



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE QUIMICA

NORMAS DE SEGURIDAD EN EL MANEJO
Y
TRANSPORTES DE PRODUCTOS POR
MEDIO DE AUTOS TANQUE

S U S T E N T A N T E
GUILLERMO DURAN TORRES

C A R R E R A :
INGENIERIA QUIMICA

1973



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Cuad. Tesis
Año 1973
Folios 111-88



QUÍMICA

JURADO ASIGNADO ORIGINALMENTE

PRESIDENTE: RAMON VILCHIS ZIMBRON
VOCAL: PABLO BARRCETA GONZALEZ
SECRETARIO: LEOPOLDO RODRIGUEZ SANCHEZ
1er. SUPLENTE: ENRIQUE JIMENEZ RUIZ
2do. SUPLENTE: JORGE MENCARINI PENICHE

SITIO DONDE SE DESARROLLO EL TEMA: PETROLEOS MEXICANOS
MARINA NACIONAL No. 329
MEXICO 17, D.F.

SUSTENTANTE: GUILLERMO DURAN TORRES. _____
ASESOR: ING. Q. LEOPOLDO RODRIGUEZ SANCHEZ. _____

I N D I C E

- I.- Introducción.
- II.- Generalidades sobre autos tanque.
- III.- Clasificación de productos para su transporte.
- IV.- Clasificación de autos tanque, descripción de accesorios y diseño de válvulas de seguridad.
- V.- Marcas reglamentarias, manejo y mantenimiento de autos tanque.
- VI.- Normas de seguridad durante la carga y descarga de autos tanque.
- VII.- Descripción general de una planta terminal de almacenamiento y distribución de productos inflamables.
- VIII.- Análisis económico en el transporte de productos por medio de autos tanque y optimización de una red de distribución.
- IX.- Conclusiones.
- X.- Bibliografía.

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

El transporte de materia prima o producto terminado de los centros de producción a los de distribución y consumo, representa un renglón muy importante en la economía, métodos y procedimientos de la Industria Química. Si además el producto está en forma líquida o gaseosa, algunos otros problemas de características muy especiales estarán presentes.

La topografía del país y las grandes necesidades técnicas y de mantenimiento de un sistema dinámico de flujo, así como la carencia de corrientes fluviales navegables y de puertos marítimos de altura, ha limitado el transporte de productos de este tipo, dentro de nuestra República, a los medios terrestres.

El trabajo que se presenta a continuación está enfocado al manejo de productos líquidos o gaseosos por medio de autos tanque. Y muy especialmente en lo que se refiere a las condiciones de seguridad que deben prevalecer durante el trabajo realizado con este tipo de equipo cuando el fluido a transportar sea un gas o líquido cuyas características físicas y/o químicas, lo hagan peligroso para el elemento humano, el bien más valioso de toda la industria.

II.- GENERALIDADES SOBRE AUTOS TANQUE.

La norma DIV-3 de Petroleos Mexicanos para la carga, descarga y manejo de autos tanque, define como auto-tanque, a todo recipiente diseñado para trabajar a presión o en condiciones atmosféricas, montado sobre una estructura común al motor de locomoción o bien sobre una estructura independiente a éste; el recipiente, por razones de tamaño, construcción y montaje, debe ser cargado o descargado sin separarlo del motor. El rodamiento del auto tanque debe realizarse mediante llantas de hule".

Todo auto tanque (o compartimiento de éste) usado para el transporte de productos peligrosos, debe ser un recipiente autorizado para el manejo de tal producto en cuanto a diseño, construcción, normas de trabajo y seguridad.

Los autos tanque solamente podrán llenarse en instalaciones adecuadas, los que cumplirán con todos los requisitos de seguridad vigentes, tales como equipo eléctrico- seleccionado y de protección contra incendio.

Los autos tanque destinados a transportar gas licuado de petróleo, cumplirán con las especificaciones que indica la Dirección General de Normas (Norma Oficial de Calidad de recipientes para GAS L.P. tipo no portátil B.G.N. B-94 1958) o bien con las especificaciones ICC-MC330 y MC331, cuando éstas sean más estrictas.

Quando los autos tanque se destinen a otros servicios estarán de acuerdo con las especificaciones ICC-MC300, MC301, MC302, MC303, MC304, MC305, MC306, MC307, MC310, MC311 y MC312. Los -

autos tanque se construyen actualmente de acuerdo a las especificaciones siguientes:

ICC-MC306, MC307, MC312 o MC331.

Los autos tanque de especificaciones ICC-MC300, MC301, MC302, MC303, MC304, MC305, MC311 y MC330, ya no se construyen pero pueden seguir en servicio, siempre y cuando cumplan con los requisitos para los cuales fueron diseñados.

A menudo se usan autos tanque de uso múltiple; los cuales tienen más de un compartimiento, cada uno de los cuales llena los requisitos como tanque separado; cuando son alterados físicamente para habilitarlos como recipientes que pueden transportar varios productos, deben satisfacer los requisitos establecidos para el producto por transportarse; las alteraciones físicas necesarias para convertir de un tipo de recipiente a otro, se indican claramente sobre o cerca de la placa de identificación.

Queda absolutamente prohibido el transporte de productos que durante su transporte puedan polimerizarse (combinarse o reaccionar consigo mismos) o descomponerse en forma tal que produzcan desprendimientos peligrosos de calor o gas. Tal tipo de materiales solo podrán transportarse cuando sean adecuadamente estables o estén inhibidos.

III.- CLASIFICACION DE PRODUCTOS PARA SU
TRANSPORTE.

1.- Gas comprimido.

Cualquier gas o mezcla de gases contenidos en un recipiente a presión absoluta mayor de 2.61 kg/cm² a 21.1°C, o que tenga una presión mayor de 7.3 kg/cm² a 54.5°C, sin tomar en cuenta la presión a 21.0°C; o bien cualquier líquido que tenga una presión de vapor absoluta mayor de 2.81 kg/cm², determinada según el método Reid (American Society of Testing Materials, D- 323).

2.- Gas comprimido inflamable.

Cualquier gas comprimido, de acuerdo con la definición del párrafo anterior, que mezclado con el aire al 13% o menos en volumen, forme una mezcla inflamable, o bien en que el rango de inflamabilidad, al estar mezclado con el aire, sea más amplio que un 12% no importando el valor del límite inferior; ambos límites deben determinarse a temperatura y presión normales. También se considera un gas comprimido como inflamable, cuando se sostiene la combustión, se propaga la llama o se produce explosión de una mezcla de gas con aire, en aparatos adecuados.

3.- Gas comprimido no licuado.

Es un gas que a la presión de carga del recipiente se encuentra totalmente en estado gaseoso a 21.0°C. El gas no deberá estar disuelto en ningún solvente.

4.- Gas comprimido licuado.

Es un gas que a la presión del aire del recipiente está parcialmente en estado líquido a 21.1°C.

5.- Gas comprimido en solución.

Cualquier gas comprimido no licuado que esté disuelto en un solvente.

6.- Líquido inflamable.

Es un líquido cuyo punto de inflamación en copa abierta se encuentra a la temperatura de 26.6°C o abajo de ésta.

7.- Líquido pirofórico.

Es un líquido que se inflama espontáneamente al entrar - en contacto con la atmósfera.

8.- Ácidos y otros líquidos corrosivos.

Aquellos líquidos de naturaleza ácida o alcalina, o en - general líquidos corrosivos, que en contacto con la piel causan daños por acción química, o bien los que en contacto con materia orgánica produzcan fuego.

9.- Artículos venenosos.

Se dividen en cuatro clases, de acuerdo al grado de peli - grosidad que presenten en su transporte.

- a) Veneno extremadamente peligroso, clase A, son ga - ses o líquidos venenosos de tal naturaleza que - una muy pequeña cantidad del gas, o vapor del lí - quido, mezclado con aire es peligroso para la vi - da. Esta clase incluye:

- . Bromoacetona
- . Gas cianógeno
- . Cloruros de cianógeno conteniendo menos de 0.9% de agua.

- . Difosgeno
- . Etil diclorarsina
- . Acido cianhídrico
- . Lewisita
- . Metil diclorarsina
- . Gas mostaza
- . Peróxido de nitrógeno (tetroxido)
- . Cloruro de fenil carbilamina
- . Fosgeno (difosgeno)
- . Mezclas de oxígeno de nitrógeno conteniendo más del 33.2% en peso de óxido nítrico.

b) Venenos menos peligrosos Clase B.

c) Gases lacrimógenos o sustancias irritantes - -
Clase C.

d) Materiales radioactivos Clase D.

IV.- CLASIFICACION DE AUTOS TANQUE, DESCRIP
CION DE ACCESORIOS Y DISEÑO DE VALVU-
LAS DE SEGURIDAD.

1.- Especificación MC331, auto tanque construido de acero, para transportar fundamentalmente gases comprimidos.

requerimientos generales:

Código de Construcción.

Los tanques no tendrán costuras, acero soldado o una combinación de ambas, y serán construidos de acuerdo con los requerimientos del ASME Boiler and Pressure Vessel Code, sección VIII para Unfired Pressure Vessels. Cada tanque deberá llenar también los siguientes requerimientos adicionales.

Presión de diseño.

La presión de diseño autorizada para un tanque bajo estas especificaciones deberá no ser menor que la presión de vapor del producto contenido adentro a 115°F. En ningún caso la presión será menor de 100 psig o mayor a 500 psig. El término "presión de diseño" como se usa en esta especificación es idéntica al de "máxima presión de trabajo permitida".

Aperturas.

a).- Las válvulas de alivio para el exceso de presión deberán estar localizadas en la parte superior del tanque o en los cabezales.

b).- Los tanques que transporten cloro estarán equipados con un orificio en la parte superior del mismo. El orificio será cubierto con una tapa de domo. No deberá existir ninguna otra apertura en el tanque.

c).- Diseño reflectivo.- Todo tanque permanentemente fijo

a un vehículo de motor, a menos que esté cubierto con una chaqueta de aluminio acero inoxidable u otro material brillante, deberá estar pintado de blanco, aluminio u otro color reflectivo en las dos terceras partes superiores del área del tanque. Aislamiento para tanques que transporten dióxido de carbono, cloro u óxido nítrico.

Todos los tanques que transporten este tipo de productos deberán aislarse con un material aislante de tal grosor que la conductancia térmica total a 60°F no sea mayor a 0.08 BTU por ft² por °F diferencial de la temperatura/hr.

El material aislante para óxido nítrico deberá ser no combustible. El aislante usado en tanques para cloro será corcho con un grosor mínimo de 4".

Relevado de esfuerzos.

Cuando se requiera relevado de esfuerzos de acuerdo con el Código ASME con el cual se construyó el tanque, se tratará al mismo como una sola unidad, después que se hallan completado todas las soldaduras en y/o la coraza y cabezales. Si el tanque transporta cloro, será totalmente radiografiado y relevado de esfuerzos.

Material.

a).- General.- Todos los materiales usados para la construcción del tanque y apertura será adecuado al uso de los productos a ser transportados y deberá cumplir con los requerimientos del Código ASME y/o los requerimientos de la American Society for Testing and Materials en todos sus aspectos.

Se requerirán pruebas de impacto en el acero usado en la fabricación de cada tanque construido de acuerdo con el Código ASME Case Interpretations Nos. 1204, 1297 y 1298. La prueba se hará en una base de lotes. Un lote se define como 100 toneladas o menos del mismo material sometido a un tratamiento de calor, teniendo una variación en el grosor no mayor a más o menos 25%. El mínimo impacto requerido para elemento total será de 20 ft-lb en la dirección longitudinal a menos 30°F, Charpy U-notch y 15 ft-lb en la dirección transversal a menos 30°F, Charpy V-notch.

Los valores requeridos para lotes menores serán reducidos en proporción directa al área de la sección de cruz debajo de la muesca. Si el lote no llena estos requerimientos, se aceptarán placas individuales si individualmente llenan estos requerimientos.

El fabricante deberá registrar el calor, y número de láminas y los valores certificados de impacto Charpy, si se requieren, de cada lámina usada en la construcción de un carro tanque junto con un diagrama que muestre la localización de las mismas en la coraza y las tapas del tanque.

La dirección del rolado final del material de la envuelta deberá ser la orientación circunferencial de la coraza del tanque.

b).- Para cloro.- Todas las placas, orificios de hombre y accesorios de tanque usados en el transporte de cloro, deberán ser de acero conforme a los requerimientos del Código ASTM - -

especificación A 300-58, titulada "placas de acero para recipientes sujetos a presión en servicios a bajas temperaturas". Los fabricantes de las placas deberán hacerle a las mismas, - las pruebas de impacto en las direcciones Transversal y Longitudinal del rolado a temperatura de menos 50°F.

c).- Para amoníaco.- todas las aperturas para amoníaco - anhídrido deberán ser de acero. Cobre, zinc, plata o sus aleaciones están prohibidas. Juntas de bronce tampoco están permitidas.

Grosor del metal.

El mínimo grosor del metal en la envolvente y accesorios deberá ser tal que la suma vectorial de los esfuerzos debidos a la presión interna (circunferencial o longitudinal; torsión, vibración y aceleración (hacia adelante y en freno), no exceda al 25% del mínimo esfuerzo de tensión especificado para ese metal. El tanque y sus accesorios serán diseñados en la base de dos "g" de carga en cualquier dirección. Para los propósitos de esta norma 2 "g" de carga es equivalente a 3 veces el peso estático de los artículos transportados; 2 "g" de carga de vibración, aceleración y torsión es equivalente al doble del peso estático soportado, aplicado horizontalmente a la superficie de rodamiento.

Esto no se aplica para láminas menores, en grosor, a 3/16 pulgadas, las cuales están prohibidas en todas las partes del tanque.

una tolerancia a la corrosión del 20% o de 0.10 pulg., cualquiera que sea la menor, deberá sumarse al grosor del metal requerido cuando se transporten productos corrosivos. En tanques para cloro el grosor de la pared deberá ser al menos 5/8 pulg. - incluyendo la tolerancia a la corrosión.

Juntas.

a).- Las juntas se harán de acuerdo a los requerimientos del ASME Boiler and Pressure Vessels code, sección VIII para unfired Vessels.

b).- Los procedimientos de soldadura y las pruebas a la misma, al menos una vez por año, se harán de acuerdo a la sección IX edición 1962, del código mencionado arriba.

c).- Todas las soldaduras que se hagan a la envolvente en forma longitudinal, serán en la mitad superior del recipiente. Registro de hombre.

Todos los tanques construidos de acuerdo con las ASME Case Interpretations Nos. 1204, 1297 y 1298 y aquellos con capacidad superior a 5,500 gal. deberán contar con registro de hombre. Salidas.

a).- todos los tanques que transporten líquidos deberán tener una apertura a fin de poder hacerse un completo drenaje.

b).- A excepción de los dispositivos para aforo, termómetros de pared y válvulas de seguridad, todas las aberturas en los tanques usados para transportar gases comprimidos que no sea dióxido de carbono, deberán estar cerrados con tapones, tapas o válvulas de exceso de flujo.

c).- válvulas para cloro deberán probarse a no menos de 225 psig. usando aire seco o gas inerte, antes de su instalación, y diariamente o antes de cada carga, lo que sea menos frecuente. Las válvulas y demás orificios deberán inspeccionarse buscando fugas a una presión de al menos 50 psig. después de cada carga, si se detectan fugas, deberán corregirse antes de hacerse el embarque.

Dispositivos de seguridad, válvulas y conexiones.

a).- Todo tanque deberá estar provisto de al menos una válvula de seguridad del tipo de cerradura de resorte y arreglada para descargar hacia arriba y sin obstrucción hacia el exterior.

b).- Si el ajuste de presión es externo a la válvula, deberá proporcionarse con medias para sellar el ajuste.

c).- Las válvulas de seguridad deberán ajustarse de tal manera que empiezan a descargar a una presión no mayor al 110% de la presión de diseño del tanque y no menor a la presión especificada para cada gas en otra parte de este trabajo.

d).- Cada válvula deberá estar permanentemente marcada, con la presión en psig. a la cual empieza a descargar, con la velocidad de descarga en ft³/min del gas o de aire a 60°F y la presión atmosférica. La capacidad de velocidad de descarga del dispositivo deberá ser determinada a una presión del 120% de la presión de diseño del tanque.

e).- Las válvulas de seguridad deberán tener comunicación directa con el espacio de vapor del tanque.

f).- Las conexiones a estas válvulas deberán tener el tamaño suficiente a fin de proporcionar la velocidad de descarga requerida.

g).- Todas las salidas de las válvulas de seguridad deben contar con un dispositivo que impida la entrada de agua o suciedad. Este dispositivo no debe impedir el flujo a través de la válvula.

h).- En tanques para CO y/o Óxido nítrico, todos los dispositivos de seguridad deberán instalarse en forma tal que los efectos enfriadores de estos productos no impidan la operación efectiva de estos dispositivos. Además de las válvulas de seguridad requeridas, estos tanques deben ser equipados con uno o más dispositivos de control.

i).- Juntas soldadas para los tubos deberán ser usadas siempre que sea posible. Metales maleables están prohibidos en la construcción de válvulas o uniones y codos.

j).- El esfuerzo de ruptura de todos los tubos, uniones y codos, deberá ser al menos 4 veces la presión de diseño del tanque y no menos de 4 veces la presión a la cual puedan estar sujetos al estar en servicio bajo la acción de una bomba u otro dispositivo. Todos los acoplamientos y las conexiones deben diseñarse para una presión de al menos 20% en exceso de la presión requerida y no deben existir fugas cuando se hagan las conexiones.

k).- Cada válvula será diseñada, construida y marcada para

una relación de presión no menor a la presión de diseño del tanque a la temperatura de trabajo.

l).- Diseños adecuados se harán a fin de prevenir daños a la tubería debido a expansiones y contracciones térmicas, movimientos y vibraciones.

m).- Tuberías y sus accesorios deberán agruparse en los espacios más pequeños practicables y protegerse lo más posible de daños que pudieran causarse por golpes debidos a colisión con otros vehículos u objetos, perforaciones y otros.

n).- Todos los autos tanque deberán proveerse de una defensa diseñada a fin de prevenir daños al cuerpo del tanque o sus accesorios en las colisiones.

Control en descargas de emergencia.

a).- Todas las válvulas de exceso de flujo y las válvulas check de alivio deberán estar localizadas dentro del tanque o dentro de orificios soldados como una parte integral del tanque.

b).- Válvulas de exceso de flujo deberán cerrar automáticamente a la razón del flujo de gas o líquido especificado por el fabricante.

Válvulas de exceso de flujo pueden diseñarse con un bypass que no exceda a un diámetro de 60, a fin de permitir igualación de presión.

El gasto en la tubería más allá de la válvula de exceso de flujo, deberá ser mayor que en la válvula misma y tal gasto debe incluir el de la tubería, conexiones y válvulas.

Las líneas de llenado y descarga deberán estar provistas de válvulas shutoff manuales, localizadas tan cerca del tanque como sea posible, excepto donde válvulas internas de cierre automático estén presentes, en cuyo caso una válvula shutoff manual pueda colocarse en cualquier lugar de la línea. Aperturas para la descarga de líquidos.

Toda apertura para descarga de líquidos en tanques que transporten gases comprimidos inflamables y para amoníaco anhidro deberá estar acoplada a una válvula shutoff interna de control remoto. Tal válvula deberá llenar los siguientes requerimientos:

a).- El cuerpo de la válvula deberá estar acomodado en el interior del tanque.

b).- Todas las partes de la válvula deben ser hechas de material no sujeto a corrosión u otra deterioración en presencia del producto a transportar.

c).- El arreglo de las partes debe ser tal que los daños ocasionados a la parte exterior del tanque no provoquen desajustes en la válvula.

d).- La válvula puede operarse por medios mecánicos, hidráulicos, o por aire, o por presión del gas.

e).- La válvula debe proveerse con medios remotos para su cierre automático, mecánicos y térmicos, en al menos dos lugares, para tanques con capacidad superior a 3,500 gal. de agua.

Dispositivos por medición de nivel.

a).- Todos los recipientes para autos tanque, excepto tanques que se llenan por peso, deben estar equipados con uno o más de los siguientes dispositivos que indiquen exactamente el máximo nivel de líquidos permitido.

