



# **Universidad Austral de Chile**

---

Facultad de Ciencias de la Ingeniería  
Escuela de Construcción Civil

## **“INSTALACIONES DE ESTANQUES Y REDES PARA ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE COMBUSTIBLES LÍQUIDOS”**

Tesis para optar al título de:

Constructor Civil

Profesor Patrocinante:

Sr. José Arrey Díaz

**MARCELO MATUS QUINTANA  
VALDIVIA-CHILE  
2006**

## *Agradecimientos*

*Agradezco el logro profesional mas importante de mi vida a Dios, quién me indicó el camino a seguir, sobre todo en los momentos más difíciles de esta carrera, agradezco enormemente a mis padres, por su gran sacrificio por lograr entregarme la herencia mas importante que se puede recibir, como es la educación, agradezco el apoyo de mis familiares, mi Abuelita Nora, mis hermanos Andrea y Mauricio, mi sobrina Alejandra, mis tíos Cecilia e Iván, agradezco el apoyo y compañía de mis amigos; Fabiola, Alfredo, Rodrigo, Fabián y Pedro, y agradezco el apoyo profesional de los señores Gilberto Bustamante, Andrés Labrín y al profesor Galo Baldebenito*

*Marcelo Matus.*

# RESUMEN

Existen, gran variedad de faenas en las que para su correcta ejecución, necesitaremos de conocimientos adicionales a los que normalmente poseemos. Una de ellas es la que tiene que ver con instalaciones para Almacenamiento y Distribución de Combustibles Líquidos, las cuales poseen una serie de normativas y procedimientos especiales para su correcta ejecución, en la que el Conductor de la Obra tendrá un papel definitorio en el éxito de cada una de estas faenas. Sus principales características dicen relación con la construcción, selección de materiales, montaje de equipos, medidas de seguridad e inspecciones, aplicables en las instalaciones para el suministro de combustibles. Este trabajo tiene en forma integrada; recomendaciones, especificaciones, normativas y metodologías de trabajo para realizar una correcta construcción y/o supervisión de faenas relacionadas con la instalación de Estanques horizontales subterráneos y aéreos, líneas de conexión y obras asociadas, destinadas al almacenamiento de combustibles líquidos.

# SUMMARY

There is a great variety of tasks in which we need additional knowledge than we normally have for its well execution. One in which is related to the Storage and Distribution of Liquid Fuel This has a series of regulations and special procedure for its well execution, in which the person who is in charge will have an important role in the success of each of one of these tasks. Its main characteristics are the construction, material selection, machinery assembly, security and inspection measures, that are applicable to the installation for fuel supply. This work has recommendations, specifications, regulations and work methodology to carry out a correct construction and supervision of task related to the installation of horizontal-

underground and air Tanks, connexion lines and associated works that aim at liquid fuel storage.

# CONTENIDO

|                                                                                                                   |                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| <b>Agradecimientos .....</b>                                                                                      | <b>Pág. 1</b>  |
| <b>Resumen.....</b>                                                                                               | <b>Pág. 2</b>  |
| <b>CAPITULO I. Generalidades.....</b>                                                                             | <b>Pág. 5</b>  |
| <b>CAPÍTULO II. Instalaciones de estanques subterráneos para<br/>almacenamiento de Combustibles Líquidos.....</b> | <b>Pág. 8</b>  |
| <b>CAPÍTULO III. Instalaciones de estanques aéreos para<br/>almacenamiento de Combustibles Líquidos.....</b>      | <b>Pág. 39</b> |
| <b>CAPÍTULO IV. Redes de combustibles Subterráneas y<br/>Aéreas.....</b>                                          | <b>Pág. 48</b> |
| <b>CAPÍTULO V. Instalaciones para abastecimiento de transporte<br/>aéreo.....</b>                                 | <b>Pág. 77</b> |
| <b>CAPÍTULO VI. Control de calidad, Procedimientos de<br/>Seguridad y Análisis de Costos en Construcción.....</b> | <b>Pág. 84</b> |
| <b>CAPÍTULO VII. Conclusiones.....</b>                                                                            | <b>Pág. 92</b> |
| <b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>                                                                                          | <b>Pág. 94</b> |

# CAPÍTULO I

## 1.1 INTRODUCCIÓN.

Las faenas asociadas a las Instalaciones de Estanques y Redes para almacenamiento de Combustibles líquidos, son un tema poco dominado por la mayoría de los Constructores Civiles. A continuación se entregará una completa guía de todas las faenas asociadas a estas Obras Civiles, desarrollándose una completa metodología de construcción, teniendo en cuenta las diferentes etapas: partiendo de diseños, obras preliminares, montaje de equipos, normativas aplicadas, seguridad, control de calidad y control de costos. Se pondrá especial análisis en las instalaciones subterráneas, ya que son la mas frecuentes en nuestro país, pasando también por instalaciones aéreas, muy utilizadas en puntos industriales en donde se privilegia la funcionalidad por sobre la estética. También se abordarán las instalaciones para abastecimiento del Transporte Aéreo, las que tienen una metodología de construcción bastante prolija dada su importancia. Además, desarrollaremos la metodología de “recuperación de vapores”, aplicable obligatoriamente en instalaciones de la región metropolitana, que trata de la nula emanación de gases al medio ambiente.

## 1.2 OBJETIVOS.

### OBJETIVO GENERAL.

Desarrollar una descripción total de las diferentes faenas que corresponden a una instalación de Almacenamiento de Combustibles Líquidos. Además, entregar los nuevos cambios que han modernizado estas instalaciones, sobretodo en relación con el medio ambiente.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Desarrollar una detallada descripción de Instalaciones de Estanques y Redes Subterráneas.
- Realizar una descripción general del tema, mostrando sus avances en materia tecnológica y medioambientales.
- Se deberá realizar una investigación técnica de todos los materiales a utilizar, tanto en tipo de materiales como también en los diferentes tipos de tratamientos que deban hacerse.
- Desarrollar e investigar ampliamente la metodología de aplicación tanto en puntos industriales como en puntos comerciales.
- Desarrollar otros campos de Investigación, como son líneas de abastecimiento para calderas, las cuales utilizan combustibles líquidos especiales como ser en Petróleo Diesel No. 6, o instalaciones para abastecimiento de trasportes aéreos.
- Desarrollar temas de instalaciones en diferentes tipos de terreno, como por ejemplo instalaciones donde haya existencia de napas a menos de 4 metros de profundidad.
- Desarrollar todas las metodologías de instalaciones de redes subterráneas y aéreas, ya sean con piping soldado

o roscado, dependiendo de su uso, por ejemplo Petróleo Diesel No. 6 ó Kerosene de Aviación.

- Realizar un análisis de costos para distintos proyectos.
- Lograr disponer de un conocimiento adicional a los profesionales ligados a la construcción, con respecto al tema “Combustibles”, sobre todo a medidas de seguridad, materiales y costos.
- Entregar un apoyo en caso de supervisión en estas obras para profesionales ligados a la construcción.



## CAPÍTULO II

### 2.1. INTRODUCCIÓN.

Existen diferentes situaciones en las cuales nos veremos enfrentados al momento de instalar un estanque subterráneo para almacenamiento de combustibles líquidos. Entre otras cosas, por ejemplo el tipo de suelo nos dirá si es necesario hacer un emplantillado de hormigón pobre en el sello de la excavación o si es un material rocoso, en donde se permite el uso de explosivos para realizar los heridos correspondientes; también es muy importante la presencia de napas freáticas en donde se deberán construir losas de hormigón armado en las cuales irán amarrados dichos estanque para controlar su posible flotación. Se pondrá especial importancia al material de relleno, ya que de éste depende en gran medida que se cumpla la vida útil de estanque, la que está autorizada para un máximo de 20 años por la SEC (Superintendencia de Electricidad y Combustibles). Esto quiere decir que en Chile cada 20 años se deben reemplazar los estanques subterráneos utilizados para almacenar combustibles líquidos.

### 2.2. TRATAMIENTOS SUPERFICIALES A LOS ESTANQUES.

Es indispensable para la durabilidad del estanque que el tratamiento superficial sea exhaustivo, inspeccionado y certificado en el momento de fabricación.

Una vez fabricado el estanque, todavía en maestranza se procede al tratamiento protector, en que comienza con una limpieza con detergentes industriales y agua a presión, para luego someterlo a un proceso de arenado a grado metal blanco, en que el “perfil de rugosidad” no deberá exceder de un tercio del

espesor seco total del sistema protector especificado; en consecuencia, debe seleccionarse la granulometría del abrasivo para conseguir un perfil equivalente. Antes deberemos tratar todos los cordones de soldadura, teniendo especial cuidado en retirar completamente la escoria y/o salpicadura dejadas por el fundente, con cepillos mecánicos o herramientas adecuadas, de tal forma que no se produzcan daños al substrato. Una vez ejecutado en proceso de arenado, se aplica la primera mano de anticorrosivo, la que se deberá aplicar antes de las 3 horas siguientes.

