



T

Fajal

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencia de la
Producción.**

“Montaje de un Patio para Calibración de Autotanques”

TESIS DE GRADO

Previa obtención del título de:

INGENIERO MECANICO

Presentada por:

Jonny Julio Fajardo Muñoz.

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2005

AGRADECIMIENTO

A todas las personas que de uno u otro modo colaboraron en la realización de este trabajo y especialmente al Ing. Ignacio Wiesner Director de tesis, por su invaluable ayuda.

DEDICATORIA



A MIS PADRES

A MIS HERMANOS

A MI ESPOSA

A MIS HIJAS.



TRIBUNAL DE GRADUACION

Ing. Julián Peña E.
DELEGADO POR DECANO DE LA FIMCP
PRESIDENTE

Ing. Ignacio Wiesner F.
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Eduardo Orcés P.
VOCAL



DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL"

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Jonny Julio Fajardo Muñoz', is written over a horizontal line.

Jonny Julio Fajardo Muñoz.

RESUMEN

La presente tesis se basa en el montaje de un patio de Calibración Volumétrica para Auto tanques Mediante Patrones Volumétricos certificados y de esta manera transportar medidas con alta precisión de fluidos dentro del territorio nacional, independiente de la forma o tamaño del auto tanques.

En primer lugar se determina la necesidad de transportar volúmenes conocidos y precisos de fluidos para su comercialización y control. Se revisan las definiciones y fundamentos teóricos de calibración volumétricas y se hace una descripción de este tipo de patio de calibración de autotanques.

Se desarrolla el proceso de montaje del Patio de Calibración, tratando de establecer un modelo o guía para aplicaciones en el montaje de Patios similares en nuestro medio, estableciendo: cronogramas de ejecución de obra, grupos de trabajos, herramientas requeridas, equipos necesarios y tiempos de ejecución.

Se hace un análisis de resultados económicos tanto de la utilidad del equipo, costo del proyecto y su vida útil.

Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones sobre los trabajos efectuados.



INDICE GENERAL

RESUMEN.....	II
INDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS.....	IV
INDICE DE FIGURAS.....	V
INDICE DE TABLAS.....	VI
INDICE DE PLANOS.....	VII
INTRODUCCION.....	1
CAPITULO 1.	
1. DEFINICION DEL PROBLEMA.....	3
1.1 La necesidad de transportar volúmenes exactos de fluidos.....	3
1.2 Definición de patrones volumétricos estándares.....	4
1.3 Proceso de calibración con utilización de serafines certificados por INEN.....	6
1.4 Descripción del proyecto Patio de Calibración de Autotanques.....	8
CAPITULO 2.	
2. MONTAJE DEL PATIO.....	13

2.1	Desarrollo del cronograma de trabajo y presupuesto referencial.....	13
2.2	Adquisición de equipos materiales y construcción de estructuras metálicas.....	16
2.3	Montaje de estructuras metálicas y acometidas de agua.....	35
2.4	Montaje de bombas y calibradores volumétricos.....	41

CAPITULO 3.

3.	EVALUACION ECONOMICA DEL PROYECTO.....	44
3.1	Costo del Proyecto.....	44
3.2	Recuperación de la inversión.....	46

CAPITULO 4.

4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	50
4.1	Conclusiones.....	50
4.2	Recomendaciones.....	51

APENDICES

BIBLIOGRAFIA



ABREVIATURAS

API	American Petroleum Institute.
ASTM	American Society for Testing Materials
Ds	Diámetro Superior.
DNH	Dirección Nacional de Hidrocarburos
EPP	Equipos de Protección Personal.
Gl	Galones.
GPM	Galón / min
Hz.	Hertz.
hp	Caballo de Potencia
INEN	Instituto Ecuatoriano de Normalización
Lb	Libras
Mm	Milímetro.
Psi	Libra sobre pie cuadrado
Q	Caudal
SAE	Society Automotive Engineers
Ton	Tonelada
V	Voltios

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.1	Regleta de calibración.....	7
Figura 1.2	Patrón volumétrico de 500 galones.....	9
Figura 1.3	Patrón volumétrico de 50 galones.....	10
Figura 2.1	Curvas de bombas seleccionadas.....	34
Figura 2.2	Modelos de patrones volumétricos.....	36
Figura 2.3	Estructura de torre de calibración.....	38
Figura 2.4	Vigas soportes de torres de calibración.....	40



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Cronograma de trabajos de Montaje de Patio de calibración.....	14
Tabla 2	Presupuesto referencial.....	15
Tabla 3	Estado de Perdidas y Ganancias.....	47

ÍNDICE DE PLANOS

- Plano 1 PATIO DE CALIBRACIÓN.
- Plano 2 TORRE DE CALIBRACIÓN
- Plano 3 SISTEMA DE BOMBEO

INTRODUCCION



En el año de 1999 se estableció una regulación de operación y seguridad en el transporte terrestre de combustible en automotores que consta en el registro oficial 135 donde se expide el decreto 184 del Ministerio de Energía y Minas.

Un requisito para las compañías o personas que se dedican al transporte de combustible en autotankes es obtener la autorización de la Director Nacional de Hidrocarburos (D.N.H.) detallando el combustible a transportar, la capacidad del tanque y el número de compartimientos, el terminal o depósitos del cual se abastecerá, los sectores que atenderá y las rutas que utilizará.

Entre otros requisitos las empresas deberán presentar un certificado de calibración del tanque y varilla de medición correspondiente, emitidos por una compañía inspectora calificada por la Dirección Nacional de Hidrocarburos.

El uso de patrones de calibración certificados no era de uso común en este medio, es por esta razón que acometimos este tipo de proyecto con responsabilidad, ya que su implantación es de beneficio directo para la comunidad.

Antes de la aplicación de este sistema las pérdidas estimadas por la Dirección Nacional de Hidrocarburos eran del 1 por ciento del total de volumen, y en algunos casos aislados eran muy superiores. Aparte de que se tienen sobre todo en las gasolinas pérdidas por evaporación que en casos llegan hasta el 0.1 por ciento del total de volumen dependiendo del día y hora de transporte, en el diesel estas evaporaciones son casi inapreciables. Estas han tenido una disminución considerable a través de los años y que hoy se consideran que son despreciables. Por lo que asumimos que tiene que ver con la aplicación de las técnicas de control volumétricos que aquí se trata.



CAPITULO 1

1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.

1.1. La necesidad de transportar volúmenes exactos de fluidos.

La cantidad de combustible que se compraba o cargaba en el autotanque, en muchos casos no era igual a la que el autotanque dejaba o descargaba.

Al no contar con los medios adecuados de certificación de volúmenes, daba lugar a que oficiales, conductores o terceras personas manipulen las válvulas, en su intento de sustraer combustibles, ocasionando pérdida en la comercialización del mismo, y originando incidentes en el manipuleo de líquidos inflamables que en muchas ocasiones terminaban en accidentes fatales.

Esta situación obligo a que los comercializadores de combustibles solicitaran al estado poner en vigencia un sistema de regularización, o

certificación de volúmenes mediante normas nacionales o internacionales, con patrones volumétricos estandarizados, para todo tipo de autotanque que transporte combustibles y así tener mayor control y evitar manipuleos de terceros.

En el caso de los combustibles en la actualidad solo lo pueden distribuir comercializadoras autorizadas por la Dirección Nacional de Hidrocarburos (D.N.H).

1.2. Definición de patrones volumétricos estándares.

Para poder medir el volumen exacto de líquido que contiene un recipiente fijo o móvil de cualquier capacidad, se crearon y diseñaron los patrones volumétricos estándar.

Estos patrones volumétricos tienen una forma que facilita el desalojo del fluido en el proceso de calibración, después que ha sido llenado hasta su volumen o su capacidad nominal.

Llevan normalmente termómetros que nos indican la temperatura a la que se realizó la medición y niveles para controlar que la posición del cuello de estos patrones este vertical al realizar esta operación.

También llevan un tubo de vidrio transparente y dos reglas que se pueden desplazar verticalmente y que son fijadas al momento que la entidad encargada de realizar la comprobación así lo certifique.

En nuestro país la entidad encargada de hacer esta regulación es el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN).

Estos patrones según las normas API 2554 – ASTM D 1409 deben tener en su parte superior una forma de cono invertido. En su parte central, una forma de cilindro recto vertical.

En la parte superior tiene un cilindro vertical de un diámetro menor al cuerpo del patrón volumétrico, a lo largo de este cilindro se colocan dos reglas graduadas que en cuyo cero nos permite ver el volumen de referencia medido.

Se usa una regla para medición en galones y la otra para medición en litros comúnmente.

Este patrón, en la parte inferior de la forma cilíndrica tiene una forma cónica a 45° grados, la misma que facilita el desalojo rápido del fluido contenido y no permita que él líquido se adhiera a la pared interior del

recipiente, ni queden residuos de fluidos considerables que afecten a la calibración final.

Todo el conjunto esta soportado en tres patas, con mecanismos de nivelación independientes y distribuidas a 120° cada una.

1.3. Proceso de calibración con utilización de serafines certificados por INEN.

Es necesario tener patrones volumétricos, ya sean importados o contruidos localmente. Existen de diversas formas dependiendo de su capacidad o formas de uso.

En el siguiente cuadro le mostramos diversas equipos existentes en el País. Ver figuras 1.2 y 1.3

Una vez obtenidos estos equipos pedimos el servicio de calibración al Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). Este verificara su capacidad mediante métodos estándares establecidos por normas nacionales e internacionales y certificara la calibración por medio de la instalación de un sello en las regletas para que estas no puedan ser alteradas.





FIGURA 1.1 REGLETA DE CALIBRACIÓN..

De esta manera queda la cantidad medida a esa temperatura esta certificada.

Es de notar que este procedimiento realizado por el INEN, cumple con la Norma API STÁNDAR 2555, establecida en Septiembre de 1966 y Reafirmada en Octubre de 1992 para Métodos de calibración líquida de tanques.

Este método no es aplicable a líquidos que se adhieren a las paredes, para este tipo de fluidos se utilizan otros métodos de calibración.

1.4 Descripción del proyecto patio de calibración de autotanques

Definida la responsabilidad de certificar la cantidad exacta de volumen que manejan los autotanques, se estableció que es conveniente traer diseños de patios de calibración que cumplan normas internacionales (API) y de normas nacionales (INEN), para lograr este propósito.

Se necesita de un terreno de dimensiones no menores a los 300 m^2 , para nuestro caso el terreno fue 312.5 m^2 , y si se tiene una proyección de ampliación a largo plazo este no debe ser menor a los 500 m^2 .

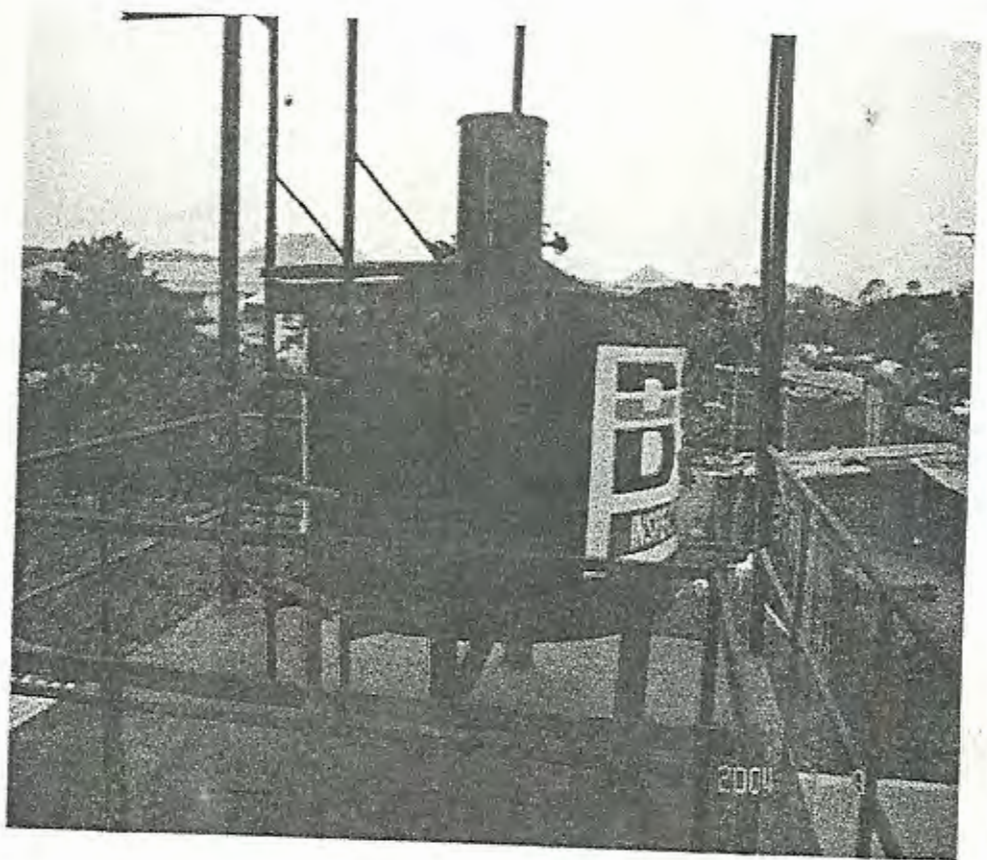


FIGURA 1.2 PATRON VOLUMÉTRICO DE 500 GL.



FIGURA 1.3 PATRON VOLUMETRICO DE 50 GL.

Se necesito construir una plataforma de hormigón, cuyas dimensiones de 20 m de longitud y 3 m de ancho.

La entrada al patio de calibración debe tener un ancho mayor o igual a 6 m para una mayor maniobrabilidad de los autotanques. dado que normalmente estos constan de un cabezal y un tanque con capacidad de almacenamiento de hasta los 48 m³ (12000 galones); y una longitud total de 18 m.

En el patio se construyo una plataforma elevada, donde se instalan los patrones volumétricos a una altura de operación de 4m, la misma que es normativa para este tipo de automotores de transporte de fluidos.

La plataforma es de construcción metálica, con una área neta de operación de 16 m², sostenida por cuatros columnas aserchadas ancladas sobre bases de hormigón armado.

Además se suministro e instalo un tanque reservorio de 40 m³ (10.000 galones), aproximadamente de 2.33 m de diámetro y 9.30 m de longitud.

Este tanque almacena el agua que sirve para la calibración de los autotanques y a la vez actuara como reservorio de emergencia para cualquier corte o faltante de suministro de agua al patio de calibración.

Para el proceso de la calibración se instalo un sistema de bombeo, comandado por una bomba de agua de 2 hp.

Este sistema es capaz de llenar los patrones volumétricos desde el tanque reservorio o desde el mismo autotanque.

El sistema también es capaz de descargar el autotanque al tanque reservorio y viceversa.

La plataforma elevada esta protegida con una cubierta para que en caso de lluvias, estas no alteren la calibración de los autotanques y el operador trabaja con mayor comodidad y ergonomía.

Se asigno además un lugar u oficina con su respectiva mesa o banco donde se realizaran las marcas sobre las varillas de calibración.



CAPITULO 2

2. MONTAJE DEL PATIO.

2.1. Desarrollo de cronograma de trabajo y presupuesto referencial.

Se estima 8 semanas para la ejecución del montaje del patio de calibración.

A grandes rasgos esta ejecución se dividió en tres partes: construcción civil, construcción eléctrica, construcción y montaje mecánico.

Se establecieron 3 grupos de trabajos de 5, 3 y 2 hombres cada grupo, con 8 horas diarias de trabajos para las 8 semanas proyectadas. Ver Tabla-1.

En la contratación de los empleados se indujeron charlas de seguridad personal y se los aprovisionó con equipos de protección personal (EPP).

El presupuesto referencial de esta obra esta indicada en la tabla 2.

TABLA 2

PRESUPUESTO REFERENCIAL.

MONTAJE DE PATIO DE CALIBRACION:

ITEM	CANT.	DESCRIPCION	COSTOS
1	1	PLATAFORMA DE HORMIGON.	2,500.00
2	1	PLATAFORMA METALICA	5,000.00
3	1	PATRONES VOLUMETRICOS.	3,000.00
4	1	INSTALACION DE AGUA.	400.00
5	1	INSTALACIONES ELECTRICAS.	600.00
6	1	OFICINAS Y MESON.	2,000.00
7	1	BOMBA DE AGUA.	300.00
8	1	EXTRAS, CERRAMIENTO Y RELLENO.	6,200.00
			Σ 20.000.00

2.2. Adquisición De Equipos, Materiales Y Construcción de Estructuras Metálicas.

Para el desarrollo de los trabajos fue necesario detallar un listado de equipos, tales como soldadoras eléctricas, equipos de oxicorte, amoladores, entre otros. Equipos contra incendio, extintores de polvo de 20 lb, por cada 50 metros cuadrado. Así también se verifico que los materiales para la construcción y montaje mecánico, cumplan con las normas requeridas.

Se comprobó en el sitio una fuente de energía eléctrica (110 – 220 V), con su respectiva línea a tierra. Una fuente de agua, industrial o potable con mínimo 40 psi de presión de salida.

También se verifico la disponibilidad de un montacarga de 5 Ton y 10 juegos de andamios en buenas condiciones, con sus respectivas tablas debidamente ajustadas.

Antes de iniciar la ejecución de los trabajos, se realizo un desbroce y limpieza final de todo el patio de calibración.

Así también se selecciono los equipos impulsores para el sistema de bombeo del proceso de calibración.



Análisis de estructuras metálicas

Análisis de las vigas:

El diseño consta de 2 vigas tipo unidas, semejando una sección rectangular, el material es acero SAE 1010 laminado en caliente.