CLASE DE GAS	DISPOSITIVOS PERMITIDOS PARA CONTROL DE NIVEL DE LLENADO.
Amoniaco anhidro	Tubo giratorio; tubo de inmersión ajustable; tubo de longitud de inmersión fija.
Dimetilamina anhidro	Ninguno
Monometilamina anhidra	Ninguno
Trimetil amina anhidra	Ninguno
Solución acuosa de amoniaco <u>con</u> teniendo amoniaco anhidro.	Tubo giratorio; tubo de inmersión ajustable; tubo de longitud de inmersión fija.
Butadieno inhibido	"
Dióxido de carbono, líquido.	"
Cloro	Ninguno
Diclorodifluoro metano	Ninguno
Mezcla de Diclorodifluoro metano y difluoro etano (mezcla de pto. de ebullición constante).	Ninguno

Mezcla de bicloro difluoro meta- no-diclorotetrafluoro etano.	Ninguno
Mezcla de Diclorodifluoro meta- no monofluoro triclorometano.	Ninguno
Difluoroetano	Ninguno
Hexafluoropropileno	Ninguno
Gases de petróleo licuados	tubo rotatorio; tubo de inmer- sión ajustable; tubo de longi- tud de inmersión fija.
Cloruro de metilo	Tubo de longitud de inmersión fija.
Metil mercaptano	Tubo rotatorio; tubo de inmer- sión ajustable; tubo de longi- tud de inmersión fija.
Monocloro difluoro metano	Ninguno
Oxido nitroso	Tubo rotatorio; tubo de inmer- sión ajustable; tubo de longi- tud de inmersión fija.
Dioxido de azufre	tubo de longitud de inmersión fija.
Cloruro de vinilo	Ninguno
Fluoruro de vinilo, inhibido	Ninguno

b).- Todos los tanques para dióxido de carbono y óxido nítrico deberán proveerse de un dispositivo medidor de presión adecuado. Una válvula shutoff debe instalarse entre este dispositivo y el tanque. Este dispositivo debe usarse solo durante la operación de llenado.

c).- Todas las aperturas para dispositivos medidores de nivel y de presión, excepto para tanques que transporten dióxido de carbono u óxido nítrico, deben estar restringidos a o dentro del tanque por orificios no mayores a 0.060 pulg. de diámetro.

Pruebas de inspección.

a).- Inspección de los materiales de construcción del tanque y sus accesorios, así como del tanque terminado, deberá hacerse de acuerdo con el ASME Boiler and Pressure Vessels Code, sección VIII para Unfired Pressure Vessels, edición 1962. La presión original de prueba deberá ser al menos el doble de la presión de diseño del tanque.

b).- Todos los tanques construidos de acuerdo con el ASME Case Interpretations, Nos. 1204, 1297 y 1298, deberán sujetarse después de la prueba hidrostática y tratamiento térmico a las soldaduras, a una inspección por partículas magnéticas en todos los cordones de soldadura en y sobre la envolvente y tapas del tanque, por dentro y por fuera. El método de inspección se hará conforme al apéndice VI del Código anteriormente mencionado, párrafos UA70 a UA72.

c).- En tanques de capacidad superior a 3,500 gal. de agua a menos que sean totalmente radiografiados, deberán hacerse - - pruebas a los cordones de soldadura de la envolvente y las tapas, por dentro y por fuera, por medio del método de partículas magnéticas de penetración de líquido y las pruebas ultrasónicas de acuerdo con el ASME Case Interpretations NO. 1275 - N.

d).- Todos los defectos encontrados deberán ser reparados, los tanques sujetos a tratamiento térmico después de la soldadura y nuevamente probadas las áreas afectadas.

4.- Requerimientos para diseño y construcción de las especificaciones para autos tanque MC306, MC307 y MC312.

Material.

Todas las envolventes, tapas, corazas, baffles y accesorios que no requieren ser construidos de acuerdo con el ASME - Boiler and Pressure Vessel Code, deberán llenar los siguientes requerimientos mínimos:

Sólo las aleaciones de aluminio apropiadas para fusión por soldadura y en cumplimiento con una de las siguientes especificaciones ASTM, podrán usarse:

ASTM	B-209	Aleación	5052
ASTM	B-209	Aleación	5086
ASTM	B-209	Aleación	5154
ASTM	B-209	Aleación	5254
ASTM	B-209	Aleación	5454
ASTM	B-209	Aleación	5652

Acero	(MS) Mild Steel	(HSLA) High Strength Low Alloy steel	(SS) Austenitic Stainless steel
Punto de cedencia			
Psi.....	25,000	45,000	25,000
Ultima resistencia			
Psi.....	45,000	60,000	70,000
Elongación, mues- tras de pulg.			
%.....	20	25	30

Integridad estructural.

a).- Máximos valores de esfuerzos.- El valor máximo de esfuerzo calculado no deberá exceder en 20% a la mínima última resistencia del material, excepto cuando el recipiente se haya diseñado de acuerdo al ASME Boiler and Pressure Vessels Code, edición 1965.

b).- Cargas.- Los autos tanque deberán proveerse con elementos estructurales adicionales a fin de prevenir esfuerzos resultantes en exceso de los permitidos en el párrafo superior.

Deberán tomarse en consideración las fuerzas impuestas por cada una de las siguientes cargas adicionales.

Carga dinámica bajo todas las condiciones de carga del producto; presión interna, cargas superpuestas, tales como equipo de operación, aislamientos, líneas, tuberías, gabinetes, etc., reacciones de flejes de soporte y otras guarniciones, efectos

de graduantes de temperatura, resultantes del producto y las temperaturas ambientes extremas.

Juntas.

a).- Resistencia de juntas de aleaciones de aluminio.- Todas las juntas soldadas de aleaciones de aluminio deberán hacerse de acuerdo con los requerimientos generales, y la eficiencia de la junta no deberá ser menor al 85% de las propiedades del material adyacente. La soldadura se hará por medio del proceso de soldadura de arco de gas usando como metal de relleno aleación de Al-Mg.

b).- Resistencia de juntas de acero (Mild steel (MS), High strength low alloy (HSLA), Austenitic stainless steel (SS).- Las juntas deberán hacerse de acuerdo con los requerimientos generales y la eficiencia de cualquier junta deberá ser no menor al 85% de las propiedades mecánicas del metal adyacente en el tanque.

Combinación de lámina de mild steel (MS), high strength low alloy (HSLA) y/o austenitic stainless (SS), pueden usarse en la construcción de un solo tanque, a condición de que cada metal, cuando se use, llene los requerimientos mínimos especificados para el material usado en la construcción de esa sección del tanque.

c).- Pruebas.- Cumpliendo con los requerimientos contenidos en los párrafos (a) y (b) de esta sección, para las juntas soldadas entre la envolvente, tapas, coraza, baffles, flejes, etc., -

del tanque, deberá ser determinado por la preparación de materiales representativos de aquellos usados en tanques sujetos a esta especificación y por la misma técnica de fabricación. Dos especímenes de prueba serán sujetos a esfuerzos de tensión. Un par de los especímenes de prueba puede representar todos los tanques que se vayan a hacer de la misma combinación de materiales, por la misma técnica y por el mismo fabricante, dentro de los 6 meses después que las pruebas en tales muestras han sido completadas.

Refuerzos circunferenciales.

a).- Tanques con grosor de pared menores a 5/8" deberán en adición a las tapas, ser circunferencialmente reforzados con flejes, baffles o unillos. Se pueden usar combinaciones de los mismos.

Tales refuerzos deberán localizarse de tal manera que la máxima porción sin refuerzo no sea mayor en ningún caso a 60 pulgadas.

b).- Baffles o flejes circulares si se usan como refuerzos deberán ser circunferencialmente soldados a la pared del tanque. La soldadura no debe ser menor al 50% de la circunferencia total del recipiente y el máximo espacio sin soldadura en esta junta no deberá exceder a 40 veces el grosor de la envolvente.

c).- Tanques diseñados para transportar diferentes productos los cuales si se combinan durante el tránsito del vehículo puedan causar condiciones peligrosas o evolución de calor o gas

deberán proporcionarse con compartimientos separados por un espacio de aire.

d).- Cuando se usen anillos rígidos como refuerzos, deberán rodear circunferencialmente al tanque y deberán tener un módulo de sección cercano al eje neutral de la sección del anillo paralelo a la pared del recipiente, al menos igual al determinado por la siguiente fórmula:

$$\frac{I}{C} (\text{mín}) = 0.00027 WL \text{ (MS, HSLA y SS) acero.}$$

$$\frac{I}{C} (\text{mín}) = 0.000467 WL \text{ (aleaciones de aluminio).}$$

donde:

$$\frac{I}{C} = \text{módulo de sección (in}^3\text{)}$$

w = Diámetro del tanque (in)

L = Espaciamiento del anillo (in)

Protección contra daños por accidentes.

El diseño, construcción y/o instalación de todo auto tanque deberá tender a minimizar el daño causado por accidente a la integral de retención del producto.

Tanques para uso múltiple.

a).- Si un auto tanque se construye de acuerdo con los requerimientos de una especificación y puede alterarse físicamente con el fin de llenar las especificaciones de esta parte; o para transportar un producto que no requiera un tanque con es-

pecificaciones, tal alteración será claramente indicada en el certificado de manufactura proporcionado por el fabricante.

b).- Si un auto tanque se divide en compartimientos y cada compartimiento se construye de acuerdo con los requerimientos de una especificación MC diferente, deberá existir una placa de metal, colocada en el lado derecho, cerca del frente de cada compartimiento, con información pertinente al compartimiento.

5.- Especificación MC 306.

Requerimientos generales.

a).- La especificación MC 306 para autos tanque debe cumplir con los requerimientos generales de diseño y construcción mencionados anteriormente, además de los que se detallan a continuación.

b).- La presión de diseño de cada auto tanque no deberá ser menor que la presión interna ejercida por el producto en el interior del recipiente cuando este se encuentre lleno y en su posición de transporte.

Grosor de la envolvente, tapas, baffles y coraza.

El mínimo grosor del material autorizado en cada una de las partes del tanque deberá ser tal que no exceda los valores máximos de esfuerzo requeridos para la integridad estructural, pero en ningún caso serán menores que los indicados en las tablas I y II que se muestran a continuación:

T A B L A 1

Grosor mínimo para tapas, coraza y baffles.

Mild steel (MS), High strength Low Alloy Steel (HSLA).

Austenitic Stainless Steel (SS), en U.S. std., gauge, Aluminium Allow.

(AL) - expresado en décimas de pulgada.

	CAPACIDAD EN GALONES POR PULGADA											
	10 ó menos			10 - 14		14 - 18			sobre 18			
	HSLA			HSLA		HSLA			HSLA			
	MS	SS	AL	MS	AL	MS	AL	MS	AL	SS		
Grosor	14	15	0.096	13	14	0.109	12	13	0.130	11	12	0.151

TABLA 11.- GROSOR MÍNIMO DE LA ENVOLVENTE. MILD STEEL (MS), HIGH STRENGTH LOW ALLOY STEEL (HSLA), - AUSTENITIC STAINLESS STEEL (SS) EN U.S. STD. GAUGE; ALUMINIUM ALLOY (AL).- EXPRESADO EN DÉCIMAS DE - PULGADA.

DISTANCIA ENTRE OO RAZA, BAFFLES			CAPACIDAD VOLUMÉTRICA EN GAL/PULGADA											
			10 O MENOS			10 - 14			14 - 18			SOBRE 18		
			MS	HSLA SS	AL	MS	HSLA, SS	AL	MS	HSLA, SS	AL	MS	HSLA, SS	AL
MENOR A 70 IN	36 IN O MENOS	14	16	0.087	14	16	0.087	14	15	0.096	13	14	0.109	
	36-54 IN	14	16	.087	14	15	.096	13	14	.109	12	13	.130	
	54-60 IN	14	15	.096	13	14	.109	12	13	.130	11	12	.151	
70-90 IN	36 IN O MENOS	14	16	.087	14	15	.096	13	14	.109	12	13	.130	
	36-54 IN	14	15	.096	13	14	.109	12	13	.130	11	12	.151	
	54-60 IN	13	14	.109	12	13	.130	11	12	.151	10	11	.173	
90-125 IN	36 IN O MENOS	14	15	.096	13	14	.109	12	13	.130	11	12	.151	
	36-54 IN	13	14	.109	12	13	.130	11	12	.151	10	12	.173	
	54-60 IN	12	13	.130	11	12	.151	10	11	.173	9	10	.194	
125 IN O MÁS	36 IN O MENOS	13	14	.109	12	13	.130	11	12	.151	10	11	.173	
	36-54 IN	12	13	.130	11	12	.151	10	11	.173	9	10	.194	
	54-60 IN	11	12	.151	10	11	.173	9	10	.194	8	9	.216	

RADIO MÁXIMO DE LA ENVOLVENTE.

Los grosores para material contenido en las tablas I y II son mínimos basados en una densidad de producto de 7.2 lb/gal. Si el tanque está diseñado para contener productos de densidad más alta, los galones por pulgada usados para determinar el grosor mínimo del material, deberán calcularse multiplicando la capacidad por sección requerida, en galones por pulgada, por la densidad del producto, en lb/gal, y dividido por 7.2. Aberturas de llenado y registros de hombre.

Todo compartimiento de más de 2,500 gal. de capacidad deberá ser accesible por medio de un registro de hombre de al menos 11 x 15 pulgadas. El registro de hombre y/o las aperturas para llenado deberán cubrirse con tapas adecuadas para cerrar convenientemente estos registros.

Deberán, estas tapas, tener capacidad estructural para soportar presiones internas del fluido de 9 psig sin sufrir deformaciones permanentes. Dispositivos de seguridad deberán proveerse para evitar la apertura total de las tapas cuando exista presión interna.

Dispositivos de venteo.

a).- Todos los compartimientos de un auto-tanque deberán proveerse de dispositivos de venteo. Todos estos dispositivos deberán comunicarse con el espacio de vapor. Válvulas shutoff no deberán instalarse entre la apertura del tanque y cualquier dispositivo de seguridad. Dispositivos de alivio deberán colo-

carse a modo de eliminar la acumulación de agua, la congelación de la cual podría impedir la operación de descarga del dispositivo.

b).- Todo compartimiento del auto tanque deberá tener aperturas cubiertas con venteos de presión y vacío con un paso mínimo de 0.44 in². Todos los venteos de presión deberán ajustarse a abrir a no más de 1 psig y todas las de vacío a no más de 6 onzas de presión.

Ambos tipos de venteo deben diseñarse a fin de prevenir derrames del líquido en el caso de que el vehículo se voltee.

c).- Si el tanque está diseñado para ser cargado o descargado con la cubierta del domo cerrada, los dispositivos de venteo descritos en el párrafo anterior deberán limitar al vacío a 1 psig y la presión del tanque a 3 psig. A menos que exista un control efectivo contra el llenado excesivo del tanque, el dispositivo de presión deberá tener capacidad suficiente para líquido a fin de evitar que la presión exceda 3 psig en un llenado excesivo.

d).- Descarga de emergencia en presencia de fuego.- La capacidad total para venteo de emergencia (en ft³/hr) de cualquier compartimiento de un auto tanque no deberá ser menor al determinado por la tabla III.

Todos los compartimientos de un auto tanque deberán equiparse con dispositivos de venteo que operen bajo presión. Estos dispositivos deben ser puestos para abrir a no menos de 3 psig

y cerrar cuando la presión caiga a 5 psig o menos. La capacidad de venteo mínima en uno de estos dispositivos será de 6000ft³/hr de aire libre (14.7 psig y 60°F) de un tanque con una presión de 5 psig. Estos dispositivos de venteo deben diseñarse en forma tal que eviten derrame bajo cualquier condición de giro del vehículo.

e).- Todos los tipos y tamaños de dispositivos de venteo - deberán ser probados de acuerdo con las condiciones de presión de los párrafos precedentes y tales condiciones, inscritas en - el dispositivo mismo.

T A B L A III.

Capacidad mínima para venteo de emergencia en ft^3 ; aire libre/hr (14.7 P.S.I.A. y 60°F).

Area expuesta (ft^2)	ft^3/hr de aire libre
20	15,800
30	23,700
40	31,600
50	39,500
60	47,400
70	55,300
80	63,300
90	71,200
100	79,100
120	94,900
140	110,700
160	126,500
180	142,300

200	158,100
225	191,300
250	203,100
275	214,300
300	245,700
400	265,000
450	283,200
500	300,600
550	317,300
600	333,300
650	348,800
700	363,700
750	378,200
800	392,200
850	405,900
900	419,300
950	432,300
1,000	445,000

Nota: Interpole para tamaños intermedios.

Control en flujo de emergencia.

Toda apertura para descarga del producto deberá equiparse con una válvula shutoff de cierre automático, diseñada, instalada y protegida de acuerdo con las especificaciones generales mencionadas en otra parte de este capítulo y operar de forma tal que evite la descarga accidental del contenido. Estas válvulas deben colocarse dentro del tanque o en un punto fuera del tanque donde la línea entra o deja al tanque. Cuando sean válvulas para descarga deberán, en adición a los medios normales, ser cerradas por un dispositivo que actúa con la temperatura. Este dispositivo operará a temperaturas no superiores a 250°F. Medios secundarios para la clausura o apertura deben proveerse lejos del lugar de descarga o llenado para los casos de fuego u otro accidente.

Métodos de prueba.

a).- Prueba para fugas.- Todo auto tanque deberá probarse para una presión hidrostática o de aire mínima de 3 psig o al menos igual a la presión de diseño del tanque, cualquiera que sea la más grande, a la totalidad del tanque incluido el domo. Si el tanque está dividido en compartimientos, cada compartimiento deberá probarse individualmente estando los adyacentes vacíos y a la presión atmosférica. Si se usa presión de aire, deberá ser mantenida por un período de al menos 5 min. durante los cuales la superficie total de todas las juntas bajo presión deberán cubrirse con una solución de jabón, aceite u otro

material adecuado al propósito. La formación de espuma o burbujas indicará la presencia de fugas.

Si se usa presión hidrostática para la prueba, deberá hacerse con agua u otro líquido de viscosidad similar, la temperatura del cual no deberá exceder los 100°F durante la prueba y aplicando presión como se describe arriba, todas las juntas sujetas a presión deberán inspeccionarse buscando derrames de líquido.

Todos los tanques que fallen estas o cualquiera otra prueba similar no calificarán para llenar los requisitos de esta especificación. En caso de reparaciones, las pruebas serán aplicadas nuevamente hasta que no existan indicios de fugas.

b).- Pruebas de distorsión o deformación.- Todos los tanques probados para presión deberán pasar tal prueba sin distorsiones o deformaciones en cualquiera de sus partes. Si esto no ocurre, el tanque será retirado del servicio y reparado hasta que ambas pruebas sean pasadas con éxito, de otro modo no calificarán para esta especificación.

6.- Especificación MC 307.

Requerimientos generales.

a).- La especificación MC 307 debe llenar completamente los requisitos de diseño y construcción mencionados anteriormente para tanques MC306, MC307 y MC312 además de los que se dan a continuación.

b).- La presión de diseño (máxima presión de trabajo per-

misible) de cada auto tanque deberá no ser menor a 25 psig. Para presiones de trabajo superiores a 50 psig el tanque deberá ser diseñado de acuerdo a los requerimientos de la sección - - VIII del ASME Boiler and Pressure Vessel Code, edición 1965.

c).- Los tanques deberán ser de sección de cruz circular.

Espesor de la envolvente, tapas, coraza y baffles.

a).- Espesor del material.- El espesor mínimo para el material del tanque no deberá ser menor que el obtenido aplicando las siguientes fórmulas, ni menor que la especificada en las tablas adjuntas:

$$\text{Espesor de la envolvente} = T_s = \frac{PD}{2SEs}$$

$$\text{Espesor de las tapas} = T_n = \frac{0.395PL}{S_m}$$

para presión en el lado cóncavo únicamente.

donde:

T_s = Espesor mínimo del material de la envolvente, excluyendo el ajuste por corrosión u otra causa.

T_n = Espesor mínimo para las tapas, después de formarlas, excluyendo el ajuste por corrosión u otra causa.

P = Presión de diseño, lb/in².

D = Diámetro interior de la envolvente, in.

L = Radio interno de la corona de la tapa, in.

- S = Valor máximo de tensión permisible, lb/in²
 ES = Eficiencia mínima de cualquier junta longitudinal en la envolvente (máx. 85%).
 ES = Eficiencia mínima de cualquier junta en la tapa - (máx. 85%).

T A B L A IV.

Presor mínimo de las tapas, baffles y ccraza Mild - Steel (MS) High strength Low Alloy (HSLA) y Austenitic - Stainless Steel (SS) expresados en medidas std. USA; Alu- minio Alloy (AL) en décimas de pulgada.

Capacidad del tanque en Gal/in													
10-14		14-18		18-22		22-26		26-30		sobre 30			
MS	AL	MS	AL	MS	AL	MS	AL	MS	AL	MS	AL	MS	AL
0.125		0.150		0.175		0.200		0.225		0.250		0.275	
13	14	12	13	11	12	10	11	9	10	8	9	0.275	

El radio interno de la corona no deberá ser menor a tres veces el grosor del material.

Para tapas sujetas a presión por el lado convexo, el grosor del material obtenido de acuerdo con la fórmula anterior deberá ser incrementado en un 67%, a menos que tales tapas - estén adecuadamente sujetas en tal forma que impidan la distorsión.

GLOSOR MÍNIMO PARA LÁMINAS DE LA ENVOLVENTE. MILD STEEL (MS), HIGH STRENGTH LOW ALLOY (HSLA), Y AUSTENITIC STAINLESS STEEL (SS) EXPRESADOS EN MEDIDAS STD. USA; ALUMINUM ALLOY (AL) EN DÉCIMAS-DE PULGADA.