Este anticorrosivo debe ser epóxico de 2 componentes, el que proporciona al estanque una mayor protección a la oxidación, además de poseer pigmentos inertes, convertidores de óxido entre otras cosas. Su aplicación debe realizarse en una capa de 50 micras de espesor seco, y debe ser aplicada con pistola.

En la terminación, aplicaremos un Coaltar epóxico, también de 2 componentes, con alto contenido de sólidos en volumen en base a resina epóxica y alquitrán especial. Su aplicación se debe realizar en 2 capas de 150 micras de espesor, estas últimas entregando una completa protección y aislación del estanque contra agentes externos, para otorgar una completa durabilidad en el tiempo.

Todo lo descrito anteriormente debe realizarse en maestranza. Una vez en terreno, el estanque y tras de realizarle una prueba de presión deberemos aplicar un último tratamiento protector, el que comenzará con un completo escobillado para extraer todo el óxido y partículas superficialmente acumuladas, dejando la superficie completamente limpia y apta para recibir una mano de Igol Primer, pudiendo ser aplicada con brocha o rodillo, posteriormente aplicaremos sobre la superficie limpia y seca, una mano de Igol Denso.

En zonas en donde las temperatura estén bajo 0° Celsius, deberemos aplicar una capa de Arpillera debidamente traslapada (mínimo 20 cm) o cosida, aplicando a continuación otra capa de

Igol Denso que deberá cubrir perfectamente todo el entramado de la arpillera.

En estanques que hallan sido usados en otras instalaciones y se quieran reutilizar, tras realizarles una prueba de presión, se deberán limpiar completamente, retirando toda la escoria de rellenos que halla quedado adherida al estanque, para después aplicar una capa de membrana asfáltica en toda su superficie, debidamente traslapada (mínimo 20 cm), y sellada con soplete, para luego aplicar una mano de Igol Denso en toda la superficie.

## 2.3. MATERIALES Y SOLDADURAS.

Luego de finalizar la confección de un Estanque, obligatoriamente este deberá ser certificado por un organismo autorizado por la SEC.

### 2.3.1. ACEROS.

Las planchas de acero que utilizaremos para la fabricación del estanque deberán ser de calidad A37-24ES, con un espesor mínimo de 6 mm. Si utilizamos aceros de origen extranjero estos deberán tener una calidad mínima ASTM A36. Todos los demás elementos de acero que se utilicen, tanto perfiles como planchas, deberán ser del tipo A37 – 24ES.

### 2.3.2. PERNOS, TUERCAS Y GOLILLAS.

Para todas la conexiones apernadas de todo elemento estructural, deberemos utilizar pernos de acero, maquinados, calidad ASTM A307, con cabeza hexagonal, las tuercas también deberán ser hexagonales, de calidad ASTM A563, y las golillas calidad ASTM F436 (circulares planas).

### 2.3.3. ELECTRODOS PARA LAS SOLDADURAS.

Estos estanques pueden ser soldados al arco manual, teniendo que ser los soldadores calificados como mínimo en posición plana y de cabeza. Los electrodos para soldadura al arco manual deben ser de la serie E60XX y E70XX. (según norma AWS A5.1). Los electrodos empleados para soldadura automática de arco sumergido (SAW), deben ser de la serie F6XXXX y F7XXXX (fundente – alambre) según norma AWS A5.17.

### 2.3.4. CAÑERÍAS Y FITTING.

El estanque en su interior debe llevar una serie de elementos de piping para su fabricación, los que son mostrados de la figura No. 1. Estos elementos deben estar de acuerdo a los siguientes requerimientos:

- a. Cañerías de acero calidad ASTM A53 Gr. B.
- b. Fitting para soldar de tope, de acero calidad ASTM A234 Gr. WPB, espesor igual al de la cañería y cumplir con las normas ANSI B16.9 y ANSI B16.28.
- c. Fitting para roscar o socket, clase 2000. de acero calidad ASTM A105 y cumplir con las normas ANSI B1.20.1 y ANSI B16.11.
- d. Flanges ANSI/Clase 150, tipo welding neck y slip/on, cara con resaltes (R.F.). de acero ASTM A105, borde igual a espesor de cañería, en conformidad con la norma ANSI B16.5.
- e. Pernos o prisioneros de acero calidad ASTM A193 Gr. B7 y tuercas de acero, hexagonales, calidad ASTM A194 Gr. 2H.
- f. Empaquetaduras. Laminas de asbesto comprimido a base de caucho NBR, ASTM F104-F112131-M7, como por ejemplo Asberit S-1212, Teadit S-1212, Klinger Oilit.

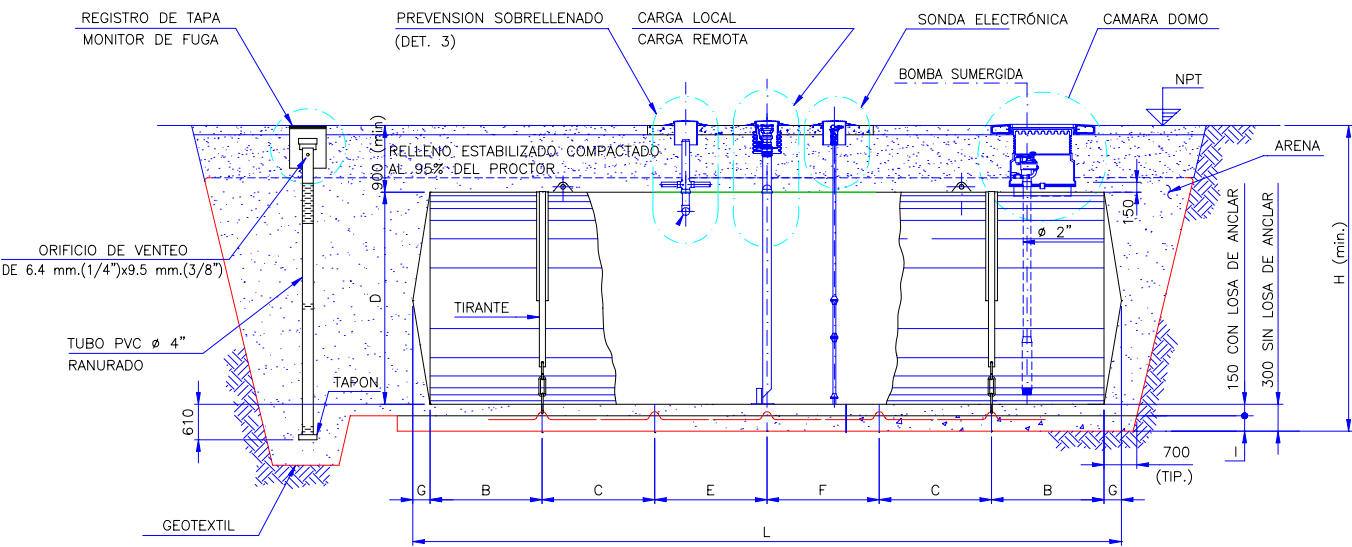


FIGURA No. 1

| ESTANQUE<br>m3 | D    | A    | L     | G   | B    | C    | E    | F    | H<br>(min.) |             | I   | N°<br>TIRANTES | ANCLAJE<br>ø | LONGITUD<br>LOSA |
|----------------|------|------|-------|-----|------|------|------|------|-------------|-------------|-----|----------------|--------------|------------------|
|                |      |      |       |     |      |      |      |      | SIN<br>LOSA | CON<br>LOSA |     |                |              |                  |
| 20             | 2500 | 3000 | 4500  | 250 | 1000 | —    | —    | 2000 | 3700        | 3750        | 200 | 2              | 32           | 5400             |
| 30             | 2750 | 3250 | 5600  | 300 | 1200 | —    | —    | 2600 | 3950        | 4000        | 200 | 2              | 32           | 6400             |
| 50             | 2750 | 3250 | 9600  | 300 | 1000 | —    | 3700 | 3300 | 3950        | 4000        | 200 | 3              | 36           | 10400            |
| 75             | 2750 | 3250 | 13600 | 300 | 1000 | 2750 | 2950 | 2550 | 3950        | 4000        | 200 | 5              | 36           | 14400            |
| 90             | 2750 | 3250 | 16100 | 300 | 1400 | 3175 | 3375 | 2975 | 3950        | 4000        | 200 | 5              | 36           | 16900            |