La viga esta sometida a flexión debido al peso de la plataforma y los dos patrones volumétricos, los cuales se los va a detallar a continuación:

Peso de las planchas deslizantes de 3mm = 77 KgF = 754.6N;
por cada 3m²

$$\text{Área del piso (A}_p) = (5.2) (3.22) = 16.744 \text{ m}^2$$

$$\text{Área hueca del piso (A}_h) = (0.94) (2.18) = 2.0492 \text{ m}^2$$

$$\text{Area total de las planchas (A}_t) = A_p - A_h = 16.744 - 2.0492$$

$$A_t = 14.6948 \text{ m}^2 = 15 \text{ m}^2$$

Por tanto el peso total de las planchas (W_{tp}) es de:

$$W_{tp} = 5 (754.6 \text{ N}) = 3773 \text{ N.}$$

El peso del tanque (W_{t1}) de $\phi = 1.63 \text{ m}$ es de:

$$W_{t1} = 400 \text{ KgF} = 3920 \text{ N}$$

El tanque tiene una capacidad de 500 Gl. = 1.8925 m³

$$\text{Peso del agua}(W_{a1}) = \rho \cdot V \cdot g = (1000 \text{ Kg/m}^3)(1.8925 \text{ m}^3)(9.8 \text{ m/s}^2)$$

$$W_{a1} = 18546.5 \text{ N}$$

Por tanto el peso total del tanque completamente lleno es:

$$W_{tt1} = W_{t1} + W_{a1} = 3920 + 18546.5 = 22466.5 \text{ N}$$

El peso del tanque (W_{t2}) de $\phi = 0.63 \text{ m}$ es de:

$$W_{t2} = 100 \text{ KgF} = 980 \text{ N}$$

El tanque tiene una capacidad de 50 Gl. = 0.18925 m³

$$\text{Peso del agua}(W_{a2}) = \rho \cdot V \cdot g = (1000 \text{ Kg/m}^3)(0.18925 \text{ m}^3)(9.8 \text{ m/s}^2)$$

$$W_{a2} = 1854.65 \text{ N}$$

Por tanto el peso total del tanque completamente lleno es:

$$W_{tt2} = W_{t2} + W_{a2} = 980 + 1854.65 = 2834.65 \text{ N}$$

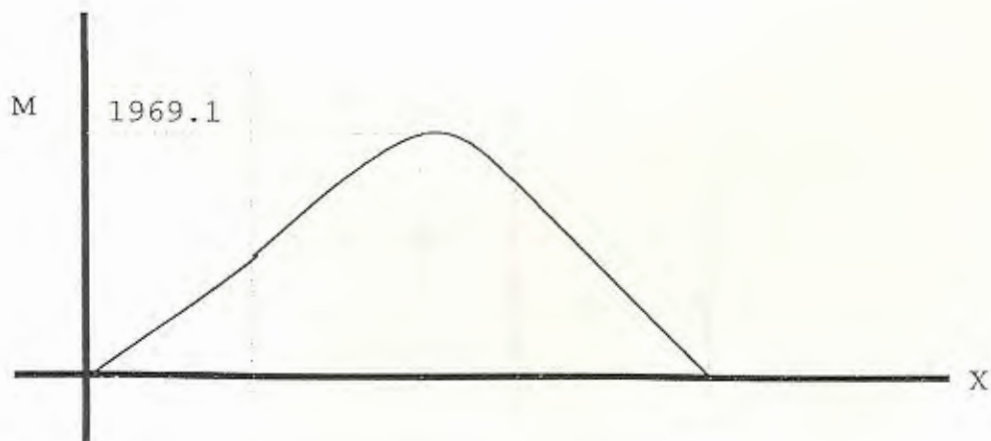
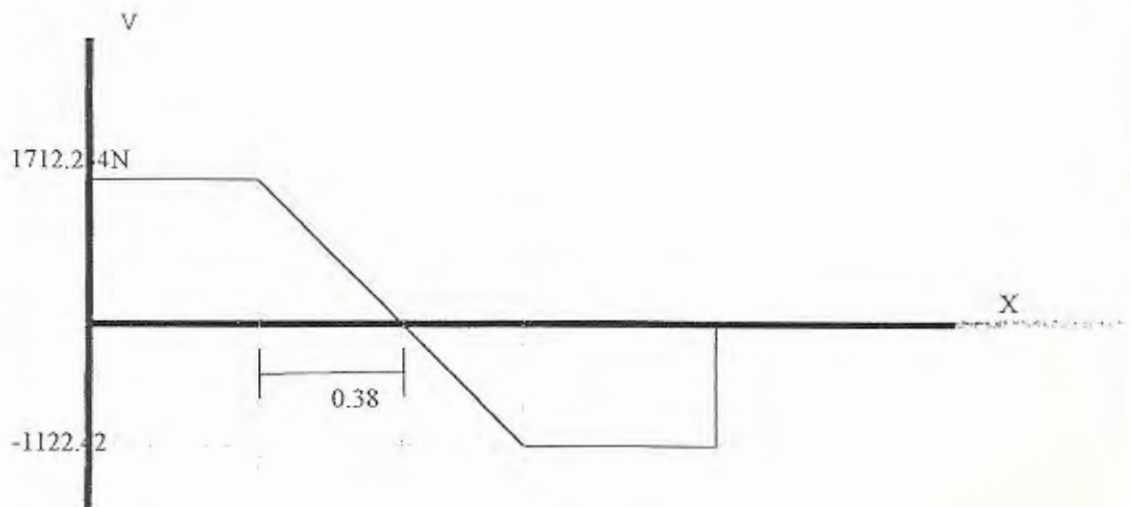
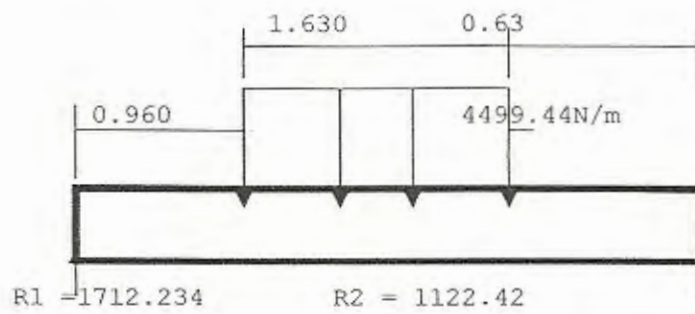
Asumimos que en la plataforma van a estar unas 10 personas de un peso de 100 Kgf, por tanto el peso total será:

$$W_{per} = 10(100 \text{ KgF})(9.8 \text{ N}) = 9800 \text{ N}$$

Diseño estático:

Viga que soporta el tanque de $\phi = 0.63 \text{ m}$

TANQUE PEQUEÑO



Teniendo el material con el cual se va a trabajar y el Momento máximo que va a soportar el mismo que fue encontrado con la ayuda del diagrama de momento flector solo queda por asumir un factor de seguridad que para el presente caso va hacer de 2 y así tenemos:

$$\sigma = \frac{Mc}{I}$$

$$w = \frac{I}{c}$$

$$\sigma = \frac{S_y}{N}$$



Igualando ambas formulas y despejando w tenemos:

$$w = \frac{MN}{S_y}$$

$$w = \frac{1969.1(2)}{179 \times 10^6}$$

$$w = 2.20 \times 10^{-5} m^3 = 22 cm^3$$

Donde con $w/2 = 11 cm^3$ buscamos en la tabla de perfiles estructurales tipo canales, y nos da el siguiente perfil:

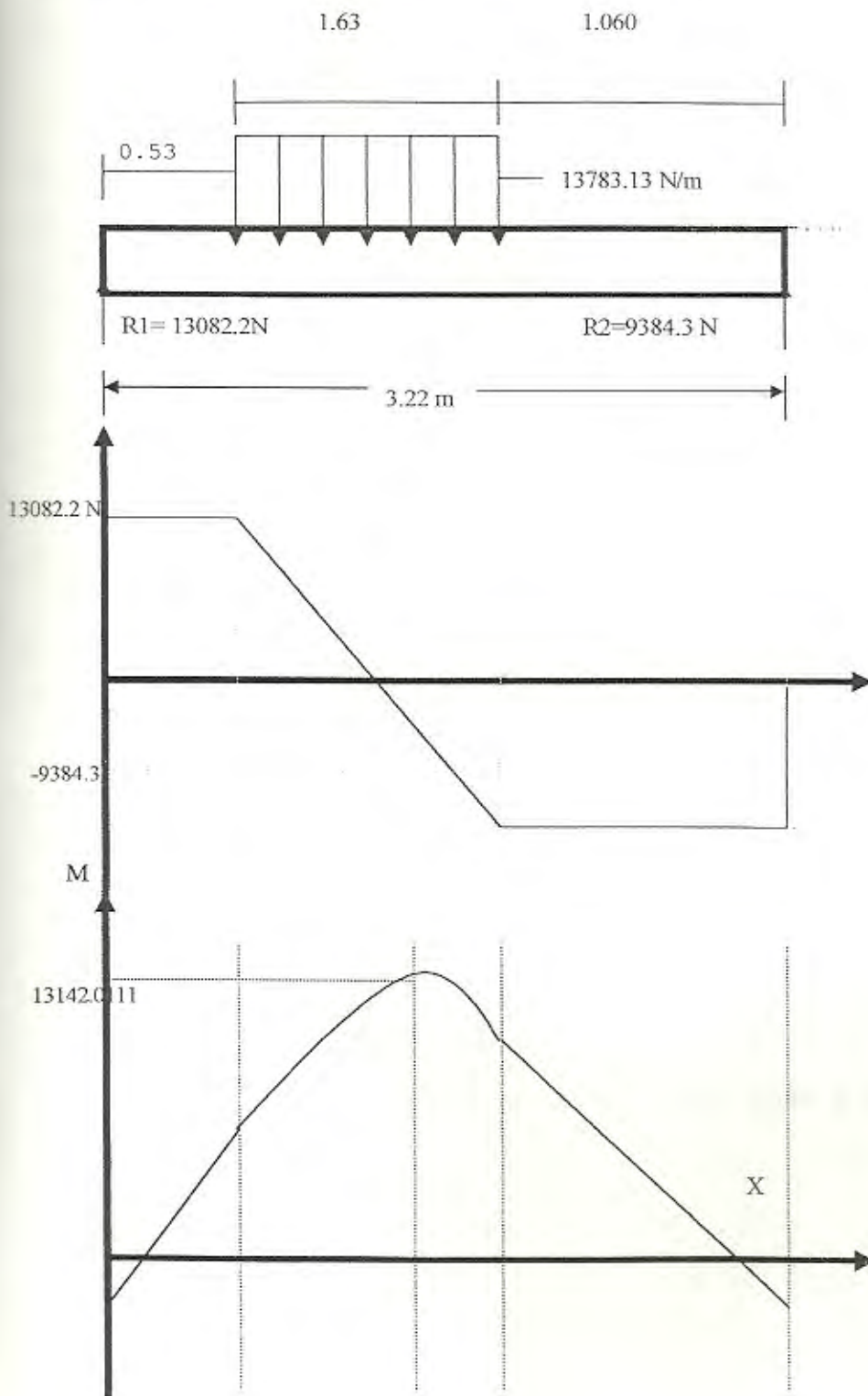
$$w = 11 cm^3 \quad \text{Peso} = 3.54 \text{ Kg/m}$$

$$H = 80 \text{ mm} \quad \text{Area} = 4.50 \text{ cm}^2$$

$$B = 40 \text{ mm} \quad I = 43.90 \text{ cm}^4$$

$$e = 3 \text{ mm}$$

Viga que soporta el tanque grande de $\phi = 1.63 \text{ m}$



$$e = 3 \text{ mm}$$

$$\text{Peso} = 3.54 \text{ Kg/m}$$

$$\text{Área} = 4.50 \text{ cm}^2$$

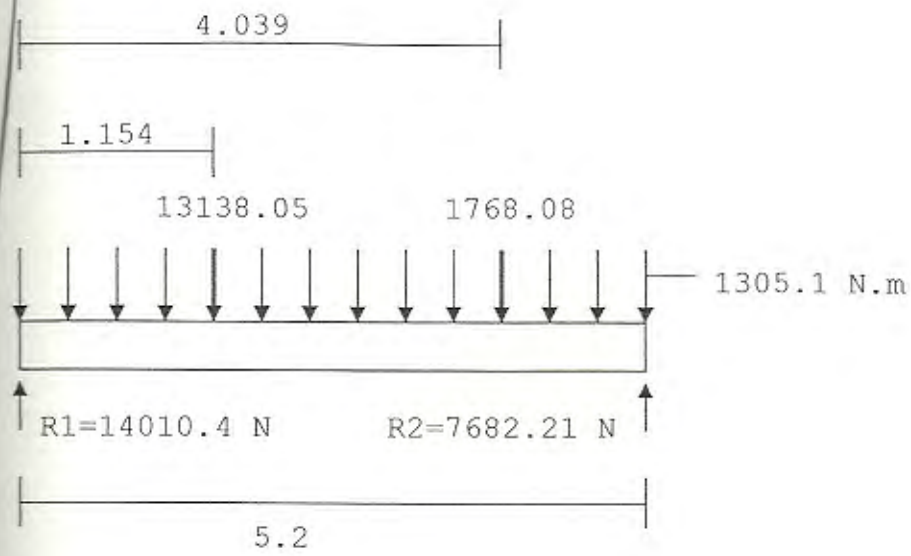
$$I = 43.90 \text{ cm}^4$$

Pero como son vigas que se encuentran debajo de las planchas que hacen la función de correas se podrá colocar el mismo tipo de viga que se calculo para el tanque pequeño. Para él calculo de esta viga se utiliza el sistema detallado a continuación donde se calcula el peso de la viga que se encontró anteriormente; así tenemos:

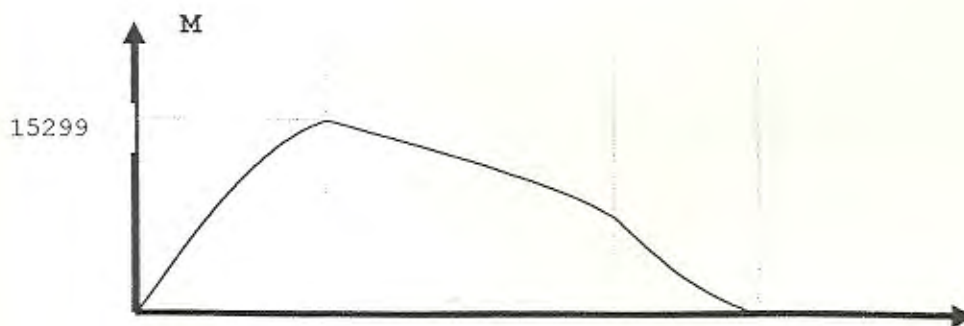
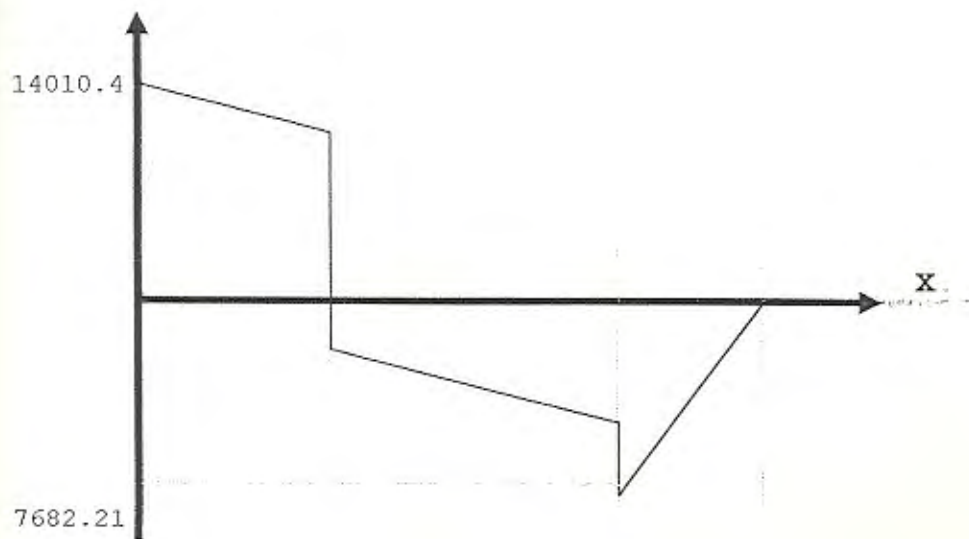
$$P = 3.54 \text{ Kg/m}(3.22\text{m})(9.8\text{N}) = 111.71\text{N}.$$

Cogiendo la mitad de este valor y le sumamos a las reacciones de los tanques. La fuerza distribuida de 1305.1 N / m a lo largo de la viga es la suma del peso de las planchas sumado el peso de las 10 personas. Teniendo el material con el cual se va a trabajar y el Momento máximo que va a soportar el mismo que fue encontrado con la ayuda del diagrama de momento flector solo queda por asumir un factor de seguridad que para el presente caso va hacer de 1.2 y así tenemos:

Viga principal.-



V





$$\sigma = \frac{Mc}{I}$$

$$w = \frac{I}{c}$$

$$\sigma = \frac{S_y}{N}$$

Igualando ambas formulas y despejando w tenemos:

$$w = \frac{MN}{S_y}$$

$$w = 15299(1.2)/179 \times 10^6.$$

$$w = 1.025 \times 10^{-4} \text{ m}^3 = 102.56 \text{ cm}^3.$$

Donde con $w/4 = 25.64 \text{ cm}^3$ buscamos en la tabla de perfiles estructurales tipo canales con 30.8% menos al considerar solo el tanque mayor lleno, y nos da el siguiente perfil:

$$w = 17.72 \text{ cm}^3$$

$$H = 100 \text{ mm}$$

$$B = 50 \text{ mm}$$

$$e = 3 \text{ mm}$$

$$\text{Peso} = 4.48 \text{ Kg/m}$$

$$\text{Area} = 5.70 \text{ cm}^2$$

$$I = 88.50 \text{ cm}^4$$

Nota: Al escoger y analizar el otro lado de la viga nos da un momento máximo de 12769.12 Nm, por lo que se concluye que la parte crítica es la presentada en el análisis.

Análisis de las Columnas:

Entrando a un poco a su descripción se dice que básicamente una columna es un elemento sometido a compresión y este tipo de cargas son las más críticas en relación a la tensión ya que producen pandeo.

El diseño práctico de columnas se hace primordialmente en fórmulas que se han desarrollado para ajustarse a la curva de resultados experimentales.

Las columnas básicamente se clasifican en tres grandes grupos:

- Columnas Largas.-La falla principal se da por pandeo.
- Columnas Cortas.-La falla principal se da por aplastamiento.
- Columnas intermedias.-En este tipo de columnas la falla es combinación de las dos anteriores.

Para empezar el diseño primeramente se debe calcular el peso total de la estructura; teniendo lo siguiente:

$$W_t = W_{\text{planchas}} + W_{\text{tanque grande}} + W_{\text{tanque pequeño}} + W_{\text{personas}} + W_{\text{viga-correas}} + W_{\text{principal}}$$

$$W_t = 3773\text{N} + 22466.5\text{N} + 2834.65\text{N} + 9800\text{N} + 9(111.71\text{N}) + \\ 2(11.10\text{Kg/m})(5.2\text{m})(9.8\text{N}) + 25(11.10\text{Kg/m})(3.22)(9.8\text{N}) =$$

$$W_t = 41711.4\text{N}$$

Como tenemos 4 columnas dividimos este peso total para 4 quedando:

$$W_{t1} = 10427.8\text{N}$$

En una situación de diseño, la carga que se espera en la columna se conocerá junto con la longitud que se requiere en la aplicación, para nuestro caso 4.4m, es decir; se debe de especificar lo siguiente:

1. La manera en que se conectara los extremos en la estructura, la cual afecta el empotramiento de los extremos. Para el presente caso es empotrado en ambos extremos.
2. La forma general de la sección transversal de la columna, se escogerá una lección construida, canales estructurales.
3. El material para la columna, que será el mismo que el de las vigas, es decir; SAE 1010 laminado en caliente.
4. El factor de diseño considerando la aplicación, se asumirá 3.

Diseño: Se supone una columna larga

Se aplica la formula de Euler:

$$I = \frac{P_{cr}(Kl)^2}{\pi^2 E}$$

$$I = \frac{NPa(Kl)^2}{\pi^2 E}$$

$$I = \frac{3(10427.8)[(0.5)(4.4)]^2}{\pi^2(207 \times 10^9)}$$

$$I = 7.41 \times 10^{-8} m^4 = 7.41 cm^4$$

$$2I = 14.82 cm^4$$

Buscando en la tabla nos da un canal de:

$$I = 15.10 cm^4$$

$$H = 125 mm$$

$$B = 50 mm$$

$$e = 3 mm$$

$$\text{Peso} = 5.07 Kg/m$$

$$A = 6.45 cm^2$$

Encontramos luego el radio de giro, r ; que es igual a:

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

$$r = \sqrt{\frac{15.10 \text{ cm}^4}{6.45 \text{ cm}^2}}$$

$$r = 1.53 \text{ cm} = 0.0153 \text{ m}$$

A continuacion hallamos Kl/r y Cc

$$\frac{Kl}{r} = \frac{(0.5)(4.4)}{0.0153} = 143.79$$

$$Cc = \sqrt{\frac{2\pi^2 E}{S_y}}$$

$$Cc = \sqrt{\frac{2\pi^2 (207 \times 10^9)}{179 \times 10^6}} = 151.1$$



Como se puede ver $Kl/r < Cc$

Diseño: Se supone una columna corta

La formula de J. B. Johnson se utiliza para analizar una columna corta; así tenemos:

$$P_{cr} = AS_y \left[1 - \frac{S_y (Kl/r)^2}{4\pi^2 E} \right]$$

$$P_{cr} = AS_y \left[1 - \frac{S_y (Kl/r)^2}{4\pi^2 E} \right]$$

$$P_{cr} = (6.45 \times 10^{-4})(179 \times 10^6) \left[1 - \frac{179 \times 10^6 (0.5)(4.4)/0.0153)^2}{4\pi^2 (207 \times 10^9)} \right]$$

$$P_{cr} = (6.45 \times 10^{-4})(179 \times 10^6) [1 - 0.4529]$$

$$P_{cr} = 63118.1 \text{ N}$$



CIB-ESPOL

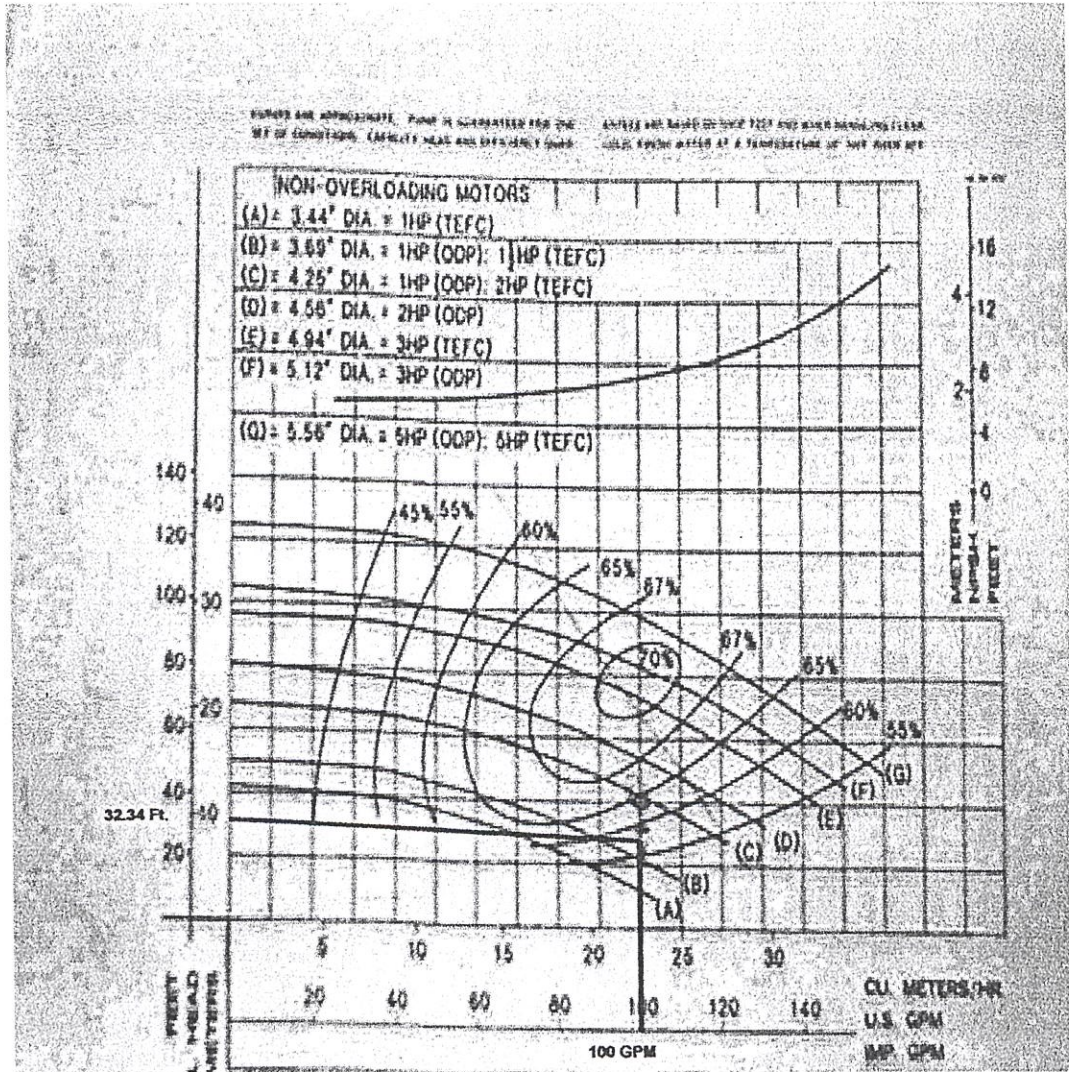


FIGURA 2.1 CURVAS DE LA BOMBA SELECCIONADA

$$L = 10 \text{ m} \times 3.28 \text{ ft / m} = 32.8 \text{ ft.}$$

La viscosidad del agua (Ssu):

Ssu = 1, a temperatura ambiente.