		CAPACIDAD DEL TANQUE EN GAL/ IN.						
		10 O MENOS	10 A 14	14 - 18	18 - 22	22 - 26	26 - 30	SOBRE 30
DISTANCIA EN TRE BAFFLES -- BOLQUADS, U- OTROS STIFFE- NERS DE LA -- ENVOLVENTE.		M S HSLA, SS A L	M S HSLA, SS A L	M S HSLA, SS A L	M S HSLA, SS A L	M S HSLA, SS A L	M S HSLA, SS A L	M S HSLA, SS A L
	PULGADAS							
30 MENOS		14 16 0.109	14 16 0.109	14 15 0.109	13 14 0.130	12 13 0.151	11 12 0.173	10 11 0.194
DE 36 A 54		14 16 .109	14 15 .109	13 14 .130	12 13 .151	11 12 0.173	10 11 0.194	9 10 .216
54 A 60		14 15 .109	13 14 .130	12 13 .151	11 12 .173	10 11 0.194	9 10 0.216	8 9 .237

b).- Tolerancia a la corrosión.- Recipiente o partes de recipientes sujetos a adelgazamiento por corrosión, erosión o por abrasivos mecánicos, deberán diseñarse con un exceso en el grosor del encontrado por la fórmula, o por algún otro método de protección, a fin de que el servicio y la vida de uno de tales recipientes este de acuerdo con la especificación. El material agregado con estos propósitos no necesariamente necesita ser del mismo grosor para todas las partes del recipiente si diferentes grados de ataque ocurren en varias partes.

Tapas para registro de hombre.

Todos los compartimientos deberán ser accesibles por un registro de 15 pulgadas de diámetro interno. Todas las juntas entre la tapa del registro de hombre y sus soportes deberán hacerse en forma tal que eviten el escape de líquido o vapor.

Las tapas deberán tener capacidad estructural o superficie para soportar presiones de 40 psig o de 1.5 veces la presión de diseño del tanque, cualquiera de las dos que sea más grande, sin sufrir deformaciones o abrirse.

Venteo.

a).- Todos los compartimientos de un auto tanque deben proveerse con dispositivos de alivio que se comuniquen con el espacio de vapor. No se deberán instalar válvulas shutoff entre la apertura del tanque y cualquier dispositivo de seguridad. Estos dispositivos de seguridad se encontrarán, acoplarán o montarán en forma tal que eviten la acumulación de agua, el congelamien-

to de la cual podría inhibir la capacidad de descarga del dispositivo.

b).- Estos dispositivos deberán tener la capacidad suficiente para limitar la presión interna del tanque a 130% de su presión de diseño. Esta capacidad no deberá ser menor que la determinada por la tabla que se muestra a continuación. Use la superficie externa del tanque como área expuesta.

Capacidad de ventilación de emergencia mínimas en ft³; -
aire libre/hr (14.7 psig y 60°F).

Area expuesta ft ²	ft ³ aire li- bre/hr	Area expues- ta ft ²	ft ³ aire li- bre/hr
20	15,800	225	191,300
30	23,700	250	203,100
40	31,600	275	214,300
50	39,500	300	225,100
60	47,500	350	245,700
70	55,300	400	265,000
80	63,300	450	283,200
90	71,200	500	300,600
100	79,100	550	317,300
120	94,200	600	333,300
140	110,300	650	348,800
160	126,500	700	363,700
180	142,300	750	378,200
200	158,100	800	392,200
		850	405,900
		900	419,300
		950	432,300
		1,000	445,000

c).- Todos los compartimientos del auto tanque deberán estar equipados con ventilación que actúe por presión o con válvulas de venteo que abran a presiones no menores a la presión de diseño. Estos dispositivos se diseñarán para funcionar en caso de incremento súbito de la presión ocasionada por movimiento del vehículo.

d).- Todos los tipos y tamaños de dispositivos de venteo deberán probarse de acuerdo con los rangos especificados en los párrafos precedentes.

La capacidad de ventilación del dispositivo, expresada en ft^3 de aire libre/hr a la presión en psig a la cual se realizó la medición, deberá estamparse en el dispositivo.

Aperturas.

a).- Todas las aperturas para descarga del producto deben equiparse con una válvula shutoff de cierre automático, diseñada,

instalada y protegida de acuerdo con las especificaciones generales mencionadas anteriormente para este tipo de auto tanque, y operar en forma tal que evite el escape accidental del contenido. Estas válvulas se encontrarán localizadas dentro del tanque o acopladas al orificio o cople, por un cordón de soldadura. Tales válvulas de descarga deberán, en adición a los medios normales, cerrarse por medio de un dispositivo de cierre automático actuado por temperaturas no superiores a 250°F y por un medio secundario de cierre, colocado a distancia del orificio de llenado o descarga del tanque, para operar

se en caso de incendio u otro accidente.

b).- Líneas de retorno de vapor, si se usan, pueden equiparse con una válvula de exceso de flujo en la conexión del tanque si se coloca una válvula shutoff entre la válvula de exceso de flujo y la conexión de la manguera.

Dispositivos de medición.

Todo compartimiento de un auto tanque, excepto aquellos - tanques que se llenan por peso, deberán estar equipados con uno o más dispositivos de medición los cuales deberán indicar exactamente el máximo nivel permitido de líquido en cada compartimiento. Dispositivos adicionales de medición pueden instalarse pero no ser usados como controles primarios para el llenado de autos tanque a presiones superiores a la atmosférica. Dispositivos aceptables para efectuar mediciones a presiones superiores a la mencionada son el tubo rotor, el tubo de inmersión ajustable y el tubo de longitud de inmersión fija. medidores de vidrio están prohibidos.

Método de prueba.

a).- La prueba de presión standard para toda prueba deberá ser de 40 psig de 1.5 veces la presión de diseño, cualquiera que sea la más grande.

b).- El auto tanque deberá llenarse completamente (incluidos los domos si los hay) con agua o cualquier otro líquido de viscosidad similar y aplicársele una presión no inferior a la especificada arriba.

La presión debe ser medida en la parte superior del tanque el tanque deberá mantener esta presión por al menos 10 minutos. Todos los accesorios del tanque deberán revisarse buscando fugas después de su instalación a no menos de la presión de diseño del tanque. Los tanques que fallen esta prueba deberán ser convenientemente reparados y vueltos a probar de la misma manera.

Si el tanque está dividido en compartimientos, cada compartimiento deberá probarse como una sola unidad, manteniendo los compartimientos adyacentes vacíos.

7.- Especificación MC 312.

Requerimientos generales.

a).- La especificación MC312 para autos tanque debe cumplir con los requerimientos generales de diseño y construcción mencionados en la sección 2.3.1 de este capítulo además de los que se mencionan a continuación.

b).- Autos tanque construídos bajo esta especificación que se descarguen a presiones superiores a 15 psig deben diseñarse, construirse y llenar todos los requerimientos de la sección VIII del ASME Boiler and Pressure Vessels Code, edición 1965.

c).- La presión de diseño no será menor a la presión usada en la descarga.

El espesor de la envolvente, tapas, baffles y coraza de tanque no construídos de acuerdo con el Código ASME.

a).- El grosor del material no deberá exceder en ningún caso, a los mostradores en las tablas que se dan a continuación.

TABLA I. Grosor mínimo de las tapas, baffles y coraza. Mild Steel (MS), High Strength Low Alloy Steel (HSLA), Austenitic Stainless Steel (SS) en medidas Std. USA o en fracciones de pulgada.

Capacidad en gal/in												
10 o menos			10 - 14			14 - 18			Sobre 18			
Peso del producto en lb/gal a 60°F												
	10 lb o menos	10-13 lb	13-16 lb	10 lb o menos	10-13 lb	13-16 lb	10 lb o menos	10-13 lb	13-16 lb	10 lb o menos	10-13 lb	13-16 lb
Grosor	1/2	1/4	3/8	1/4	3/8	1/2	3/8	1/2	5/8	3/4	1/2	1/4

TABLA II. Grosor mínimo para láminas de la envolvente, Mild Steel (MS), High Strength Low Alloy Steel (HSLA), Austenitic Stainless Steel (SS) en medidas Std. USA e en fracciones de pulgada.

Radio máximo de la envolvente Mayor de	Distancia entre coraza, baffles, o ring stiffeners (soportes)	Capacidad en gal/in											
		10 o menos			10-14			14-18			Sobre 18		
		10 lb o menos	10-13 lb	13-16 lb	Peso del producto en lb/gal a 60°F								
					10 lb o menos	10-13 lb	13-16 lb	10 lb o menos	10-13 lb	13-16 lb	10 lb o menos	10-13 lb	13-16 lb
Menor de 70 in	36 in o menos	12	10	8	12	10	8	12	10	8	10	8	3/16
	36 - 54 in	12	10	8	12	10	8	10	8	3/16	9	3/16	1/4
	54 - 60 in	12	10	8	10	8	3/16	9	3/16	1/4	8	1/4	1/4
90-70 in	36 in o menos	12	10	8	12	10	8	10	8	3/16	9	3/16	1/4
	36 - 54 in	12	10	8	10	8	3/16	9	3/16	1/4	8	1/4	1/4
	54 - 60 in	10	8	3/16	9	3/16	1/4	8	1/4	1/4	3/16	1/4	5/16
125-90 in	36 in o menos	12	10	8	10	8	3/16	9	3/16	1/4	8	1/4	1/4
	36 - 54 in	10	8	3/16	9	3/16	1/4	8	1/4	1/4	3/16	1/4	5/16
	54 - 60 in	9	3/16	1/4	8	1/4	1/4	3/16	1/4	5/16	3/16	1/4	5/16
Mayor de 12 1/2 in	36 in o menos	10	8	3/16	9	3/16	1/4	8	1/4	1/4	3/16	1/4	5/16
	36 - 54 in	8	3/16	1/4	8	1/4	1/4	3/16	1/4	5/16	3/16	1/4	5/16
	54 - 60 in	8	1/4	1/4	3/16	1/4	5/16	3/16	1/4	5/16	1/4	5/16	3/8

Si se usan láminas de aleación de aluminio, el grosor estará da
do, en las diferentes partes del tanque, por la siguiente fórmu
la:

Grosor de lámina = Grosor de la lámina de acero de las ta-
blas.

$$I \text{ y } II \times \frac{(3 \times 10^7)^{1/3}}{E}$$

Donde:

e = Módulo de elasticidad del material a ser usado.

b)1- Los autos tanque que caen dentro de esta especifica-
ción necesitan forrarse con un material homogéneo, no poroso, -
sin perforaciones, no menos elásticos que el metal del propio -
tanque, y substancialmente inmunes al ataque por los productos
que se transportan.

c).- no necesitarán forrarse los tanques si:

El material del tanque es substancialmente inmune a los materia
les que transporta.

El material del tanque es lo suficientemente grueso para sopor-
tar 10 años deservicio sin reducirse el grosor de la lámina a -
valores menores a los especificados en el párrafo (a) de esta -
parte.

Si el tanque no se limpia frecuentemente ni es usado para trans-
portar otro tipo de productos, y por supuesto, no existe reac-
ción química entre el producto y el material del tanque.

Tapas para registro de hombre.

a).- Todo compartimiento deberá ser accesible a través de

un orificio de 5 pulg. de diámetro interior como mínimo. Todas las juntas entre la tapa y el registro y sus soportes, deberán evitar las fugas de vapor o líquido.

b).- La tapa del registro deberá tener capacidad estructural para soportar presiones internas del fluido iguales a 1.5 veces la presión de diseño del tanque y en ningún caso menores a 15 psig, sin sufrir deformaciones permanentes. Deberán proveerse dispositivos de seguridad que eviten la apertura total de la tapa del registro cuando la presión interna esté presente.

venteo.- Todo compartimiento de un auto tanque deberá equiparse con dispositivos de alivio como lo requiere el código ASME. Si el tanque cuenta con dispositivos para la entrada de aire, - debe colocarse una válvula de alivio con una capacidad adecuada para limitar la presión del tanque a un 30% de la presión de diseño a la velocidad máxima de flujo de entrada de aire. - válvulas shutoff están prohibidas entre el tanque y el dispositivo de alivio

Aperturas de descarga.

a).- Ningún auto tanque de los usados para el transporte de ácidos o líquidos alcalinos corrosivos, deberá tener salidas de descarga por el fondo. La válvula en la parte superior del tanque deberá estar protegida contra daño en el evento de una volcadura. Puede equiparse un auto tanque que transporte ácidos o líquidos alcalinos corrosivos con descargas por el -

fondo si el producto es demasiado viscoso para ser descargado a través de una conexión de domo o salida superior.

b).- Las aperturas para la descarga por el fondo deberán ser de metal, no sujetas a deterioración rápida por la corrosión y estar provistas de una válvula diseñada, instalada, y protegida de tal manera que asegure contra el escape del producto. Estas válvulas deberán localizarse dentro del tanque o con un punto fuera del tanque donde la lámina entra o deja el tanque.

Métodos de prueba.

a).- Todo auto tanque deberá probarse llenando completamente el tanque y el domo con agua u otro líquido de viscosidad similar, la temperatura del cual no debe exceder a 100°F durante la prueba, y aplicando una presión de 1.5 veces la presión de diseño pero no menor a 3 psig. La presión deberá medirse en la parte superior del tanque. El tanque deberá mantener la presión por al menos 10 minutos sin fallas, distorsión, derrames o evidencia de fallas posteriores.

Todas las tapas deberán estar cerradas mientras la prueba se realiza.

b).- Si al aplicarse la prueba arriba descrita al auto tanque y ésta muestra fallas o distorsiones, no deberá incorporarse al servicio hasta que sea reparado convenientemente. Lo adecuado de la reparación se determina aplicando la misma prueba.

c).- Si el tanque está dividido en compartimientos, cada compartimiento deberá probarse como si fuera un tanque separado.

8.- Diseño de una válvula de seguridad para un auto tanque que transporta N-Butano.

Para efectuar el cálculo haremos las siguientes consideraciones:

Producto por transportarse..... N-Butano
 Clasificación del auto tanque..... MC-330
 Presión de relevo..... 225 lb/pulg²

Cálculo de capacidad de relevo.

emplearemos la siguiente fórmula, tomada del "Specifications for Tank Cars", la cual es aplicable a gases comprimidos:

$$Q_a = \frac{653,000}{LC} \sqrt{\frac{ZT}{M}} A^{0.82} \quad (1)$$

donde:

- Q_a = Capacidad de flujo requerida en pies ³/min.
- L = Calor latente de vaporización del producto en BTU/lb.
- C = Constante del gas, la cual es función de la relación de calores específicos a presión y volumen constante.
- Z = Factor de compresibilidad de los gases.
- T = Temperatura absoluta en grados rankine.
- M = Peso molecular del gas.
- A = Area de la superficie exterior del tanque en pies².

Determinación de la temperatura correspondiente a la presión de relevo:

$$a = 225 \text{ lb/pulg.}^2 = 11630 \text{ mm. hg; } T = 93^{\circ}\text{C ó sea } T = 660^{\circ}\text{R.}$$

Dato obtenido del "Chemical Process Principles" Hougen, Watson and Megatz, Tmo 1, Fig. 15, página 84.

Determinación del factor de compresibilidad.

A partir de la figura 3-52, pág. 3-318 del "Perry's Chemical Engineer's Handbook" se indica que $Z = F(Pr, Tr)$.

Según datos obtenidos del "Chemical Process Principles" - Hougen, Watson and Megatz, Tomo 1, Tabla 7B.

$$P_c = 37.47 \text{ atm.}; P_c = 28477 \text{ mm Hg.}$$

$$T_c = 425.2^\circ\text{K.}; T_c = 734^\circ\text{R.}$$

y como:

$$Pr = \frac{P}{P_c} \quad \text{y} \quad Tr = \frac{T}{T_c}$$

Se tiene que:

$$Pr = \frac{11630}{28477} = 0.408$$

$$Tr = \frac{660}{734} = 0.89$$

Por lo tanto:

$$Z = F(0.408, 0.89)$$

$$Z = 0.76$$

Determinación de la constante G del gas.

Según la tabla CC que a continuación se describe para obtener el valor G necesitamos conocer K.

LATENT HEATS

Table 3-172. Heats of Fusion of Miscellaneous Materials

Material	M.p., °C.	Heat of fusion, cal./g.
Alloys		
30.5 Pb + 69.5 Sn	183	17
36.9 Pb + 63.1 Sn	179	15.5
63.7 Pb + 36.3 Sn	177.5	11.6
77.6 Pb + 22.4 Sn	175.5	9.54
4 Sn + 9 Sn	236	28
24 Sn + 27.1 Sn + 48.7 Bi	98.8	6.85
25.8 Pb + 14.7 Sn + 52.4 Bi + 7 Cu	75.5	0.4
Silicates		
Amorphous (CaAl ₂ Si ₂ O ₈)	180	
Ortho (CaAl ₂ Si ₂ O ₈)	160	
Amorphous (KAlSi ₃ O ₈)	83	
Ortho (KAlSi ₃ O ₈)	190	
Ortho (CaMgSi ₂ O ₆)	94	
Ortho (CaMgSi ₂ O ₆)	100	
Ortho (MgSiO ₃)	130	
Ortho (FeSiO ₃)	85	
Spermaceti	43.9	37.0
Wax (bees)	61.8	42.3

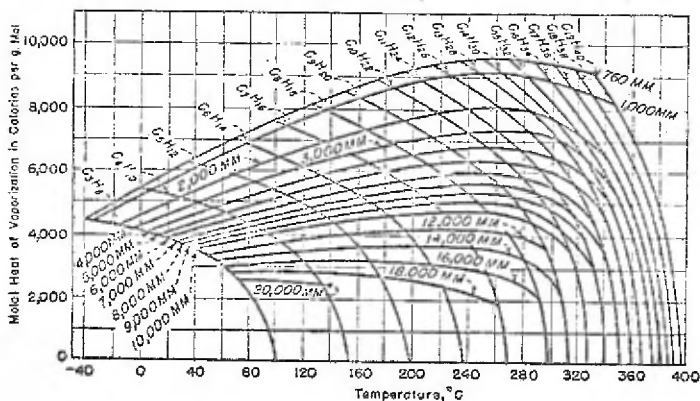


Fig. 3-10. Molal heats of vaporization of hydrocarbons. [Schulz, *Ind.-Eng. Chem.*, 22, 783 (1930).]

TABLA CC.

Apendice A de "Specifications For Tank Cars"

C	K
315	1.00
318	1.02
320	1.04
322	1.06
324	1.08
327	1.10
329	1.12
331	1.14
333	1.16
335	1.18
337	1.20
339	1.22
341	1.24
343	1.26
345	1.28
349	1.32
351	1.34
352	1.36

$$K = \frac{C_p}{C_r}$$

donde:

C_p = Calor específico a presión constante

C_r = Calor específico a volumen constante

La fórmula siguiente fue obtenida del "Chemical Process Principles" Hougén, Watson and Ragatz, Tomo 1, Tabla 13.

$$C_p = 7.95 + u T^v ; \text{ donde } T = \text{Temperatura en } ^\circ R.$$

de la misma tabla se obtuvieron los valores de u y v :

$$u = 0.93 \times 10^{-2}$$

$$v = 1.19$$

Por lo tanto sustituyendo los valores y efectuando operaciones se tiene que:

$$C_p = 29.02 \frac{\text{BTU}}{\text{lb-mol } ^\circ R}$$

por lo tanto:

$$C_r = 27.04 \frac{\text{BTU}}{\text{lb-mol } ^\circ R}$$

Entonces se tendrá:

$$K = \frac{29.02}{27.04} , K = 1.07$$

Buscando este valor en la tabla cc tenemos:

$$C = 323$$

Determinación de Area exterior del tanque.

Consideramos un tanque cilíndrico con una tapa esférica y una plana, cuyas dimensiones serán; 4m. de largo, 2m. de diámetro y 0.5m. de espesor estérico.

El área exterior será igual a el área lateral del cilindro, más el área de la tapa esférica, más el área de la tapa plana, como se indica respectivamente a continuación:

$$A_t = 2\pi rL + 2\pi r^2 + \pi r^2$$

$$A_t = \pi r(2L + 2h + r)$$

Como:

$$L = 4m.$$

$$r = 1m.$$

$$h = 0.5m.$$

Se tiene:

$$A_t = 3.14 (8 + 1 + 1) m^2$$

$$A_t = 31.4 m^2$$

Y transformando a pies² se tendrá:

$$A = 338 \text{ pies}^2$$

Determinación del Calor Latente de vaporización.

De acuerdo con la gráfica correspondiente que a continuación se describe se calculará el calor latente.

Como se ve, en la gráfica, los ejes de referencia de la gráfica contienen correspondientemente en los ejes OX y OY, la

temperatura y el calor molar de vaporización; y además contiene los parámetros correspondientes a la presión y fórmula del producto.

Dicha tabla se obtuvo del "Perry's Chemical Engineer's Handbook", Pág. 3-115; Fig. 3-10.

De tal manera que leyendo en la tabla los valores conocidos que en este caso son:

$$T = 200^{\circ}\text{F}$$

$$P = 11630 \text{ mm. Hg}$$

$$\text{N-Butano} = \text{C}_4 \text{H}_{10}$$

Se encuentra que:

$$L = 3800 \frac{\text{cal}}{\text{g-mol}}$$

y que haciendo la conversión adecuada a las unidades que necesitamos se tendrá:

$$L = 118 \text{ BTU/lb.}$$

Como ya tenemos todos los valores de los términos del lado izquierdo de la ecuación (1), los sustituimos en la misma y obtendremos la capacidad de relevo requerida.

$$Q_a = \frac{633,000}{118 \times 23} \sqrt{\frac{0.76 \times 660}{58}} (338)^{0.82} \text{ ft}^3/\text{min.}$$

$$Q_a = 5767 \text{ pies}^3/\text{min.}$$

Cálculo del Area de Orificio de la Válvula de relevo.