DIMENSIONES ESTANQUES NORMATIVA SEC

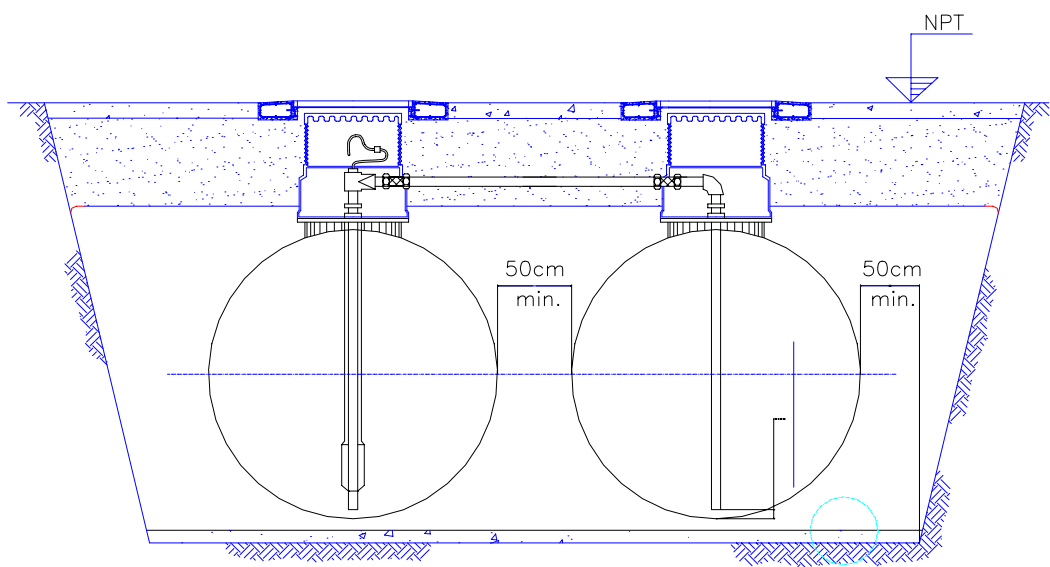
## 2.4. INSTALACIÓN DE ESTANQUES SIN EXISTENCIA DE NAPA FREÁTICA.

### 2.4.1. GENERALIDADES

A continuación, daremos a conocer los distintos pasos a seguir para la correcta instalación de un estanque enterrado, partiendo de la base de que no existen napas freáticas a la profundidad requerida para la instalación de nuestro estanque. Antes entregaremos algunos alcances que se deben tener en consideración para la instalación.

#### 2.4.1.1. DISTANCIAMIENTOS

Al tener que instalar varios estanques, estos deberán quedar a una separación mínima de 50 cm entre ellos, tal como se muestra en la figura No. 2.



FUGURA No. 2

2.4.1.2. MONITOR DE FUGAS

El monitor de fugas corresponde a un tubo que se instala en forma vertical, enterrado a un costado de uno de los estanques, debiendo quedar a una profundidad mínima de 61 cm bajo la parte más baja del estanque, con el fin de detectar posible roturas de los estanques. Este monitor de fugas se construye a partir de un tubo de PVC hidráulico de 110 mm de diámetro, ranurado cada 4cm, y forrado en Geotextil para impedir que se tapen las ranuras a causa del fino, (ver figura 3). A este tubo cada cierto tiempo se le introducirá una sonda, la que indicará la posible presencia de hidrocarburos.

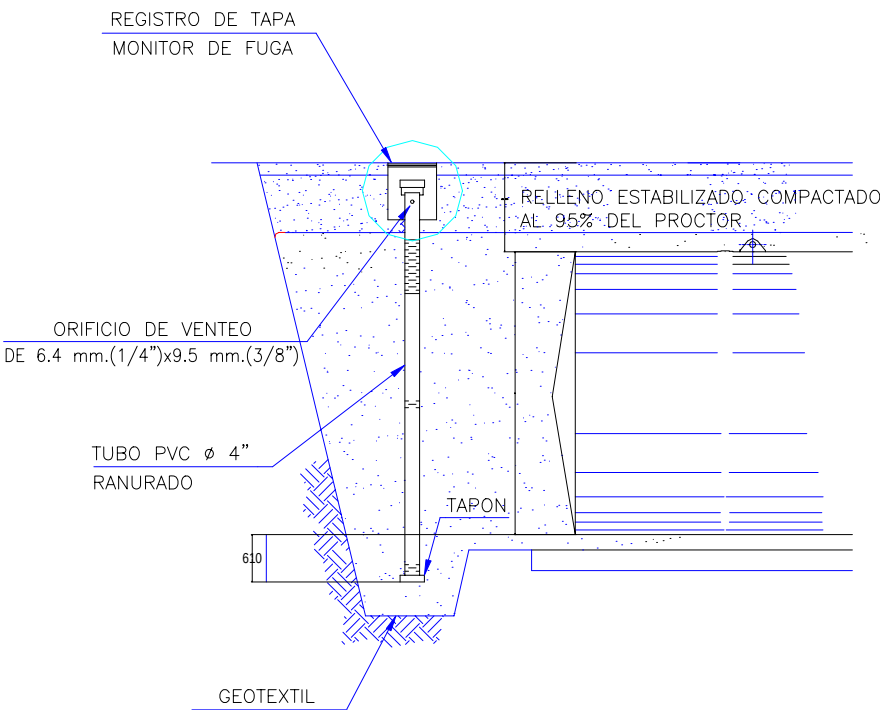


FIGURA No. 3

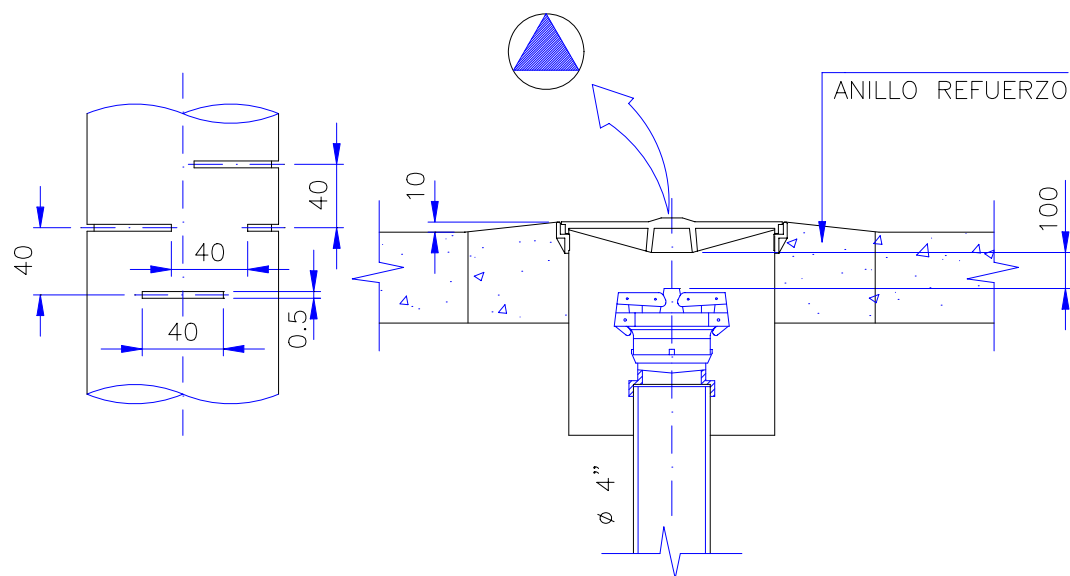


FIGURA No. 3

2.4.1.3. CÁMARA DOMO

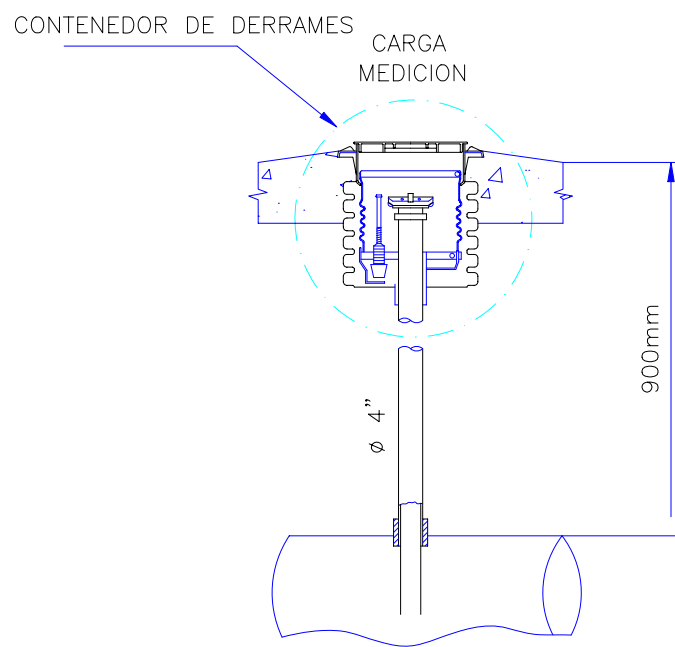
Sobre el domo del estanque se debe construir una cámara de albañilería reforzada, de dimensiones 1 x 1 metro, también puede ser prefabricada, en PVC con su respectiva certificación. Estas cámaras se deben enlucir con cemento puro por su lado interior, y se ejecutan con el fin de proteger las succiones del estanque o la bomba sumergida; según sea el caso, estos elementos deben permanecer secos, además deben ser de fácil acceso para realizar sus mantenciones. Estas cámaras deben llevar una tapa metálica, para tránsito pesado, en caso de que queden bajo la zona de tránsito.