Con un caudal de 100 gpm, el diámetro mínimo de tubería es de 2 pulgadas.

Con diámetro de 2 pulgadas y una viscosidad de agua Ssu = 1, tenemos que las pérdidas por fricción son de 0.080 PSI / Feet.

Por lo tanto:

CPF= Caída de presión por fricción

CPF = L x Caída de presión por longitud

CPF = 32.8 ft x 0.080 psi / ft. = 2.6. psi en 10 m, es la caída de presión por fricción

De los 10 metros de tubería, 7 metros son de columna de agua [CA] que tiene que vencer.

Donde

CA= Caída de presión por columna de agua

CA= h x Caída de presión por Longitud

$$CA = 7 \text{ m} \times 3.28 \text{ Feet/m} = 23 \text{ Feet.}$$

Gravedad especifica para el agua es = 1

Como:

$$CA = CPH \times 2.31 / \text{gravedad especifica}$$

Entonces:

$$CPH = (23 \text{ Feet} \times 1) / 2.31 = 9.9 \text{ psi. , caída de presión por altura.}$$

Las perdidas por accesorios CPA, son un 10% de la suma de perdidas por cabezal mas las de fricción.

$$9.9 + 2.6 = 12.5 \text{ el } 10\% \text{ es } 1.25, \text{ entonces;}$$

$$CPA = 1.25 \text{ psi, caída de presión por accesorios.}$$

Por lo tanto la presión requerida PR es:

$$PR = CPF + CPH + CPA$$

$$PR = 2.6 + 9.9 + 1.25 = 13.75 \text{ psi}$$

$$PR = 14.00 \text{ psi}$$

$$\text{Cabezal Total [en Feet] = Psi} \times 2.31 / 1 = 32.34 \text{ Feet}$$

$$CT = 14 \times 2.31 / 1 = 32.34 \text{ psi.}$$

Del gráfico de curvas tenemos que para 100 GPM y 32.42 Feet, a más próxima es la curva C que nos da un diámetro de impulsor de 4.25 pulgadas y por tanto una bomba de 2 Hp con un motor eléctrico con enfriamiento por ventiladores forzada.

Se selecciono esta bomba centrífuga de 2 HP.

Por lo general as bombas centrífugas trabajan con una eficiencia del 55% . Para nuestro caso trabajaremos con una eficiencia del 65%.

Patrones Volumétricos:

Los patrones volumétricos, son equipos 100% importados y fueron adquiridos a una compañía local con amplia experiencia en la comercialización y manejo de este tipo de patrones de calibración.

Además estos equipos están bajo la aprobación de las normas ecuatorianas emitidas y reguladas por el Instituto Ecuatoriano de Normalización, el mismo que certifica su utilización como estándares volumétricos de calibración, en capacidades de cincuenta y quinientos galones respectivamente.

A esta carga debera empezar a pandearse la columna..

Selección de bomba:

Uno de los equipos que se requiere para el patio de calibración es un elemento impulsor de fluidos, en este caso el fluido es agua, el mismo que sirve como medio de calibración Aquí describiremos la selección de la bomba impulsora.

Asumiendo un tiempo de llenado de 5 minutos para cada patrón volumétrico de 500 galones, tenemos que:

$$V = 500 \text{ gl}$$

$$t = 5 \text{ min.}$$

Por lo tanto nuestro caudal será de:

$$Q = 100 \text{ gpm.}$$



La longitud total de tubería es de:

$$L = 10 \text{ m.}$$

Es decir,

$$1 \text{ m} = 3.28 \text{ ft}$$

Los patrones volumétricos, generalmente son de forma cilíndrica en cuerpo principal base. En su parte superior se ubica el ingreso, con un $D_s = 16$ pulgadas para el de 500 GL y de $D_s = 5$ pulgadas para el de 50 GL de capacidades respectivamente, del fluido calibrante, que para nuestro caso es el agua. La entrada de agua también está provista de una regleta de medición, la misma que es verificada por los técnicos del INEN, para luego certificarlas con un sello de garantía.

2.3. Montaje de Estructuras Metálicas y Acometidas de Agua.

De acuerdo a los planos, se construyeron cercas metálicas de 300 mm x 100 mm x longitudes variadas.

Estas estructuras fueron construidas en acero SAE 1010, con canales de 100 mm x 50 mm x 3 mm y ángulos de 30 mm x 30 mm x 4 mm, para sus refuerzos.

Sus juntas fueron soldadas en su totalidad con electrodos E6011 bajo costuras corridas y reforzadas.

Posteriormente se trató toda la estructura con desoxidante para luego ser recubierta con pintura anticorrosiva. Dos manos reforzadas.

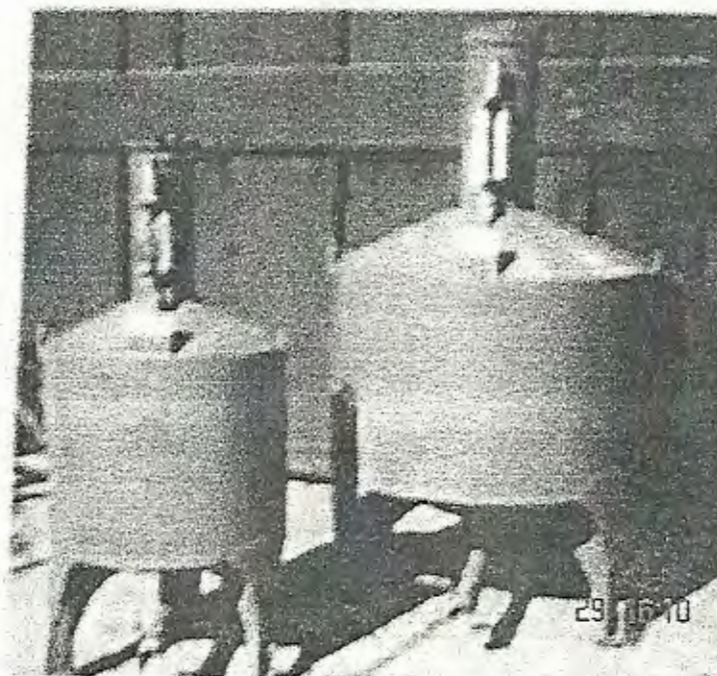


FIGURA 2.2 MODELO DE PATRONES VOLUMÉTRICOS.

Las columnas metálicas van soldadas a unas piezas hechas en planchas negras de 600 x 400 mm y de 10 mm de espesor.

Estas planchas negras tienen su vez cuatro patas, cada una, de gallina en varillas corrugadas de 12 mm y de 450 mm de longitud. Estas actúan como fijadores al fundirse en cada uno de los cuatro plintos de hormigón armado de 1000x1000x300 mm y una sobre base de 600x400x200 mm. Ver Plano-1

Una vez concluida la obra civil de las columnas metálicas, se procedió al montaje de las 4 vigas principales a 4.2 m del nivel del piso.

Instaladas estas cuatro vigas periféricas, procedemos a montar las vigas centrales del piso de la torre, separadas a 400 mm uniformemente entre ellas, dejando un espacio en el centro del piso de la torre; de 1 metro de ancho y 2 metros de largo, como boquete de maniobra en el proceso de calibración.

Así también se instalaran las columnas, estas consisten en dos canales de 80mm x 40 mm x 3 mm soldadas entre sus caras interiores, que soportaran la cubierta que protege a la torre de calibración.



FIGURA 2.3 ESTRUCTURA DE TORRE DE CALIBRACIÓN.

Esta cubierta metálica de Galvalume, esta asentada sobre correas de 80 mm x 40 mm x 15 mm x 3 mm y ajustadas con pernos autoroscantes de 3/16 x 3/4 pulgadas.

Posterior a la cubierta instalamos las barandas de seguridad en el perímetro de la torre de calibración, así mismo, se procede al montaje de las escaleras de acceso a la torre.

Sobre las zonas de uniones soldadas se hacen limpiezas manuales con cepillo y grata. Luego se realizan otras limpiezas químicas con un fosfatizante, para luego de secar y aplicar una mano reforzada de pintura anticorrosiva.

Una vez protegida toda la estructura base con pintura anticorrosiva, se procede a la instalación de las planchas metálicas antideslizante de 2.44 m x 1.22 m x 3 mm.

En acero A36, con su cara posterior debidamente pintada. Estos elementos están soldadas a las vigas centrales y periféricas en su parte posterior, con cordón continuo y electrodo E6011. Ver Figura 2.4.



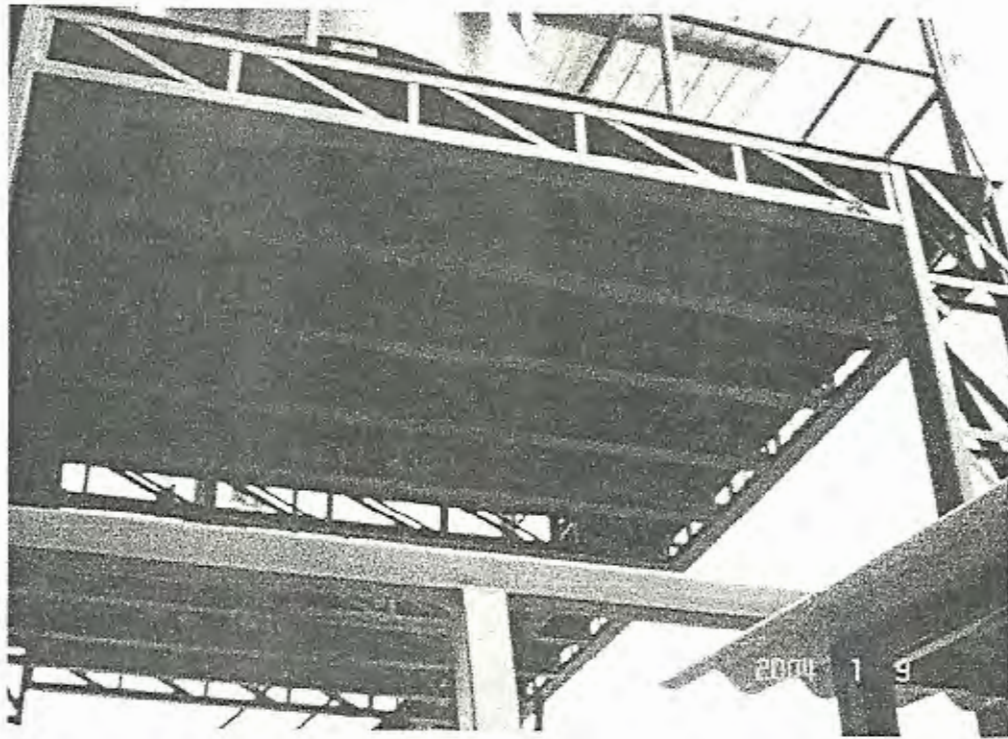


FIGURA 2.4 VIGAS SOPORTES DE TORRE DE CALIBRACIÓN.

2.4. Montaje de Bombas y Calibradores Volumétricos.

Una vez seleccionada la bomba impulsadora de fluido para calibración, procedemos a su montaje sobre una base de hormigón armado de 0.50 m x 0.40 m x 0.20 m. con la asistencia de 4 pernos Hylti de 9.5 mm x 82.5 mm (3/8 x 3 1/4 pulgadas).

La bomba debe quedar lo mas nivelada posible antes de darle el ajuste final a las tuercas. Ver Plano 2

El sistema de tuberías de 2 pulgadas de diámetro en hierro galvanizado está dispuesta de tal manera que la bomba sirva para cargar los patrones volumétricos y estos a su vez el autotanque. También el sistema para evacuar el líquido del autotanque y retornarlo al tanque reservorio para otra nueva operación.

Todo esto se logra con ayuda de válvulas de compuertas de 2 pulgadas, filtros en las líneas de succión con sus respectivos válvulas cheques tanto para el tanque reservorio y retorno de autotanques.

En el proceso de montaje de patrones volumétricos, se realizo con sumo cuidado, estos equipos ya están calibrados por el INEN y no

pueden ser golpeados ni sufrir deformaciones de su forma original, por que se descalibrarían.

Los patrones volumétricos, pesan aproximadamente 500 kilos, y fueron elevados a la torre de calibración, a 5 m con la ayuda de un montacarga de 5 ton.

En el lugar ya instalado, procedimos a la nivelación de la entrada superior por medio de lanas metálicas de diferentes calibres, colocandolas en la parte inferior de las patas logrando un nivel en dos posiciones desplazadas a noventa grados, este procedimiento lo repetimos con los dos patrones volumétricos y así logramos un correcto montaje de estos equipos nivelados.

El procedimiento de calibración tanto del INEN para certificar los patrones Volumétricos, y el procedimiento de estos para calibrar los autotanques, es el mismo con la diferencia que el INEN entrega los patrones con un sello para que no puedan ser alterados y las verificadoras entregan una varilla de bronce marcada indicando los volúmenes en cada marca y por cada compartimiento que tiene el autotanque.

El procedimiento de calibración consiste de llenar de liquido un patrón verificado de menor volumen hasta la marca de referencia y

vaciarlo en el tanque o patrón a calibrar o certificar dejando que él líquido se vierta en su totalidad.

Se repite la operación hasta llenar los patrones o compartimientos del autotanque.

Es de notar que cuanto más fina sea la calibración mas onerosos serán los costos por cuanto el tiempo que se empleara será mayor. Los patrones volumétricos serán de menor capacidad.

Por ejemplo si una empresa quiere que su autotanque se lo calibren solo con corridas de 50 galones deberá pagar un precio mayor que otro que lo calibren con corridas de 500 galones.



CAPITULO 3

3. EVALUACIÓN ECONOMICA DEL PROYECTO.

3.1. Costo del proyecto.

En el montaje del patio de calibración, el costo del proyecto debe ser realista y ajustado, con miras a tener resultados positivos, por lo tanto debemos ser prácticos y objetivos para iniciamos en la empresa, con bases firmes y luego a través de la experiencia proyectamos, por lo que no consideramos necesario ni justificable la compra de un activo fijo para la instalación del patio de calibración de auto tanques.

Nuestro interés técnico y optimista desde el punto de vista económico del proyecto para su financiamiento, se necesitaría de un terreno con las dimensiones descritas anteriormente, la instalación de serafines (patrones volumétricos) , la construcción de una plataforma metálica, plataforma de hormigón , colocación de un tanque estacionario y una bomba centrífuga.

Además de una oficina y un mesón donde golpear para marcar la varilla, todo esto con la aplicación que la técnica recomienda.

A continuación se detallan los costos de cada uno de los rubros necesarios en este proyecto

Ingresos

Los estudio de mercadeo para este tipo de inversión demuestra que del 100% de los Autotanques existentes en nuestro país, solo se espera captar el 30% de ese mercado, el mismo que equivale a 400 unidades con un costo promedio de \$ 160,00 cada vez que acuden al patio a calibrar su unidad, determinando de esta forma los ingresos proyectados en \$ 64.000,00 anuales.

Costos y gastos

El montaje del Patio de Calibración requiere de varios Gastos necesarios para funcionar así tenemos: Arriendo del Local \$ 6.000.00 , Servicios Básicos \$ 1900, Mantenimiento de Equipos \$1.000, Depreciaciones de Activos Fijos \$ 2.000,00 Seguros \$ 1.000,00 .

También requerimos de la contratación de personal operativo y administrativo, para efectuar sus operaciones necesita dos

guardianes, dos operadores generando un pago anual de sueldo por \$ 3.500,00 cada uno, más benéficos de ley que suman \$ 4.000,00. Para el personal administrativo contaremos con una secretaria cuya remuneración anual es de \$3.600,00, un Gerente \$ 12.000,00 ,mas beneficios de ley \$ 7.500,00 del personal administrativo.

La suma de todos los costos y gastos es de \$ 46.000,00

Utilidad proyectada.

Es la diferencia entre los Ingresos y Egresos, si los ingresos son mayores existe utilidad caso contrario seria una perdida.

3.2 Recuperación de la Inversión

Rentabilidad de los ingresos sobre los costos y gastos

El procedimiento mas inmediato y burdo para calcular la rentabilidad consiste en sumar todos los ingresos, dividir este resultado por la suma de todos los egresos y a este cociente restarle la unidad

$$\text{Rentabilidad} = \frac{\text{Ingresos}}{\text{Egresos}} - 1 \quad (1)$$



TABLA 3
ESTADO DE PERDIDAS Y GANACIAS DEL PROYECTO.

Descripción.	Costo. (US\$)	Observaciones.
INGRESOS: 400 u x \$ 160 c/u	64.000,00	Anual
COSTOS Y GASTOS.	46.000,00	Anual
GASTOS OPERATIVOS	11.900,00	Anual
Arriendo	6.000,00	Anual
Luz	300,00	Anual
Agua	800,00	Anual
Comunicación	800,00	Anual
Mantenimiento de Equipos.	1.000,00	Anual
Depreciaciones	2.000,00	Anual
Seguros.	1.000,00	Anual
PERSONAL OPERATIVO:	11.000,00	Anual
2 Guardias.	3.500,00	Anual
2 Operadores	3.500,00	Anual
Beneficios Sociales.	4.000,00	Anual
PERSONAL ADMINISTRATIVO:	23.100,00	Anual
1 Gerente	12.000,00	Anual
1 Secretaria	3.600,00	Anual
Beneficios Sociales.	7.500,00	Anual
UTILIDAD PROYECTADA:	18.000,00	Anual

Rentabilidad de la utilidad sobre la inversión

Este procedimiento equivale a dividir las ganancias del proyecto por la inversión requerida

$$\text{Rentabilidad} = \frac{\text{Utilidad}}{\text{Inversión}} \quad (2)$$

En el proyecto de inversión ilustra, la rentabilidad así calculada resulta igual a:

Rentabilidad de los ingresos sobre los costos y gastos

$$\text{Rentabilidad} = \frac{64.000,00}{46.000,00} = 1 = 0.39 \text{ o } 39\% \text{ en el término de un año}$$

Esto quiere decir que los gastos equivalen al 39% del total de ingresos.