Para determinar el área de orificio emplearemos las fórmulas que a continuación se describen y que para tal fin son recomendadas por el catálogo "Farris No. FE 316" Pág. 70 y que también podemos encontrar en el código ASME "Unfired pressure vessel".

$$A = \frac{Q_a}{15.8 P k_g k_t k_c} \text{ -----(2)}$$

donde:

- A = Area del orificio en pulgadas²
- Q_a = Capacidad de relevo requerida en pies³/min.
- P = Presión de relevo en lb/pulg.² absolutas.
- K_g = Coeficiente debido a la densidad.
- K_t = Coeficiente debido a la temperatura
- K_c = Coeficiente relacionado con los calores específicos.

Se tiene:

$$K_g = \frac{1}{\sqrt{G}}$$

Donde G es la densidad del producto en lb/pie³ y se define como sigue:

$$G = \frac{MP}{ZRT}$$

Los términos de esta ecuación ya fueron descritos, por lo tanto sustituyendo tenemos:

$$G = \frac{58 \times 225 \times 144}{0.76 \times 1545 \times 660} \text{ lb/pie}^3$$

$$G = 2.42 \text{ lb/pie}^3.$$

Por lo tanto:

$$K_g = \frac{L}{\sqrt{2.42}} = 0.645$$

$$K_t = \frac{520}{T} = \frac{520}{660} = 0.78$$

$$K_c = \frac{C}{315}$$

C = Constante específica del n-butano cuyo valor es 526.4 tomado del catálogo "Farris". Pág. 71.

$$K_c = \frac{526.4}{315}; \quad K_c = 1.03$$

La presión absoluta para éste cálculo será:

$$P = (225 + 14.7) \text{ lb/pie}^2$$

$$P = 239.7 \text{ lb/pie}^2$$

Sustituyendo todos los terminos en la ecuación (2) se tiene:

$$A = \frac{5767 \text{ pulg.}^2}{15.8 \times 239.7 \times 0.645 \times 0.78 \times 1.03}$$

$$A = 2.93 \text{ pulg.}^2$$

Con esta área consultamos nuevamente el catálogo "Farris", en vista de que de dicha marca será la válvula que seleccionaremos, encontrando que nos es útil una de las siguientes características.

Serie 2600

Tipos de orificio: M

Tipo No. 26M10

Construcción Convencional

Area de orificio: 3.60 pulg.²

Bridas de entrada y salida: 150 lb A.S.A.

Rango de temperatura de operación: - 20 a 400°F

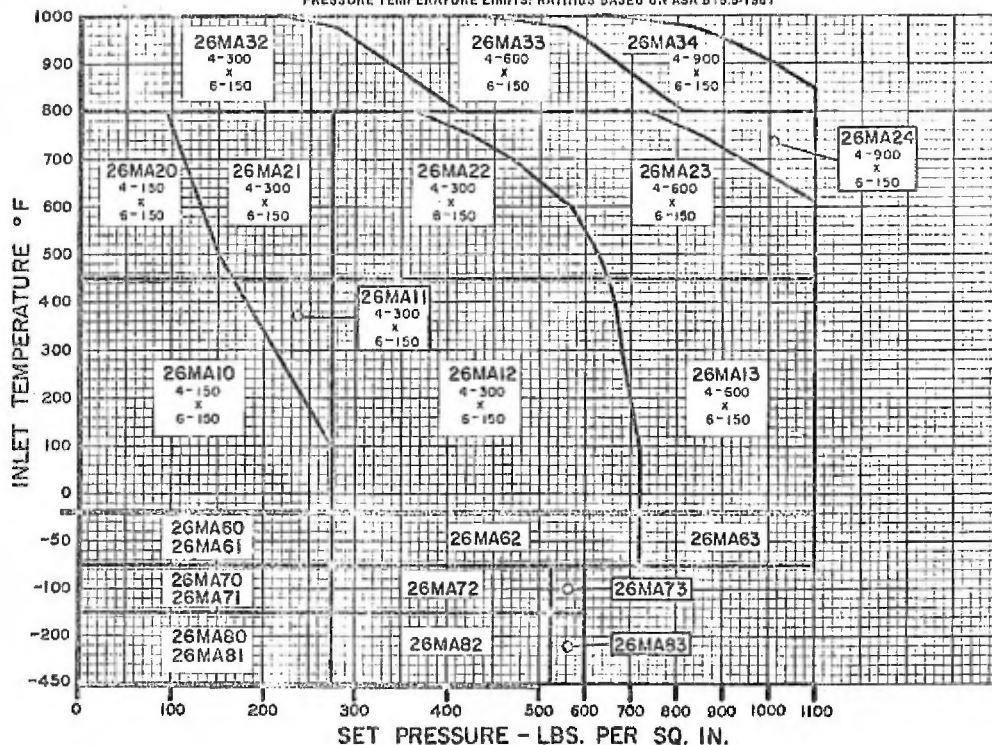
Rango de Presión de operación: 1.5 a 275 lb/pulg.²

Material del anillo, cuerpo y bonete: Acero al carbón.

Diámetro de la entrada y salida: 4 y 6 pulg.²

La gráfica que se utilizó en la selección de la válvula se muestra a continuación.

2600 SERIES STEEL VALVES (*)
 PRESSURE TEMPERATURE LIMITS: RATINGS BASED ON ASA B15.5-1981



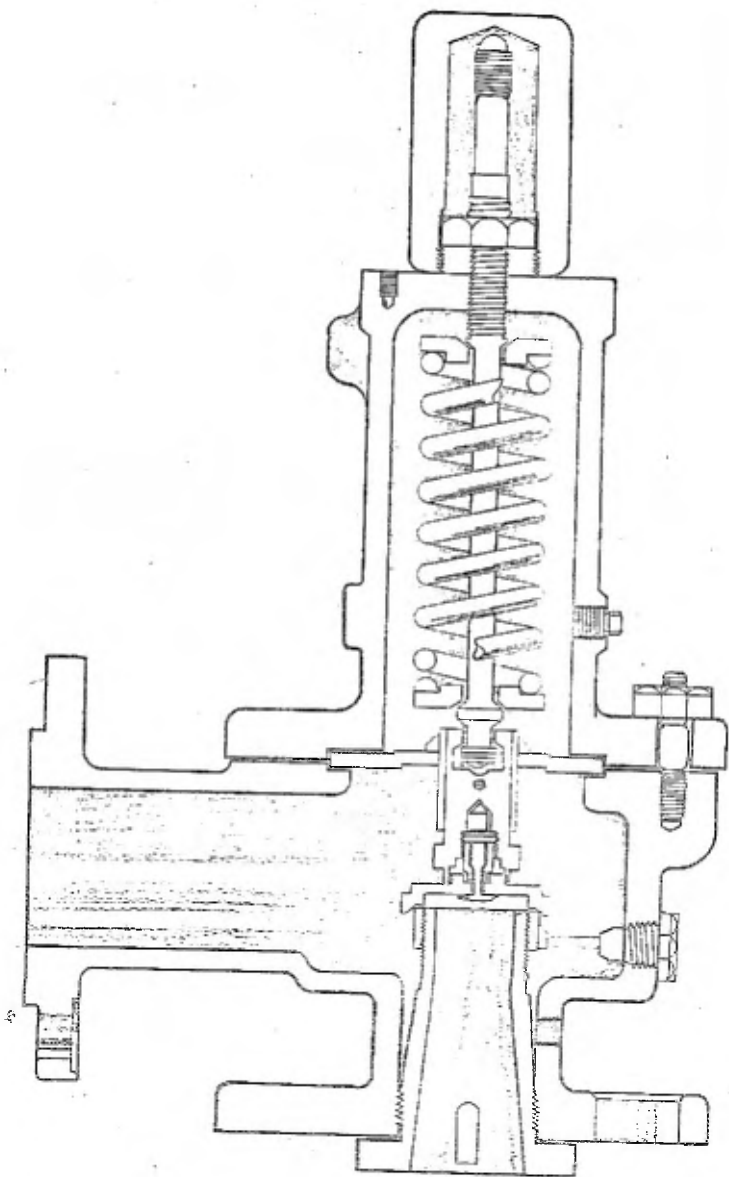
Selection Chart

NOTES: 1. The type numbers shown on the selection chart indicate conventional valves. For BalunSeal and "O" ring construction, the 4th digit "A" of the above type number changes to:

- B-BalunSeal valve
 - C-Conventional valve with "O" ring seat seal
 - D-BalunSeal valve with "O" ring seat seal
- } - see pages 20 and 21 for "O" ring material selection chart.

2. If desired, additional coding of the valve to include complete standard specifications may be used as shown on pages 4 and 5.

VALVULA DE RELEVO CONVENCIONAL



V.- MARCAS REGLAMENTARIAS, MANEJO Y MANTENIMIENTO
DE AUTOS TANQUE.

1.- Identificación de los autos tanque.

Los autos tanque (o sus compartimientos, en caso de tenerlos y que sean de diferentes especificaciones) deberán llevar una placa metálica permanentemente fija, en el lado derecho cerca del frente y en lugar accesible, que muestre grabados los datos siguientes:

Especificación del auto tanque

Material de construcción

Material del recubrimiento interno en caso de tenerlo

Constructor del auto tanque

Fecha de prueba original

Presión de prueba

Presión de diseño

Rellevado de esfuerzos Sí o No

Capacidad de agua en kilogramos y en libras

Capacidad nominal del tanque en litros y galones para el caso de los autos tanque de especificaciones MCC-MC306, 307 y 312.

Cuando un auto tanque de una de las especificaciones MCC-MC306, 307 ó 312 esté diseñado para ser adaptado físicamente a otra de esas especificaciones o para transportar productos que no requieran especificación, esta posibilidad debe venir indicada cerca de la placa de identificación del auto tanque; además, se hace necesaria otra placa adyacente a la citada anteriormente, la cual debe contener como mínimo la información

siguiente, con respecto a cada una de las posibles especificaciones; pero de tal modo que sólo se puedan leer los datos correspondientes a la especificación en vigor.

Especificación del auto tanque MC.

Equipo necesario

Desfogues: Cantidad

Actuados por la presión.

Fusibles.

Discos de ruptura.

Descarga del producto:

A través del domo.

A través del fondo.

Conexiones para descarga a presión.

Tapas:

Del registro de hombre.

De la abertura para el llenado

En la columna que dice Cantidad debe anotarse el número necesario para cumplir con la especificación indicada. Si no es necesario ningún cambio, se le deben agregar a la cantidad las letras "MC". Si el auto tanque no debe estar equipado con alguno de los dispositivos anotados arriba, se le debe poner, en la columna de cantidad, la palabra "NO".

Las partes que deben cambiarse o agregarse para llenar los requisitos de la especificación indicada en la placa de anotación

nes, deberán identificarse pintándolas de los colores siguientes:

Rojo para la especificación ICC-MC306

Verde para la especificación ICC-MC307

Amarillo para la especificación ICC-MC312

Azul para los que no requieran de especificación.

Además, las partes por cambiarse o agregarse, deben marcarse con el número de la especificación.

2.- Requerimientos de marcaje exterior en los autos tanque.

a).- Toda operación de acarreo, carga o cualquier tipo de uso, en un auto tanque mientras contenga sustancias explosivas o peligrosas, debe especificarse por medio de placas o marcas en el cuerpo del tanque de acuerdo con los siguientes requerimientos.

PRODUCTO	TIPO DE MARCA O PLACA
Explosivos, clave A, cualquier cantidad o combinación de explosivos clase A y B.	EXPLOSIVOS A (Letras rojas sobre fondo blanco).
Explosivos clase B, cualquier cantidad; veneno, clase B - - 1000 lbs., o más de peso bruto.	VENENO (Letras azules sobre fondo blanco).
Líquidos inflamables, 1000 lbs. o más de peso bruto, sólidos inflamables, 1000 lbs. o más de peso bruto.	INFLAMABLE (Letras rojas sobre fondo blanco).

PRODUCTO	TIPO DE MARCA O PLACA
Materiales oxidantes, 1000 lbs., o más de peso bruto.	OXIDANTES (letras amarillas sobre fondo negro).
Gases comprimidos no inflamables 1000 lbs., o más de peso bruto.	GAS COMPRIMIDO (letras verdes sobre fondo blanco).
Líquidos corrosivos 1000 lbs. o más de peso bruto.	CORROSIVOS (letras azules sobre fondo blanco).
Gases comprimidos inflamables 1000 lbs., o más de peso bruto.	GAS INFLAMABLE (letras rojas sobre fondo blanco).
Materiales radioactivos, - cualquier cantidad.	RADIOACTIVO (letras negras sobre fondo amarillo).
Diversos materiales.	PELIGRO (letras rojas sobre fondo blanco).

Toda marca o placa deberá consistir de letras no menores a 4 pulgadas de alto y 5/8 de pulgada de ancho, en el color especificado. La placa debe ser más grande que las letras requeridas con márgenes superiores a una pulgada. Tal marca o placa deberá estar contenida en un área del vehículo que no tenga otra marca, letra o dibujo, por al menos 3 pulgadas en todas direcciones.

Tales marcas o placas deberán mostrarse en el frente, los lados y la parte posterior del vehículo.

b).- Todo vehículo de motor que transporte un tanque o cuerpo, conteniendo más de una clase de explosivos u otro artículo peligroso que requieran diferentes placas de acuerdo al inciso (a) de este párrafo, deberá marcarse PELIGRO en vez del letrero o marcas correspondientes. Si el recipiente contiene cualquier cantidad de explosivos clase A, explosivos clase B, veneno, o sustancias radioactivas, deberá ser marcado con letras rojas sobre fondo blanco, como: EXPLOSIVOS A, EXPLOSIVOS B, VENENO O RADIOACTIVO, además de la marca o letrero de PELIGRO.

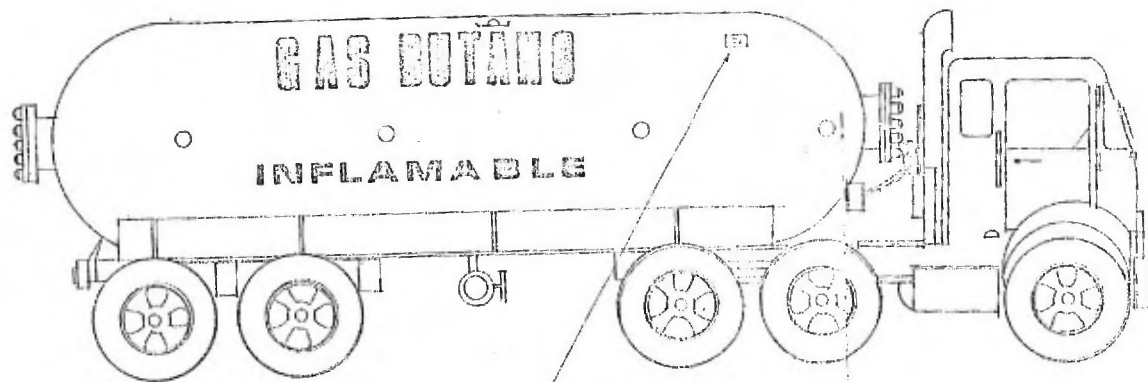
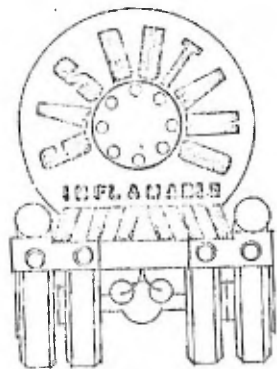
c).- Cualquier combinación de dos o más recipientes conteniendo explosivos o artículos peligrosos, deberá mostrar en cada uno de ellos, las marcas correspondientes.

Los vehículos de motor que transporten gasolina, pueden ser marcados o etiquetados como GASOLINA, en vez del INFLAMABLE requerido, pero con letras del mismo tamaño y color que las requeridas para INFLAMABLE.

d).- Autos tanque que transporten cualquier gas comprimido inflamable deberá marcarse con letras de 4 pulgadas de alto cuando menos y con las palabras GAS INFLAMABLE O GAS COMPRIMIDO INFLAMABLE además, deberá llevar el nombre del producto transportado, en letras de 2 pulgadas de alto y de 1/4 de pulgada de ancho cuando menos en los colores especificados en el inciso (a) de esta sección.

Si el vehículo transporta gas comprimido no inflamable, deberá marcarse igual que lo descrito anteriormente, excepto que dirá GAS COMPRIMIDO y el nombre del producto.

Si el producto transportado no debe mezclarse con el agua, deberá especificarse también en el cuerpo del tanque, con letras no menores de 2 pulgadas de alto, y adyacentes a las marcas requeridas según los incisos anteriores.



ESPECIFICACION

- MATERIAL DE CONSTRUCCION
- CONSTRUCTOR DEL AUTO TANQUE
- FECHA DE PRUEBA ORIGINAL
- PREISION DE PRUEBA
- PREISION DE DISEÑO
- RELEVADO DE ESFUERZOS
- CAPACIDAD DE AGUA EN Kgs. Y EN lbs.
- CAPACIDAD NOMINAL DEL TANQUE EN Lts. Y Gals.

3.- accidentes y fugas en autos tanque que transportan líquidos inflamables.

Se deben emplear todos los medios disponibles para proteger tanto a las personas como a las propiedades adyacentes al área del accidente. Tales medidas deben incluir el alejar cualquier fuente de ignición, prohibir fumar, etc.

Si la fuga es de tal carácter que haga inseguro continuar el transporte, el vehículo debe retirarse de la parte transitada de la carretera y se emplearán todos los medios al alcance para la disposición segura del líquido fugado. Un medio es el cavar zanjas, para drenar el líquido hacia un agujero o una depresión en el terreno, desviándolo de ríos o drenajes si es posible, o también si es practicable, recogiénolo en otros recipientes.

Sólo en caso de emergencia se permite transvasar el contenido de un auto tanque a otro, en carreteras, calles o vías públicas. En tales casos se deberán colocar cualquiera de las señales de emergencia que se mencionan a continuación: 3 reflectores rojos de emergencia, 3 linternas eléctricas o 3 banderas rojas (no debe emplearse ningún tipo de señal que produzca flamas o chispas). Tales señales deberán disponerse como sigue:

Se colocará una enfrente y otra atrás a una distancia aproximada de 33 m. (100pies) del vehículo, en el centro de la zona de tráfico ocupada por éste, y la tercera a una distancia aproximada de 3.3m. (10.pies) ya sea al frente o atrás del vehículo

si existen curvas, lomas o cualquier otro obstáculo que obstruya la visibilidad de los conductores de otros vehículos que se aproximen a la zona peligrosa, las señales deberán colocarse donde sean perfectamente visibles, a una distancia máxima de 165 m. (500 pies) y mínima de 33 m. (100 pies).

Un auto tanque con fuga, solamente puede moverse la distancia mínima necesaria hasta llegar a un lugar en el que se pueda disponer con seguridad del contenido del tanque o sus compartimientos.

En el caso de carreteras de un solo sentido o con camellón en el centro de las mismas, las señales deberán colocarse a 66, 33 y 3.3 m. (200, 100 y 10 pies) atrás y en el centro de la zona de tráfico ocupada por el vehículo.

4.- Accidentes o fugas en autos tanque que transporten líquidos corrosivos.

Cuando en un accidente existen roturas o simples fugas o salpicaduras de líquido, debe tenerse cuidado al manejar cualquier otra carga que pueda haber sido dañada; y el interior de cualquier otra parte del vehículo sobre la cual se haya derramado el líquido corrosivo, deberá lavarse con agua tan pronto como sea posible.

Cuando durante el transporte se descubran fugas de líquido del tanque o sus compartimientos, se debe tomar cualquiera de las medidas siguientes o alguna otra igual o más efectiva, tendientes a disminuir el riesgo.

a).- Sólo se debe mover el vehículo, la distancia mínima necesaria, hasta llegar a un lugar en que se pueda disponer con seguridad del producto. ;Se debe evitar en lo posible que el líquido corrosivo se riegue sobre la carretera.

b).- Si la fuga es de tal carácter que sea inseguro continuar moviendo el vehículo se debe quitar éste de la parte transitada y usar cualquier medio disponible para evitar que el líquido se riegue sobre una zona amplia, por ejemplo, empleando un material absorbente no combustible tal como arena, cenizas, tierra etc., o cavando zanjas para drenar el líquido hacia una depresión o un agujero en el terreno, desviándolo de drenajes o ríos o recolectando el líquido en recipientes. Si es posible. No se debe permitir la congregación de espectadores ni que éstos tengan contacto con el líquido o sus vapores.

5.- Accidentes o fugas en autos tanque que transporten gases comprimidos.

Si el accidente reviste riesgos para los otros usuarios de la carretera, no debe permitirse a personas ajenas acercarse al lugar; se debe notificar al embarcador lo más pronto posible. Si el gas es inflamable, se debe advertir a todas las personas cercanas al lugar, que no fumen ni produzcan flamas.