2.4.1.4. CONTENEDOR DE DERRAMES

Como normativa SEC se exige en todas las instalaciones de estanques para almacenamiento de combustibles del país, ya sean existentes o nuevas, implementar “Contenedores de derrames”, que son una especie de balde, prefabricado, que se



sitúa sobre el caño de cargío de combustible, (ver figura 4) con el fin de atrapar cualquier posible derrame al momento del vaciado de combustible desde el camión abastecedor al estanque.



**FIGURA No. 4**

**2.4.1.5. CARGÍO REMOTO**

Como mencionamos anteriormente, la descarga de combustible desde el camión abastecedor al estanque se realiza sobre la posición del “contenedor de derrames”, que está situado principalmente sobre el estanque, hablaremos de “Cargío Remoto”, cuando por razones de acceso del camión abastecedor, tengamos que situar el contenedor de derrames y el caño de descarga en una posición fuera del estanque, quedando estos elementos conectados al estanque por medio de una cañería de 4” con una pendiente mínima hacia el estanque del 1,5%. (ver figura 5)

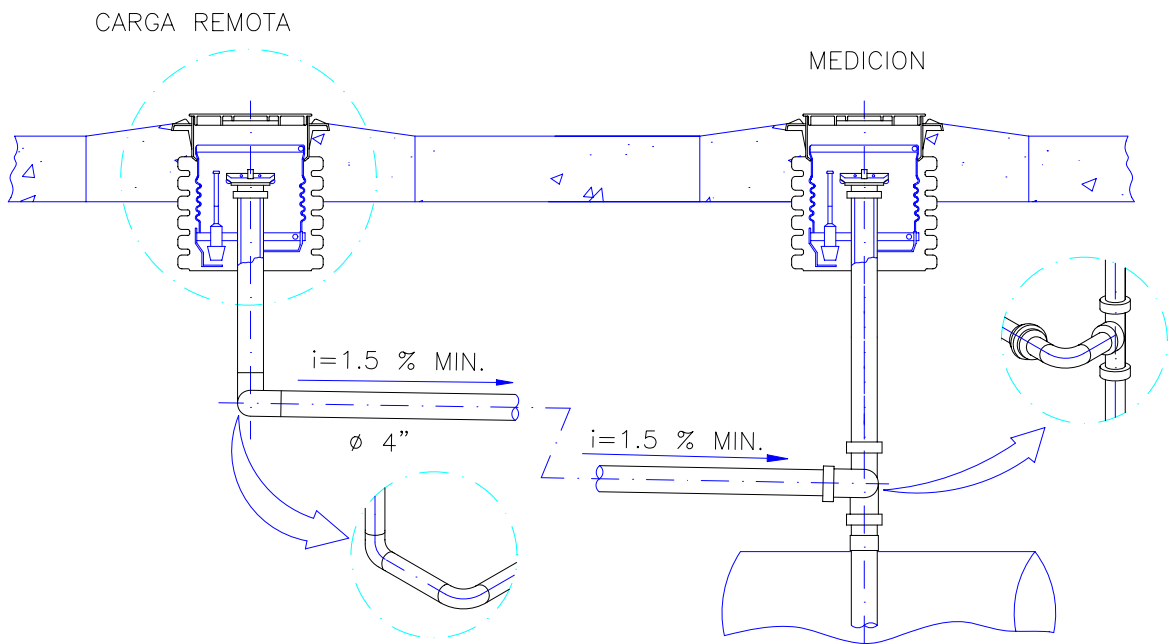


FIGURA No. 5

2.4.1.5. PREVENCIÓN DE SOBRELLENADO DEL ESTANQUE

El estanque debe poseer un elemento que prevenga el sobrellenado, es decir, que detenga la descarga de combustible desde el camión abastecedor al estanque en caso de que el estanque haya completado su capacidad de producto. Para este caso utilizaremos una válvula de sobrellenado, que consiste en una pieza metálica que se sitúa junto a la salida de ventilación en el manto del estanque; esta válvula tiene una bolita metálica, de flotación que cuando el estanque completa su carga, tapa la salida de ventilación, y por ende impide que siga descargándose combustible desde el camión abastecedor. (Ver figura No. 6). Esta válvula se regula al 90% de llenado del estanque.

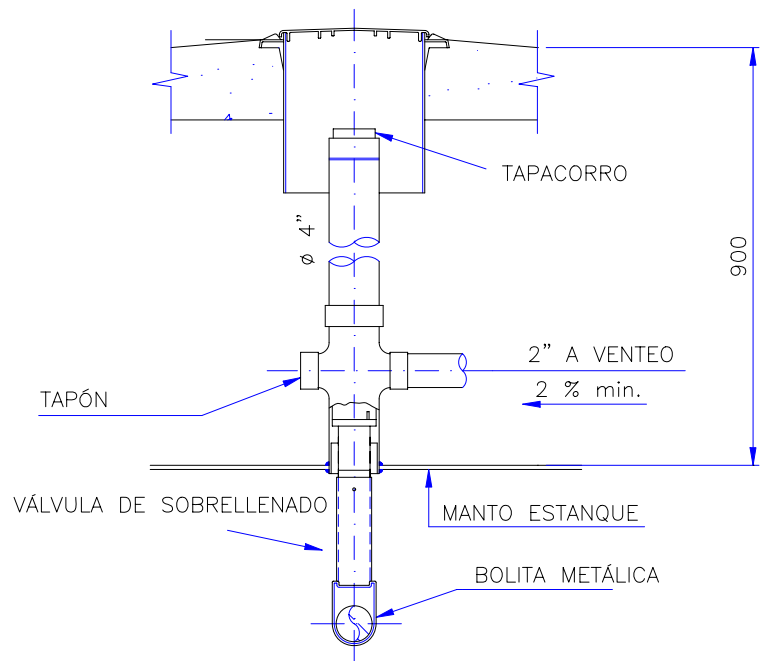


FIGURA No. 6



En la fotografía se muestra al fondo una **Cámara Domo** prefabricada, en el centro un **Contenedor de Derrames**, luego estos elementos quedarán tapados, quedando sólo su parte superior al descubierto.



En la fotografía se aprecian 3 **cámaras domo** construidas en albañilería, en el centro los **contenedores de derrame**.

## 2.4.2. TRANSPORTE Y MANEJO DE LOS ESTANQUES EN TERRENO

Como ya sabemos, nos encontraremos con estanques de grandes dimensiones, y fabricados en maestranza con sus respectivos tratamientos. Para hacer llegar los estanques a terreno deberemos hacerlo en una transporte especial, cuidando que sean transportados en superficies planas, que queden totalmente apoyados sobre la rampa que los transportará. Los estanques deberán levantarse siempre vacíos, utilizando las asas de levante soldados para dicho propósito. Nunca debemos utilizar cables ni cadenas alrededor del estanque. Estos deben ser cuidadosamente izados y bajados usando cables o cadenas de longitud adecuada. El ángulo entre el cable de levante y la vertical no debería ser mayor que 30°.

Las maniobras al estanque ya izado, deberemos ayudarlas con cuerdas guía (vientos), amarradas a las orejas que se ubican en cada extremo del estanque.

Antes de comenzar las maniobras de movimiento del estanque deberemos verificar que nuestra grúa tenga la capacidad suficiente y que su alcance permita levantar y bajar el estanque sin que arrastren ni caigan. Por ende tendremos que supervisar todas estas maniobras.

Tendremos que tener especial cuidado en no arrastrar el estanque, menos dejarlo rodar bajo ninguna circunstancia.

Como es de suponer, nuestros estanques deberemos almacenarlos temporalmente en obra, para esto tendremos que preparar recintos planos, sin presencia de rocas y objetos extraños que pudieran causar daños. Los estanques deben quedar totalmente apoyados y acñados para evitar su movimiento, y sobre un apoyo preferencialmente sobre arena.





En la fotografía se aprecian los Estanque almacenados temporalmente en el lugar de la faena.

### 2.4.3 PRUEBAS EN TERRENO.

Todos nuestros estanques deberemos probarlos (prueba de presión), en terreno antes de su montaje definitivo. Previa realización de la prueba de presión deberemos hacer una inspección visual cuidadosa, con el fin de asegurar que no venga con ningún tipo de daño.

Esta prueba podremos realizarla con aire, a una presión mínima de 49 kPa ( $0.5 \text{ kg/cm}^2$ ), la que tendremos que mantener por un tiempo mínimo de 12 horas, tendremos que tomar en cuenta que se producen variaciones de presión por temperatura en el interior del estanque, podemos ayudarnos con una carta de registro graduada para 24 horas, que nos permita controlar y archivar los resultados de la prueba.

