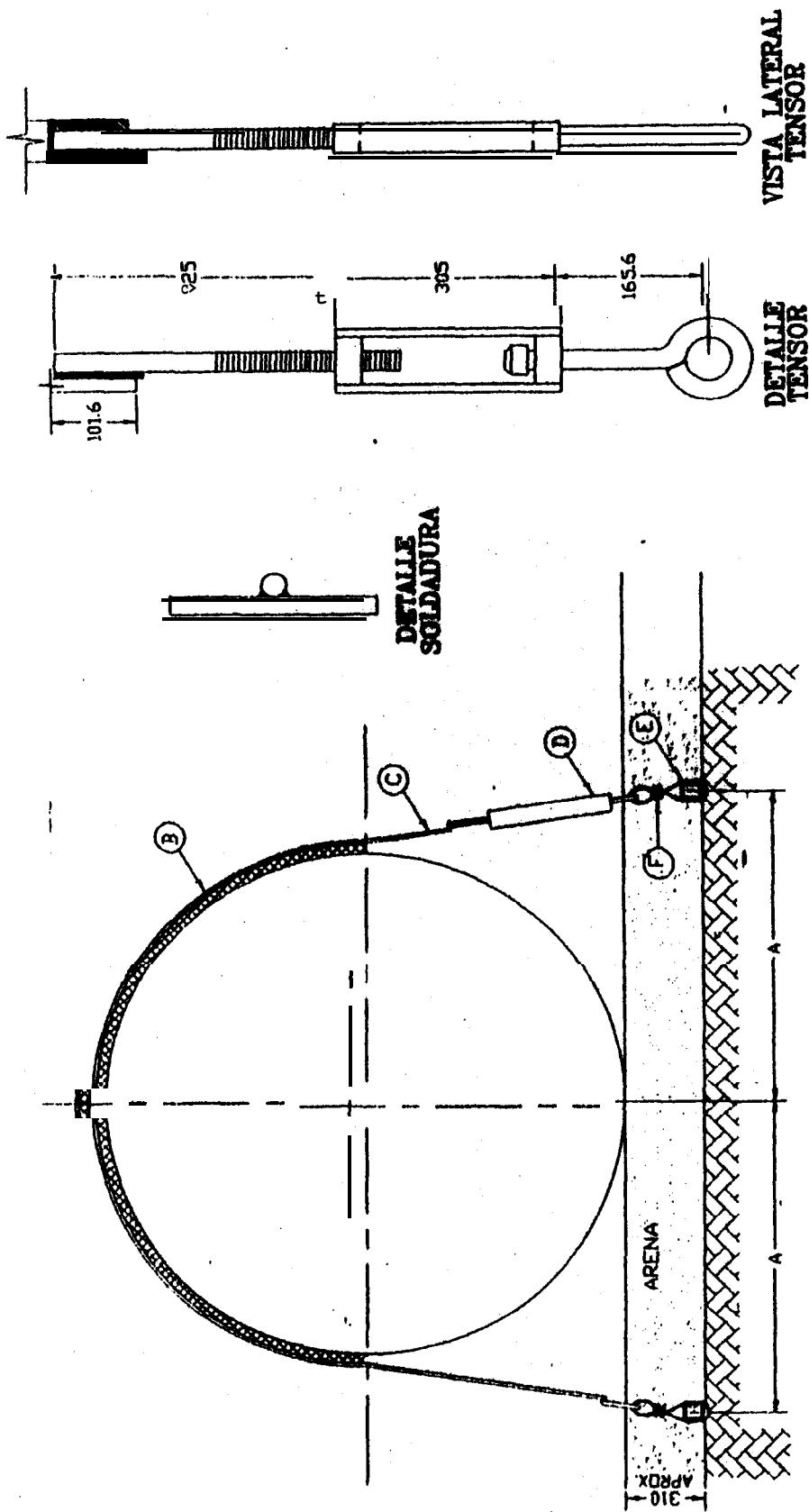
ESPOL

IZAJE DE TANQUE
DE 2500 A 10000 KG



Fecha	Nombre
Dib. 30-08-86	P. Abad
Aprob. 2-09-96	P. Abad

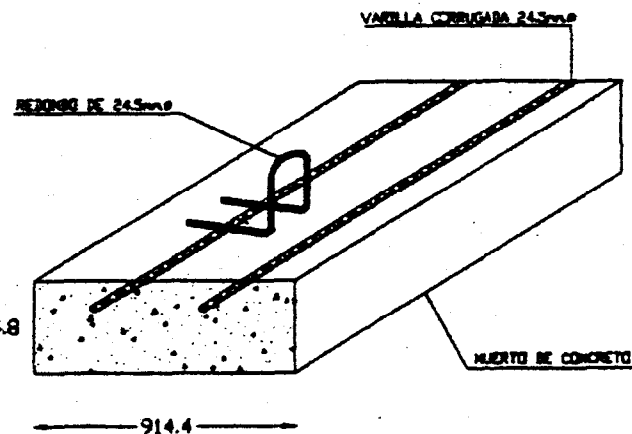
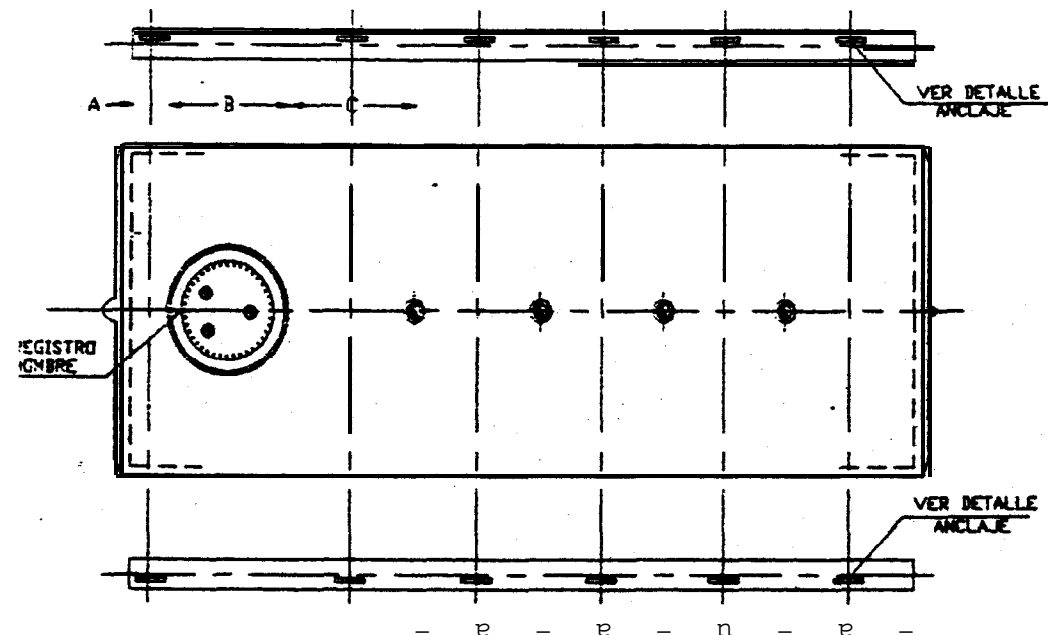
IEE S I P O I L



CAPACIDAD (KLS)	DIAMETRO (CHTS)	(A)	(B) NET PRENT	(C) SOLERA	(D) TENSOR	(E) CABLE	QTY	CHTS
20,000	2.465	380	5 X 127 X 394	6.35 X 101.6 X 480	BIRLO 25.4 Ø	19.05 Ø	2	2
30,000	2.465	380	5 X 127 X 394	6.35 X 101.6 X 480	BIRLO 25.4 Ø	19.05 Ø	6	3
40,000	3.065	730	5 X 127 X 483	6.35 X 101.6 X 480	BIRLO 25.4 Ø	19.05 Ø	6	3
50,000	3.065	730	5 X 127 X 483	6.35 X 101.6 X 480	BIRLO 25.4 Ø	19.05 Ø	8	4
60,000	3.065	730	5 X 127 X 483	6.35 X 101.6 X 480	BIRLO 25.4 Ø	19.05 Ø	10	5
80,000	3.065	730	5 X 127 X 483	6.35 X 101.6 X 480	BIRLO 25.4 Ø	19.05 Ø	12	6
100,000	3.065	730	5 X 127 X 483	6.35 X 101.6 X 480	BIRLO 25.4 Ø	19.05 Ø	16	8

Fecha	Nombre
Dib.	30-08-86 P. Abad
Apod.	2-08-86 P. Abad

IE S P O I L



DETALLE ANCLA

CAPACIDAD (LTS.)	A(mm)	B(mm)	C(mm)	D(mm)	Cinchos	Anclas
20,000	545	910	244	699	2	4
30,000	545	910	705	1160	3	6
30,000	545	910	588	588	3	8
40,000	545	910	481	936	3	6
50,000	545	910	1890	1890	4	8
50,000	545	910	765	1220	4	8
60,000	545	910	1408	1408	5	10