Sólo en caso de emergencia se permite transvasar un gas comprimido contenido en un auto tanque, a otro, en carreteras, calles o vías públicas. Se deberán colocar señales de emergencia en la misma forma descrita anteriormente, y además se deberán --

conectar eléctricamente a tierra todos los vehículos que inter-
vengan en el transvase; el transvase sólo se hará durante el -
día, a menos que la emergencia se suscite en la noche o que se
prolongue hasta horas de ésta y que el riesgo pueda aumentar si
se espera a la luz del día. Se deben tomar todas las precau-
ciones para evitar cualquier fuente de ignición en el área peligro-
sa. Cuando la operación de cualquier máquina pueda originar la
ignición del gas, se deben emplear otros medios para transvasar
éste.

En el caso de fuga de líquido de cualquier auto tanque o -
cualquier compartimiento de éste, usado para el transporte de -
cualquier sustancia tóxica, la cual sea también inflamable o -
cualquier gas o combinación de gas y líquido, o cualquier gas -
comprimido que a la vez sea tóxica; se deben tomar todas las -
precauciones previamente anotadas, y además se debe advertir a
los espectadores el riesgo de inhalar o tener contacto con los
vapores de tal sustancia.

6.- Limpieza de autos tanque usados para el transporte de líqui- dos inflamables.

Al efectuar la limpieza de un auto tanque que haya conteni-
do líquidos inflamables para efectuar alguna reparación o simple-
mente una revisión, se deben tener en cuenta, en lo aplicable,
las siguientes indicaciones. "Reglamento para limpieza de tan-
ques de almacenamiento de petróleo crudo y sus derivados, en -
instalaciones industriales" y además, las indicaciones siguien-
tes:

a).- El área donde se vaya a efectuar la reparación debe estar libre de fuentes de vapores inflamables. Si se requieren soldaduras o cortes con sopletes o cualquier otra operación que - - origine el calentamiento del tanque, la reparación deberá realizarse hasta que todos los compartimientos y espacios similares, así como todas las tuberías y accesorios hayan sido declarados "libres de gas".

b).- Cualquier reparación que se realice en locales cerrados requerirá que los tanques, las tuberías y sus accesorios hayan sido declarados "libres de gas". Los compartimientos en que no se realice ninguna reparación permanecerán perfectamente cerrados. Si el auto tanque ha permanecido durante mucho tiempo en un taller, antes de iniciar la reparación todos los compartimientos deben declararse "libres de gas".

c).- Cuando la reparación requiere trabajo mecánico o el empleo de herramientas eléctricas en el interior del tanque, todos los compartimientos, mamparas y espacios similares, deben estar "libres de gas".

d).- En el caso de ser necesario el empleo de alumbrado para efectuar una revisión al interior del tanque, se requerirá el empleo de una extensión eléctrica "a prueba de explosión".

e).- Algunos autos tanque tiene espacios libres entre compartimientos; éstos deben drenarse y ventilarse hasta declararlos libres de gas, o llenarse con agua hasta que esta se cierre y dejarlos llenos durante la reparación.

f).- Si el tanque de combustible del vehículo está construido dentro de algún compartimiento, dicho tanque debe tratarse del mismo modo que los compartimientos del auto tanque.

g).- Debe comprobarse que no existan otros espacios cerrados que puedan contener líquidos o vapores atrapados. Algunos autos tanque tienen miembros longitudinales en forma de W o U invertidas en la parte superior, los cuales sirven para contener o arenar cualquier derrame ocurrido durante la carga o como protección contra derrames en caso de volcadura. Debe comprobarse que no haya líquidos entrampados en tales miembros.

h).- Las maniobras para declarar a un auto tanque "libre de gas", deben realizarse al aire libre y de acuerdo con lo siguiente:

Todas las válvulas de salida, los compartimientos, los sistemas de tubería, etc., deben drenarse; para asegurar un drenaje completo, las líneas entre compartimientos y medidores deben conectarse. Algunos autos tanque tiene filtros en la descarga; éstos también deben removerse.

El interior del tanque debe secarse con un dispositivo que permita hacerlo desde afuera, a través del domo. Bajo ninguna circunstancia debe entrar al tanque una persona para realizar ésta operación.

El procedimiento a seguir, consiste de vaporizar el tanque hasta que, mediante los procedimientos analíticos usuales, indiquen la total eliminación de los hidrocarburos. La parte metáli-

ca de la manguera de vapor debe conectarse, conjuntamente con el tanque eléctricamente a tierra.

7.- Limpieza de autos tanque que transportan gasolina utilizada.

a).- Además de las precauciones generales que se mencionan en el párrafo anterior, deberán tenerse en cuenta las disposiciones siguientes:

a).- Hasta el momento que la atmósfera del tanque sea declarada libre de plomo orgánico, mediante la realización de las pruebas analíticas correspondientes, deberá proveerse a toda persona que trabaje en el interior del tanque, del equipo de protección personal que sea necesario.

b).- Aún cuando se haya terminado la limpieza y el tanque sea declarado libre de plomo orgánico volátil, el personal que trabaje en labores de corte o soldadura sobre las láminas del tanque, deberá estar provisto de equipo normal de protección personal y además, con mascarilla de alimentación forzada de aire, a menos que la superficie interior del tanque se haya limpiado hasta descubrir totalmente el metal.

c).- En tanto la atmósfera del tanque contenga el plomo orgánico o sea razonable prever que se desprenderán vapores o polvo que contengan plomo, la protección respiratoria será a base de mascarillas con alimentación externa de aire.

d).- La persona encargada del trabajo deberá asegurarse del buen funcionamiento del equipo de protección respiratoria y de que los trabajadores se lo coloquen en forma correcta. Se -

advertirá a los trabajadores que si perciben algún olor proveniente del exterior (por ejemplo a gasolina), deberán salir del tanque y revisarán el equipo.

e).- En tanto se efectuen trabajos de limpieza en un tanque que no haya sido declarado libre de plomo, el equipo de protección deberá incluir, además de la protección respiratoria; botas y guantes de hule, ropa de trabajo de color claro que sólo se usará durante una jornada y será lavada inmediatamente.

f).- Las personas que trabajen en tanques que no hayan sido declarados libres de plomo, deberán bañarse después de cada jornada de trabajo, poniendo especial cuidado de cepillarse los dientes y las uñas.

g).- Cuando la ropa de trabajo o el equipo de protección se contamine con gasolina o con residuos sólidos contenidos en el tanque, deberán cambiarse inmediatamente y lavarse tan pronto como sea posible.

h).- Mientras el tanque no haya sido declarado libre de plomo no deberá permitirse a nadie que ingiera alimentos ni que los lleve consigo al penetrar al tanque; tampoco deberá introducir cigarrillos, pañuelos o cualquier objeto de uso personal susceptible de contaminarse.

i).- un tanque que haya contenido gasolina utilizada será declarado libre de riesgos de intoxicación con plomo cuando:

Se haya extraído todo el sedimento de su interior.

Se encuentra totalmente seco.

Se haya ventilado totalmente el interior del tanque o se obtengan resultados negativos de pruebas analíticas realiza-

das en la atmósfera interior.

8.- Limpieza de autos tanque que transporten gases licuados del petróleo.

La limpieza de autos tanque usados en el transporte de gases licuados del petróleo se realizará atendiendo los siguientes puntos:

a).- Se eliminará la mayor cantidad posible de líquido y vapores permanentes.

b).- Se introducirá de vapor de agua, procurando que la entrada sea por la parte baja y la salida por el domo del tanque (debe conectarse a tierra la manguera de vapor de agua).

c).- Después de un tiempo razonable en que salga el vapor de agua por el domo del tanque, se podrá retirar el riesgo del tanque, con lo cual se facilitará la vaporización del mismo.

d).- Posteriormente se suspenderá el suministro de vapor y se practicarán pruebas de explosivos.

Cuando tres de éstas pruebas realizadas a diferentes horas resulten negativas, se considerará libre de gas y se permitirá el acceso para efectuar la limpieza.

9.- Limpieza de autos tanque que transporten líquidos cáusticos o ácidos.

Se eliminará por las purgas, la mayor cantidad del líquido remanente, aplicando el neutralizante escogido (debe tomarse en cuenta la característica endotérmica o exotérmica de la reac- -

ción, desde el exterior y por el domo del tanque.

Una vez efectuada esta primera fase, la neutralización se completará por el interior, para lo cual el trabajador usará el siguiente equipo:

- a).- Chamarra, pantalón y capucha de material resistente a los ácidos y álcalis.
- b).- Botas y guantes de hule.
- c).- Respirador con cartucho químico y pantalla facial.

Finalmente, se eliminarán los productos formados durante la neutralización, con agua en abundancia; hasta que el pH del agua indique que se ha terminado la neutralización, esta operación se dará por terminada.

Como en caso especial, mencionaremos el relativo a la limpieza de autos tanque que transportan cloro. En este caso, deberá evitarse la entrada de humedad al interior del tanque; por lo tanto, no deberá usarse el método de vaporización, como en la mayoría de los casos. El cloro remanente deberá barrerse con aire seco hasta su completa eliminación. Esto es de suma importancia, sobre todo si los trabajadores de reparación incluyen cortes o soldaduras, pues el fierro arde en atmósfera de cloro a temperaturas superiores a los 230°C (446°F).

En el caso de limpieza de autos tanque que transportan ácidos y otros líquidos corrosivos, podrán emplearse también soluciones neutralizantes adecuadas.

10.- Pruebas periódicas.

Los autos tanque usados para transportar gases comprimidos licuados deberán probarse de acuerdo con lo siguiente y no conservarse en servicio ni volverse a ocupar a menos que hayan resistido satisfactoriamente las pruebas prescritas y cumplido los requisitos para cada caso.

Los autos tanque destinados al transporte de gases licuados del petróleo tendrán los siguientes requisitos:

a).- Su capacidad máxima será de 22710 lts (6000 galones), ya sea que se trate de recipientes gemelos, la suma de ambos o de un solo tanque.

b).- El espesor mínimo de la placa de la envolvente o de las cabezas será de 4.76 mm (0.188 pulg.).

c).- Estos recipientes estarán dotados de mamparas en número suficiente, con el fin de evitar los movimientos bruscos del líquido en el interior, cuando el vehículo se encuentre en movimiento o este sujeto a desaceleraciones repentinas.

Los autos tanque de especificación ICC-MC330 usados para el transporte de cualquier gas comprimido, deben revisarse y probarse teniendo en cuenta que no requieren revisión exterior la envolvente y las cabezas de tanques con aislamientos térmico y tampoco necesitan revisión interna los tanques que no tengan registro ni tanques de material diferente al acero templado, los cuales tienen capacidad de agua de 11355 lts (300 gal) o menos. Deben hacerse las determinaciones particulares como sigue:

Se debe revisar que las soldaduras estén adecuadamente aplicadas de acuerdo con los códigos correspondientes. Se debe revisar en busca de fracturas o algún otro daño.

Si las aberturas en el tanque están agrupadas en un solo lugar, ya sea en la parte superior o en una cabeza del tanque.

Se debe revisar que las válvulas, conexiones, accesorios, válvulas de seguridad, dispositivos de medición estén bien protegidos por la caja protectora, la cual deberá estar diseñada para soportar cargas estáticas - en cualquier dirección igual al doble del peso del tanque lleno con la carga, usando un factor de seguridad no menor de 4 basado en el esfuerzo de cedencia del material usado.

Se debe revisar que las marcas y carteles sean legibles y del tamaño adecuado.

Se debe revisar que la válvula de exceso de flujo sea adecuada y sobre todo, que todas sus líneas y conexiones tengan una capacidad mayor que la de ésta.

Se revisará que la válvula de bloqueo manual esté en condiciones de operación y que sea la adecuada.

Deben hacerse pruebas a todas las soldaduras internas o externas en o sobre la envolvente y las cabezas de autos tanque de más de 11,355 lts de capacidad de agua si están contruidos de acero templado y si se usan -

para el transporte de gases tóxicos o inflamables, teniendo en cuenta que los tanques con aislamiento térmico no requieren pruebas externas y que los que no tengan registro, no necesitan pruebas internas. Las pruebas deben hacerse antes de la primera prueba periódica especificada en párrafos anteriores.

Las pruebas mencionadas deben realizarse por cualquier método, ya sea el de partículas magnéticas, el radiográfico o el ultrasónico.

Los autos tanque de especificación ICC-MC330 deberán probarse por lo menos una vez cada 5 años, de acuerdo con los tres párrafos siguientes, excepto los autos tanque y sus válvulas de seguridad para servicio de cloro, los cuales deben probarse cada 2 años o menos.

El tanque sin sus conexiones deberá someterse a una prueba hidrostática igual a 1.5 veces la presión de diseño del tanque.

El tanque debe revisarse para localizar áreas corroidas, abolladuras u otras fallas, incluyendo fugas bajo presión de prueba, lo cual indicaría debilitamiento que puede hacer al tanque inseguro para el servicio de transporte.

No es necesario quitar el recubrimiento del auto tanque (en caso de tenerlo), y su camisa, a menos que no sea posible alcanzar la presión de prueba o mantenerla una vez que se ha alcanzado.

Los autos tanque construidos de acuerdo con los párrafos

U-68 y U-69 del Código ASME y que no hayan sido reclasificados, deben probarse hidrostáticamente a 2 veces la presión de diseño del tanque.

Sin menoscabo de ningún requisito de prueba, todo auto tanque que en cualquier tiempo muestre evidencia de abolladuras, - áreas corroídas, fugas, etc., bajo lo prescrito en párrafos anteriores deberá probarse; igual cosa se hará cuando los autos - tanque hayan sufrido un accidente y que presenten evidencias de daños.

La reparación de autos tanque sólo se autoriza cuando tal reparación se hace cumpliendo con lo estipulado en el Código bajo el cual fueron diseñados y construidos. No se permite soldaduras en el campo, excepto a partes del auto tanque no mencionadas como las sometidas a presión.

En autos tanque usados para el transporte de gases comprimidos (excepto para cloro), el esfuerzo de ruptura de cualquier tubería o conexión, inclusive mangueras, debe ser no menor de 4 veces la presión de diseño del tanque y no menor de 4 veces la presión a la cual en cualquier momento, pueda quedar sujeto durante el servicio por acción de una bomba y por otro dispositivo (excepto la válvula de seguridad). Las conexiones deben ser extra fuertes. No deben usarse conexiones ni válvulas de materiales no maleables.

Pueden instalarse en los autos tanque para CO₂ serpentines de calentamiento o refrigeración. Tales serpentines deben pro--

barse exteriormente a la misma presión de prueba del tanque; también deben probarse interiormente a 2 veces la presión de trabajo del sistema de calentamiento o refrigeración, pero en ningún caso, menos de la presión de prueba del tanque.

El medio refrigerante o de calentamiento que se haga circular por los serpentines, no debe reaccionar químicamente con el tanque o su contenido en caso de fuga.

La fecha de la última prueba debe marcarse perfectamente sobre el tanque, con letras de por lo menos 3.17 cm., de altura y de color visible cerca de la placa de identificación. A esta fecha debe agregársele la letra "V" de visual, "H" de hidrostática "N" de neumática. Si cualquier auto tanque deja de cumplir con la especificación aplicable, por accidente o por cualquier otra razón, la placa metálica de identificación debe quitarse o hacerse ilegible.

Los autos tanque empleados para el transporte de líquidos inflamables y los empleados para el transporte de ácidos y de otros líquidos corrosivos, deben hacerse cumplir con los siguientes requisitos excepto aquellos que tengan una capacidad menor de 11,355 lts y que transporten líquidos inflamables.

11.- Inspección visual.

Todo auto tanque debe revisarse visualmente por lo menos una vez cada 2 años. Debe hacerse un reporte por escrito de cada revisión y pasarse copia al departamento de seguridad.

Cuando el aislamiento del auto tanque impida la revisión ex

terior el tanque debe revisarse interiormente.

Cuando la revisión no pueda hacerse por tener el auto tanque aislamiento exterior y recubrimiento interior o cuando el tanque no tenga registro, deberá someterse a una prueba hidrostática cada cinco años, a menos que se diga otra cosa.

Las válvulas de seguridad del tipo de resorte calibradas a más de 0.492 kg/cm^2 deben desmontarse del auto tanque y probarse, cuando por razones de un accidente o de un programa, se pruebe hidrostáticamente el auto tanque.

Las válvulas de emergencia instaladas en el fondo de los autos tanque, deben probarse durante el llenado del auto tanque cuando el nivel del producto propicie esta prueba, abriendo y cerrando dichas válvulas; en el caso de que se note que fugan estando cerradas, deberá actuarse procurando eliminar posibles basuras u obstrucciones. Si pese a esto continúa fugando se suspenderá el llenado, se vaciará el producto acumulado y se procederá a la reparación de la válvula.

12.- Pruebas hidrostáticas o neumáticas.

Deben hacerse pruebas hidrostáticas o neumáticas a los autos tanque cuando éstos hayan estado fuera de servicio durante un año o más, o cuando se hayan visto involucrados en un accidente y presenten evidencia de daños, cuando la envolvente del auto tanque haya sido modificada o cuando el auto tanque esté funcionando bajo autorización especial.

13.- Procedimiento para la prueba hidrostática o neumática.

Todas las tapas deben estar en su lugar; durante la prueba, a todos los dispositivos de alivio se les deberán colocar gram--pas o tapones, para que no funcionen.

El auto tanque debe llenarse completamente con agua u otro líquido de viscosidad similar. La presión debe aplicarse de -- acuerdo con la tabla siguiente y medirse en la parte superior -- del tanque. El tanque debe soportar la presión indicada, durante 10 minutos. Toda la tubería de las válvulas y otros accesorios -- en contacto con la descarga deben probarse a la presión de dise--ño del tanque.

Tipo de recipiente	Presión de prueba
ICC-MC300, 301, 302, 303, 305 y 306	3 lbs/in ²
ICC-MC304 y 307	25 lbs/in ²
ICC-MC310, 311 y 312	3 lbs/in ²

Si el auto tanque tiene compartimientos, cada uno de éstos debe probarse individualmente con los compartimientos adyacentes vacíos y a presión atmosférica.

Todo auto tanque (o sus compartimientos) que estén equipa--dos con sistemas de calentamiento que empleen vapor o agua ca--

liente a presión, deben someterse a prueba hidrostática a 200 - lbs/in², Los sistemas de calentamiento que emplean combustible deben probarse para eliminar fugas de producto hacia el sistema de calentamiento o hacia la atmósfera.

La fecha de la última prueba debe marcarse perfectamente - sobre el tanque, con letras de por lo menos 3.17 cm de altura y de color visible cerca de la placa de identificación. A la fecha debe agregársele la letra "V" de visual, "H" de hidrostática y "N" de neumática.

Si cualquier auto tanque deja de cumplir con la especificación aplicable, por accidente o por cualquier otra razón, la placa metálica de identificación debe quitarse o hacerse ilegible.

VI.- NORMAS DE SEGURIDAD DURANTE LA CARGA
Y DESCARGA DE AUTOS TANQUE.

1.- Generalidades.

Se exige como requisitos mínimos para autorizar la entrada de autos tanque en las instalaciones, los siguientes:

a).- Que los autos cumplan con lo dispuesto por la Dirección General de Normas (D.G.N.) de la Secretaría de Industria y Comercio, respecto a su construcción, periodos de revisión tanto del tanque como de sus accesorios, revisiones mecánicas del vehículo, etc., lo cual se comprobará mediante un certificado expedido por la mencionada oficina gubernamental. Este documento tendrá vigencia por el período que marque la D.G.N., o en su defecto, por lo que establece la presente.

b).- Como es posible que durante la vigencia del certificado mencionado en el párrafo anterior, el auto tanque pueda sufrir accidentes o se le invaliden los accesorios, se podrá negar el acceso a las instalaciones de carga y descarga, si se considera que el auto tanque representa un riesgo para las mismas, por lo cual se podrá efectuar revisiones al auto tanque en cualquier momento. En caso de encontrar anomalías, se levantará un acta y se turnará a las autoridades correspondientes.

c).- Los autos tanque deberán estar asegurados por cualquier compañía de seguros nacional. Dicho seguro cubrirá la pérdida total por incendio, daños a terceros en propiedades o personas.

Todos los autos tanque destinados al transporte de líquidos inflamables, gases comprimidos y otros productos peligrosos, deberá cumplir los siguientes requisitos:

Portar como mínimo un extinguidor de bióxido de carbono de 9.08 kg (20 lbs) o uno de polvo químico seco de 6.83 kg (15 lbs) o uno de 3.785 lts (1 galón) de líquido vaporizante.

Los extinguidores deberán estar en condiciones de operación y en lugares fácilmente accesibles.

El tanque y el bastidor del vehículo, deben estar conectados entre sí eléctricamente. Se ha encontrado que las caenas y bandas "bota chispas" son infectivas, por lo tanto se recomienda eliminarlas.

El sistema de escape del vehículo, incluyendo el tubo y el silenciador, deben estar suficientemente alejados del sistema de combustible y de materiales combustibles y no debe quedar expuesto a fugas o derrames del producto o acumulaciones de grasa, aceite o gasolina. No deben usarse escapes o silenciadores con válvulas de escape libre.