Si detectamos alguna filtración, esta deberemos repararla según las indicaciones de fabricación, y realizar nuevamente las pruebas.

Deberemos tomar las debidas precauciones al probar el estanque, considerando que éste puede fallar cuando es presurizado y atentar contra la integridad de las personas. La sobre presurización puede causar lesiones físicas y daños al estanque. Se debe evitar circular por los extremos del estanque, manhole y fittings mientras el estanque permanece presurizado.

El control de la presión lo realizaremos instalando dos manómetros con una escala de 0 a 15 psi, en algunas de las coplas del estanque y una válvula de alivio fijada a 6 psi, para que actúe en caso de sobrepresión accidental.

## **2.3.4. INSTALACIÓN.**

### **2.3.4.1 EXCAVACIONES.**

Los heridos que debemos hacer para montar el estanque, deben proveer espacio suficiente para su instalación, cañerías y equipamiento asociado, además de permitir una adecuado vaciado y compactación del material de relleno, especialmente bajo el manto del estanque y sus extremos. En todo caso como mencionamos anteriormente, entre las paredes de la excavación y el estanque debe existir una separación mínima de 50 cm alrededor de todo el perímetro.

Los taludes dependerán de las condiciones de estabilidad del suelo que encontremos y la profundidad de la excavación. En caso de encontrar suelos muy arenosos nos veremos en la necesidad de entibar, para evitar continuos desmoronamientos de la paredes de la excavación; en todo caso deberemos solicitar el apoyo de un experto en mecánica de suelos.

Con el fin de asegurar la estabilidad de construcciones vecinas al estanque, el borde de la excavación no deberá estar ubicado a menos de 1.5m medidos desde la base de fundaciones adyacentes, se recomienda que el ángulo que se forma entre el fondo de la fundación del edificio al borde más cercano del fondo de la excavación del estanque no exceda de 45° desde la horizontal

Las paredes de la excavación deberán ser superficies planas, libres de material rocoso, piedras o cualquier material duro o cortante que pueda dañar el revestimiento del estanque durante su instalación, mientras que el fondo de la excavación debe presentar un lecho sólido, parejo y uniforme.

Para calcular la cota de la excavación deberemos tener en cuenta la altura del estanque, la cama de arena en la cual de apoya el estanque y la profundidad mínima a la que debe quedar el estanque, en caso que el material del sello de la excavación resulte ser inestable o no es el adecuado, deberemos modificar dicha cota, excavando hasta encontrar suelo con capacidad de soporte apropiada y rellenar con estabilizado compactado hasta la cota de fundación. El sello debe compactarse al 95% de la densidad máxima compactada seca dada por el ensaye Proctor Modificado, o al 75% de la densidad relativa.

#### **2.4.2. CAMA DE APOYO.**

En el fondo de la excavación, para asegurar en afianzamiento del estanque, y su cómodo apoyo, colocaremos una cama de arena limpia, de un espesor mínimo de 30 cm, nivelada y apisonada, que cubra todo el fondo de la excavación.

#### **2.4.3. MONTAJE DEL ESTANQUE.**

Para montar el estanque en la excavación, utilizaremos grúas, respetando las prescripciones descritas anteriormente,



alternativamente podremos utilizar maquinaria adecuada para su maniobrabilidad. Deberemos presentar especial atención en prevenir cualquier tipo de impacto entre el estanque y las paredes o el fondo de la excavación.

Para asegurar la correcta nivelación del estanque deberemos verificar que el plano que define la tapa del manhole quede perfectamente horizontal (nivelada), y que el manto se apoye íntegramente en su cara de contacto con el fondo, sobre la cama de apoyo.

Una vez posicionado el estanque en el fondo de la excavación, se debe rellenar cuidadosamente a lo largo del cuadrante más bajo del estanque para prevenir su movimiento y asegurar un apoyo adecuado, manteniendo una altura de 40 cm. aproximadamente.



En la fotografía se aprecia la grúa retirando el estanque desde el transporte de la maestranza a terreno.



En la fotografía se aprecia la grúa instalando el estanque en la excavación.



En la fotografía se aprecia la utilización de una maquina excavadora para la instalación de un estanque.

#### 2.4.4. RELLENOS GRANULARES.

Una vez instalado, nivelado y afianzado el estanque en el fondo, procedemos al relleno de la excavación. El material de relleno debe ser arena limpia, homogénea, libre de materia orgánica, escombros y que no contenga ningún compuesto corrosivo (sales, azufre, etc), con no mas de un 10% de finos bajo la malla 200. Antes de efectuar el relleno deberemos retirar cualquier vestigio de materia orgánica, escombros, restos de hormigón, maderas, etc, desde la excavación.

Es muy importante que el cuadrante más bajo del estanque sea apoyado completa y uniformemente. Para tales efectos el material de relleno debe ser colocado cuidadosamente a lo largo del fondo, debajo de los lados (costados) y tapas (extremos) del estanque, con pala y apisonado manual. Después se puede completar el relleno, hasta cubrir totalmente el estanque con capas apisonadas (usar compactadores mecánicos) de 20 cm de espesor, colocadas uniformemente alrededor del estanque. Se debe tener cuidado en no dañar el estanque o su revestimiento durante este trabajo.

Con el fin de obtener el más alto índice de densificación del relleno, las distintas capas deberemos humedecerlas apropiadamente.

Al completar el relleno del estanque cubriendo completamente su parte superior, realizaremos un relleno estructural, con capas de 20 cm de espesor, con estabilizado compactado hasta alcanzar el nivel de terreno o de rasante, según sea nuestro proyecto. Debemos cuidar en que cada capa sea compactada uniformemente en toda su extensión, con el fin de obtener una densidad pareja en todos sus puntos. Dependiendo de cada proyecto es conveniente alcanzar una densidad igual o superior al 95% de la densidad máxima compactada seca dada por el ensaye Proctor Modificado.



La granulometría del relleno estructural dependerá de cada proyecto, pero generalmente se solicitará un estabilizado cortado a 1 ½" (tamaño máximo).

También es conveniente que los rellenos se realicen con apisonado mecánico, planchas vibradora o rodillo vibratorio. Deberemos tener cuidado en no realizar presiones excesivas que puedan causar desplazamientos que dañen al estanque y su equipamiento anexo (cámaras, redes etc).



En la fotografía se aprecia el relleno con arena de 3 estanques.

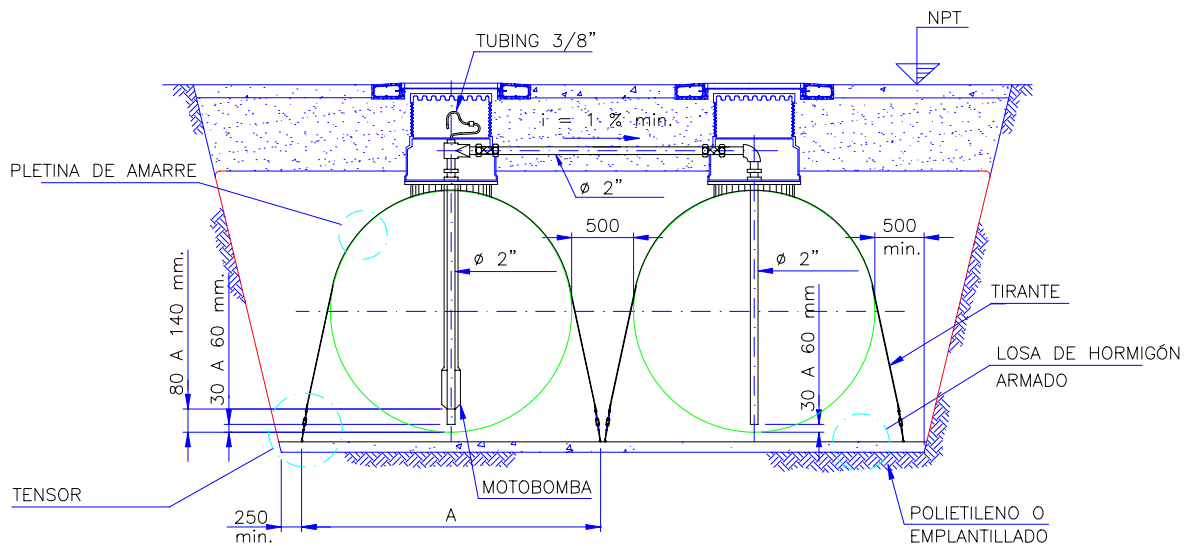
## 2.5. INSTALACIÓN DE ESTANQUES CON LOSA DE ANCLAJE POR EXISTENCIA DE NAPA FREÁTICA.

### 2.5.1. GENERALIDADES.

Al momento de instalar estanques nos encontraremos con distintos tipos de suelos, como también encontraremos distintos tipos de estratos, y en general distintas condiciones, las que nos llevarán a tomar medidas adecuadas para el correcto funcionamiento de la instalación. Una situación muy importante que se puede presentar en el terreno es la presencia de “napas freáticas”, que, dependiendo de su profundidad, afectarán a nuestra instalación.