Rentabilidad de la utilidad sobre la inversión

$$\text{Rentabilidad} = \frac{18.000,00}{20.000,00} = 0.90 \text{ o } 90\% \text{ en el término de un año}$$

Esto quiere decir que la utilidad equivale al 90% del total de la inversión en equipos,



POLITEC
BIBLIOTECA
P. L. O. J.

En conclusión, vistos estos índices, podemos decir que el proyecto es viable, rentable y factible, porque cumple con las expectativas financieras.

CAPITULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

1. El patio de calibración cumple con todas las normas nacionales e internacionales en la ejecución de sus trabajos de calibración.
2. La inversión no es muy grande y su recuperación la hace a corto plazo.
3. El mantenimiento y operatividad es simples y con mínimos costos.
4. El patio esta proyectado para 15 años de funcionamiento sin cambiar los patrones volumétricos estándares.

4.2 Recomendaciones

1. Se recomienda un sistema más rápido de vaciado del autotanke ya calibrado. Esto disminuiría el tiempo global de calibración, y por tanto genera mas ingresos.
2. Se recomienda hacer el proceso una sola vía, o sea ingresa por un lado y sale por otro.
3. Todo el patio debería ser techado, pero con buena ventilación.



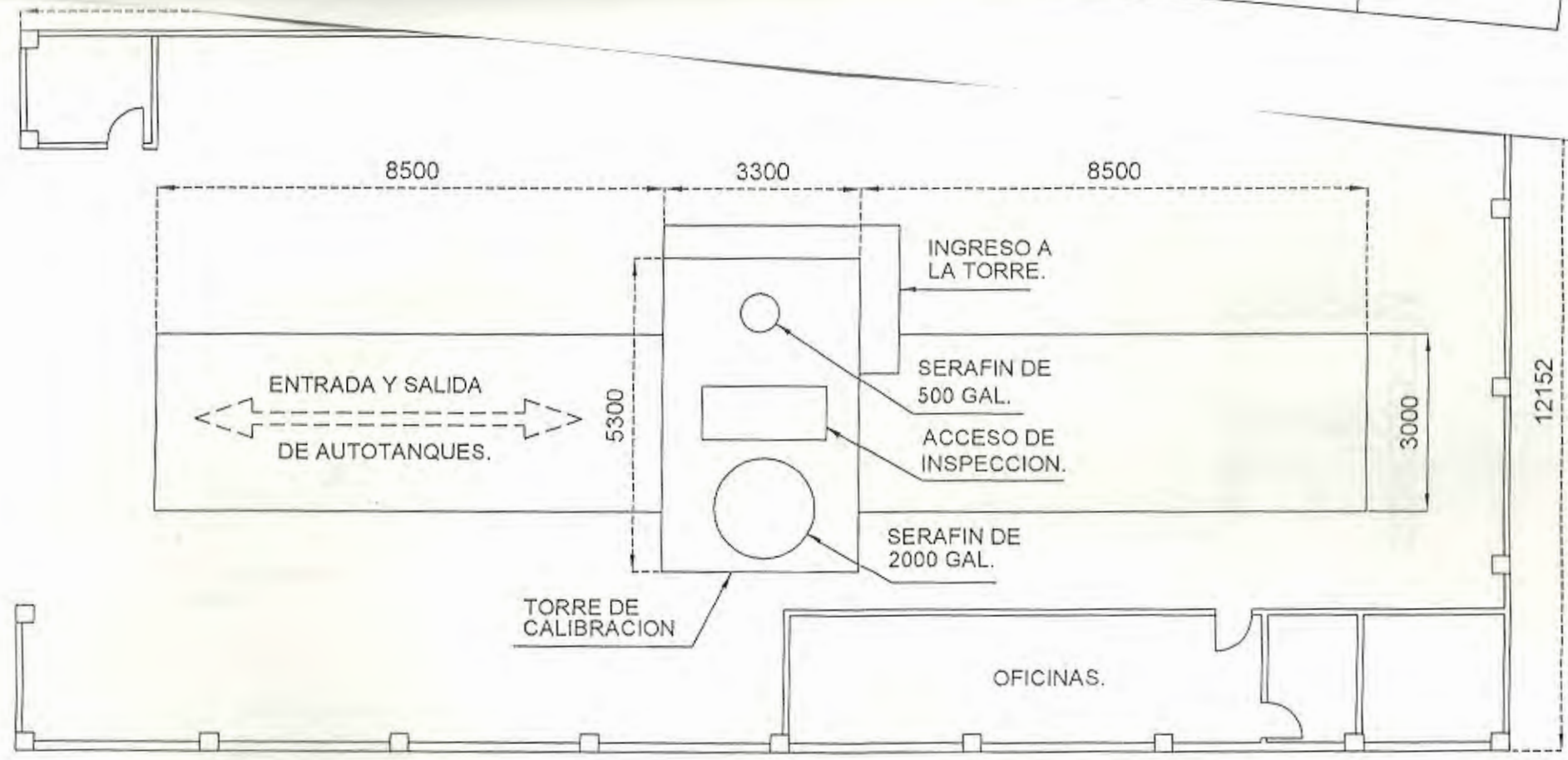
APÉNDICES

APÉNDICE A	Planos
APÉNDICE B	Reglamento de Operación y Seguridad del Transporte terrestre de combustible (Excepto GLP) en automotores.
APÉNDICE C	Method for Liquid Calibration of Tanks.
APÉNDICE D	Measurement and Calibration of Tank Cars.
APÉNDICE E	Características Técnicas de Perfiles Estructurales.
APÉNDICE F	Datos técnicos de selección de bomba.

APÉNDICE A: PLANOS

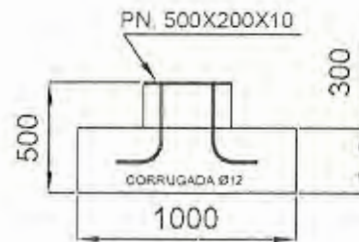
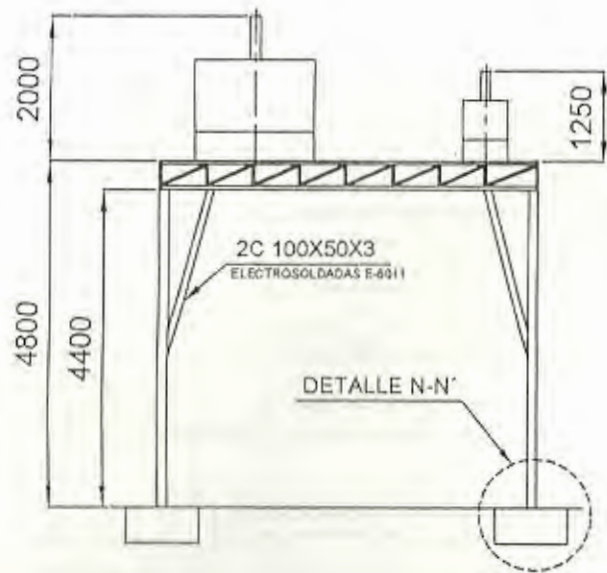


MASA (Kg)



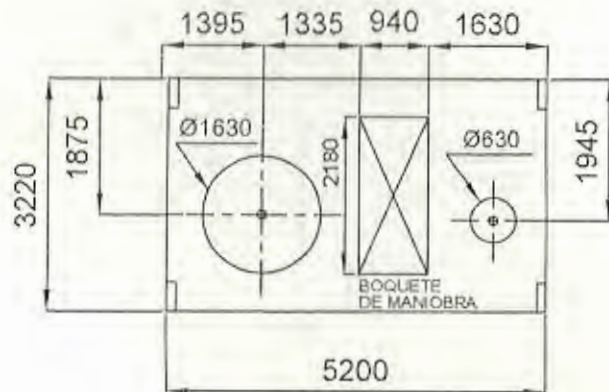
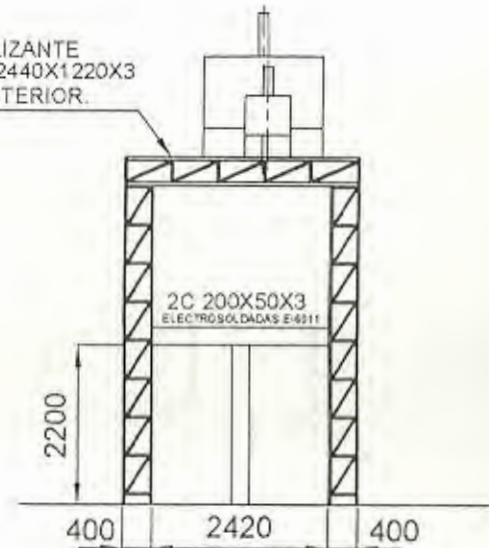
<h2 style="text-align: center;">FIMCP - ESPOL</h2>		FECHA	NOMBRE
		Dibujo 01/01/05	J. Fajardo
PROYECTO: PATIO DE CALIBRACION		Reviso 01/01/05	Ing. Wiener
ESCALA: 1:100		PLANO No: 1	
CONTIENE: PATIO DE CALIBRACION.		MASA (Kg)	
MATERIALES:			





DETALLE N-N'
ESCALA 3:1

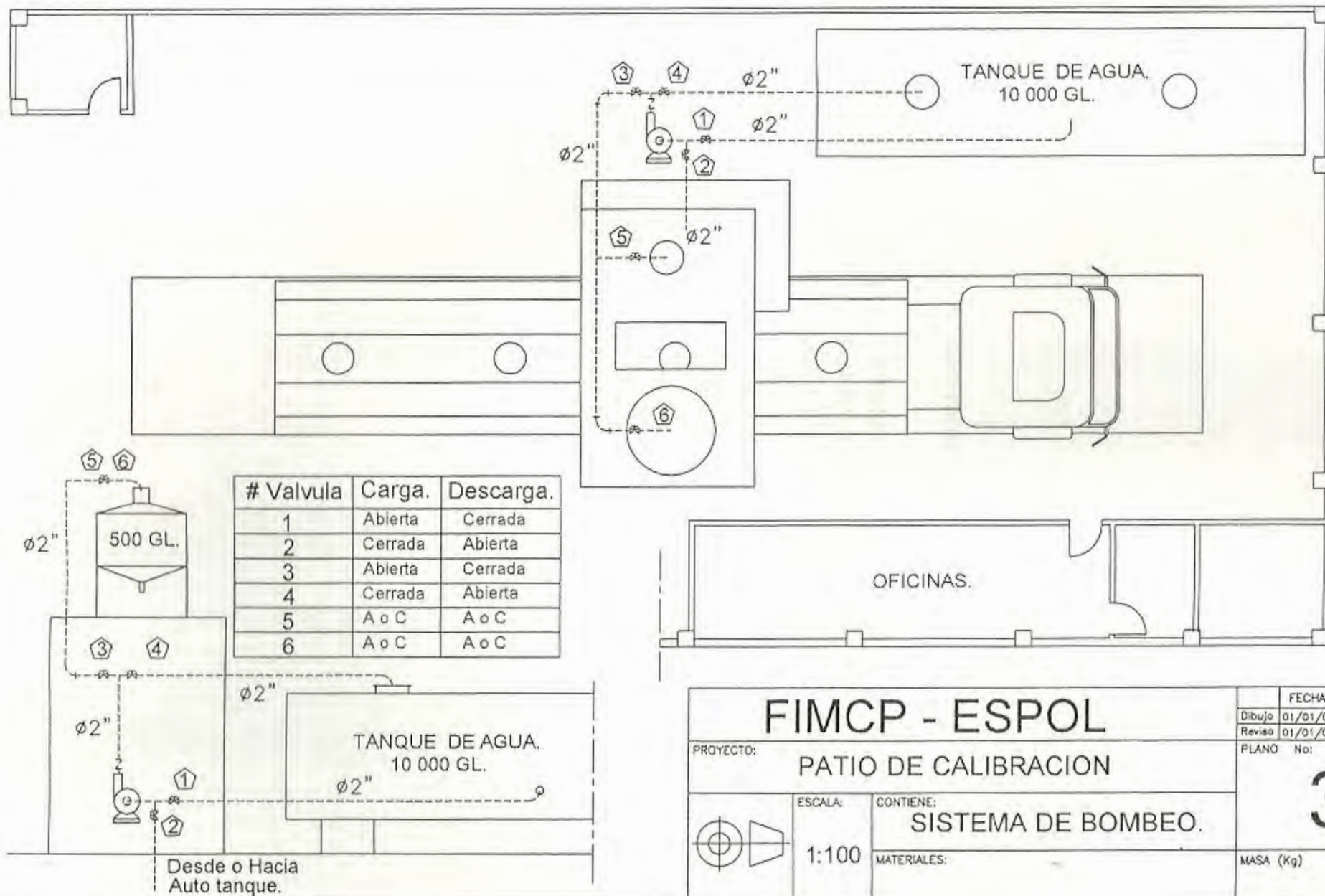
PLANCHA ANTIDESLIZANTE
EN ACERO A-36 DE 2440X1220X3
PINTURA CARA POSTERIOR.



NOTAS DE CONSTRUCCION.
BLOQUE BASE DE HORMIGON ARMADO
CON RETICULADO DE 150X150 mm Y
VARILLA CORRUGADA DE 12 mm.

NOTAS DE CONSTRUCCION.
CERCHAS DE 125X400 DE CANALES DE
125X50X3 Y ANGULOS 30X30X3 [COLUMNAS]
CERCHAS DE 100X300 DE CANALES DE
100X50X3 Y ANGULOS 25X25X3 [VIGAS]
NORMA DE CALIDAD: ASTM - 570
ELECTROSOLDADAS CON E-6011.
PINTURA ANTICORROSIVA.

FIMCP - ESPOL		FECHA	NOMBRE
		Dibujo 01/01/05	J. Fajardo
PROYECTO: PATIO DE CALIBRACION		Reviso 01/01/05	Ing. Wiesner
		PLANO No:	
ESCALA:		2	



# Valvula	Carga.	Descarga.
1	Abierta	Cerrada
2	Cerrada	Abierta
3	Abierta	Cerrada
4	Cerrada	Abierta
5	A o C	A o C
6	A o C	A o C

Desde o Hacia
Auto tanque.

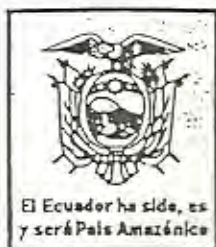
<h1>FIMCP - ESPOL</h1>		FECHA	NOMBRE
		Dibujo 01/01/05	J. Fajardo
PROYECTO: PATIO DE CALIBRACION		Revisa 01/01/05	Ing. Wiesner
		PLANO No:	3
ESCALA: 1:100	CONTIENE: SISTEMA DE BOMBEO.	MASA (Kg)	

APÉNDICE B:

REGLAMENTO DE OPERACIÓN Y SEGURIDAD DEL
TRANSPORTE TERRESTRE DE COMBUSTIBLE
(EXCEPTO GLP) EN AUTOMOTORES.



POLITECNICA DEL LITORAL
BIBLIOTECA 'GONZALO ZENALLOS'
F.I.M.C.P.



REGISTRO OFICIAL

ORGANO DEL GOBIERNO DEL ECUADOR

Administración del Sr. Dr. Jamil Mahuad Witt
 Presidente Constitucional de la República

TRIBUNAL CONSTITUCIONAL

Año I -- Quito, Miércoles 24 de Febrero de 1999 -- N° 135

EDMUNDO ARIZALA ANDRADE
 DIRECTOR ENCARGADO

Teléfonos: Dirección: 282-564 --- Suscripción anual: s/. 750,000
 Distribución (Almacén): 583-227 --- Impreso en la Editora Nacional
 4.500 ejemplares -- 16 páginas -- Valor s/. 3.000

SUMARIO:

	Pags.	Pags.	
FUNCION EJECUTIVA			
DECRETO:			
601	Declarase tres días de duelo nacional, el 18, 19 y 20 de febrero de 1999, durante los cuales se izará la bandera nacional a media asta en todos los edificios públicos	1	
ACUERDO:			
MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS:			
184	Expídese el Reglamento de Operación y Seguridad del Transporte Terrestre de Combustibles (excepto el GLP) en automotores	2	
FUNCION JUDICIAL			
CORTE SUPREMA DE JUSTICIA PRIMERA SALA DE LO PENAL:			
Recursos de casación en los juicios seguidos por las siguientes personas:			
227-97-JO	Ministerio Público en contra de Luis Taco Pachacama	6	
240-97-OR	Hilda Monserrath Miño Ortiz en contra de Rosa Inés Altamirano Asperilla	9	
277-97-MV	César Guanochanga en contra de María Ante Toaquiza	11	
281-97-OR	Nicolás Alonso Tubar Torres en contra Jacinto Barrionuevo Carranza	11	
305-97-AG Luis Antonio Armijos Tacuri en contra Carlos Manuel Armijos Orellana			12
340-97-97-MV Filanbanco S.A. en contra de Carlos Eduardo Andrade Mancilla			13
26-98-JO Ministerio Público en contra de Leon Castillo y otros			15

N° 601

Jamil Mahuad Witt
 PRESIDENTE CONSTITUCIONAL DE LA
 REPUBLICA

Considerando:

Que ha sido asesinado en la ciudad de Quito el diputado Jaime Hurtado Amador,

que es deber del Estado reconocer el trabajo de los ciudadanos que han servido a la República y condenar los actos de violencia que atentan contra la convivencia democrática; y

En ejercicio de la atribución que le confiere el artículo 77 del Reglamento de Ceremonial Público, publicado en el Registro Oficial 483 de 21 de julio de 1986, en concordancia con el artículo 60 de la Ley Orgánica de la Función Legislativa.

Decreto

Declarase tres días de duelo nacional, el 18, 19 y 20 de febrero de 1999, durante los cuales se izara la bandera nacional a media asta en todos los edificios públicos.

el Palacio Nacional, en Quito, el 17 de febrero de

Mahud Witt, Presidente Constitucional de la

del original.- Lo certifico:

Fulee Ch., Secretario General de la Presidencia de

184.

EL MINISTRO DE ENERGIA Y MINAS

Considerando:

con Acuerdo Ministerial No. 148 de 24 de febrero de 1998, publicado en el Registro Oficial No. 41 del 27 de octubre de 1998, se expidió el Reglamento de Operación y Seguridad del Transporte Terrestre de Combustibles (excepto el GLP) en autotanques;

Art. 68 de la Ley de Hidrocarburos y el Art. 49 del Reglamento para la Aplicación de la Ley Reformatoria a la Ley de Hidrocarburos, expedido con Decreto Ejecutivo No. 1000, publicado en el Registro Oficial No. 364 de 21 de febrero de 1994, establecen que la comercialización de los combustibles de los hidrocarburos será realizada por personas jurídicas o por personas naturales o jurídicas, de conformidad con la competencia en la materia, legalmente reconocidas en el país previamente calificadas por el Ministerio de Energía y Minas, las cuales deberán sujetarse a las condiciones técnicas, de calidad, de protección ambiental y de seguridad que fije el Ministerio del Ramo, con el fin de garantizar un óptimo y permanente servicio al consumidor;

es necesario definir la responsabilidad en el transporte de combustibles en autotanques, que permita ejercer el control en beneficio del usuario; y,

ejercicio de las facultades conferidas en los artículos 9, 11 y 12 de la Ley de Hidrocarburos,

Acuerda:

ELABORAR EL REGLAMENTO DE OPERACION Y SEGURIDAD DEL TRANSPORTE TERRESTRE DE COMBUSTIBLES (EXCEPTO EL GLP) EN AUTOTANQUES, contenido en las siguientes disposiciones:

CAPITULO I

Art. 1.- El presente Reglamento establece las disposiciones técnicas de operación y seguridad que deben cumplir las personas naturales y/o jurídicas propietarias de los autotanques, que ejerzan o deseen ejercer la actividad de transporte de combustibles derivados del petróleo mediante autotanques, para lo cual se adoptan las siguientes

a.- Autotanques: tanquero y/o tracto camión: unidad automotriz destinada al transporte terrestre de los derivados del petróleo;

b.- Compartimiento: división interior hermética de un tanque;

c.- Conexión a tierra: accesorio o sistema destinado a descargar en tierra electricidad estática, la misma que puede producirse por movimientos bruscos de combustibles, descargas atmosféricas, falta de aislamiento eléctrico, etc.;

d.- Electricidad estática: es una carga eléctrica causada por roce o frotamiento que se acumula en la superficie de un objeto;

e.- Estándar de operación: constituye el compendio de normas, disposiciones y especificaciones técnicas, de seguridad y operación que la comercializadora de derivados aplicará sobre el autotanque y el transportista con el fin de que en el desarrollo de las actividades de transporte, el servicio sea seguro, eficiente y oportuno.

f.- Extintor: instrumento portátil para la extinción de fuego por acción de un agente ignífugo;

g.- Fuente de ignición: cualquier fenómeno que produce chispa y/o llama.

h.- Inertización: es la operación técnica por medio de la cual se extrae todo residuo de hidrocarburos.

i.- Pantalla o espejo: división interior metálica no hermética de un tanque;

j.- Terminal o depósito de abastecimiento: constituye toda instalación que almacena y entrega derivados del petróleo al granel en autotanques para centros de distribución o consumidor final;

k.- Válvula de alivio: dispositivo que permite eliminar el exceso de presión interna de los tanques y tuberías, llevándola a los límites permisibles; y,

l.- Válvula de exceso de flujo: dispositivo que se cierra automáticamente cuando el caudal del fluido sobrepasa los límites previstos.