Todos los remolques deben estar firme y seguramente conectados al vehículo que tira de ellos. La conexión debe ser de tal manera que al ir en marcha o al aplicar los frenos para detener el vehículo, evite el "chicoteo" de la parte remolcada. Todas las ruedas del vehículo (las cuales deberán ser de hule), tendrán frenos y éstos serán accionables desde la cabina del conductor.

No debe usarse ningún otro sistema de alumbrado diferente del eléctrico, en autos tanque que transporten productos inflamables u otros artículos peligrosos; los circuitos de alumbrado deben tener protectores por sobre corriente (fusibles o interruptores automáticos); los alambres deben tener capacidad suficiente

para conducir la corriente eléctrica, deben ser aislados eléctricamente y estar protegidos contra daño físico.

2.- Motores de combustión interna.

Todos los motores de combustión interna (excepto el del propio vehículo), instalados o llevados en los autos tanque que transportan líquidos inflamables que tienen un punto de inflamación menor de 378°C (100°F) y que tengan la finalidad de accionar bombas u otros dispositivos deberán llenar los requisitos siguientes:

a).- La entrada de aire del motor deberá estar equipada con un arrestador de flama, o con un filtro de aire que trabaje también como arrestador de flama, instalados para evitar la salida de chispas o flamas en el caso de una contraexplosión.

b).- El sistema de combustible del motor debe estar localizado o construido de tal manera que se evite el riesgo de incendio.

c).- Ningún derrame de combustible o del líquido que se esté cargando o descargando debe caer sobre el sistema de ignición o el de escape del motor. Para evitar esta posibilidad, deberá colocarse adecuadamente pantallas o mamparas.

d).- Si el motor está instalado en el auto tanque, dentro de un espacio cerrado, debe procurarse que siempre haya circulación de aire en tal espacio, para prevenir la acumulación de vapores explosivos o evitar sobrecalentamiento.

e).- El sistema de escape no debe tener fugas y debe descargar los gases a un área en que no represente riesgo.

f).- Los cables del distribuidor deben estar instalados con conexiones firmes y las bujías y todas las terminales deben estar aisladas adecuadamente, para evitar arcos en el caso de que hagan contacto con materiales conductores. El interruptor de encendido debe ser del tipo cerrado.

3.- Motores y generadores eléctricos.

El equipo eléctrico instalado o llevado sobre autos tanque que transporten líquidos inflamables que tienen un punto de inflamación menor de 37.8°C (100°F), para la operación de bombas y otros dispositivos usados para el manejo del producto, deberá cumplir con los requisitos siguientes:

a).- Los generadores deben ser del tipo "a prueba de explosión", así mismo, los motores que tengan conmutador o contactos que produzcan arcos o chispas. Las cajas de conexiones o de derivación, deberán contar con los sellos apropiados.

b).- Los interruptores, dispositivos de protección por sobrecarga y cualquier otro equipo que produzca chispas, deben ser también "a prueba de explosiones".

c).- Si el motor o el generador está situado en espacios cerrados, debe verse que haya circulación de aire en tales espacios, para prevenir sobrecalentamiento o acumulación de vapores explosivos.

4.- Bombas y mangueras.

Cuando se emplea una bomba para descargar los productos, deben existir medios automáticos para evitar que la presión de descarga exceda a la presión de trabajo de los accesorios, tuberías

y mangueras. Las mangueras deben tener marcada la presión de trabajo.

Cuando se usen bombas o compresores para gas, éstas deben ser de diseño adecuado y convenientemente protegidas contra roturas por choque, y pueden ser impulsadas por el motor del vehículo u otro medio mecánico, eléctrico o hidráulico. A menos que sean del tipo centrífugo, deben estar equipados con un sistema de retorno accionado por presión que envíe el flujo de la descarga a la succión o al tanque mismo.

5.- Requisitos del chofer.

a).- Deberá tener licencia de primera, con el resello correspondiente, expedida en el Estado donde este registrado el transporte.

b).- Saber efectuar las maniobras de carga y descarga del auto tanque.

c).- Conocer el funcionamiento y manejo de los dispositivos de seguridad y contra incendio que porta el vehículo, así como saber efectuar todas las maniobras de emergencia que puedan presentarse en su unidad.

d).- Tener constancia de la casa propietaria del transporte de que ha recibido la instrucción necesaria para poder ejecutar las maniobras de operación normales y las de emergencia en el vehículo.

e).- Acatar las disposiciones que existan, así como las que pudieran dársele en caso de emergencia.

6.- Requisitos del auto tanque.

a).- Cumplirá con los requisitos establecidos en el inciso 1 de este capítulo, o sea, que contará con un certificado en vigor de haber sido inspeccionado por peritos de la Secretaría de Industria y Comercio, en donde se especificará claramente las características del recipiente, sus condiciones de operación, su capacidad, y si es para gas, la presión máxima de operación, el estado de sus válvulas de relevo, etc., así como todo lo estipulado en todos los capítulos.

b).- El extinguidor reglamentario portará el certificado de revisión correspondiente.

c).- El tanque de combustible para el motor será independiente del recipiente de transporte del auto tanque.

d).- Contará con todos los letreros de las autoridades oficiales, de acuerdo con el producto por transportar.

e).- Todas las partes metálicas del auto tanque estarán unidas eléctricamente y además, contará con las conexiones adecuadas para instalar a tierra el vehículo antes de cargar o descargar.

f).- Deberá contar con "mata chispa" en el escape del motor.

7.- Comportamiento en las instalaciones.

a).- Generalidades.

Queda terminantemente prohibido fumar dentro de las instalaciones.

Solamente podrán entrar a las instalaciones los vehículos autorizados, para lo cual, se les extenderá el permiso corres--

pondiente fijando la vigencia de éste.

Los transportes se ubicaran en el exterior de los sitios señalados para ello, avanzando a la entrada cuando se le indique, y queda terminantemente prohibido estacionarse en lugares que impidan el libre tránsito.

Cada auto tanque sera manejado exclusivamente por el chofer autorizado, el cual será responsable de cumplir con todo lo estipulado.

Los choferes no deberan apartarse de su vehículo durante el tiempo que éste permanezca en el interior de las instalaciones; transitará por los sitios que se le indiquen como máximo a 25 km por h. salvo que se estipulen velocidades menores.

Nunca rebasará a otro vehículo en movimiento, ni usará el claxon, debiendo tener especial precaución en los cruces.

Deberá respetar sin excepción, los avisos fijos o de caracter transitorio que prohiban el paso de vehículos por determinados sitios.

Por ningún motivo se estacionarán los autos tanque frente a casetas de contra incendio, hidrantes ni equipos de contra incendio en general.

Queda estrictamente prohibido transportar personal en los estribos, así como ascender o descender cuando el vehículo esté en movimiento.

No se permitira dar ninguna clase de mantenimiento o de servicio (lavar, cambiar neumaticos, etc.) dentro de las instalaciones. Aquel, que obligado por las circunstancias deba realizar

alguna reparación, ésta debe ser mínima, encaminada a poder arrastrar el vehículo fuera de las instalaciones.

El tránsito normal de los vehículos se suspenderá en casos de emergencia, alejándose de fugas visibles o situaciones peligrosas y deberá atender las indicaciones que este haciendo el personal del centro de trabajo.

b).- Dentro de las áreas de carga y descarga.

Al estacionar el vehículo en el área de carga o descarga, debe vigilarse que éste quede a nivel, para evitar que se inunden con líquidos las conexiones de las válvulas de alivio y para obtener una lectura correcta del contenido.

Cerrarán todos los circuitos eléctricos del vehículo tales como: motor, luces, radio, ventiladores, equipo de calefacción, etc.

Colocarán el freno de mano, así como topes o cuñas en las llantas.

Conectarán a tierra el equipo en el sitio señalado (figura A), cerciorándose de que las partes de conexión estén libres de grasa, pintura u otro tipo de recubrimiento que invalide su funcionamiento.

Se colocarán los letreros y señales de advertencia correspondientes a la operación y al producto de que se trate. La colocación y características de éstos, deben de estar de acuerdo con la norma de seguridad correspondiente.

La persona encargada de la operación de carga o descarga, mientras éstas se estén realizando, no debe abandonar la supervisión de la operación.

Ningún auto tanque debe moverse mientras esté conectado. -

Durante las maniobras de carga o descarga, se vigilará que no haya derrames de productos; en el caso de que esto suceda se lavarán con agua hasta su completa eliminación.

Se vigilará constantemente el nivel de llenado establecido.

Una vez terminada la operación de carga o descarga, el chofer comprobará que se han realizado las maniobras necesarias para desconectar el auto tanque de las líneas de llenado o vaciado (garzas o mangueras) y atenderá los aspectos siguientes:

a).- Revisará que no haya derrames o fugas de productos.

b).- Desconectará a mano el cable con que se puso el vehículo a tierra.

c).- Retirá los topes o cuñas colocados en las llantas.

d).- Se retirará el vehículo procurando no acelerar demasiado al ponerlo en marcha.

Ocuparán el sitio establecido para la revisión del producto recibido o entregado.

Pasará a los sitios establecidos para recabar la documentación final así pudiendo abandonar las instalaciones.

8.- Carga y descarga de gases licuados en general.

Los autos tanque no deben transportar gases capaces de combinarse químicamente con el material con que fueron contruidos.

Las especificaciones de los autos tanque y su máxima densidad de llenado, para los gases licuados comunmente usados en la industria petrolera están dados en la tabla AA.

La densidad máxima de llenado permitida en autos tanque que transporten butadieno inhibido y gases licuados del petróleo está dada por la tabla BB.

La carga de gases licuados en autos tanque debe determinarse por peso o por un dispositivo adecuado de medición de nivel líquido. En cualquier caso, la porción líquida del gas a 40.5°C, no debe llenar completamente el tanque, o a 46°C cuando el tanque está aislado térmicamente.

La presión de diseño mínima será de 14.062 kg/cm² cuando la presión de vapor no exceda de 12.2 kg/cm² a 37.8°C.

Si la carga de autos tanque con gases licuados se determina por peso, debe comprobarse el peso bruto después de que se hayan desconectado las líneas de llenado.

Si la carga de autos tanque con gases licuados se determina por un dispositivo medidor del nivel ajustable en cada caso, cada tanque o cada compartimiento de éste debe tener un termopozo, para que pueda determinarse la temperatura del líquido, y la cantidad de éste pueda corregirse a una temperatura base de 15.5°C.

Si la carga de autos tanque con gases licuados se determina únicamente por un dispositivo rijo indicador del máximo nivel de líquido, éste debe arreglarse para que funcione al nivel permitido en la tabla. La carga debe suspenderse cuando el dispositivo funciona.

ESPECIFICACIONES DE LOS AUTOS TANQUE Y SU MAXIMA DENSIDAD DE LLENADO, PARA LOS GASES LICUADOS COMUNMENTE USADOS EN LA INDUSTRIA PETROLERA.

Producto	MAXIMA DENSIDAD DE LLENADO		ESPECIFICACION DEL RECIPIENTE	
	% en peso	% en volumen	tipo	Presión de diseño mínima.
Amoníaco anhidro	56	82 (Nota 1)	ICC-MC330 y 331 (Nota 2)	18.7 kg/cm ² (265 lbs/pulg ²)
Sol. acuosa de amoníaco		No permitida	ICC-MC330 y 331 (Nota 2)	7 kg /mc ² . (100 lbs/pulg ²)
Butadieno inhibido	60	60	ICC-MC330 y 331	7 kg/cm ² (100 lbs/pulg ²)
Bióxido de carbono líquido		95	ICC-MC330 y 331	14.1 kg/cm ² . (200 lbs/pulg ²)
Cloro	125	No permitida	ICC-MC330 y 331	15.8 kg/cm ² (225 lbs/pulg ²)
Gases licuados del petróleo	60	60	ICC-MC330 y 331	14.062 kg/cm ² (199.7 lbs/pulg ²)
Cloruro de vinilo	84	No permitida	ICC-MC 330 y 331	10.6 kg/cm ² (150 lbs/pulg ²).

Nota 1. - Los autos tanque sin aislamiento térmico para amoníaco líquido anhidro, pueden llenarse hasta 87.5% en volumen, si la temperatura del producto al momento de cargar, es mayor de -11°C (30°F) o si el llenado se suspende al primer indicio de congelamiento o formación de hielo en el exterior del tanque y no se completa hasta que tal congelamiento o hielo han desaparecido.

Nota 2. - No debe usarse aluminio, cobre, plata, cinc, o aleaciones de estos metales en partes del auto tanque que tengan contacto con la carga.

Tabla 6B

Densidad máxima del líquido a 15.5°C.	Máxima densidad de llenado en por ciento de la capacidad del peso de agua del tanque.		Máxima densidad de llenado en volumen
	4542 Lts. (1200 gal) o menos	más de 4542 Lts. (1200 gal)	
0.473 - 0.480	38	41	Ver nota
0.481 - 0.488	39	42	"
0.489 - 0.495	40	43	"
0.496 - 0.503	41	44	"
0.504 - 0.510	42	45	"
0.511 - 0.519	43	46	"
0.520 - 0.527	44	47	"
0.528 - 0.536	45	48	"
0.537 - 0.544	46	49	"
0.545 - 0.552	47	50	"
0.553 - 0.560	48	51	"
0.561 - 0.568	49	52	"
0.569 - 0.576	50	53	"
0.577 - 0.584	51	54	"
0.585 - 0.592	52	55	"
0.593 - 0.600	53	56	"
0.601 - 0.608	54	57	"
0.609 - 0.617	55	58	"
0.618 - 0.626	56	59	"
0.627 o mayor	57	60	"

NOTA: La misma densidad de llenado como la permitida por peso, excepto cuando se usa un indicador fijo de máximo nivel de líquido, en cuyo caso, la máxima densidad de llenado permitida no debe pasar del 97% de la permitida por peso, indicada en la tabla.

Cada auto tanque, excepto los que se llenan por peso, debe estar equipado por lo menos con un dispositivo indicador del máximo nivel del líquido permitido. Se prohíbe instalar, en el auto tanque, indicadores de nivel de cristal.

9.- Carga y descarga de autos tanque con gases licuados de petróleo (Gas L.P.).

Con la autorización del Departamento de Ventas Local o de la autoridad correspondiente, y con el permiso de la puerta de acceso, el chofer conducirá el auto tanque a la báscula correspondiente, a efectuar el pesado y a recibir instrucciones acerca del lugar donde debe cargar. Durante esta maniobra el chofer apagará el motor del vehículo y permanecerá en la cabina de éste.

No debe cargarse ningún auto tanque con gases licuados del petróleo, sin antes comprobar que en el interior del tanque no exista oxígeno (o aire).

Un auto tanque diseñado para un determinado gas licuado del petróleo no debe cargarse con otro gas licuado del petróleo diferente. Por ejemplo, nunca debe cargarse propano en autos tanque diseñados para transportar butano.

Asegurarse de que no existan residuos líquidos en el tanque, a menos que se tenga la certeza de que tal líquido es de la misma naturaleza del que se va a cargar.

Las mangueras que se usen deben estar diseñadas para el producto que se pretenda cargar.

Algunos autos tanque están equipados con bombas de descarga actuadas directamente por el motor del vehículo. Tales bombas no deberán usarse dentro de las áreas de carga o en las instalaciones de proceso.

El chofer deberá informar claramente al inspector de llenado, el producto que solicitó cargar. También informará cuál fue el producto que transportó la vez inmediata anterior y detallará ampliamente cuando el producto sea contaminante, tal como el amoníaco o alguna otra sustancia diferente del gas licuado.

Una vez realizado lo anterior, y después de haberse estacionado en el andén correspondiente y llevado a cabo las maniobras señaladas en este capítulo (conexión a tierra, topes o las llantas, etc.), deberán ejecutarse las siguientes maniobras.

Una vez atendido lo anterior, se conectarán las líneas de carga y de retorno y cuando reciba la autorización, se abrirán las válvulas de la línea de llenado. Deberá vigilarse constantemente el manómetro del auto tanque, ya que es recomendable abrir las válvulas de la línea de retorno hasta que la presión en el auto tanque sea ligeramente mayor que la presión en el tanque que se vacía.

El recipiente deberá llenarse hasta la densidad de llenado permitida, para lo cual, deberá chequearse con el dispositivo indicador las veces que sean necesarias.

Una vez terminado el llenado, se cerrarán las válvulas de las líneas de llenado y de retorno, incluyendo las del auto tanque

en seguida, se purgarán dichas líneas y posteriormente se desconectarán éstas; esta maniobra, deberá verificarla tanto el personal de las llenaderas como el chofer del auto tanque.

Cuando el auto tanque ha quedado completamente desconectado el chofer, al recibir la autorización de retirarse, conducirá el auto tanque a la báscula correspondiente para la nueva pesada.- Realizará los trámites últimos y abandonará las instalaciones.

Todos los gases licuados de petróleo, deberán odorizarse perfectamente antes de suministrarse en las llenaderas, para indicar su presencia en concentraciones en el aire abajo de 1/5 - del límite de combustibilidad más bajo. Sin embargo, no es necesaria la odorización cuando ésta resulta perjudicial en procesos posteriores del gas.

10.- Carga de autos tanque con líquidos inflamables.

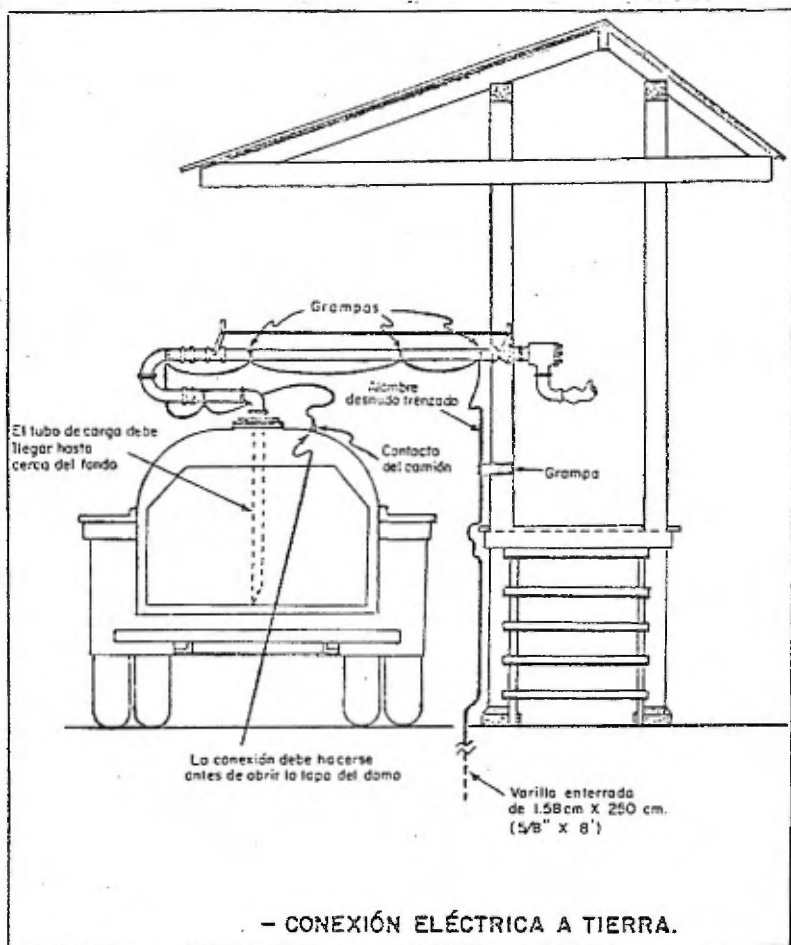
Se cumplirá con todos los requisitos establecidos en el párrafo 4 de este capítulo y además con lo siguiente:

Una vez colocado el auto tanque en el andén correspondiente se colocará la garza para el llenado, asegurándose de que ésta sea la correcta.

Se vigilará constantemente el nivel durante el llenado, para evitar derrames del producto.

Si fuera necesario verificar el contenido de agua o de contaminación en los diferentes compartimientos, el muestreo deberá hacerse en recipientes pequeños y éstos se vaciarán en las instalaciones colocadas para tal efecto.

Una vez terminado el llenado se procederá a cerrar la válvula de la garza, levantando ésta a su posición normal y se colocará la tapa del compartimiento, asegurándola.



la bocatomas del tanque enterrado.

A continuación se anotarán algunas indicaciones de carácter general cuando se carguen o descarguen autos tanque con líquidos inflamables.

Ningún auto tanque o cualquier compartimiento de éste, que haya contenido líquidos cuyo punto de inflamación sea menor de -37.8°C . puede cargarse con líquidos de mayor punto de inflamación al mencionado, sin antes estar seguro que no existen residuos de los primeros en el tanque o en cualquier conexión, dispositivo o aparato que haya estado en contacto con ellos.

Ningún material puede cargarse o transportarse en un auto tanque a temperatura igual o mayor que la de su punto de inflamación.

No se deben cargar líquidos inflamables en autos tanque que tengan sistema automático de calentamiento o refrigeración, a menos que tales sistemas se inutilicen temporalmente. Esta prohibición no se aplica si los sistemas son "a prueba de explosión" o "a prueba de chispa". En este caso, el sistema de calentamiento debe ser tal que ninguna parte de la carga se caliente más de -58.8°C .