Si la napa se encuentra a una profundidad igual o menor a la del sello de excavación, deberemos construir una **losa de anclaje**, que se fabrica “in situ”, conformada por hormigón armado mas una serie de elementos que a continuación detallaremos; esta losa cumple la función de amarrar el estanque a ella por medio de pletinas y tensores, con el fin de que el estanque no entre en flotación. (ver figura No. 7).

Hace algún tiempo, cuando no existía esta metodología, se utilizaban vigas de hormigón a cada costado del estanque para mantenerlo amarrado por medio de cables. Este método no dio resultado, ya que en muchas zonas cuando subía la napa freática, los estanques entraban en flotación, incluso rompiendo pavimentos y arrancando cables de amarra.



## FIGURA No. 7

### 2.5.2. ELEMENTOS QUE CONFORMAN UNA LOSA DE ANCLAJE.

### 2.5.2.1. LOSA.

Dependiendo de las dimensiones del estanque construiremos la losa. Esta debe sobrepasar al estanque en al menos 40 cm por lado, pudiendo construirse una sola losa para una batería de estanques. Esta se fabrica en hormigón armado, con un espesor de 20cm, y llevará una doble malla de fierro estriado, de diámetro 10cm, espaciado cada 15 cm, ver figura No. 8.

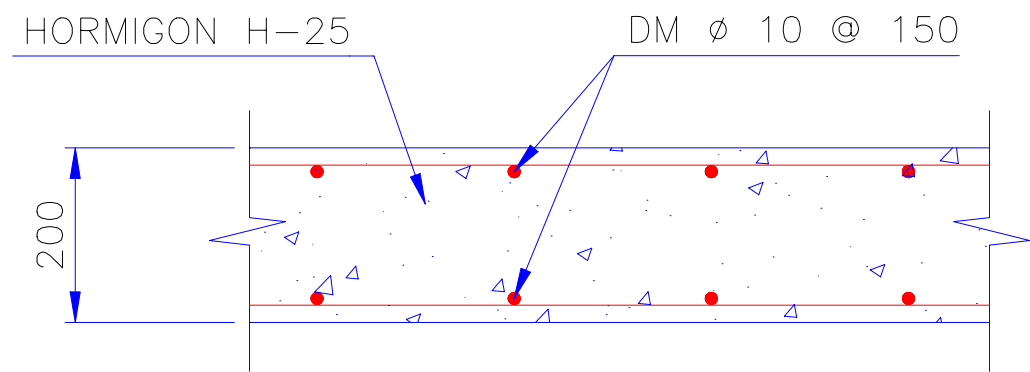


FIGURA No. 8

2.5.2.2. GANCHOS OMEGA.

En la losa de anclaje, y antes del vaciado del hormigón, se empotran unos “ganchos omega”, estos cumplen la función de sostener el tensor, manteniendo el estanque pegado a la losa. Este gancho se prefabrica en fierro liso de diámetro entre 32mmy 36 mm, y convenientemente se galvaniza en planta. (ver figura No. 9).

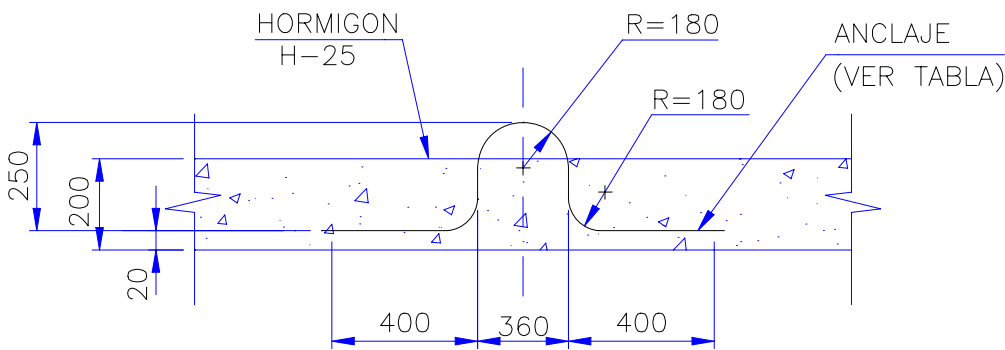


FIGURA No. 9

2.5.2.3. TENSORES.

Entre la platina de amarre y el gancho omega deberemos colocar un “tensor”, que es el elemento que hace la mayor fuerza (ver figura No. 9) sosteniendo el estanque a la losa. Este “tensor” debe ser de 1<sup>1</sup>/<sub>2</sub>” de diámetro por 12” de largo; dada sus dimensiones este elemento no es posible encontrarlo en el mercado nacional, siendo posible fabricarlo con su respectivo ensaye a la tracción.

2.5.2.4. PLATINA DE AMARRE.

Abrazando el estanque desde tensor a tensor, colocaremos una platina de amarre, fabricada con plancha de acero de 5mm de espesor, y de 100mm de ancho, el largo dependerá del diámetro del estanque, esta platina debe llevar refuerzos en ambas puntas, hechos con la misma platina de iguales dimensiones (ver figura No. 9), además debe tener un tratamiento anticorrosivo para evitar la oxidación.



Entre la platina y el estanque colocaremos una banda de neopreno, que impide el contacto directo del acero de la platina con el manto del estanque. (ver figura No. 10).

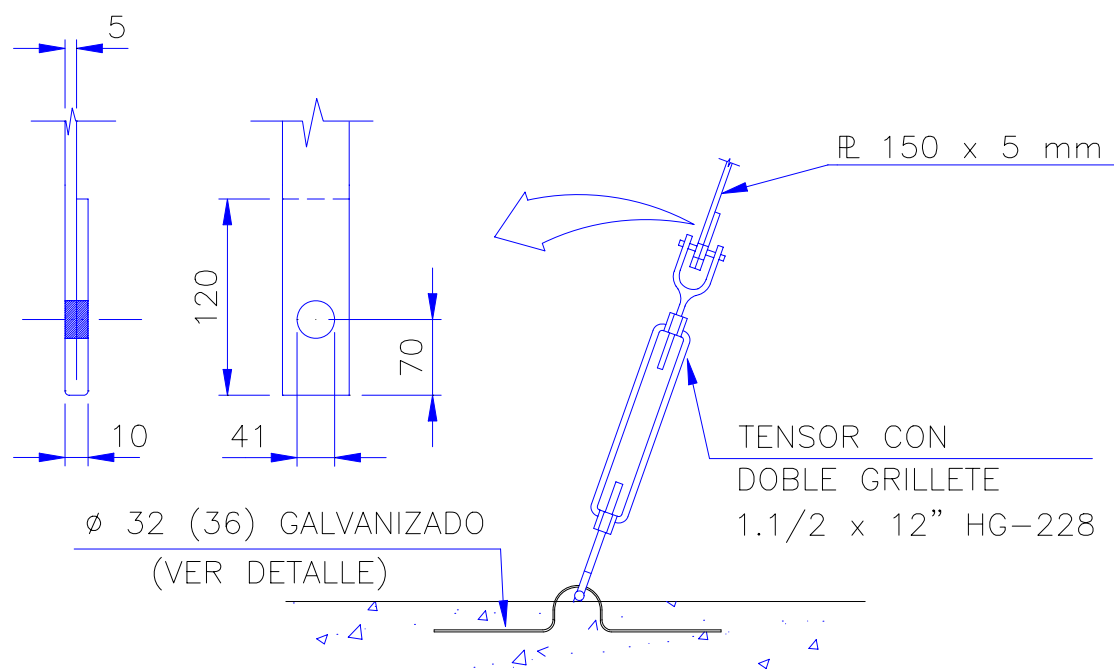


FIGURA No. 9

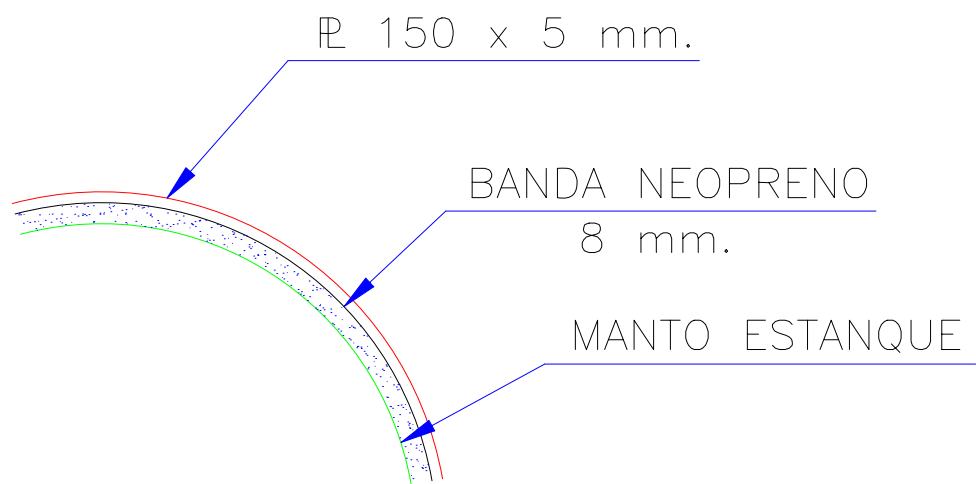


FIGURA No. 10

### 2.5.2.5. GEOTEXIL.

Deberemos instalar una lámina de Geotextil que cubra el fondo y la cuatro paredes de la excavación, este Geotextil deberá ser de 0.75 mm de espesor.