80,000	545	910	1948	1948	6	12
100,000	545	910	2145	2600	8	16

	Fecha	Nombre
Dib.	30-08-96	P. Abad
Rev.	2-09-96	Abad

ESPOL

BIBLIOGRAFIA

1. **INEM S.A.; Especificaciones** contractuales para la fabricación de tanques de doble pared ; 1996.
2. **TOTAL CONTAINMENT .INC.** Manual de chaqueta de **HPDE;U.S.A.;1995.**
3. **ASTM; Amerlcan Society for Testing and Materials;U.S.A.; 1976**
4. **ANSI/UL 58; American National** Standard ; U.S.A; 1985
5. **AWWA; Amsrlcan Water Works Association; U.S.A.; 1992.**
6. **ASME; American Society** for Mechanical Engineers; **Sec. V, VIII, IX;** 1992.
7. **MARKS;** Manual del Ingeniero **Mecánico;** Vol. II y III; 1993.
8. **LINCOLN ELECTRIC COMPANY;** The Procedure Handbook - **Arc Welding**
J.F. Lincoln foundation; USA; 1973.
9. **HORWITZ HENRY;** Soldadura: Aplicaciones y **práctica;México ; 1976.**

10. UL 1746; Under Writers **Laboratories** Inc.; Parte **III**; 1993.

II. EPA ; Evaluation Forms for the Total Containment Vacuum **Interstitial** Monitor for Jacket Tanks; U.S.A.; 1994.

12. **PETROMARKETING** DEL ECUADOR S.A. ; Especificaciones **técnicas** de la chaqueta de HPDE; 1996

13.**REGISTRO** OFICIAL, Organo del Gobierno del Ecuador; Decreto **Nº** 2982; Capitulo VII; 1995