No debe usarse aire a presión para auxiliar la descarga de autos tanque que contengan líquidos inflamables. En todo caso, emplear gas inerte.

El método más apropiado para descargar líquidos inflamables es mediante una bomba centrífuga. El diseño y operación de la bomba debe asegurar que nunca trabaje "en seco".

El espacio libre en un auto tanque o compartimiento de éste, usado para transportar líquidos inflamables, nunca debe ser menor del 1% del volumen total.

12.- Carga y descarga de autos tanque con líquidos corrosivos.

Para la recepción de este tipo de productos se cumplirá con lo establecido en el párrafo anterior de éste capítulo, en el cual quedan involucrados los aspectos de tipo administrativo, maniobras para la descarga y aspectos de seguridad relacionados con el auto tanque.

Además de las indicaciones generales para la carga y descarga de productos peligrosos, se deberán tener en cuenta los siguientes:

Los líquidos corrosivos deben descargarse de preferencia a través de las conexiones del domo. En algunos casos, sin embargo, se podrá descargar a través de las conexiones del fondo, por ejemplo, cuando debido a las características del producto, no sea posible descargarlo a través del domo. Si es posible, la descarga debe realizarse mediante una bomba, la cual debe ser del tipo centrífugo y autocebante.

Si se usa aire a presión para auxiliar la descarga de líquidos corrosivos no inflamables, debe comprobarse que las conexiones funcionan bien y no haya fugas y debe aplicarse la presión lentamente.

Después de que el producto ha sido descargado y antes de mover el auto tanque, se le debe colocar una brida ciega, o un tapón, al tubo de descarga.

Los líquidos corrosivos no deben manejarse en recipientes - abiertos.

Al conectar o desconectar un auto tanque, o cuando se hagan reparaciones al equipo o tubería, debe usarse el equipo de protección personal adecuado.

En el caso de autos tanque que transportan líquidos corrosivos, el espacio libre nunca deberá ser menor de 2% del volumen - total.

VII.- DESCRIPCION GENERAL DE UNA PLANTA TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCION DE PRODUCTOS INFLAMABLES.

1.- Generalidades.

La planta terminal de recibo y distribución Satélite Oriente ubicada en la calle de Añil No. 486, colonia Granjas México, perteneciente a la Delegación de Ixtacalco del Distrito Federal, es una instalación típica para almacenamiento y distribución de productos inflamables. Esta planta tiene por objeto abastecer de combustibles derivados del petróleo a la zona oriente de la Ciudad de México por medio de autos tanque. Ocupa una superficie de 118,748.08m² y tiene una capacidad de almacenamiento de 40,537,350l (255,000 barriles), para aproximadamente 5 días de consumo normal.

El agua para los servicios de la terminal es abastecida por la red municipal y el suministro de energía eléctrica se obtiene de una línea de alta tensión de 20,000 volts, localizada aproximadamente a 300 m.

El acceso a la planta se efectúa por la calle de Añil, la cual tiene comunicación con dos vías rápidas (Viaducto Piedad y Río Churubusco).

2.- Instalaciones.

Para el manejo de los productos dentro de la terminal se cuenta con las siguientes instalaciones:

- a).- Trampa de diablos.
- b).- Area de recibo y medición.
- c).- Zona de almacenamiento.
- d).- Bodega
- e).- Llenadoras de autos tanque.

f).- Edificios auxiliares (oficina de ventas, casetas de vigilancia, baños y vestidores, taller, cuarto de control de llenado y cuarto de control de personal).

3.- Llegada de productos.

Los productos llegan a la terminal desde la "Refinería 18 de Marzo" por medio de dos líneas de conducción, una de 50.48 cm. (12 pulgadas) y otra de 20.32 cm. (8 pulgadas) de diámetro. La primera está dedicada al transporte de supermexolina, gasolnax y pemex 100. La segunda a diesel y diáfano, aunque en caso de falla de alguna de ellas, la otra sirve para manejar todos los productos. La longitud de ambas tuberías es de 35 km.

Al llegar los productos pasan primero por la trampa de diábolos y a continuación por un filtro tipo canasta, con objeto de eliminar sedimentos y basuras. Existen dos filtros en cada línea con el fin de que se pueda efectuar la limpieza y mantenimiento de los mismos, controlándose su uso con un transmisor neumático de presión diferencial que actúa una alarma para anunciar que debe hacerse el cambio de filtración.

Después, los productos pasan por una válvula controladora de presión en la que se mantiene una presión constante línea arriba con el objeto de que lleguen a los tanques a la presión fijada. Posteriormente, se pasan por la sección de medición, la que cuenta con los siguientes instrumentos: un indicador transmisor de presión, bridas de orificio para flujo y densidad con su respectivo transmisor de presión diferencial y de densidad, y un indicador de transmisión de temperatura.

Las señales de estos instrumentos son enviadas a registradores por medios neumáticos. En el cuarto de control existe un receptor registrador para presión y flujo (en una carta con dos plumas), una para densidad y otra para temperatura.

El transmisor de presión también actúa un interruptor de presión, el cual por alta presión hace funcionar dos alarmas, una sonora y otra luminosa.

A la salida de la sección de medición se encuentra un cabezal para distribuir cada producto a su tanque respectivo.

En esta área hay un edificio de recibo y medición que cuenta con: oficina con tablero de instrumentos, cuarto de radio, laboratorio de muestras, cuarto eléctrico, sanitario y un cobertizo para alojar equipo auxiliar, tal como compresora y secador de aire.

4.- Almacenamiento.

Los productos son almacenados en tanques verticales, diseñados para trabajar a presión atmosférica, construídos con placas ASTM-A-283 Gr. C., estructura ASTM-A-56, bridas ASTM-A-181 Gr., 1 y soldadura I-6010, con las siguientes características.

Producto	Capacidad		Diámetro		Altura.		Tanque
	Litros	Barriles	Metros	Pies	Metros	Pies	
Supermexolina	8,743,350	55,000	30,480	100	12,192	40	TV-1
Supermexolina	8,743,350	55,000	30,480	100	12,192	40	TV-2
Gasolmex	5,563,950	35,000	24,384	80	12,192	40	TV-3
Pemex 100	4,769,100	30,000	22,251	73	12,192	40	TV-4
Diesel	3,179,400	20,000	18,288	60	12,192	40	TV-5
Contaminado	794,850	5,000	9,144	30	12,192	40	TV-6
Diáfano	8,743,350	55,000	30,480	100	12,192	40	TV-7

5.- Casa de Bombas.

De los tanques de almacenamiento los productos se envían a las llenadoras de autos tanque por medio de bombas "Fairbanks" y "Worthington" instalados en un cobertizo, construido con acero estructural, piso de concreto y techo de lámina de asbesto. Las características de las bombas son:

Bomba	Tipo	Capacidad		Producto
		l/min	gal/min	
BA-1A	Centrífuga Vertical	4 542	1 200	Supermexolina
BA-1B	Centrífuga Vertical	4 542	1 200	Supermexolina
BA-1C	Centrífuga Vertical	4 542	1 200	Supermexolina
BA-1D	Centrífuga Vertical	4 542	1 200	Supermexolina
BA- 2	Centrífuga Vertical	4 542	1 200	Gasolmex
BA- 3	Centrífuga Vertical	4 542	1 200	Pemex 100
BA-RG	Centrífuga Vertical	4 542	1 200	Relevo Gasolina
BA- 4	Centrífuga Horizontal	3 028	800	Diesel
BA-RDB	Centrífuga Horizontal	3 028	800	Relevo Dis-Dia
BA-SA	Centrífuga Horizontal	3 028	800	Diáfano
BA-SB	Centrífuga Horizontal	3 028	800	Diáfano
BA- 9	Centrífuga Vertical	946	250	Contaminados

En la descarga de cada una de las bombas opera un manómetro con rango de 0-7 kg/cm² (0-100 lb/in²).

Las bombas están provistas de válvulas de recirculación en el cabezal de descarga con objeto de recircular el producto, cuando no haya salida del mismo en las llenadoras, evitando así el sobrecalentamiento del equipo.

Para mover las bombas se utilizan motores eléctricos "U.S." a prueba de explosión, acoplados directamente a cada una de ellas, con las siguientes características:

Bomba	Motor Eléctrico	Potencia		Corriente
		CV	HP	
BA-1A	Vertical a prueba de explosión	60.84	60	3/50-60/220-440
BA-1B	Vertical a prueba de explosión	60.84	60	3/50-60/220-440
BA-1C	Vertical a prueba de explosión	60.84	60	3/50-60/220-440
BA-1D	Vertical a prueba de explosión	60.84	60	3/50-60/220-440
BA- 2	Vertical a prueba de explosión	60.84	60	3/50-60/220-440
BA- 3	Vertical a prueba de explosión	60.84	60	3/50-60/220-440
BA-RG	Vertical a prueba de explosión	60.84	60	3/50-60/220-440
BA- 4	Horizontal a prueba de explosión	25.35	25	3/50-60/220-440
BA-RDA	Horizontal a prueba de explosión	25.35	25	3/50-60/220-440
BA-5A	Horizontal a prueba de explosión	25.35	25	
BA-5B	Horizontal a prueba de explosión	25.35	25	3/50-60/220-440
BA- 9	Vertical a prueba de explosión	7.6	7.5	3/50-60/220-440

6.- Llenadoras de autos tanque.

Para llenado de autos tanque se dispone de dos cobertizos llamados andenes de llenado, construídos de acero estructural, piso de concreto y techo de lámina de asbesto, cada uno cuenta con nueve isletas, provistas de cuatro "gargas" (lo que nos dá un total de 72). El piso de los andenes tiene un desnivel que permite que los productos derramados fluyan hacia el drenaje al ser lavado con abundante agua.

6.1 Posiciones de llenado.

Producto	No. de Garzas	Gasto total		Gasto / Garza	
		L/min	Gal/min	L/min	Gal/min
Supermexolina	36	18 168	4 800	504.6	133.3
Gasolmex	10	4 542	1 200	454.2	120.0
Pemex 100	8	4 542	1 200	567.7	150.0
Diesel	6	3 028	800	504.6	133.3
Diáfano	<u>12</u>	6 056	1 600	504.6	133.3
Total	<u>72</u>				

6.2 Control de llenado.

La operación de llenado se controla por medio de un registro del volumen y producto autorizado. Para este fin opera el cuarto de control de llenadoras en las que se centraliza la operación de llenado.

Para la medición de la cantidad de producto despachado, se cuenta para cada "garza" con el siguiente equipo, marca "Brodie" de medición, Telemedición y Telecontrol.

a).- Cada "garza" dispone de:

1.- Medidor de desplazamiento positivo modelo B-62D con capacidad de 946 L/min (250 gal/min) equipado con: combinación de contador impresor, transmisor de pulsos eléctricos a prueba de explosión y micro-interruptor de doble pozo y doble tiro, también a prueba de explosión, operado por el impresor, para activar al piloto solenoide de la válvula de control y al equipo de impresión remoto en el cuarto de control.

2.- Combinación de filtro y eliminador de aire, modelo - -
DA-3-150.

3.- Válvula de control, modelo 5105550, operada por dos pi-
lotos solenoides a prueba de explosión colocados en serie, uno sir-
ve para bloquear y el otro para control de flujo, 946-1 135.5 - -
l/min (250-300 gal/min), con alarma visual a prueba de explosión -
(foco verde) en el cuarto de control para que el operador advierta
la posición abierta de la válvula.

b).- En el cuarto de control hay los dispositivos siguientes:

1.- Combinación de contador impresor remoto, equipado con
receptor de impulsos eléctricos, a prueba de explosión; microinte-
rruptor de doble polo y doble tiro, a prueba de explosión, operado
por el impresor para funcionar en serie con el de la "garza" y ce-
rrar el circuito que energiza el piloto de la válvula de control y
foco rojo; piloto a prueba de explosión, que sirve para indicar al
operador del cuarto de control que debe imprimir en la tarjeta de
registro la cantidad cargada en el auto tanque.

El funcionamiento del sistema es el siguiente:

La oportunidad para cargar la indicará la válvula de con-
trol, la cuál tiene un doble propósito: primero abrir o cerrar el
paso de flujo y segundo controlar la presión antes de la válvula y
mantener un flujo constante a través de la "garza", evitando que -
los contadores de desplazamiento positivo funcionen mal por exceso
de flujo.

Para la operación de abrir o cerrar el piloto solenoide co-
rrespondiente se activa en serie por medio de los impresores tanto

en la garza como en el cuarto de control, al introducir la tarjeta y marcar por primera vez y al anotar la cantidad servida, se abren los circuitos que dotan de energía a la válvula de control no abriéndose hasta repetir la operación. Mientras permanece - - abierta, el otro piloto solenoide está controlando la presión. - El aforo final del auto tanque se hace con la válvula manual de la "garza".

6.3 Protección de los medidores.

Para proteger a los medidores de desplazamiento positivo - contra el golpe de ariete, se dispone de 5 amortiguadores de golpe de ariete marca "Hydril" modelo K-10-1500, con capacidad para 37.85 L (10 gal), en las líneas de abastecimiento de productos - que llegan a las llenadoras.

7.- Servicios Auxiliares .

a).- Agua.- El agua para servicio de la terminal se almacena en un tanque elevado de 200 000 L (52840 gal) de capacidad y 20 cm (65.6 pies) de altura sobre el nivel del piso.

El agua del tanque elevado se suministra de una cisterna de 100 000 L (26 420 gal) de capacidad, la cuál es alimentada de un tanque de concreto de 1 600 m² (422 721 gal) de capacidad, que - recibe agua de la red municipal.

Para enviar el agua de la cisterna al tanque elevado se emplea equipo de las siguientes características.

Bomba	Tipo	Capacidad		Motor	Potencia	
		L/min	Gal/min		CU	HP
BA-6	Centrífuga Vertical	2 384.6	630	Eléctrico	20.30	20
BA-6A	Centrífuga Vertical	2 384.6	630	Comb.Int.Ga	20.30	20

b).- Energía eléctrica.- Consta de una línea subterránea de transmisión desde la línea de 20 000 volts. de la Compañía de Luz y Fuerza del Centro hasta la subestación de la terminal la cuál consta de:

1.- Un interruptor a base de fusible de potencia, con objeto de proteger el circuito de alta tensión.

2.- Un transformador de las siguientes características:

Capacidad	Relación de voltaje	Ciclaje	Tipo
1 000 KVA	20 000-23 000/480 Volts	50-60 cps	Enfriado por aceite

Este transformador alimenta a 5 centros de control de las siguientes características:

Centro de Control No. 1.-

Control y potencia a 480 volts de los siguientes alimentadores a los centros de control Nos. 2, 3, 4 y 5, motor de la bomba de la cisterna, motor bomba del separador de aceite y para el motor eléctrico de la bomba de contra incendio que se instale.

Centro de Control No. 2.-

Control y protección a 480 volts de los siguientes alimentadores: motores de las bombas que manejan los productos y motores de los

agitadores tipo Hélice instalados en los tanques de almacenamiento. Transformador para alumbrado con las siguientes características:

Capacidad	Relación de voltaje	Ciclaje	Tipo
75 KVA	480/220-127 volts	50-60 cps	Seco

Protección a 220 volts de los siguientes alimentadores de alumbrado: tableros de casa de bombas, llenadoras de autos - tanque No. 2 de la subestación, caseta de vigilancia No. 2 y de alumbrado general.

Centro de Control No. 3.-

Transformador de alumbrado de las siguientes características:

Capacidad	Relación de voltaje	Ciclaje	Tipo
75 KVA	480/220-127 volts	50-60 cps	Seco

Protección a 220 volts de los siguientes alimentadores de alumbrado: tableros de llenadoras de autos tanque No. 1, oficina de ventas, bodega general, cuarto de control de llenadoras, baños y vestidores, caseta de vigilancia No. 1 y de alumbrado general.

Centro de Control No. 4.-

Control y protección a 480 volts del motor de la compresora para aire de instrumentos.

Transformador de alumbrado con las siguientes características:

Capacidad	Relación de voltaje	Ciclaje	Tipo
30 KVA	480/220-127 volts	50-60 cps	Seco

Protección a 220 volts del alimentador de alumbrado de tableros.

Centro de Control No. 5.-

Control y protección a 480 volts de los siguientes alimentadores: motor de la bomba de lavado y motores de los compresores de aire de servicio.

Transformador para alumbrado de las siguientes características:

Capacidad	Relación de voltaje	Ciclaje	Tipo
45 KVA	480/220-127 volts	50-60 cps	Seco

Protección a 220 volts del alimentador de alumbrado de talleres.

8.- Distribución.

Para la distribución de los combustibles se cuenta con sesenta autos tanque de 15,000 L (3 963 gal) de capacidad cada uno.

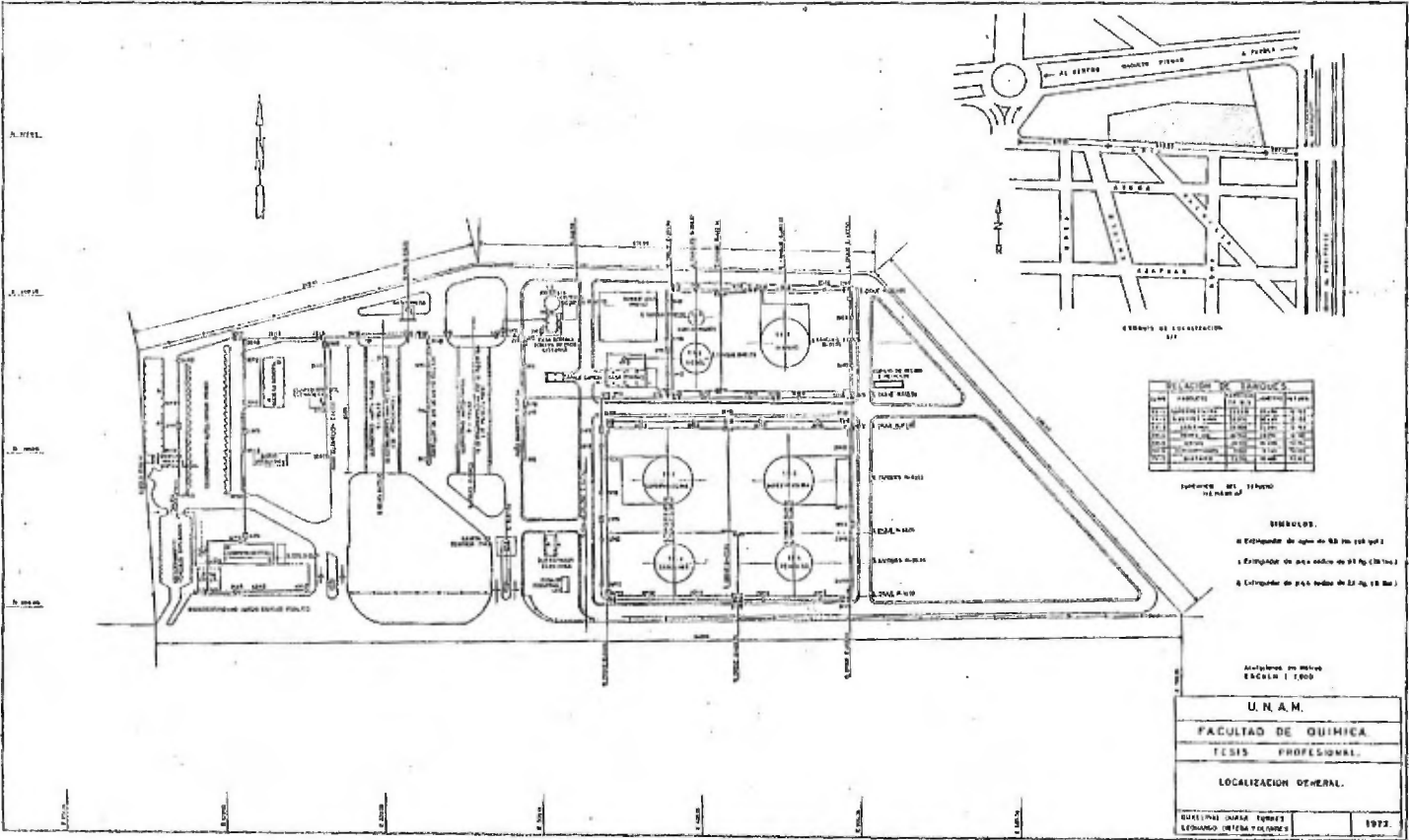
Para el mantenimiento mecánico de esta flotilla existe -

un local destinado, lavado y engrasado de las unidades. Junto a este local se encuentra una plataforma para vaporizar el interior de los toneles de los autos tanque en caso de reparación.

9.- Recuperación de derrames de productos inflamables.

El sistema de drenaje industrial proveniente del área de tanques, de llenadoras, casa de bombas, etc., llega a una fosa de concreto, llamada de recuperados, en la cual se efectúa la separación de los combustibles del agua por diferencia de pesos específicos y mamparas.

El agua separada de esta manera se expulsa al drenaje municipal y los combustibles se bombean al tanque de contaminados, para posteriormente transportarlos a la refinería y volverlos a procesar.