CAPITULO II

Condiciones Físicas de los Autotanques

Art. 2.- Los propietarios de los autotanques, serán directamente responsables de que los autotanques que transportan combustibles derivados del petróleo, sin perjuicio del cumplimiento de las disposiciones constantes en las leyes y reglamentos pertinentes aplicables al transporte terrestre en el país, cumplan con las siguientes disposiciones y requisitos:

1. DEL VEHICULO

a.- Perfecto estado de funcionamiento de sus sistemas tanto motor como de transmisión, eléctrico y de frenado.

Todo el sistema de escape de gases deberá estar instalado en forma separada a la alimentación de combustibles al motor, a fin de que el gas sea descargado a la mayor distancia posible de los accesorios de conexiones del tanque; estos sistemas estarán colocados de manera que no se hallen expuestos a acumulaciones de aceite, gases y gasolina;

El tanque de combustible, el marco o chasis del vehículo, sus ejes y muelles deberán estar interconectados metálicamente;

Disponer en la parte posterior del chasis de una cadena de arrastre de suficiente longitud para que llegue al suelo estando el autotanque en circulación, con el objeto de descargar a tierra la electricidad estática que pueda generarse. El tope de la cadena constará de un aditamento o eslabón de bronce;

Disponer por lo menos de dos extintores con polvo químico tipo ABC 15 kg. de capacidad, en óptimas condiciones de funcionamiento debiendo llevar inscrito en cada uno de ellos el número de placa del vehículo y la etiqueta de actualización o carga;

Disponer de un arrestallamas técnicamente construido, para el tubo de escape, el cual puede ser fijo o desmontable;

Poseer luces de estacionamiento (delanteras y posteriores). Disponer en la parte delantera de sistemas de faros de luces de largo y mediano alcance (luz alta y baja). Los autotanques cuya ruta los requiera (provinciales e interprovinciales), dispondrán de faros neblineros, y además deberán contar con triángulos de seguridad, para la señalización adicional; y,

El vehículo para su circulación se sujetará a la vida útil que establezcan las autoridades policiales de tránsito correspondientes.

DEL TANQUE

Deberá estar diseñado, construido y aprobado de acuerdo a la norma INEN respectiva o internacional aplicable.

En los costados del tanque sobre la leyenda "PELIGRO INFLAMABLE" se pintará el número de la placa correspondiente al vehículo de arrastre;

En la parte posterior del tanque, deberá indicarse la capacidad de almacenamiento total en galones. Lateralmente y en la parte superior, coincidiendo verticalmente con la boca de llenado correspondiente,

e.- Deberá disponer de una chapra de esperwell (aleación de bronce-zinc) soldada, que permita efectuar la conexión a tierra (o lo que especifique la abastecedora y/o cada terminal de almacenamiento).

Dispondrá también de una placa soldada en la que consten sus principales características, como: nombre del fabricante, la norma o código de construcción, material, espesor, fecha de fabricación, capacidad, número de compartimientos, peso, etc.

f.- Las instalaciones eléctricas y cableado, estarán debidamente protegidos mediante tubería rígida y completamente aislada; y, la batería del vehículo, colocada en un gabinete protector provisto de una tapa o cubierta aislante;

g.- Cada compartimiento deberá tener su válvula de descarga debidamente empacada que no permita escape de combustible cuando el vehículo esté en circulación, y válvulas de venteo en la parte superior del tanque. Las tuberías y mangueras al acoplarse deben ajustarse herméticamente.

Cada compartimiento dispondrá de salida individual del producto, si esto no sucede el tanquero deberá transportar un solo producto;

h.- Los orificios de carga, válvulas de descarga, válvulas de alivio y orificios para varillaje deben estar provistos de defensas metálicas adecuadas para proteger de golpes y lluvia; y además, dispondrán de anillos, argollas o dispositivos que permitan la aplicación de sellos de inviolabilidad;

i.- Perfecto estado mecánico y físico del tanque, sus accesorios y conexiones;

j.- Las válvulas, mangueras, espejos de los compartimientos y demás implementos de carga y descarga de combustibles, deberán estar en perfectas condiciones de operación y seguridad;

k.- Cada compartimiento del tanque dispondrá de dispositivos de seguridad para alivio de presiones y estarán instalados de tal forma que no acumulen agua o grasas y que no constituyan peligro de escape del contenido del tanque en caso de volcamiento. En el caso de transportar asfalto debe disponer de una ventiladera para abertura efectiva por medio de un tubo de 50 cm. de diámetro y de un respiradero de no menos de 400 mm. de diámetro para aliviar presiones, así como de un serpentín de vapor, para calentar el asfalto.

l.- Todo tanque estará provisto de defensas metálicas

Todas las aberturas para llenado, inspección y drenaje deben protegerse en caso de volcamiento del vehículo mediante guardas colocadas alrededor de la parte superior del tanque cuyas dimensiones serán entre 20 y 30 cm. de altura. No se aceptará ningún promontorio sobre el tanque que no sea la guarda de seguridad.

La calibración del tanque y varilla, será obligatoria y se lo hará cada año, o cuando el tanque sea reparado, cuando vaya a ser utilizado con otro cabezal o se presenten abolladuras y/o hundimientos por colisiones, debiéndose remitir a la Dirección Nacional de Hidrocarburos la certificación de calibración respectiva suscrita por el representante de la compañía inspectora independiente calificada por la Dirección Nacional de Hidrocarburos, previamente a entrar en operación.

Se exceptúa de la válvula de descarga individual de productos de cada compartimiento del tanque a los autotanques que transportan asfalto, residuo y productos de aviación.

Todo autotanque debe obligatoriamente poseer una varilla calibrada y actualizada por compañías inspectoras debidamente calificadas por la Dirección Nacional de Hidrocarburos. Se deberá acompañar la tabla de calibración por compartimiento, en la que constarán las dimensiones de la varilla, la misma que por ningún concepto deberá ser modificada; y.

La vida útil y la frecuencia de inspección, serán determinadas por los resultados de la inspección técnica realizada por las compañías inspectoras independientes debidamente calificadas por la Dirección Nacional de Hidrocarburos.

CAPITULO III

Autorización de Operación

Art. 3.- Previamente al registro y autorización de operación de los autotanques, los propietarios deberán presentar una solicitud dirigida al Director Nacional de Hidrocarburos detallando el combustible a transportar, la capacidad del tanque y el número de compartimientos, el terminal o depósito del cual se abastecerá, el sector (es) que atenderá y rutas que utilizará.

Deberá adjuntar además los siguientes requisitos en original o copia certificada:

- a.- Cédulas de identidad del propietario y del transportista, matrícula actualizada del vehículo y licencia de conducir del (los) transportista (s).
- b.- Certificación de conformidad con la norma emitida por el INEN sobre cumplimiento de normas nacionales o internacionales aplicables para el diseño, construcción y operación del tanque o certificado de idoneidad técnica y operación del tanque para transporte de combustibles emitido por una compañía inspectora independiente calificada para tal objeto por la Dirección Nacional de Hidrocarburos;
- c.- Póliza actualizada de responsabilidad civil, seguros de accidentes y daños a terceros, por un monto mínimo de 200 salarios mínimos vitales generales; y

d.- Certificado de calibración del tanque y varilla de medición correspondiente, emitido por una compañía inspectora calificada por la Dirección Nacional de Hidrocarburos.

Una vez cumplidos los requisitos precedentes, la Dirección Nacional de Hidrocarburos levantará el acta de inspección correspondiente sobre las condiciones físicas y operativas del autotanque, y en caso de ser favorable, registrará y emitirá la autorización de operación respectiva, cuya validez será de un año y se colocará en el vehículo un sticker definido por la Dirección Nacional de Hidrocarburos.

El cambio o modificación de cualquiera de las condiciones originales que sirvieron para el registro y autorización de operación otorgados por la Dirección Nacional de Hidrocarburos, causará automáticamente la caducidad de dicho registro y autorización de operación del autotanque, sin perjuicio de las sanciones previstas en el presente Reglamento.

CAPITULO IV

Condiciones Generales de Seguridad

A.- De la Operación y Transporte:

Art. 4.- Para el transporte de productos derivados de petróleo, los propietarios de los autotanques serán responsables de que los transportistas cumplan con las siguientes medidas de seguridad:

4.1. Los transportistas deberán cumplir con las siguientes disposiciones:

- a.- Correcta operación y manejo de los instrumentos y accesorios del vehículo y el tanque;
- b.- Conocer las características de los productos a transportar y riesgos que éstos implican en la manipulación;
- c.- Prohibición de fumar y de ingerir bebidas alcohólicas durante toda la actividad de transporte de los productos;
- d.- Conocimiento y aplicación de las normas de operación, seguridad contra incendios y emergencia; y
- e.- Conocimiento y aplicación de los instructivos y disposiciones de operación y seguridad de cada terminal o depósito de la abastecedora.

4.2. Antes de iniciar un viaje el transportista efectuará la revisión de lo siguiente:

- a.- Perfecto estado de funcionamiento de sus sistemas tanto matriz como de transmisión, eléctrico y de rodamiento, observando especial cuidado de que el tanque, conexiones y accesorios estén libres de fugas;
- b.- Buen estado de los neumáticos y presión correcta;
- c.- Sistema de frenos en perfecto funcionamiento;
- d.- Correcto funcionamiento del sistema eléctrico, luces y limpia parabrisas;

- e.- Disponer de un botiquín para primeros auxilios;
- f.- Perfecto contacto a tierra del tanque por medio de su cadena de arrastre para la descarga de electricidad estática. Cuando el vehículo se encuentra en circulación, las tapas de las bocas de llenado y salida de productos permanecerán cerradas; y,

Verificar que los extintores se encuentren en perfecto estado de funcionamiento.

Transportación en Ruta.

- 1.- En ruta los transportistas cumplirán con las siguientes medidas mínimas de seguridad:
 - a.- Verificar que el vehículo esté en perfecto estado de funcionamiento de sus sistemas tanto motriz como de transmisión, eléctrico y de rodamiento, observando especial cuidado de que el tanque, conexiones y accesorios estén libres de fugas;
 - b.- Evitar el acercamiento del autotanque a fuentes de ignición;
 - c.- No fumar ni ingerir bebidas alcohólicas ni sustancias psico-trópicas o alucinógenas;
 - d.- Si por cualquier motivo durante el trayecto es necesario estacionar el vehículo, deberá hacerse en un lugar seguro, de ser posible en un sitio que no sea poblado, debiendo permanecer el vehículo bajo vigilancia del transportista o su ayudante y colocando las señales de seguridad correspondientes;
 - e.- Conducir con el cuidado que amerite el transportar productos altamente inflamables;
 - f.- La conducción se la efectuará minimizando los movimientos bruscos del producto;
 - g.- Se prohíbe hacer reparaciones a los tanques, salvo que las mismas puedan efectuarse sin peligro de accidente;
 - h.- Es obligación que el transportista porte la orden de despacho emitida por el terminal o abastecedorá respectiva, donde se indique el tipo, cantidad, origen y destino del producto, por compartimento. Los transportistas deberán descargar el producto exclusivamente en el destino indicado en la orden de despacho donde se especificará la estación de servicio, industria o consumidor final a quien se destina la carga.
- No se podrá realizar mezclas de productos durante la ruta hasta el destino del autotanque, ni realizar trasvase del combustible, salvo caso fortuito o fuerza mayor; e.
- i.- Se prohíbe transportar cualquier tipo de carga encima del tanque o la cabina.

Art. 6.- Para el caso de desperfecto o accidente en ruta, el transportista cumplirá los siguientes pasos en forma inmediata:

- a.- Desconectar el mando eléctrico del vehículo;

- b.- Colocar los avisos de precaución de estacionamiento (triángulos, luces, etc.);
- c.- Notificar esta situación en forma inmediata a las autoridades policiales, bomberos, etc..
- d.- Desalojar a todas las personas que puedan encontrarse en las inmediaciones del vehículo;

- e.- Se prohíbe hacer reparaciones a los tanques, salvo que las mismas puedan efectuarse sin peligro de accidentes. Se prohíbe la reparación de vehículos que contengan productos, en recipientes cerrados;
- f.- No se podrá reparar el tanque mediante el uso de llamas, arcos y otras fuentes de ignición, salvo el caso de que el tanque haya sido purgado de producto e inertizado; y,
- g.- En caso de que los desperfectos sean de mayor gravedad, la reparación del vehículo se hará en lugares especializados de acuerdo a lo que dispongan las normas técnicas respectivos.

C.- Durante la Operación de Carga y Descarga:

Art. 7.- Para el ingreso de autotanques a terminales o depósitos de abastecimiento y en las actividades de carga y descarga de derivados del petróleo, el transportista deberá sujetarse a las normas internas de seguridad que exija cada uno de los terminales y depósitos de abastecimiento de combustibles.

Art. 8.- Los transportistas durante la carga y descarga de combustibles, cumplirán con las siguientes medidas de seguridad:

- a.- Se utilizará el autotanque únicamente en el espacio de estacionamiento destinado para la descarga;
- b.- Al estacionar el vehículo, el conductor desconectará el mando eléctrico y lo asegurará con el freno auxiliar;
- c.- El tanque, antes de la carga del producto, deberá estar completamente vacío y limpio interiormente, caso contrario no se procederá con dicha operación;
- d.- Estará presente mientras se realiza la descarga a fin de actuar inmediatamente frente a cualquier anomalía y se prohíbe la permanencia de personas dentro del vehículo. Antes de bajar las mangueras, colocarán un extintor del tipo polvo químico seco en el piso cerca de la parte posterior del vehículo, hasta terminar la descarga;
- e.- Utilizará el sistema de conexión a tierra;
- f.- A fin de reducir al mínimo la posibilidad de la generación de electricidad estática en los tanques de almacenamiento se debe proceder a:
 - 1.- Mantener una velocidad de llenado baja;
 - 2.- Que todos los tanques de almacenamiento dispongan de conexiones a tierra adecuadas;

El trasiego de los líquidos inflamables desde los tanques se efectuará por medio de mangueras con conexiones de ajuste hermético que no sean afectadas por tales líquidos y que no produzcan chispa por roce o golpe. V.

En las estaciones de servicio, se suspenderá la distribución durante el llenado de los tanques de abastecimiento a fin de evitar derrames o posibles fuentes de ignición.

CAPITULO V

Sanciones

Art. 9.- La inobservancia o incumplimiento del presente Reglamento por parte de los propietarios de los autotanques, será sancionada de conformidad con el Art. 77 de la Ley de Hidrocarburos, sin perjuicio de las acciones civiles y penales que a que hubiere lugar, pudiendo el Director Nacional de Hidrocarburos, como medida precautoria, suspender temporalmente la operación de los autotanques y ordenar a las autoridades policiales de tránsito el retiro de circulación de los mismos.

Art. 10.- Por la gravedad de la falta o la reincidencia en la misma, el Director Nacional de Hidrocarburos podrá suspender definitivamente la autorización de operación del tanque y eliminarlo de los registros.

CAPITULO VI

Disposiciones Generales

Art. 11.- Los propietarios de los autotanques realizarán un control periódico estricto sobre las condiciones físicas, mecánicas, operativas y de seguridad del tanque, el vehículo y demás elementos, accesorios y conexiones; y, se actualizarán en lo concerniente a las normas y disposiciones respectivas.

Art. 12.- Los terminales y depósitos de abastecimiento no permitirán el ingreso de los autotanques que no posean el registro, autorización de operación y sticker otorgados por la Dirección Nacional de Hidrocarburos. El incumplimiento por parte de los terminales y depósitos de esta disposición, conllevará a las sanciones establecidas en la Ley.

Art. 13.- Se prohíbe la venta de combustibles desde autotanques. Prohíbese también la descarga del producto en lugares o destinos distintos a los constantes en la orden de despacho.

Art. 14.- En los terminales y depósitos de abastecimiento, únicamente ingresará a las áreas de despacho, el autotanque autorizado para la carga; en consecuencia, prohíbese el estacionamiento en estas áreas de otros autotanques.

Art. 15.- Todo autotanque, tanquero y/o tractocamión importados deberán sujetarse a los requisitos y disposiciones establecidas en el presente Reglamento.

Art. 16.- Realizada la carga de los combustibles en los distintos compartimientos del tanque, el transportista colocará sellos de seguridad en las válvulas de cierre de los

orificios de carga y descarga del combustible, los cuales sólo podrán ser rotos en el lugar de destino constante en la orden de despacho para la descarga del producto.

DISPOSICIONES TRANSITORIAS

En el plazo de treinta días contados a partir de la fecha de publicación del presente Reglamento en el Registro Oficial, los transportistas cuyos autotanques posean la autorización de operación caducada, deberán actualizarla en la Dirección Nacional de Hidrocarburos.

ARTICULO FINAL.- El presente Acuerdo Ministerial entrará en vigencia a partir de la fecha de su publicación en el Registro Oficial. Déjanse sin efecto el Acuerdo Ministerial No. 148 de 24 de septiembre de 1998, publicado en el Registro Oficial No. 41 de 6 de octubre de 1998 y las demás disposiciones que se opongan al presente Acuerdo.

Comuníquese y publíquese.- Dado en Quito, a 10 de febrero de 1999.

f.) Ing. Patrício Ribadeneira García, Ministro de Energía y Minas.

Es fiel copia del original.- Lo certifico.

Quito, a 11 de febrero de 1999

f.) Director Administrativo.



No. 227-97-JO

CORTE SUPREMA DE JUSTICIA PRIMERA SALA DE CASACION PENAL

Quito, 17 de septiembre de 1998; las 10h30

Luis Taco Pachacama interpone recurso de casación de la sentencia dictada en su contra por el Tercer Tribunal Penal de Pichincha, que le impone ocho años de reclusión menor ordinaria, por encontrarle responsable de delito de homicidio, tipificado por el 449, y le condena al pago de costas, daños y perjuicios, por haber dado muerte a Jeaneth Marisol Collahuazo Nazimba. - El recurso vino a esta Sala por el sorteo de ley y para resolverlo - una vez que ha concluido su tramitación- se considera: PRIMERO.- De conformidad con las normas constitucionales y las prescripciones legales, esta Sala de Casación Penal tiene competencia para resolver el recurso interpuesto, en cuya sustanciación se ha seguido el rito procesal señalado por el Código de Procedimiento Penal, por lo que se declara la validez del trámite. SEGUNDO.- En el escrito de fundamentación del recurso el procesado relata los hechos que el Tribunal Penal estima que configuran el delito de homicidio por el que ha sido condenado, expone los argumentos jurídicos en que sustenta el recurso, y manifiesta que la sentencia ha violado las siguientes disposiciones del Código de Procedimiento Penal, el artículo 151 por no haberse hecho un análisis prolijo de las evidencias, sin por lo

Ministerio de Energía y Minas

República del Ecuador



ACUERDA:

- Art. 1. El registro de los medios de transporte de combustibles líquidos derivados de hidrocarburos se realizará durante lo que resta del presente año 2001 y durante el año 2002, previa la constatación del pago de los derechos respectivos, observando los requisitos exigidos en el artículo 31, literales a), b), c) y d), del Reglamento para Autorización de Actividades de Comercialización de Combustibles Líquidos Derivados de los Hidrocarburos, contenido en el Decreto Ejecutivo No. 2024, publicado en el Suplemento del Registro Oficial 445, de 1 de noviembre del 2001.
- Art. 2. El certificado establecido en el literal e) del artículo 31 del Reglamento para Autorización de Actividades de Comercialización de Combustibles Líquidos Derivados de los Hidrocarburos, contenido en el Decreto Ejecutivo No. 2024, citado, que deberá ser emitido por empresas inspectoras (certificadoras) independientes sobre cumplimiento de normas ambientales para el medio de transporte, se aplicará a partir del 1 de enero de 2003, cuando estén implementadas las condiciones técnicas e institucionales que permita su aplicación.
- Art. 3. De la ejecución del presente Acuerdo Ministerial se encarga al Director Nacional de Hidrocarburos.
- Art. 4. El presente Acuerdo Ministerial entrará en vigencia a partir de la presente fecha, si perjuicio de su publicación en el Registro Oficial.