### 2.5.3. EXCAVACIÓN CON NAPA.

Al momento de iniciar las excavaciones deberemos tomar una serie de precauciones dada la existencia de napas. En primer lugar deberemos verificar la calidad del terreno, asesorado por un experto en mecánica de suelos, según esto decidiremos la necesidad de entibar para evitar la sobre excavación.

Al comenzar la excavación, dependiendo del nivel en que se encuentre la napa, tendremos que hacer una depresión del nivel freático, evitando la perturbación del material subyacente. Es conveniente deprimir la napa a un nivel inferior a 0.2 m, como mínimo, medidos desde el fondo de la excavación.

Una vez ejecutada la excavación, la mejor forma de mantener el sello completamente seco es construir una cuneta por todo el perímetro de la excavación, para que converjan en una esquina donde haremos una pequeña excavación más profunda en donde situaremos las motobombas, así podremos trabajar en seco la fabricación de la losa y el montaje de los estanques.



En la fotografía de trabaja en una excavación para instalar 3 estanques, este terreno posee una napa a 2 metros de profundidad.

#### 2.5.4. CONTRUCCIÓN DE LA LOSA DE ANCLAJE Y MONTAJE DEL ESTANQUE.

Una vez hecha la excavación con todas la medidas tomadas, procederemos a la construcción de la losa. Como primera medida deberemos construir la malla da fierro, siendo conveniente ejecutarla fuera de la excavación, dada las dificultades que se presentan para trabajar dentro de ella, si la malla es de dimensiones muy grandes podremos dividirla en varias secciones, y sólo amarrarla en la excavación.

Teniendo la malla construida e instalada en la excavación, instalaremos los ganchos omega, que deben ir empotrados en la losa. Previamente trazaremos la posición de los estanques para definir la posición de los ganchos omega.

Antes de vaciar el hormigón, debemos verificar el buen afianzamiento de los moldajes, ya que por la forma de la losa es muy posible que estos se abran o revienten si no están correctamente afianzados al terreno.

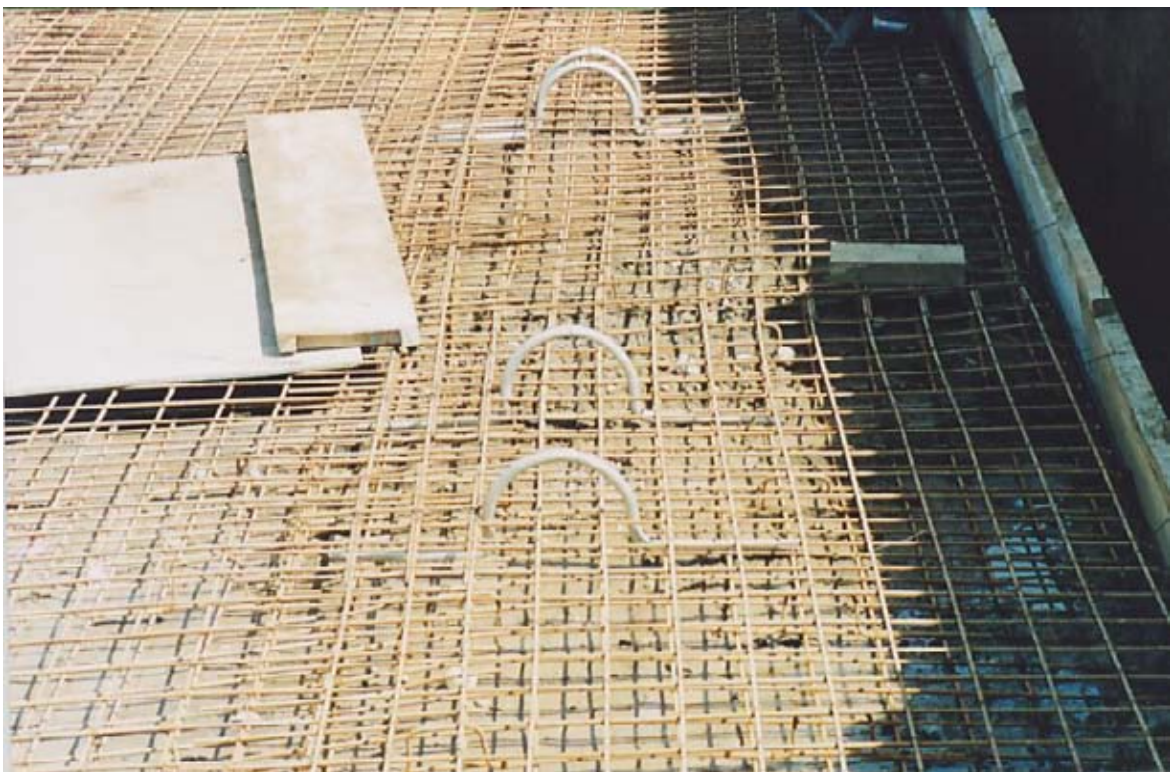
Para vaciar el hormigón, ya sea hormigón premezclado de planta u hormigón hecho en obra, deberemos tomar varias medidas:

- Verificar la cota de la excavación.
- Verificar el Geotextil en todo el fondo de la excavación.
- Verificar que la napa esté totalmente deprimida y mantenerla en esas condiciones.
- En caso de no bajar el hormigón con equipos de bombeos, deberemos construir una canoa para deslizar el hormigón en ella, por ningún motivo podremos dejar caer el hormigón hacia la excavación.
- Una vez que el hormigón halla fraguado durante algunas horas (8 horas aproximadamente), y dependiendo de la condiciones de los taludes, podremos dejar subir la napa.





En la fotografía se aprecia la construcción de una pequeña losa que sostendrá un estanque de 20 m<sup>3</sup>.



En la fotografía se aprecia la posición de los ganchos omega, que quedarán empotrados en la losa.



En la fotografía se aprecia la construcción de una canoa para el vaciado del hormigón.

Una vez construida la losa de anclaje, considerando los días de fragüe del hormigón para que alcance la resistencia solicitada, y antes de montar los estanques, deberemos colocar una cama de arena levemente compactada, sobre toda la superficie de la losa, de unos 10 cm de espesor, en dónde reposarán los estanques. En ningún caso los estanques pueden quedar directamente sobre el hormigón.

Sobre los ganchos omega colocaremos los tensores, para posteriormente bajar los estanques, amarrarlos, teniendo en cuenta que debemos colocar una banda de neopreno entre la platina y el estanque. No debe quedar en contacto metal con metal.

Luego de nivelar los estanques rellenamos la excavación con arena, utilizando la metodología antes descrita.

Alternativamente se pueden llenar los estanques con agua limpia, para asegurar su afianzamiento al terreno.





En la fotografía se aprecia la cama de arena sobre la losa, y los tensores colocados sobre los ganchos omega.



En la fotografía se aprecian tres estanques instalados y amarrados a la losa de anclaje.

## CAPÍTULO III

### 3.1. INTRODUCCIÓN.

Para solucionar la problemática de mantención durante la vida útil de los estanques enterrados, podremos instalar Estanques Aéreos, principalmente en puntos industriales. Esto por ejemplo si realizamos una instalación de un estanque para almacenamiento de combustible Petróleo Diesel No. 5 ó No. 6, este combustible dada su densidad necesita se calefaccionado para que pueda escurrir por la redes, incluso para ser descargado desde el camión abastecedor, tendremos que realizar una mantención periódica al estanque, en este caso resultaría mucho mas conveniente realizar una instalación aérea del estanque.

El estanque deberá instalarse sobre sillas, las que describiremos más adelante. También deberemos instalarlos sobre una piscina o pretil de hormigón armado que deberá tener una capacidad igual o mayor a la capacidad de almacenamiento de estanque.



## 3.2. TRATAMIENTOS SUPERFICIALES A LOS ESTANQUES.

Los procesos de fabricación y tratamientos superficiales que deberemos realizarle a los estanques aéreos son básicamente los mismos que se realizan para los estanques enterrados, teniendo en cuenta algunas diferencias que a continuación detallaremos.