LOCALIZACIÓN DE TERREMOTOS

TERREMOTOS	COORDENADAS	COORDENADAS
1917	19.50	99.00
1921	19.50	99.00
1925	19.50	99.00
1929	19.50	99.00
1933	19.50	99.00
1937	19.50	99.00
1941	19.50	99.00
1945	19.50	99.00
1949	19.50	99.00
1953	19.50	99.00
1957	19.50	99.00
1961	19.50	99.00
1965	19.50	99.00
1969	19.50	99.00
1973	19.50	99.00

INDICACION DEL TIPO DE TERREMOTO

SÍMBOLOS.

- 1 Edificio de altura de 60 m o más
- 2 Edificio de altura de 30 a 60 m
- 3 Edificio de altura de 15 a 30 m
- 4 Edificio de altura de 5 a 15 m

Medidas en metros
ESCALA 1:1000

U.N.A.M.	
FACULTAD DE QUÍMICA	
TESIS PROFESIONAL	
LOCALIZACIÓN GENERAL	
SOLICITANTE: MARÍA TERESA LEONARDO DE LA CRUZ	1973

VIII.- ANALISIS ECONOMICO EN EL TRANSPORTE DE
PRODUCTOS POR MEDIO DE AUTOS TANQUE Y
OPTIMIZACION DE UNA RED DE DISTRIBUCION.

La evaluación económica para el transporte de productos por medio de autos tanque, se hace en comparación a carros tanque - (tanques transportados por vías férreas), ya que en la opción de transportar productos peligrosos como son los líquidos inflamables, sustancias oxidantes y venenosas, líquidos corrosivos, gases comprimidos inflamables y no inflamables, a distancias relativamente grandes, estos dos medios son los más usados en nuestro país.

De la Tarifa General de Carga DGF, No. 1-F de los Ferrocarriles Nacionales de México y de la Tarifa General para Servicios Públicos de Auto transporte de Carga de Concesión o Permiso Federal editada por la SCT, se obtuvo la siguiente tabla comparativa de costos para el transporte de diversos productos.

PRODUCTO	COSTO/TON.		DISTANCIA
	AUTOS TANQUE	CARROS TANQUE	
Petróleo crudo	\$ 112.20	\$ 62.00	500 Km.
Gas-oil, diesel, gasolina.	\$ 112.20	\$ 75.10	"
Gasavión, nafta, bencina	\$ 112.20	\$ 98.80	"
Aceites industriales	\$ 130.20	\$ 94.65	"
Alcoholes industriales	\$ 143.20	\$ 101.80	"
Gas de petróleo licuado	\$ 143.20	\$ 120.00	"

Nota:

En el caso de carros tanque, al costo de transporte por la distancia considerada, deberá sumársele el costo por arrastre a vías o escapes particulares, el costo por paso del carro sobre puentes y el costo de trasbordo de línea si ocurre durante el trayecto.

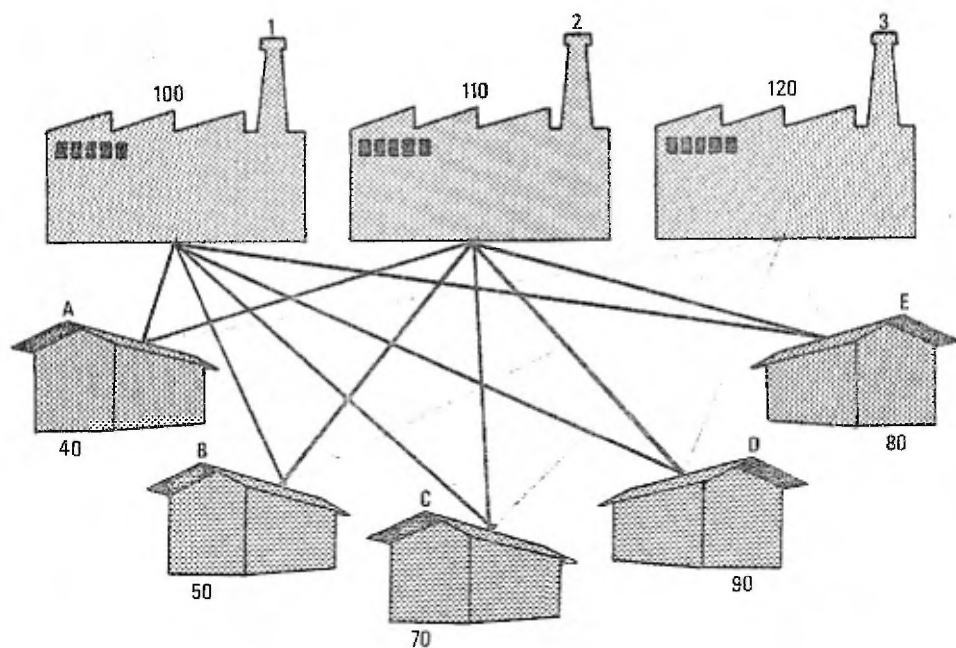
Independientemente de las diferencias en costo que se muestran en la tabla anterior, el transporte de productos por medio de autos tanque permite una flexibilidad mayor en las rutas a seguir, flexibilidad que puede traducirse en ahorro económico al evaluar distintos arreglos para conducir los productos de los centros de producción a los de almacenamiento y/o de consumo.

Para ejemplificar lo anterior, a continuación se muestra como sería posible obtener un costo mínimo usando técnicas de Investigación de Operaciones, específicamente, la del "Problema de Transporte", problema que se resuelve aquí con el Método del Cruce del Arroyo o "Stepping Stone" debido a G. Dantzing. El problema de transporte es un caso especial de la Programación Lineal y queda fuera de los alcances de esta tesis el plantear las características principales de la Programación Lineal, así como los procedimientos matemáticos en los que se basa el método de Dantzing para resolver este tipo especial de problemas, por lo que nos concretaremos a describir los pasos seguidos con el fin de obtener una función económica mínima.

Supongamos que deseamos transportar amoniaco de tres centros de producción a cinco fábricas que consumen la totalidad de la producción de esos tres centros. En la tabla siguiente se muestran las distancias consideradas entre los centros de producción y las fábricas.

centro	Distancia en Km. a las fábricas				
	A	B	C	D	E
1	100	50	150	200	300
2	50	100	100	250	200
3	40	75	50	100	100

El siguiente dibujo muestra el esquema de los transportes que se deben efectuar y las capacidades en Ton. de amoniaco, - de los centros que producen el producto y las fábricas que lo consumen.



De acuerdo con la tarifa de autotransporte de carga de conce-
 sión federal, en la tabla siguiente se muestran los costos para -
 cada itinerario, tomándose como base el costo de transporte de -
 una tonelada del producto.

Tabla de Asignaciones (A)

centro	A	B	C	D	E	Capacidad en Ton.
1	51.50	32.20	70.80	90.00	129.00	100
2	32.20	51.50	51.50	110.00	90.00	110
3	29.00	41.00	32.20	51.50	51.50	120
Capaci- dad en Ton.	40	50	70	90	80	

Obtenemos con la tabla anterior una matriz de 15 variables -
 con las siguientes restricciones:

$$\begin{aligned}
 (1) \quad & X_{11} + X_{12} + X_{13} + X_{14} + X_{15} = 100 \\
 & X_{21} + X_{22} + X_{23} + X_{24} + X_{25} = 110 \\
 & X_{31} + X_{32} + X_{33} + X_{34} + X_{35} = 120 \\
 & X_{11} + X_{21} + X_{31} = 40 \\
 & X_{12} + X_{22} + X_{32} = 50 \\
 & X_{13} + X_{23} + X_{33} = 70 \\
 & X_{14} + X_{24} + X_{34} = 90 \\
 & X_{15} + X_{25} + X_{35} = 80
 \end{aligned}$$

Tenemos además que:

total de cantidades producidas = total de cantidades consumi-
 das.

o sea:

$$40+50+70+90+80 = 100+110+120 = 330$$

Lo que nos da únicamente 7 restricciones independientes. Una solución básica para encontrar un óptimo debe contener cuando menos $N-M$ variables nulas; donde N = número de variables

M = número de restricciones o desigualdades.

Esto es:
 $15 - 7 = 8$

Donde 8 es el número de variables nulas.

La fracción económica o costo que representaremos por Z , estará dado por:

$$\begin{aligned} Z = & 51.5 X_{11} + 32.2 X_{12} + 70.8 X_{13} + 90 X_{14} + 129 X_{15} \\ & + 32.2 X_{21} + 51.5 X_{22} + 51.5 X_{23} + 110 X_{24} + 90 X_{25} \\ & + 29 X_{31} + 41 X_{32} + 32.2 X_{33} + 51.5 X_{34} + 55.5 X_{35} \end{aligned}$$

Buscaremos un mínimo para esta función usando como ya mencionamos antes, el método de G. Dantzig.

Construiremos primero una solución básica usando la regla de la "Esquina noroeste"; esto es, partiremos de la esquina superior izquierda de la tabla de asignaciones, poniendo en la casilla de hilera 1, columna 1, el más pequeño de los números que representan la disponibilidad (100) y la demanda (40).

Completamos la primera fila hasta saturar la disponibilidad.

Saturamos en seguida, la demanda en la tercera columna, la disponibilidad en la segunda hilera, la demanda en la cuarta columna, y al final, la disponibilidad en la tercera hilera.

El arreglo así logrado se muestra a continuación.

T a b l a (1)

40	50	10			100
		60	50		110
			40	80	120
40	50	70	90	80	

lo que nos da las siguientes ecuaciones:

$$\begin{aligned}
 X_{11} &= 40 & X_{12} &= 50 & X_{13} &= 10 & X_{14}=X_{15} &= 0 \\
 X_{21} &= X_{22} = X_{25} &= 0 & X_{23} &= 60 & X_{24} &= 50 \\
 X_{31} &= X_{32} = X_{33} &= 0 & X_{34} &= 40 & X_{35} &= 80
 \end{aligned}$$

y la función económica:

$$\begin{aligned}
 Z &= 40(51.5) - 50(32.2) - 10(70.8) - 60(51.5) - 50(110) - 40(51.5) \\
 &\quad - 80(51.5) = 19148
 \end{aligned}$$

Partiendo de esta solución, buscaremos otra que corresponda a un costo global menos elevado, pero conservando cuando menos ocho variables nulas.

Si asignamos una unidad en la celda 1, 4 (1a. fila, 4a. columna de la tabla (1)); hay que retirar una de la casilla 2,4; agregar una en la casilla 2,3 y finalmente, quitar una de la casilla - 1,3.

T a b l a (2)

40	50	10 -1	+1		
		60 +1	50 -1		
			40	80	

Este intercambio circular nos hace variar el costo total en una cantidad \$14 que calcularemos consultando la tabla de los costos unitarios (tabla A).

$$S14 = - 70.8 + 90 + 51.5 - 110 = - 39.3$$

De la misma forma calculamos intercambios para las otras ca-
sillas.

T a b l a (3)

40	50	10			+1
		-1			
		60	50		
		+1	-1		
			40	80	
			+1	-1	

T a b l a (4)

40	50	10			
-1		+1			
+1		60	50		
		-1			
			40	80	

T a b l a (5)

40	50	10			
	-1	+1			
	+1	60	50		
		-1			
			40	80	

T a b l a (6)

40	50	10			
		60	50	+1	
			-1		
			40	80	
			+1	-1	

T a b l a (7)

40	50	10			
-1		+1			
		60	50		
		-1	+1		
+1			40	80	
			-1		

T a b l a (8)

40	50	10			
	-1	+1			
		60	50		
		-1	+1		
	+1		40	80	
			-1		

T a b l a (9)

40	50	10		
		60	50	
		-1	+1	
		+1	40	80
			-1	

tabla (3) $S_{15} = 129 - 51.5 + 51.5 - 110 + 51.5 - 70.8 = - 0.3$

tabla (4) $S_{21} = 32.2 - 51.5 + 70.8 - 51.5 = 0$

tabla (5) $S_{22} = 51.5 - 51.5 + 70.8 - 32.2 = 38.6$

tabla (6) $S_{25} = 90 - 51.5 + 51.5 - 110 = - 20$

tabla (7) $S_{31} = 29 - 51.5 + 70.8 - 51.5 + 110 - 51.5 = 55.3$

tabla (8) $S_{32} = 41 - 51.5 + 110 - 51.5 + 70.8 - 32.2 = 68.6$

tabla (9) $S_{35} = 32.2 - 51.5 + 110 - 51.5 = 39.2$

Una S negativa nos dice que es posible realizar un intercambio que haga disminuir el costo. Las S negativas son:

$S_{14} = - 39.3$

$S_{15} = - 0.3$

$S_{25} = - 20$

Escojamos S_{14} que es la que nos da mayor variación por unidad, pero en lugar de desplazar una sola unidad desplazaremos el mayor número de unidades posibles. Para lograrlo, consideremos - en la tabla (2) la cantidad más pequeña que corresponda a una casilla donde se tenga una cantidad (-1). Esta casilla es la 1,3, donde se encuentra el número 10. Pongamos pues, 10 en la casilla 1,4, cantidad que retiramos de la casilla 1,3, y establezcamos - disponibilidades y las demandas impuestas.

T a b l a (10)

40	50		10		100
		70	40		110
			40	80	120
40	50	70	90	80	

El costo correspondiente es:

$$Z = 40 (51.5) - 50 (32.2) - 70 (51.5) - 10 (90) - 40 (110) - 40 (51.5) - 80 (51.5) = 18755$$

Repitamos el procedimiento anterior para esta nueva solución.

T a b l a (11)

40	50	+1	10	
			-1	
		70	40	+1
			-1	
			40	80

S13

T a b l a (12)

40	50		10	+1
			-1	
		70	40	
			40	
			+1	80
				-1

S15

T a b l a (13)

40	50		10	
-1			+1	
+1		70	40	
			-1	
			40	80

S21

T a b l a (14)

40	50		10	
	-1		+1	
	+1	70	40	
			-1	
			40	80

S22

T a b l a (15)

40	50		10	
		70	40	+1
			40	80
			+1	-1

S25

T a b l a (16)

40	50		10	
-1			+1	
		70	40	
+1			40	80
			-1	

S31

T a b l a (17)

40	50		10	
	-1		+1	
		70	40	
	+1		40	80
			-1	

S32

T a b l a (18)

40	50		10	
		70	40	
		-1	+1	
		+1	40	80
			-1	

S33

$$S13 = 70.8 - 90 + 110 - 51.5 = 39.3$$

$$S15 = 129 - 90 + 51.5 - 51.5 = 39$$

$$S21 = -51.5 + 32.2 + 90 - 110 = -39.3$$

$$S22 = -32.2 + 51.5 + 90 - 110 = -0.7$$

$$S25 = -110 + 90 - 51.5 + 51.5 = -20$$

$$S31 = -51.5 + 29 - 51.5 + 90 = 16$$

$$S32 = 41 - 32.2 - 51.5 + 90 = 47.3$$

$$S33 = 32.2 - 51.5 + 110 - 51.5 = 39.2$$

S21 es la que nos da la variación mayor por unidad, así que de la tabla (13) y repitiendo los pasos anteriores, obtenemos la siguiente tabla, ajustando las demandas y las disponibilidades - como en los casos anteriores.

T a b l a (19)

	50		50		100
40		70			110
			40	80	120
40	50	70	90	80	

Con un costo

$$Z = 50 (32.2) + 50 (90) + 40 (32.2) + 70 (51.5) + 40 (51.5) + 80 (51.5) = 17183$$

Observamos que en este último arreglo encontramos 9 variables nulas. Esto es, hemos encontrado una solución con más de $N-M$ variables nulas.

Aplicar el método del "Stepping stone" se vuelve así un poco complicado. Lo resolveremos colocando arbitrariamente uno o varios ceros según el caso, para todas las posibilidades, sin introducir nunca en una de tales casillas una cantidad negativa. El resultado de los arreglos así obtenidos se muestra en las tablas siguientes.

T a b l a (20)

+1	50		50	
	-1			
40	0	70		
-1	+1			
			40	80

S11

T a b l a (21)

	50	+1	50	
	-1			
40	0	70		
	+1	-1		
			40	80

S13

Tabla (22)

	50		50		+1
			-1		
40		70			
			40	80	-1
			+1		

S15

Tabla (23)

0	+1	50		50	
		-1			
40		+1	70		
		-1			
				40	80

S22

Tabla (24)

	50	0	50		
		+1	-1		
40		70	+1		
		-1			
			40	80	

S23

Tabla (25)

	50	0	50		
		+1	-1		
40		70			+1
		-1			
			40	80	-1
			+1		

S25

Tabla (26)

	50		50		
40		70	0		
		-1	+1		
+1			40	80	
			-1		

S31

Tabla (27)

	50		50		
			-1	+1	
40		70			
	+1		40	80	
			-1		

S32

Tabla (28)

	50		50		
40		70	0		
		-1	+1		
		+1	40	80	
			-1		

S33

$$S11 = 51.5 + 51.5 - 32.2 - 32.2 = 38.6$$

$$S13 = - 32.2 + 70.8 - 51.5 + 51.5 = 38.6$$

$$S15 = - 90 + 129 + 51.5 - 51.5 = 31$$

$$S22 = 51.5 - 32.2 + 51.5 - 32.2 = 38.6$$

$$S23 = 70.8 - 90 + 110 - 51.5 = 39.3$$

$$S25 = 70.8 - 90 + 51.5 + 90 - 51.5 = 70.8$$

$$S31 = - 32.2 + 29 + 110 - 51.5 = 55.3$$

$$S32 = - 32.2 + 90 - 51.5 + 41 = 47.3$$

$$S33 = - 51.5 + 110 - 51.5 + 32.2 = 39.2$$

Los valores obtenidos en los S_{ij} considerados no nos muestran ninguna con valor negativo, por lo que concluimos que es imposible obtener una mejor solución.

Con este ejemplo hemos demostrado que en el transporte de productos por medio de autos tanque, debido a la variedad de rutas que es posible escoger, es posible minimizar los costos de transporte. Costo que para el caso de que el transporte hubiera sido efectuado por medio de carros tanque, nos costaría más trabajo optimizar.

IX.- CONCLUSIONS.

Conclusiones

Como se mostró en el capítulo anterior, el transporte de productos peligrosos por medio de autos tanque puede tener algunas ventajas económicas sobre otros medios de transporte. Sin embargo, ninguna norma de seguridad deberá estar supeditada jamás al costo.

El buen diseño y mantenimiento del tanque usado para el transporte, la observancia de los códigos y normas de seguridad establecidas, el marcado y etiquetado de los tanques, el buen estado mecánico y estructural del vehículo que transporta el tanque, las condiciones y dispositivos de seguridad que se establezcan en los centros de llenado y descarga de los tanques, los dispositivos para casos de emergencia del propio tanque, el sentido de responsabilidad del chofer así como de los operarios que intervengan en las operaciones involucradas en el transporte de productos por medio de autos tanque, son factores de los cuales nunca podrá prescindirse en aras de ninguna economía, independientemente del hecho de que trabajar bajo normas de seguridad redonda siempre en ahorros para toda empresa, no solo en términos de dinero, sino de accidentes al elemento humano.

Un factor muy importante a tenerse en cuenta cuando se transportan productos peligrosos por medio de autos tanque, es que éstos debido a las vías de comunicación con que cuenta nuestro país, deben atravesar áreas densamente pobladas y en muchos casos cuando los centros de consumo se encuentran en las mismas ciudades, efectuar las maniobras de carga y descarga dentro de

las mismas, como en el caso de los productos inflamables como gasolina, petróleo y sus derivados, por lo que para el manejo de productos por este medio, las condiciones y normas de seguridad tienen que extremarse. .

Por lo demás, debemos siempre recordar que las normas y disposiciones de seguridad se hicieron para obedecerse.

X.-

BIBLIOGRAFIA.

- 1.- ASME BOILER AND PRESSURE VESSEL CODE: Section VIII. "Unfired Pressure Vessel". American Society of Mechanical Engineers. - 1965.
- 2.- CHEMICAL ENGINEERS' HANDBOOK (4th Ed.). John H. Perry. Mc - Graw-Hill Inc., 1963.
- 3.- CHEMICAL PROCESS PRINCIPLES (SECOND EDITION). Hougen, Watson and Ragatz. Wiley International Edition.
- 4.- CODE OF FEDERAL REGULATIONS. Published by the National Archives of United States. 1968.
- 5.- FARRIS CAI. No. FE-316: "Safety Relief Valves". Farris Engineering Corp. 1967.
- 6.- LINEAR PROGRAMMING. (Second Printing). G. Hadley. Addison - Wesley Publishing Company. 1967.
- 7.- METODOS Y MODELOS DE LA INVESTIGACION DE OPERACIONES. A. - Kauffman. Compañía Editorial Continental, S.A. 1968.
- 8.- Norma DIV-3. Normas de seguridad para la carga y descarga y manejo de autos tanque. Petróleos Mexicanos. 1969.
- 9.- TARIFA GENERAL DE CARGA. Ferrocarriles Nacionales de México. Gerencia de tráfico de carga. Aprobada por la secretaría de Comunicaciones y Transportes. 1969.
- 10.- TARIFAS GENERALES PARA SERVICIOS PUBLICOS DE AUTOTRANSPORTES DE CARGA DE CONCESION O PERMISO FEDERAL. Dirección General de Tarifas Maniobras y servicios conexos. SCyT.