COMUNIQUESE Y PUBLIQUESE.

DADO, en Quito, Distrito Metropolitano, a 07 DIC. 2001

Ing. Pablo Terán Ribadeneira



№ 232

EL MINISTRO DE ENERGIA Y MINAS

CONSIDERANDO:

QUE mediante Decreto Ejecutivo No. 2024, publicado en el Suplemento del Registro Oficial No. 445, de 1 de noviembre de 2001, se expidió el Reglamento para la Autorización de Actividades de Comercialización de Combustibles Líquidos Derivados de los Hidrocarburos;

QUE el artículo 31 del Reglamento en mención dispone que los medios de transporte para combustibles líquidos derivados de hidrocarburos, deberán registrarse en la Dirección Nacional de Hidrocarburos para lo cual, entre otros requisitos, deben presentar el certificado emitido por empresas inspectoras (certificadoras) independientes sobre el cumplimiento de normas ambientales;

QUE con memorando No. DINAPA-D&I-070-2001, de 23 de noviembre de 2001, el Director Nacional de Protección Ambiental de esta Secretaría de Estado en relación con el requisito contemplado en el literal e) del artículo 31 del Decreto Ejecutivo No. 2024, indica que no es posible aplicarlo, en vista de que aún no se han desarrollado las condiciones técnicas e institucionales necesarias para su implementación;

QUE las instituciones del Estado involucradas en el control del medio ambiente están trabajando para determinar la aplicación del conjunto de normas ambientales que deben cumplir el medio que transportará combustibles líquidos derivados de los hidrocarburos;

QUE es necesario que la Dirección Nacional de Hidrocarburos registre los auto tanques que realizan el transporte de combustibles y que han presentado la solicitud y la documentación para el registro;

QUE La Dirección Nacional de Hidrocarburos y la Procuraduría Ministerial, con memorando conjunto No. 539-DNH/375-PM-AJ-014571, de 4 de diciembre de 2001, emitieron el informe pertinente; y,

EN EJERCICIO de las atribución conferida por el artículo 179, numeral 6, de la Constitución Política de la República del Ecuador, el artículo 9 de la Ley de Hidrocarburos, en concordancia con el último inciso del artículo 16 del Estatuto del régimen Jurídico Administrativo de la Función Ejecutiva, y el artículo 5 del Decreto Ejecutivo No. 2024, que contiene el Reglamento para la Autorización de Actividades de Comercialización de Combustibles Líquidos Derivados de los Hidrocarburos, publicado en el Suplemento del Registro Oficial No. 445, de 1 de noviembre de 2001.

Method for Liquid Calibration Tanks

APÉNDICE C

METHOD FOR LIQUID CALIBRATION OF TANKS.

American Petroleum Institute
1220 L Street, Northwest
Washington, D.C. 20004



Method for Liquid Calibration of Tanks

API STANDARD 2555
SEPTEMBER 1966
REAFFIRMED, OCTOBER 1992



American Society for Testing & Materials

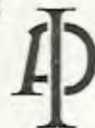
ASTM D 1406-65



American National Standards

ANSI/ASTM D 1406-65

American Petroleum Institute
1220 L Street, Northwest
Washington, D.C. 20005



CONTENTS

	PAGE
Scope	7
General	7
Applications	7
Discussion of Procedure.....	7
Equipment	8
Procedures	8
General	8
Portable Tank Calibration Procedure.....	9
Positive Displacement Meter Procedure.....	9
Stationary Tank Calibration Method.....	9
Liquid-Weighing Procedure	9
Example	9
APPENDIX	11

Standard Method for
LIQUID CALIBRATION OF TANKS



API Standard: 2555

ASTM Designation: D 1406-65

Adopted, 1965.^{1, 2}

This standard of the American Petroleum Institute issued under the fixed designation API 2555 is also a standard of the American Society for Testing and Materials issued under the fixed designation D 1406; the final number indicates the year of original adoption as standard, or, in the case of revision, the year of last revision.

This method was adopted as a joint API-ASTM standard in 1965.

Scope

1. This standard describes the procedure for calibrating tanks, or portions of tanks, larger than a barrel or drum by introducing or withdrawing measured quantities of liquid.

Note 1.—Other calibration standards are:

API Standard 2550—ASTM D 1220: Measurement and Calibration of Upright Cylindrical Tanks

API Standard 2551—ASTM D 1410: Measurement and Calibration of Horizontal Tanks

API Standard 2552—ASTM D 1405: Measurement and Calibration of Spheres and Spheroids

API Standard 2553—ASTM D 1407: Measurement and Calibration of Barges

¹ Under the standardization procedures of the API and the ASTM, this standard is under the jurisdiction of the API Central Committee on Petroleum Measurement and the ASTM Committee D-2 on Petroleum Products and Lubricants.

² The API method was adopted as API Standard 2555 in October, 1965.

Prior to their present publication, the API methods of test were issued in December, 1929 as API Code 25. API Code 25 was reissued in 1930, 1931, 1933, 1935, 1940, and 1948. The material was revised and reissued in September, 1955 as API Standard 2501, and the second edition was issued in July, 1961.

³ Revised and adopted as standard June, 1965, by action of the ASTM at the Annual Meeting and confirming letter ballot.

Prior to adoption as ASTM standard, this method was published as tentative in 1958.

API Standard 2554—ASTM D 1408: Measurement and Calibration of Tank Cars

General

2. Liquid calibration is a means of determining incremental volumes and capacities of tanks or other containers by transfer of known quantities of liquid to or from a vessel. This standard outlines the steps required for accurately determining the incremental values required in preparing tables for tanks of any design or shape except meter prover systems.

Applications

3. Liquid calibration may be accomplished by volumetric or gravimetric means. The standard used depends on individual circumstances and equipment available.

Discussion of Procedure

4. (a) The procedure selected for liquid calibration depends on such conditions as the degree of accuracy required, the type and size of tank to be calibrated, and the equipment available to do the job. The purpose of this discussion is to aid the prospective user in selecting a procedure which is consistent with the degree of accuracy desired. Generally it is desirable to select a procedure which will accomplish the job in the shortest period of time in

order to eliminate the effect of temperature changes on the liquid volume.

(b) A portable volumetric tank can best be used in calibrating small tanks with a capacity in the range of 50 to 500 bbl. This procedure generally provides the highest degree of accuracy, but it is rather time-consuming when used to calibrate large tanks. Portable positive displacement metering units have been used to good advantage to check volumes of liquid delivered from lease tanks.

(c) When large tanks are to be calibrated, it is more practical to use the positive displacement meter procedure.

(d) When stationary service tanks are available, the stationary tank calibration procedure may be suitable.

(e) It is preferable that the diameter of the service tank be smaller than the diameter of the tank to be calibrated in order to provide a higher degree of accuracy. The stationary service tank to be used as a calibrating tank should be strapped according to the critical measurements procedure, or the volume should be determined by use of a prover tank or a master meter.

(f) If the available liquid is viscous and has a tendency to adhere to the walls of the tank, it is preferable to use the liquid-weighing procedure. The weighed liquid should be delivered into the tank that is to be calibrated. When the weighing proce-



LIQUID CALIBRATION OF TANKS (API 2555—ASTM D 1406)

used, the calibrating liquid should be actively free of BS&W (basic sediment and water).

Tanks should have been filled at once with a liquid as heavy as the liquid to be stored.

Equipment

General equipment requirements are as follows:

Supply of liquid, preferably non-toxic and of the same or near the same gravity as the product to be stored in the tank.

Gaging equipment—gauge line, tank gage, meter, etc. This equipment should be used in accordance with the procedures specified in: *API Standard 2543—ASTM D 155: Measuring the Temperature of Crude Oil and Petroleum Products*; *API Standard 2544—ASTM D 287: Test for Gravity of Crude Petroleum and Petroleum Products*; *API Standard 2545—ASTM D 1085: Gaging Petroleum and Petroleum Products*; *API Standard 2546—ASTM D 270: Sampling Petroleum and Petroleum Products*; and *API Standard 1101: Measurement of Petroleum and Hydrocarbons by Positive Displacement Meter*.

Suitable forms for recording data.

When using the portable tank calibration procedure, one or more tanks of the same number of tanks required are determined by the size of the tank to be calibrated. These calibrating tanks must be obtained to deliver by use of the National Institute of Standards standard test means as outlined in API Standard 1101.

When using the positive displacement meter procedure, the meters selected should be of the proper size. The meters should be non-temperature-compensated, and they should be equipped with continuous correction-type calibrators rather than constant-type calibrators. Generally the equipment required will include: meter for tanks; air eliminators; strainers; gauges; pressure regulators; pressure gauges; in-line thermometers, preferably of the recording type; quick-acting valves; and related pipe fittings. Meter installation should be in accordance with the latest edition of API Standard 1101.

PROCEDURES

General

(a) The size of increments will be determined by the size of the deadwood,

the change in the shape of the tank, or the tank zone to be calibrated.

(b) All hose and pipe connections should be tight. Arrangement should be made to eliminate the possibility of air or vapor locks when piping is installed. Piping must be tightly packed with calibrating liquid before the test is started and remain packed throughout the calibration.

(c) If a pump is used to transfer the liquid, caution should be observed to insure that the liquid level in the delivering tank will not be lowered to a point which will allow air to enter the system. The pump and its suction piping should be of appropriate size to avoid pulling a vacuum on the system.

(d) If a meter is used, care should be exercised to avoid pulling vapor or air through the meter. (The meter will register vapor or air as liquid.)

(e) If the calibration is to be used to prepare a tank table, the job should be started and completed without interruption, where possible. If the calibration is interrupted and the liquid level in either tank is changed due to temperature effects, the calibration operation may be resumed after applying the proper correction to the volume of each tank before continuing the operation. Applicable correction factors for the liquid used will be found in Table I of the Appendix of this standard and in unabridged Table 6 of *API Standard 2540—ASTM D 1250: ASTM-IP Petroleum Measurement Tables*.

(f) Better results can be obtained when the ambient and liquid temperatures are about the same.

(g) It is desirable to carry out the calibration as rapidly as possible so that temperature change will be small.

(h) Accurate temperature determinations must be made of all volumes measured. The number of temperature determinations required for any volume which is being measured depends on the quantity of liquid and the shape and size of the vessel containing the liquid. The temperature used for the calibration must be the average of all temperatures taken if more than one temperature determination is made. Normally, one temperature determination in the center of the liquid volume will suffice for vessels of less than 100-gal capacity. Two temperatures usually will be required on vessels of a capacity between 100 and 500 gal, taken at the middle of the upper and lower halves of the liquid

volumes. Three temperature determinations usually will be required on vessels of more than 500-gal capacity taken at the midpoint of the upper, middle, and lower third portions of the liquid. If the height of the column of liquid representing 500 gal or more is less than 2 ft, one temperature determination at the midpoint will suffice. If the height of the column of liquid is greater than 2 ft and less than 3 ft, two temperature determinations should be taken. If the height of the liquid column is greater than 3 ft, three temperature determinations should be taken. Thermometers with divisions no greater than 0.5 F shall be used and temperatures should be read and recorded to the nearest 0.1 F. Whether gaged or metered, volumes at a determined temperature when delivered into a tank must be adjusted to the temperature of the liquid measured in the tank that is being calibrated (see Table II, Appendix).

(i) Atmospheric temperature and general weather conditions, such as wind and rain, should be recorded at the time the test is run.

(j) Suggested minimum stops that should be made by any of the procedures used are as follows:

(1) When liquid first hits hand gaging point. (Where the tank has a downward cone bottom, two gaging or striking points may be used.)

(2) When tank bottom is completely covered.

(3) At lower and upper limits of all deadwood.

(4) When float gage floats freely, adjustment should be made with handline gage.

(5) At bottom edge and fully floating position of a floating roof, plus a sufficient number of intermediate stops to establish incremental values desired.

(6) Every 3 or 6 in. up cylindrical portion of tank.

(7) At top of each ring.

(k) The following readings should be taken at each stop:

(1) Handline gage of liquid in receiving tank.

(2) Tank liquid temperature of receiving tank.

(3) Meter reading or gage on delivery tank.

(4) Meter temperature or temperature on delivery tank.

(5) Automatic float gage, which has been set when it first starts to float.

(l) Handline gages should be read to nearest $\frac{1}{16}$ in. (0.01 or 0.005 ft by mutual agreement), temperatures to nearest 0.1 F, and meter to 0.01 gal or 0.001 bbl.

Portable Tank Calibration Procedure

7. (a) The calibration tank, or tanks, should be located as near as possible to the tank to be calibrated and set in a level position. All piping should be checked and tested before calibration is started, to insure a positive delivery from tank to tank. Lines should drain completely. A drainage time, as recommended by the National Bureau of Standards, shall be used when the calibrating tanks are certified and shall be followed throughout the calibrating procedure. This time period is established by waiting until the liquid stops pouring and begins to drip from the end of the pipe. The liquid should be allowed to drip for the same period of elapsed time after each run, as outlined in API Standard 1101. The temperatures of the tank being calibrated and the calibration tank should be taken before and after each fill, and volume adjustment for change in temperature should be made (see Table II, Appendix).

(b) When liquid is to be introduced into the tank to be calibrated, the calibration tank, or tanks, should be full of liquid. The tank to be calibrated must be empty between the levels to be calibrated. The quick-acting valve on the calibrating tank, or tanks, should be opened and the liquid allowed to flow until the tank is empty. The run or fill number, the amount of fill, and the temperature should be entered on a record, report, or data sheet. The gage and the temperature of the receiving tank should be recorded at intervals necessary to determine incremental volumes required for making the tank table. This information should be recorded on one data sheet if possible. A telephone circuit should be provided and all data recorded by one operator. The condition of fill of the piping system shall be the same at start and stop of each measurement, either completely full or completely empty.

Positive Displacement Meter Procedure

8. (a) The metering unit may be mounted on a trailer, skid platform, truck, or the like and located as near as possible to the tank to be calibrated. It should be installed on a firm footing in a level posi-

tion. Connections, whether hose or piping, should be installed so that air traps will be eliminated. The system should then be purged of all air in the lines. The chosen operating pressure should be adjusted by means of the pressure regulator; the meter should be proved under simulated operating conditions of pressure, rate, and temperature. It is important that the meter be in good mechanical condition and that it be adjusted for correct clearance of its parts.

(b) The meter must be proved on the same liquid to be used in the calibration of the tank or on a liquid of similar properties. The meter may be proved in an appropriately sized prover, or it may be proved against a master meter of known accuracy (see API Standard 1101 for meter-proving procedure). The meter factor obtained should be the average of two or more consecutive provings which check within 0.02 per cent.

(c) The meter should be proved just prior to its use for tank calibration. By mutual agreement the meter may be re-proved during or after completion of tank calibration runs in order to reconfirm meter accuracy.

(d) If the meter is re-proved during or after the calibration, the meter factors from such subsequent provings should be averaged with the previous factor and applied to the volumes determined between the meter provings.

(e) The flow of the liquid to or from the vessel to be calibrated should be started at predetermined points. These points are determined by the type of tank to be calibrated, distribution of deadwood, size and shape of the zone to be calibrated, and so forth. At each stop, a meter reading, average temperature of liquid delivered by meter, tank gaging, and tank temperatures must be determined as outlined in API Standard 2543—ASTM D 1086; API Standard 2544—ASTM D 287; API Standard 2545—ASTM D 1085; and API Standard 2546—ASTM D 270. Volume adjustments for change in temperature also should be made (see Table II, Appendix). An appropriate form should be used to record the data. A communication channel should be provided if needed and all data should be recorded by one person.

Stationary Tank Calibration Method

9. (a) A stationary calibration tank whose capacity has been determined by the

critical measurements procedure of strapping should be located adjacent or close to the tank to be calibrated. The diameter of the tank should be smaller, never larger, than the tank to be calibrated.

(b) The lines should be purged of all air prior to starting calibration. A pump of size and design suitable to the operation may be used to transfer the liquid between the tanks. However, when a pump is used, care should be exercised to prevent air entering the system. Water is the preferred medium for calibration; however, a non-volatile product ranging between kerosene and No. 3 heating oil may be used.

(c) After the connecting lines have been filled, each tank shall be accurately gaged and tank temperatures shall be taken and recorded in accordance with API Standard 2543—ASTM D 1086; API Standard 2544—ASTM D 287; API Standard 2545—ASTM D 1085; and API Standard 2546—ASTM D 270. The liquid should then be transferred between the tanks. The size of the increments shall be determined by the tank construction, location of deadwood, and so forth. After each delivery, fill, or run, both tanks must be gaged and the temperatures determined and recorded.

(d) When a tank is being calibrated either by withdrawing into or filling from test measures, the volumes determined in the test measures must be adjusted by a temperature factor to the temperature of the liquid in the tank if the temperature in the test measure is different from the temperature of the liquid in the tank.

Liquid-Weighing Procedure

10. Weighing of liquids delivered into or withdrawn from a vessel requires accuracy unobtainable at most tank locations. Where this method is preferred or is advisable, instructions for weighing may be obtained from API Standard 1101.

Example

11. (a) Following is an example of the adjustments which are required for calibrating a tank by withdrawal of liquid from the tank to be calibrated and measuring the volume of the increment withdrawn by a positive displacement meter or by a smaller measuring tank of known volume.

(b) The correction factors used in adjusting the volume of withdrawals to the starting temperature are shown in Table I

LIQUID CALIBRATION OF TANKS (API 2555—ASTM D 1406)

when water is the calibrating liquid. These correction factors apply to the procedure is by withdrawal from the tank to be calibrated. In order to establish the volume of 1 ft on a particular tank, the temperature of the volume measured in the test tank is 2 F higher than the temperature of the water before the

withdrawal is made, the adjustment is as follows: The opening gage of the tank to be calibrated is 39 ft and the closing gage is 38 ft. The temperature of the water before the withdrawal is found to be 65 F. The volume of the water withdrawn between the 39- and 38-ft gages was indicated to be 100 bbl, by measuring the tank at a temperature of 67 F. The factor for this

adjustment, obtained from Table I (Appendix), for a 2 F temperature rise, is 0.99978. Therefore, the volume of the increment between 39 and 38 ft is 99.978 bbl.

(d) Correction factors for adjusting the volume to the starting temperature when a temperature drop occurs are also shown in Table I (Appendix).

APÉNDICE D

MEASUREMENT AND CALIBRATION OF TANK CARS.



Measurement and Calibration of Tank Cars

Measurement Coordination Department

API STANDARD 2554
FIRST EDITION, 1966

American
Petroleum
Institute



CONTENTS

	Page
Scope	7
PART I. PROCEDURE FOR CALIBRATING NONPRESSURE TANK CARS	
General	7
Water Gage Plant Procedure.....	7
Design and Construction of Gage Plants.....	7
Calibration of Water Gage Plants.....	9
Primary Measures	9
Intermediate Measures	9
Procedure for Calibrating Gage Tanks.....	10
Procedure for Calibrating Finishing Tanks.....	11
Check Gage Plant.....	11
Procedure for Calibrating Single-Compartment Tank Car Tanks.....	11
Entire Outage Table.....	12
General	12
Procedure for Obtaining Outage Table.....	12
Water-Weighing Procedure	12
General	12
Definitions	13
Procedure	13
Calibrating Single-Compartment Tank Car Tanks by External Strapping Procedure.....	13
Equipment	13
Measuring Procedure	13
Recording of Data	17
Computation of Tank Volume.....	17
Dome Capacity	20
Tank Capacity	21
Preparation of Volume Table.....	21
PART II. PROCEDURE FOR CALIBRATING PRESSURE TANK CARS	
General	25
Installation of Gage Tube (Slip Tube).....	25
Water Gage Plant Procedure.....	25
Procedure for Calibrating Pressure-Type Tank Car Tanks.....	25
Calibrating Pressure-Type Tank Cars for Incremental Capacity Tables.....	25
Preparation for Calibrating	25
Calibrating Car Tanks for Incremental Capacity Tables.....	27
Preparation of Gage Tables by Calculations.....	27
Water-Weighing Procedure	28
Definitions	28
Procedure	28
APPENDIX—Tables for Determination of Incremental Volumes and Water Density Coefficients	30



Standard Method for
MEASUREMENT AND CALIBRATION OF TANK CARS¹



API Standard: 2554 ✓

ASTM Designation: D 1409-65

ADOPTED, 1965^{2,4}

This standard of the American Petroleum Institute issued under the fixed designation API 2554 is also a standard of the American Society for Testing and Materials issued under the fixed designation D 1409; the final number indicates the year of original adoption as standard, or, in the case of revision, the year of last revision.

This method was adopted as a joint API-ASTM standard in 1965.

Scope

1. This standard describes the procedures for calibrating tank cars. It is presented in two parts: Part I (Sections 2 to 21) outlines procedures for nonpressure-type tank cars; Part II (Sections 22 to 31) outlines procedures for pressure-type tank cars.

Note 1.—Other calibration standards are:
API Standard 2550—ASTM D 1220: *Measurement and Calibration of Upright Cylindrical Tanks*
API Standard 2551—ASTM D 1410: *Measurement and Calibration of Horizontal Tanks*
API Standard 2552—ASTM D 1408: *Measurement and Calibration of Spheres and Spheroids*

API Standard 2553—ASTM D 1407: *Measurement and Calibration of Barges*
API Standard 2555—ASTM D 1406: *Liquid Calibration of Tanks*

PART I. PROCEDURE FOR CALIBRATING NONPRESSURE TANK CARS

General

2. (a) The volume capacity of tank car tanks shall be determined in one of the three followings ways:

(1) By filling the tank with a quantity of water measured by discharge from calibrated tank or tanks (water gage plant procedure).

(2) By filling the tank with water and

weighing the car before and after filling (water-weighing procedure).

(3) By computing the volume from external measurements of the tank and deducting for the thickness of walls, laps, etc. ("strapping" procedure).

(b) Since 1951 the volume of all new tank cars should have been determined by the water gage plant procedure.

(c) With reference to the use of the three different procedures for calibration, it has been realized that there should be some further clarification with regard to the relation of these three procedures. This has been expressed as follows:

(1) The water gage plant procedure is recommended as the most accurate.

(2) Where facilities are not available for the use of the water gage plant procedure, an acceptable alternative is the water-weighing procedure used for all types of tank cars, and the strapping procedure used for only nonpressure or non-insulated tank cars.

(d) The calibration procedures outlined herein require that the interior surface of the tank be clean and free from any foreign substance such as the residue of commodities adhering to the bottom and sides of the tank—dirt, rust, and the like. Examination and inspection of a tank car may indicate the need for thorough cleaning if the correct established capacity is to be assured.

(e) Tank cars modified or damaged to the extent that the capacity is changed should be recalibrated; and the new capacity should be reported in accordance with instructions in *Freight Tariff No. 500*, latest issue and supplements thereto, issued under ICC authority for United States, Canadian, and Mexican railroads.

WATER GAGE PLANT PROCEDURE

Design and Construction of Gage Plants

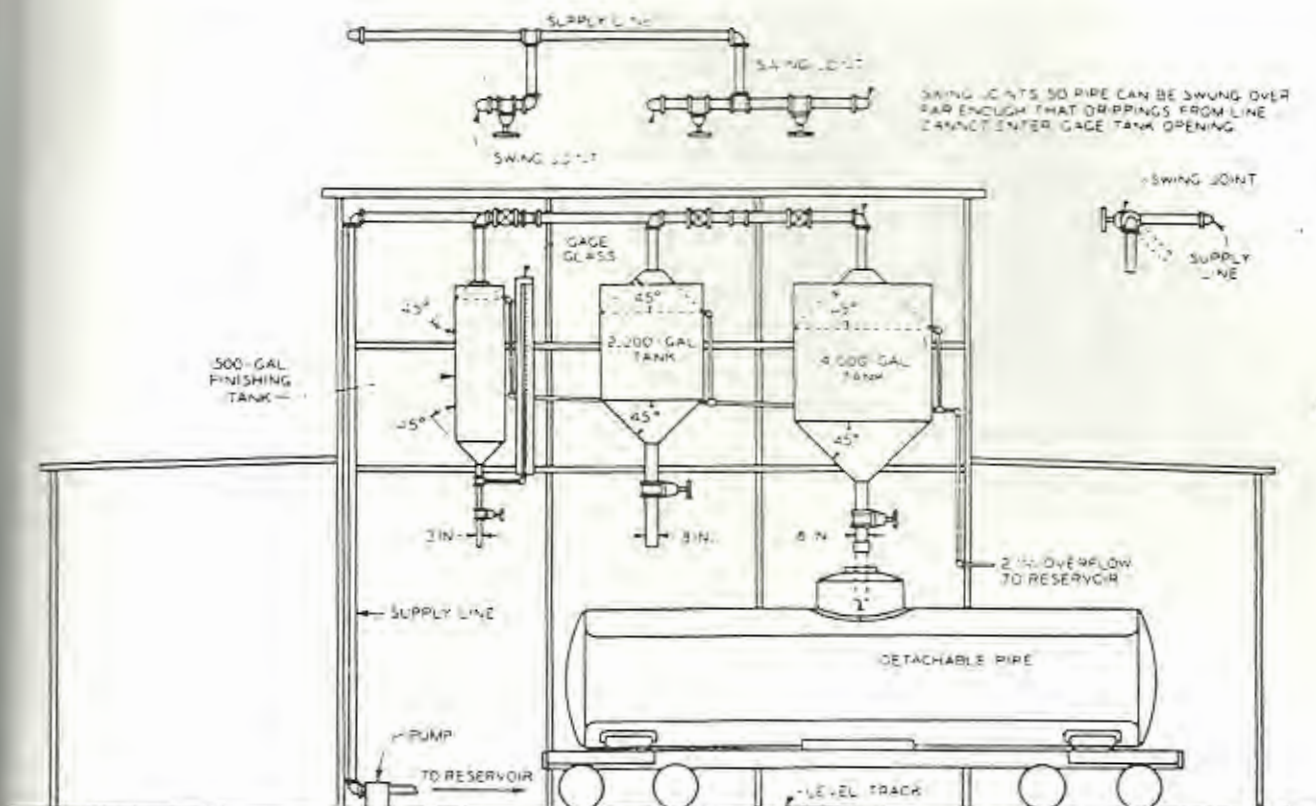
3. (a) The gage plant (see Fig. 1) shall consist of one or more elevated tanks

¹ Under the standardization procedures of the API and the ASTM, this standard is under the jurisdiction of the API Central Committee on Petroleum Measurement and the ASTM Committee D-2 on Petroleum Products and Lubricants.

² The API method was adopted as API Standard 2554 in October, 1965.

Prior to their present publication, the API methods of test were issued as API Code 1201 and API Code 1202. API Code 1201 was issued as tentative in July, 1948; it was revised and reissued in January, 1957 as API Standard 1201. API Code 1202 was issued as tentative in December, 1951; it was revised and reissued in February, 1960 as API Standard 1202.

⁴ Revised and adopted as standard June, 1965, by action of the ASTM at the Annual Meeting and confirming letter ballot.



NOTE.—Any and all delivery pipes to the car must have a slope of not less than 2 in. per foot to insure proper and rapid drainage. It is preferred to have a direct discharge pipe from the finishing tank to the car. However, the discharge pipes may be manifolded to avoid movement of car during casing.

FIG. 1.—TYPICAL LAYOUT OF WATER GAGE PLANT

of convenient size, and shall be used for water gaging tank car tanks. In addition to the main tank or tanks, there shall be a finishing tank equipped with an external gage glass throughout its length and so connected that the water level in the glass shall conform to the water level in the tank. This finishing tank shall be of small diameter so that accurate readings are obtained when small quantities of water are withdrawn.

(b) The gage tanks shall have conical bottoms and tops—preferably inclined at an angle of 45 deg or greater from the horizontal—and shall be provided with drawoff valves at the bottom and suitable connections at the top for filling with water. The connections for filling the tank shall be provided with swing joints so that they may be moved away from the opening at the top of the tank. The water in the tank will then be completely separated from its source of supply. All connections shall be so placed that the

water on the tank side of the valve will drain completely.

(c) The openings at the top of the gage tanks (which shall be just large enough to permit entrance for inspection of the tanks) shall be circular or elliptical in shape, have true and absolutely level edges, or be equipped with V-notches, so that, when filled to overflowing, the tanks shall necessarily contain a definite volume.

(d) The water shall be conveyed by gravity from the gage tanks to the car tank. The piping between the valve of the gage tank and the dome opening of the car tank shall be as short and direct as possible, and shall be inclined at an angle that will promote rapid and complete drainage.

(e) During gaging operations the gage tanks and the tank car tanks shall be housed to protect them from the sun and rain.

(f) A section of level track—preferably laid on concrete—on which a car may re-

main undisturbed for any desired length of time shall pass directly under or at the side of the gage tanks. The gage tanks shall be at such a height that water from them will drain directly into the car tank to be gaged. Suitable apparatus shall be installed to raise the water into the gage tanks.

(g) When desired, gage tanks may be equipped with suitable connections for filling from the bottom, in which case the valves in the supply line leading to the gage tanks shall be doubled and the nipples between the valves shall be equipped with a drain cock or bleeder. To ascertain that no water is leaking into or out of the supply line, the drain cock or bleeder shall be opened after the tank has been filled. When the gage tank is filled from the bottom, a downspout shall also be used which reaches to within a few inches of the bottom of the car tank to be gaged, so that the outlet is under the surface of the water after the first few

seconds of filling. The piping between the valve of the gage tank and the end of the downspout shall be as short and direct as possible, and shall be inclined at an angle which will promote rapid and complete drainage.

CALIBRATION OF WATER GAGE PLANTS

Primary Measures

4. (a) As it is of the utmost importance that great care be exercised to obtain accurate capacities, the calibration of gage plants shall be done by men thoroughly versed in the theory and practice of such work. A small error is greatly multiplied in the final result, for the result is based upon the number of times a measure of small capacity (the exact capacity of which is known) can be filled from the gage tanks. This is determined by the use of a measure of 5- or 10-gal nominal capacity (hereinafter referred to as the "principal primary measure") which is made of such material or protected in such manner that it cannot easily be dented by accident and its capacity thereby changed. The measure shall be constructed in such a manner that it will drain readily toward a mouth at the top drawn into a small diameter. The measure shall be fitted with a cover so that it will hold and deliver, within very narrow limits, the same amount of water time after time. This shall be accomplished by grinding or machining the top of the measure at the mouth and sliding a glass disk over the opening. The fit shall be such that, when the disk is held in place tightly and the measure is tipped, water will not leak from the measure unless the glass is slid off the opening. Also, the fit shall be such that a definite amount of water is always held under the glass when the measure stands in an upright position. The measure shall be provided with a pouring spout, so that its contents may be transferred to another vessel without the loss of a drop.

(b) Another procedure for calibration is to employ a measure constructed with a narrow mouth, using a needle gage to determine the height of the liquid in the measure. The top of the measure shall be machined or ground off, if necessary, to insure accuracy.

(c) In all cases the capacities of primary measures used shall be certified by

the U.S. Bureau of Standards, Washington, D.C. The certificates shall show the capacity, based on the number of gallons or milliliters the measure holds or delivers at 60 F after draining for 30 sec.

(d) All measures larger than primary shall be calibrated either by filling from or by emptying into the primary measures. In the former case, the primary measures shall be calibrated to deliver; in the latter case, they shall be calibrated either to hold or to deliver. If calibrated to hold, they shall be wiped dry with a cloth each time used; if calibrated to deliver, the measures shall be cleaned out frequently to remove any dirt or oil.

Intermediate Measures

5. (a) For the calibration of gage tanks, a cylindrical measure shall be used. This measure shall be of intermediate capacity of approximately 50 to 500 gal (hereinafter referred to as the "intermediate measure"). It shall have cone-shaped ends, terminating in a small neck at each end (see Fig. 2), it shall be equipped

with a drawoff valve at the bottom, and it shall be provided with an overflow at the top. If the tank is of such construction that it cannot be inspected for accumulation of foreign matter, it shall be recalibrated frequently.

(b) When calibrating the intermediate measure, level it accurately; fill it with water; and then drain it, allowing 2 min for this operation; and close the valve. Fill the principal primary measure, taking approximately 2 min for the operation and using a soft flexible connection which may be inserted into the measure in such a way that, while filling, the end will be below the surface of the water. After the primary measure has been filled, remove hose, make up outage, and strike the measure gently with the flat of the hand around the sides and the top to release any bubbles. Slide the glass disk, ground side down, over the opening, observing whether or not any bubbles are visible through the glass. If so, slide the glass back part way, and with a small sponge add more water until no bubble can be

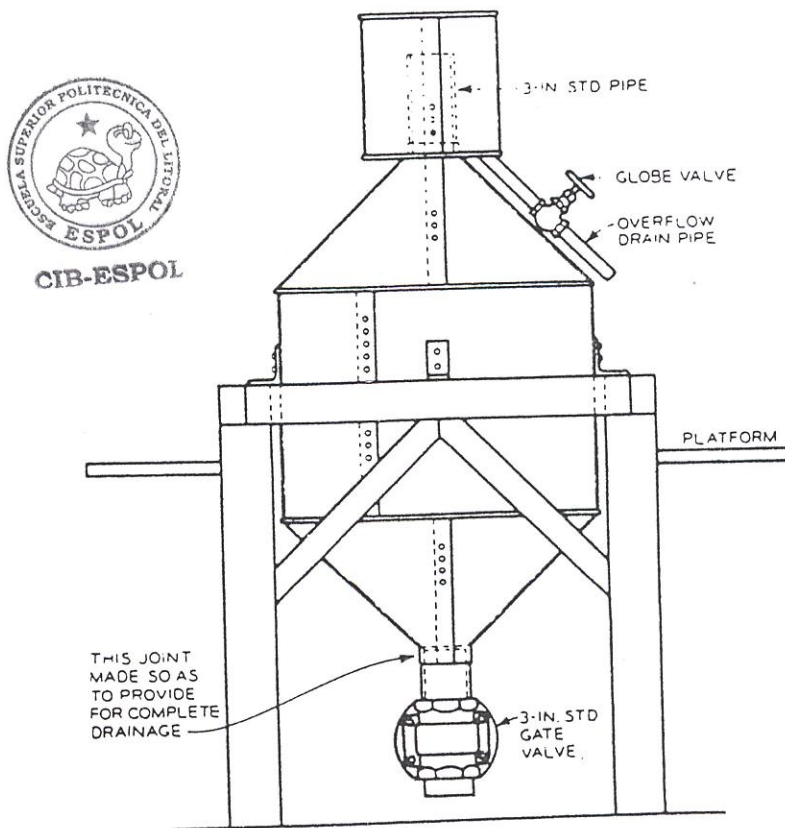


FIG. 2.—TYPICAL INTERMEDIATE MEASURE WITH SUPPORT.

seen. Hold the glass firmly in place, fully covering the opening, and with a small sponge take out all the water in the pouring lip. Thereupon, have an assistant carefully raise the measure to the proper position for pouring into the intermediate measure. The operator shall hold the glass firmly over the opening and, as the measure is being tilted to pour, he shall slide the disk off. While the contents of the principal primary measure are being poured into the intermediate measure, care shall be taken so that the primary measure is not allowed to rest against the intermediate measure—the primary measure shall be entirely supported in the hands of the assistant so as to avoid denting. It shall be emptied very slowly into the intermediate measure to avoid entrapping air, and shall be allowed to drain for 30 sec after each emptying.

(c) After the principal primary measure has been emptied into the intermediate measure a sufficient number of times so that the intermediate measure will not again hold the full contents of the primary measure, the shortage shall be made up by pouring an additional amount from one or more of the smaller containers, the capacity of which has been certified by the U.S. Bureau of Standards.

(d) After the intermediate measure has been filled with the aid of the smaller containers, total the number of milliliters in the small amounts which have been added; then divide by 3,785, the number of milliliters in the U.S. standard gallon. This quantity, added to the quantity poured in by means of the principal primary measure, gives the total capacity. The temperature of the water used must approximate 60 F; if a temperature change occurs during calibration, appropriate correction should be made.

(e) A delivery pipette is convenient for the removal of any excess liquid when a desired mark on a small container or graduate is overrun.

(f) If a primary measure with needle gage is used, the intermediate measure shall first be filled with water to the predetermined point; then the water shall be drained slowly into the principal primary measure to a point where the liquid just touches the needle gage. If this procedure is employed, the principal primary measure shall be calibrated preferably to *hold* rather than to *deliver*. If surplus water is drained into the principal pri-

mary measure, it shall be removed with a pipette—the accumulations of surplus liquid being measured after the intermediate measure has been drained. The quantity so measured shall be added to that measured in the principal primary measure.

(g) For the purpose of obtaining constant results, as well as for the purpose of ascertaining the average of calibrations used in determining the capacity of the gage tanks, the intermediate measure shall be calibrated at least three times—more, if necessary.

(h) When calibrating intermediate measures or gage tanks, the work shall be discontinued if the atmospheric conditions cause "sweating" or condensation on the outside or inside of the vessels being calibrated.

(i) After the exact capacity of the intermediate measure has been determined, the measure shall be placed under the measuring tank to be calibrated and carefully leveled. It is expedient to fasten to the sides of the measure lugs which can be made to rest on a stout wooden support or table of such height that the valves underneath the measure can be conveniently handled.

Procedure for Calibrating Gage Tanks

6. (a) A plug or reducer, of such design that no water can be entrapped in it, shall be connected to the outlet of the gage tank below its valve, the plug being tapped for approximately a 1-in. pipe. The operator shall then make certain that the inside of the tank to be gaged is clean and free from rust. Thereupon the discharge valve on the gage tank shall be closed, the supply valves opened, and the tank filled with water. It is important that water used for calibration be clean and clear. If the water is used repeatedly, it is well to treat it with a rust inhibitor. The valves of the gage tank shall then be examined to make certain that they are in good condition and that they do not leak. If a leak is found, the valves shall be repaired before proceeding.

(b) The 1-in. pipe shall then be screwed into the plug at the bottom of the tank; it shall be run down to a 1-in. valve which is placed in such a position that the operator can readily examine the inside of the intermediate measure and at the same time, by means of this valve, regulate the flow of the water into the

top of the measure. To insure tightness and ease of operation, the 1-in. valve shall be tested before it is applied. The valve should close tightly without effort. To bring the operator to the proper height for conveniently inspecting the water in the intermediate measure, a platform shall be built around the measure.

(c) The piping having been installed and the gage tank having been filled with water, the intermediate measure shall be carefully examined to see that the interior is perfectly clean. It shall then be filled and emptied to wet the interior surfaces and allowed to drain for at least 2 min, whereupon the discharge valve at the bottom shall be closed. This "drainage period," once having been determined, shall be used at all times in connection with the operation of the gage plant.

(d) The gage tank shall then be inspected to see that it is filled to overflowing and that no more water can be added.

(e) The large valve of the gage tank shall next be opened *slowly*. If opened too quickly, an air bubble large enough to carry considerable water over the edge of the top of the tank may result. The supply pipe to the intermediate measure is thus filled from the gage tank. The supply valve shall then be opened and the intermediate measure filled. Care should be taken to see that no leakage occurs from the discharge valve at the bottom. The flow to the intermediate measure shall be regulated by the 1-in. valve—the water flowing very slowly as the level approaches the top. It is possible to regulate the valve in such a manner that but little more water will be released than the amount actually required to fill the intermediate measure. If too much water is released, the excess will, of course, be caught in the overflow and eventually measured.

(f) After the intermediate measure has been filled with water, it shall be allowed to settle 2 min to allow air to escape. Shortage due to settling shall be made up, the measure being filled to gage or overflowing. The intermediate measure shall then be emptied and drained for at least 2 min. This procedure shall be repeated, and a tally shall be kept of the number of times it is possible to fill the intermediate measure from the gage tank. When the gage tank is empty, the last intermediate measure may be partially filled—all water from the gage tank having been drained



MEASUREMENT AND CALIBRATION OF TANK CARS (API 2554 - ASTM D 1409)

into the intermediate measure. The water in the overflow shall also be drained and poured into the intermediate measure. The intermediate measure shall then be filled with water (but not from the gage tank) by means of the principal primary measure and graduates. The gallonage added by means of the principal primary measure and graduates, not having come from the gage tank, shall be subtracted from the capacity of the intermediate measure; the difference, added to the gallonage obtained by the number of times the intermediate measure is filled, shall determine the capacity of the gage tank. The gage tank shall be calibrated at least three times, or as many additional times as shall be necessary to secure uniform results. The average of these results shall be the capacity used when gaging tank cars.

(g) All the gage tanks of the gage plant, including the small finishing tank, shall be calibrated by the foregoing procedure.

Procedure for Calibrating Finishing Tanks

7. (a) The finishing tank shall then be calibrated to show the number of gallons that it holds at any height. This tank shall be equipped with an external gage glass, behind which a suitable gage board shall be placed in a vertical position and securely fastened to prevent shifting. In order accurately to read the gage board, the use of a carpenter's small try-square is recommended; thus the line of vision will be in the same horizontal plane as the bottom of the meniscus. First to be marked on the gage board shall be the height of the water in the gage glass when the tank is full. The finishing tank shall be equipped with a plug with a 1-in. pipe and a 1-in. valve (the same as in the case of the calibration of the gage tank). A number of gallons of water shall be withdrawn into the principal primary measure, and the height again marked on the board. This procedure shall be repeated—the height of the water in the gage glass being marked on the board each time the same quantity of water is withdrawn—until the entire length of the tank has been calibrated. Before this calibration is started, the finishing tank shall be full; likewise, the pipe leading from the tank to the 1-in. valve (by which the operator regulates the flow of water) shall be full. Furthermore, if the principal primary measure does not hold the required gallonage, cor-

rection shall be made by means of a 25-ml measure, in order that the same gallonage will be withdrawn each time.

(b) Inasmuch as considerable time is consumed in calibrating the tank—due to the fact that definitely prescribed quantities are drawn off—the temperature of the water in the gage glass, especially in warm weather, may vary considerably with the temperature of the water in the main body of the finishing tank. These temperatures, therefore, shall be carefully checked. If the temperature of the water in the gage glass is higher or lower than that in the finishing tank, in order to equalize the temperature and to prevent errors in marking, water from the main body of the finishing tank shall be poured into the gage glass to displace the water in the glass. No new water shall be added to the finishing tank for this purpose; it is sufficient that a circulation of water in the gage glass shall be effected.

(c) When the operator is satisfied that the marks on the gage board are properly placed, the marks shall be deepened and the number of gallons of outage in the tank that each mark represents shall be stencilled on the board. Preferably, the scale on the gage board should be in gallons, rather than in inches. Closer readings can be made by interpolation and by the use of the try-square. With the gallonage of the principal primary measure definitely established on the board, the filling tank shall be refilled and the water shall be drained off in single gallons. The board shall be calibrated to show the height of the water in the finishing tank for each gallon. This can be done rather quickly, since the 5- or 10-gal marks are on the board; and the liquid level may be adjusted, if necessary, at each of these marks to avoid any cumulative error.

Check Gage Plant

8. After the gage plant has been calibrated, as outlined in Sections 4 to 7, it should be checked, if possible, by tank cars which have been gaged at other gaging plants whose accuracy has been established.

Procedure for Calibrating Single-Compartment Tank Car Tanks

9. (a) In hot weather tank car tanks shall be cooled by spraying the outside with water before gaging.

(b) The capacity of the car to be gaged shall be determined as it stands on a level track. Before gaging commences, it is important that the gage track be checked to ascertain that it is level.

(c) The inside of the tank shall be examined for the purpose of removing any foreign substances, such as dirt, rust, etc. The outlet valve shall be thoroughly cleaned and put in good condition. All measuring tanks shall be examined to make certain that they are perfectly clean. A check shall be made to ascertain that the scale behind the gage glass on the finishing tank is tight and in its proper position. The gagers shall make certain that the water used is clean. When measuring tanks become nearly empty, they shall be watched for sediment. If any sediment is present, the water shall be stirred thoroughly to carry it away. The operator shall examine all valves on the measuring tanks to see that none are leaking. If any of the valves leak, they shall be repaired or renewed.

(d) Each gage tank shall be separately drained into the car tank, 5 min being allowed for draining after the tanks have become empty.

(e) When water is first emptied into the car tank, the outlet valve shall be examined; if it leaks more than 20 drops per minute, the water shall be drained from the car tank and the valve repaired before proceeding. A pail shall be placed under the valve in such a position that it will catch any leakage. Throughout the operation the outlet valve shall be watched carefully to see that leakage does not become excessive. If preferred, the valve cap may be screwed on (a tight gasket being used). However, if this is done, the outlet leg should be filled with water and the valve closed. Any surplus water left in the car from this operation should be removed by wiping.

(f) Repeat the filling and emptying of measuring tanks until the car tank is nearly full. In order to avoid error or duplication in tallying the number of measuring tanks emptied into the car tank, a record shall be made immediately after the valve from the measuring tank has been closed. When the car tank is nearly full, gaging shall be completed by the use

* This same procedure is applicable to multiple-compartment tank cars by considering each compartment individually as a single-compartment tank.

of the finishing tank. A straightedge shall be fastened across the manway opening in the shell of the car tank so that it is level with the inside of the shell at its highest point. When the water begins to trickle over the center of the straightedge, the tank is full.

(g) The finishing tank shall be completely filled each time, rather than filled to a point that is marked on the gage board.

(h) The last 100 gal shall not be permitted to run into the car tank faster than at the rate of 10 gpm.

(i) Just before the car tank becomes full, any leakage from the outlet valve shall be poured back into the tank, inasmuch as this water has already been measured.

(j) After the car tank has been filled, allow 15 min for settling to displace the air and fill to the top of straightedge if outage shows, care being taken to include any water that may have leaked from the outlet valve. The capacity of the tank shell shall be determined by taking the total number of gallons which have been emptied from the measuring tanks into the car tank, plus the final reading of the gage on the finishing tank.

(k) The capacity of the dome shall then be determined by the use of the finishing tank.

(l) Throughout tank car tank gaging operations, the gager shall make all important readings personally and check, as far as possible, all other readings. He shall take every possible precaution to insure accurate results, and shall impress upon his assistants the importance of avoiding haste which may result in inaccuracies.

ENTIRE OUTAGE TABLE

General

10. To provide an entire outage table, one car of each class shall be water gaged to show the volume held for each $\frac{1}{2}$ -in. increment from the bottom to the top of the tank. This work shall be done with extreme accuracy; and the table obtained, by the procedure discussed in Section 2, shall be used in determining the outage table for the class of cars represented by the tank gaged.

Procedure for Obtaining Outage Table

11. (a) Tank must be thoroughly cleaned inside.

(b) Tank to be gaged must be placed in the shelter of the gage plant after making sure that track is level, both for length and width of car. The location at which the car is placed within the gage plant shall be such that the water from the finishing tank shall drain directly into the tank to be gaged.

(c) The tank shall be leveled by means of wedges under the side bearings so that the bottom sheet on the inside of the tank is level longitudinally. The tank shall be leveled laterally by adjusting wedges at the side bearings so that the bob of a plumb line, when suspended from the center of the dome ring, rests on the longitudinal centerline of the bottom sheet.

(d) Unscrew the standard valve cap from the tank and replace with a cap having a $\frac{3}{4}$ -in. union connection.

(e) Apply a bracket to the running board on which to support a gage glass and apply an adjustable connection to join the $\frac{3}{4}$ -in. union on the valve cap to the bottom of the gage glass.

(f) Plumb the gage glass and clamp bracket solidly so that gage glass is supported in the plumb position.

(g) Fill the outlet nozzle and piping until the water reaches the top of the bottom sheet on the inside of the tank.

(h) Apply a steel scale to bracket adjacent to gage glass, locating the zero point on the scale at the level of the bottom of meniscus of the water in the glass at the top of the bottom sheet level.

(i) The steel scale shall be clamped securely in position to prevent any change in its position relative to the gage glass.

(j) Do not gage tanks on windy days nor in freezing weather.

(k) Use only clean water at a temperature as near 60 F as practicable.

(l) When gaging operations have started, they shall be continued until the entire tank has been gaged. If gaging continues longer than one day, the water shall be emptied from the tank each night and refilled the next day to the level where gaging was discontinued the night before.

(m) Fill the finishing tank in the gage plant with water and allow it to settle 5 min to free the water from air and make up the outage, if any. Allow enough water to pass from the finishing tank to the car tank to raise the water level in the gage glass to within a fraction of the first $\frac{1}{2}$ in.,

and close the gage tank valve. Allow the water to settle and become calm, after which add additional small quantities until the first $\frac{1}{2}$ in. is reached. Allow the water to settle and become calm.

(n) Check to see that the water in the gage glass is exactly on the $\frac{1}{2}$ -in. mark on the scale.

NOTE 2.—*Important:* Take each reading in gage glass with the eye on the level of the bottom of the water curve on meniscus.

(o) Read the glass on the finishing gage tank and record the gallonage conveyed to the car tank for the first $\frac{1}{2}$ in.

(p) Repeat the operation for the second $\frac{1}{2}$ in., third $\frac{1}{2}$ in., etc.

(q) When nearing the top of the tank, apply a straightedge to the highest point on the inside of the tank shell.

(r) The last reading is to be taken when the water is at the top of the straightedge and is about to trickle over.

(s) Measure the inside of the tank with the scale and check with reading on the glass.

(t) Draw off the water in the outside gage glass occasionally, and pour it back into the tank. Keep the outside gage glass shaded from the sun to maintain the same temperature in the glass as in the tank. Also be sure that water in the gage glass of the finishing tank is circulated from time to time so that the temperature of the water in the glass is the same as the temperature of the water in the gage tank.

(u) After the water is emptied from the car tank, the car tank must again be leveled; if it is found that the level of the tank has changed during the gaging operation, the tank shall be leveled again and regaged.

WATER-WEIGHING PROCEDURE

General

12. Scales must be sensitive in order to respond quickly and accurately to small changes in weight. They should be checked at regular periods and, if necessary, they should be adjusted to meet check weights. The car weight must also be carefully checked and verified at three stages: (1) empty (dry); (2) tank shell filled with water; and (3) tank shell, including dome, filled with water.



MEASUREMENT AND CALIBRATION OF TANK CARS (API 2554—ASTM D 1409)

Definitions

13. (a) *Tare Weight* is the weight of tank underframe and trucks (i.e., weight of car with empty, dry tank).

(b) *Gross Weight* is the combined weight of the underframe and trucks and the tank and dome filled with water.

(c) *Gross Weight, Tank Shell Full*, is the weight of the car with the tank shell—but not including the dome—filled with water.

(d) *Net Weights* are the difference between gross weights and tare weight. Please note that the term "net weights" is used because two different "gross weights" are possible [see Paragraphs (b) and (c)].

(e) *Corrected Net Weights* are net weights adjusted to density at 60 F, using the correction factor from Table VIII Appendix).

Procedure

14. (a) Examine the inside of the tank shell for the purpose of removing any foreign substance, such as dirt, rust, etc., then weigh the car with the tank empty. This is the tare weight. (Wedges, if used to steady the car when filled, should also be used on empty weight to insure that net weight includes only the water in the tank.)

(b) After the tare weight is established, fill the tank shell with water. The last 100 gal shall be at a slow flow rate, not exceeding 10 gpm. Then allow the car to stand for 15 min to permit settling and escape of air in water. Following this, water should be added to bring the level to the inside of the top of the tank shell. The car shall then be weighed and the weight recorded. This is the gross weight, tank shell full.

(c) Following the weighing of the car with the tank shell full of water: (1) when the safety valve is on top of the dome, fill with water to the inside top of the dome; or (2) when the safety valve is on the side of the dome, fill to the top of the safety valve opening. This is the gross weight.

(d) Take the temperature of the water at approximately the vertical center of the tank.

NOTE 3.—For details relative to procedures, equipment and inspection, and testing of equipment, see *API Standard 2543*—

ASTM D 1086: Measuring the Temperature of Petroleum and Petroleum Products.

(e) Obtain the net weights by subtracting the tare weight from the gross weights. Multiply net weight by correction factor to obtain corrected net weight for water at 60 F. The weight of one gallon of water in air at 60 F is equal to 8.328247 lb, established by the U. S. Bureau of Standards. Corrected net weight divided by 8.328247 equals gallons capacity for the tank shell or for the tank and dome. The dome capacity can be determined by deducting the calculated capacity of the tank shell from the calculated capacity of the tank and dome.

CALIBRATING SINGLE-COMPARTMENT TANK CAR TANKS BY EXTERNAL STRAPPING PROCEDURE

Equipment

15. (a) *Tape Calibration*.—The standard tape for calibrating tank-measuring (working) tapes shall be identified with a Report of Calibration at 68 F by the National Bureau of Standards attesting to the standard tape accuracy within 0.001 ft (approximately $\frac{1}{4}$ in.) per 100 ft of length. The Report of Calibration for a standard tape shall include these factors and/or formulas necessary to correct the tape length for use:

(1) At 60 F.

(2) Under tension differing from that used in calibration.

(3) Under conditions of sag in an unsupported tape.

NOTE 4.—The National Bureau of Standards provides for standard tapes (NBS "reference" tapes) only a Report of Calibration at 68 F when the tape is completely supported in a horizontal position and subject to horizontal tension as prescribed in *National Bureau of Standards Test Fee Schedule 202.404—Steel Tapes*. The additional data indicated in Section 15(a), Items (1), (2), and (3), are included in the NBS Report of Calibration only when requested by the applicant and to the extent specifically requested.

(b) *Steel Rulers*:

(1) The rulers used in making measurements, except for plate thicknesses, shall be of steel and of such thickness as to insure that they will not bend in ordinary

use. The rulers shall be graduated in feet, and in tenths and hundredths of a foot.

(2) Plate thicknesses shall be measured with a suitable depth gage having graduations to $\frac{1}{4}$ in. (0.0013 ft).

(c) *Straightedge*:

(1) The straightedge used in making measurements at the heads of tanks shall be of wood or other suitable material of sufficient width and thickness to maintain a substantially straight edge when held flat in a horizontal position and supported only at its ends. The length of the straightedge should be at least 12 in. greater than the diameter of the tank on which it is to be used. A small notch shall be cut in the middle of the straightedge so that the rivet in the head of the tank will not hold the straightedge away from the spherical plate.

(2) A straightedge provided with a pair of sliding blocks or wedges, which can be used in conjunction with graduated scales on the straightedge, may be used to estimate the radius of the outside surface of the spherical head. A procedure for graduating the straightedge is illustrated in Fig. 3. Data for graduating a straightedge equipped with blocks having a projection of 0.400 ft are presented in Table I.

Measuring Procedure

16. (a) All readings except thicknesses shall be made to the nearest 0.005 ft; thickness measurements shall be made to the nearest $\frac{1}{4}$ in. (0.0013 ft).

(b) Determine the average overall circumference of the main cylinder (dimension C_m):

(1) If the tank is constructed of a bottom sheet and two longitudinal top sheets, at least four measurements of the circumference shall be made on each tank. When only four are made, they shall be taken as nearly as possible at $\frac{1}{4}$, $\frac{3}{8}$, $\frac{5}{8}$, and $\frac{7}{8}$ points of the length of the tank.

TABLE I.—GRADUATIONS FOR STRAIGHTEDGE.

Distance to Graduation, ft	Head Radius Graduation, ft	Distance to Graduation, ft	Head Radius Graduation, ft
2.653	9.0	2.80	10.0
2.668	9.1	2.814	10.1
2.683	9.2	2.828	10.2
2.698	9.3	2.843	10.3
2.713	9.4	2.857	10.4
2.728	9.5	2.871	10.5
2.742	9.6	2.884	10.6
2.757	9.7	2.898	10.7
2.771	9.8	2.812	10.8
2.786	9.9	2.926	10.9

APÉNDICE E

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE PERFILES ESTRUCTURALES.



CIB-ESPOL

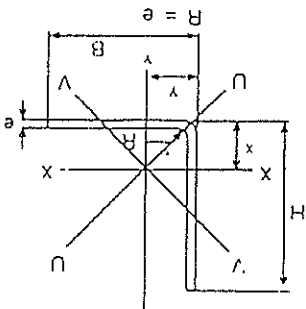
6. PERFILES ESTRUCTURALES

6.3 ANGULOS

ESPECIFICACIONES GENERALES:

- LARGO NORMAL.
- RECUBRIMIENTO
- CALIDADES NORMALES
- A-36, ASTM-570, SIS C-3101.
- otras calidades a pedido.
- OTRAS DIMENSIONES

: A pedido previa consulta.



DIMENSIONES		PESO		PROPIEDADES					
H	B	e	f	AREA		Ejes X-X y Y-Y		EJE U-U	EJE V-V
mm	mm	mm	kg/m	A	I	I	I	I	I
cm	cm	cm	cm ²	cm ²	cm ⁴	cm ⁴	cm ⁴	cm ⁴	cm ⁴
20	20	2	0.58	0.73	0.93	0.57	0.28	0.60	0.35
25	25	2	0.73	1.06	1.35	0.79	0.45	0.78	0.47
30	30	2	0.89	1.13	1.00	0.46	0.94	0.84	0.57
30	30	3	1.30	1.65	1.41	0.67	0.92	0.89	0.55
40	40	2	1.20	1.53	2.44	0.84	1.26	1.09	0.77
40	40	3	1.77	2.25	3.50	1.22	1.25	1.14	0.76
40	40	4	2.31	2.94	4.46	1.58	1.23	1.19	0.74
40	40	5	2.82	3.59	5.31	1.92	1.22	1.24	0.72
50	50	2	1.52	1.93	4.86	1.33	1.59	1.34	0.98
50	50	3	2.24	2.85	7.03	1.95	1.57	1.39	0.96
50	50	4	2.93	3.74	9.04	2.54	1.56	1.44	0.94
50	50	5	3.60	4.59	10.90	3.10	1.54	1.48	0.92
60	60	3	2.71	3.45	12.40	2.84	1.89	1.64	1.16
60	60	4	3.56	4.54	16.00	3.71	1.88	1.69	1.17
60	60	5	4.39	5.59	19.40	4.55	1.86	1.73	1.15
60	60	6	5.19	6.61	22.60	5.35	1.85	1.78	1.13
65	65	3	2.95	3.75	15.80	3.34	2.05	1.76	1.27
65	65	4	3.88	4.94	20.50	4.38	2.04	1.81	1.25
65	65	5	4.78	6.09	25.00	5.38	2.03	1.86	1.23
65	65	6	5.66	7.21	29.10	6.34	2.01	1.90	1.21
80	80	4	4.82	6.14	39.10	6.72	2.52	2.18	1.56
80	80	5	5.96	7.59	47.80	8.29	2.51	2.23	1.54
80	80	6	7.07	9.01	56.10	9.80	2.49	2.29	1.52
100	100	4	6.07	7.74	77.80	10.60	3.17	2.68	1.96
100	100	5	7.53	9.59	95.50	13.10	3.16	2.73	1.94
100	100	6	8.96	11.40	113.00	15.60	3.14	2.78	1.93

APÉNDICE F

DATOS TÉCNICOS PARA LA SELECCIÓN DE BOMBA.



CIB-ESPOL

BIBLIOGRAFIA

1. ANDREW PYTEL Y FERDINAND L., Resistencia de Materiales, cuarta edición, México, 1982.
2. INGERSOLL-RAND PUMP. Catalogo de bombas. Impreso en USA, 1987.
3. JOSEPH E. SHIGLEY – LARRY D. MITCHELL, Diseño en Ingeniería Mecánica. México. Editorial McGraw – Hill, Cuarta Edición, Tercera Edición en Español. 1986
4. JUVINALL, ROBERT C. Fundamento de diseño para Ingeniería Mecánica. Primera Edición. Editorial Limusa SA. México DF. 1991.
5. MARKS; Manual del Ingeniero Mecánico Novena Edición, México, MCGRAW-HILL, 1995.

6. ROBERT NORTON, Machine Design, an Integrated Approach, Prentice Hall Inc. Catalogo de Bombas. USA. 1985

7. ROBERT L. MOTT, Diseño de Elementos de Maquinas, Editorial Prentice Hall Hispanoamericana S. A., Segunda Edición. 1989.

8. SCHUHMANN JR REINHARDT, Metallurgical Engineering - Engineering Principles, Vol. 1, (Addison- Wesley Publishing Company, Inc; U.S.A. 1952)