### 3.2.1. IDENTIFICACIÓN DEL ESTANQUE.

Para identificar correctamente un estanque y conocer su información deberemos fabricar dos placas de acero inoxidable que contengan, marcada con letra de golpe, tamaño grande, las siguientes identificaciones:

| (1)          | (2)      | (3) |
|--------------|----------|-----|
| SEC – PC:    | 103/1-94 |     |
| FABRICANTE:  | (4)      |     |
| PROPIETARIO: | (5)      |     |
| INSPECCIÓN:  | (6)      |     |
| NORMA:       | (7)      |     |

- 1) Número de serie dado por el propietario de la instalación.
- 2) Año de fabricación.
- 3) Capacidad (m³).
- 4) Debe identificarse la empresa que lo fabrica.
- 5) Debe identificarse el propietario
- 6) Identificación del Laboratorio o Entidad de Certificación
- 7) Indicar la norma bajo la cual se diseñó y construyó el estanque.

Además las placas deben cumplir con lo siguiente:

Material: Acero inoxidable AISI 304 de espesor no inferior a 3mm.

Dimensiones: 60mm x 120mm.

Ubicación: Una debe soldarse a la tapa del manhole y la otra en la parte superior del manto a 12" del cuello de manhole.

## **3.2.2. TRATAMIENTO SUPERFICIAL.**

### **3.2.1. LIMPIEZA.**

Primeramente deberemos realizar una limpieza utilizando algún detergente de tipo industrial y arenado a casi grado metal blanco. Previamente debemos tratar los cordones de soldadura, retirando completamente la escoria y/o salpicaduras dejadas por el fundente, con cepillos mecánicos o herramientas adecuadas, de tal forma que no se produzca daño al sustrato. Finalizado el proceso de arenado debemos aplicar la primera mano de anticorrosivo antes de las tres horas siguientes, las inspecciones de soldaduras estarán dadas por la certificación del estanque.

### **3.2.2. ANTICORROSIVO.**

En la primera mano deberemos aplicar una anticorrosivo epóxico, de dos componentes, formulado por pigmentos inertes. Su aplicación debemos realizarla con pistola.

Como segunda capa podremos aplicar un Esmalte Epóxico, también de dos componentes con estabilizadores de óxido. Su aplicación será con pistola.

La terminación la haremos con un esmalte en base resina, de dos componentes, de alta resistencia química y estable a la radiación UV. Su aplicación la haremos con pistola.

El total de aplicación será de tres capas con un espesor final aproximado de 200 micras.

La aplicación la debemos ejecutar en taller, en terreno sólo ejecutaremos las reparaciones del revestimiento dañado producto de la manipulación de los estanques. Debemos verificar que los procesos de pintura sean realizados por operadores calificados y supervisado por personal experimentado en la materia. La aplicación de la pintura se deben realizar sobre superficies perfectamente limpias y secas, libre de materias extrañas y para el método de fabricación deberemos tomar en cuenta las recomendaciones del fabricante de la pintura. Debemos cuidar que en cada mano se respete el tiempo de secado y espesor de la película. Todas las manos se deben aplicar de manera de producir una película uniforme, lisa y homogénea. Deberemos usar distintos colores para una misma aplicación, con el fin de establecer contraste entre una mano y la siguiente.

Deberemos considerar un refuerzo del espesor de pintura en cantos vivos, vértices, perforaciones, cordones de soldadura y cualquier arista expuesta, con una mano adicional de anticorrosivo. Deberemos cuidar de limpiar todas las salpicaduras, derrames y manchas de las superficies pintadas. Durante este proceso deberemos cuidar de no dañar la capa de terminación del elemento sometido a limpieza. El lavado de las superficies terminadas se hará sólo donde se requiera limpieza.

### **3.3. PROCEDIMIENTO PARA EL MONTAJE.**

Antes de indicar el procedimiento daremos algunas definiciones de elementos a considerar

#### **3.3.1. PRETIL DE DERRAMES.**

El pretil de derrames corresponde a una especie de piscina que se construye alrededor de la posición del estanque, ésta se

fabrica en hormigón armado, el espesor de las paredes dependerá de las dimensiones de la piscina, tomando en cuenta el empuje del combustible, esta piscina tendrá que diseñarse considerando que debe tener capacidad igual o mayor a la capacidad del estanque. Tanto las paredes como el suelo deben ser totalmente herméticos y deben tener una conducción de los líquidos hacia zonas controladas. Estos muros de contención no deben dificultar el acceso a válvulas ni el servicio contra incendios.

La distancia mínima entre muros de contención y el límite de la propiedad será de tres metros; además, en caso de que el pretil almacene varios estanques, deben colocarse subdivisiones entre los estanques individuales o grupos de estanques, de tal manera que no sobrepasen un volumen total almacenado de 8000 m<sup>3</sup>.

### **3.3.2. SILLAS DE APOLLO.**

El estanque deberá apoyarse sobre sillas, éstas se pueden construir en hormigón armado o metálicas, en ambos casos estas sillas se fabricarán con su cara superior manteniendo la forma del estanque. Al instalar el estanque debemos dejar una silla fija al estanque y la otra móvil, para absorber dilataciones del estanque producidas por cambios de presión o temperatura.

### **3.3.3. VENTEO NORMAL DE ESTANQUES.**

Todo estanque aéreo debe tener una conexión entre su zona de gases y el exterior, denominada venteo, adecuada para impedir que la presión o vacío interno producido durante la operación normal, exceda los límites de diseño y/o produzca peligro de daños estructurales en el estanque.

El venteo normal lo diseñaremos de acuerdo a normas reconocidas de ingeniería y alternativamente podremos utilizar un venteo de diámetro igual o superior a la mayor conexión de llenado o vaciado del estanque. En ningún caso su diámetro puede ser menor que el de una tubería de 38mm.

La ubicación de este venteo debe quedar de tal forma que la eventual ignición de vapores de escape no incida sobre el estanque ni sobre otras estructuras o edificios, de preferencia en las partes altas de los estanques, para permitir la mejor difusión de los vapores.

### **3.3.4. VENTEO DE EMERGENCIA PARA EL CASO DE EXPOSICIÓN AL FUEGO.**

Todos los estanques aéreos deberán tener un sistema de venteo de emergencia que permita aliviar las sobre presiones causadas por la exposición al fuego.

### **3.3.5. MONTAJE DEL ESTANQUE.**

Como ya sabemos, el estanque puede tener sillas metálicas o se instalará sobre sillas de hormigón armado, dentro de un recinto de seguridad estanco para la contención de eventuales derrames. La colocación del estanque la realizaremos con grúa, manteniendo especial cuidado en las maniobras. Debemos tener especial cuidado en prevenir cualquier tipo de impacto entre el estanque y las obras de hormigón, (fundaciones, pretil, etc.).

Debemos calcular la posición de los pernos de anclaje, de tal modo de respetar las tolerancias entre perforaciones de las sillas del estanque, a fin de no comprometer los grados de libertad de éste para absorber las dilataciones térmicas.

Antes de autorizar la puesta en servicio del estanque debemos limpiarlo cuidadosamente, tanto su interior como sus accesorios.

## **3.4. NORMATIVA REFERENTE A INSTALACIONES DE ESTANQUES AÉREOS.**

El **DECRETO SUPREMO No. 90 DEL MINISTERIO DE ECONOMÍA, FOMENTO Y RECONSTRUCCIÓN**, en su capítulo II habla en general de estanques de almacenamiento de Combustibles líquidos, el cual se explican procedimientos y normas a respetar, las que ya hemos dado a conocer durante el desarrollo del tema. Citaremos sólo aspectos de importancia que no hallan sido descritos en el desarrollo del tema.

### **3.4.1. DEFINICIONES.**

- **Ebullición desbordante o rebosamiento por ebullición.-** Expulsión de combustible de un estanque incendiado provocada por la ebullición del agua contenida en el fondo, luego de la pérdida del techo por efecto del siniestro. Ese riesgo lo presentan la mayoría de los petróleos crudos, en especial los combustibles líquidos que tienen componentes con un amplio rango del punto de ebullición, incluyendo fracciones livianas y residuos viscosos.
- **Con protección.-** Es aquella instalación que cuenta con brigadas internas contra incendios, medios para combatir el fuego y refrigerar las estructuras y propiedades adyacentes a los estanques, o bien, cuenta con la protección del Cuerpo de Bomberos, ubicado a una distancia máxima de 20 Km de la instalación, y con suficiente disponibilidad de agua en el sector.
- **Líquido inestable.-** Es un Líquido en estado puro que se puede polimerizar, descomponer, condensar o llegar a ser autorreactivo bajo condiciones de sacudida o choque, presión o temperatura, ya sea durante su producción o

trasporte comercial. Por ejemplo: estireno, divinibenceno y vinitolueno.

Con respecto al diseño y fabricación de los estanques el decreto 90 considera que los diseños se ajustan a prácticas reconocidas de ingeniería, si éstos se basan en normas extranjeras, como por ejemplo las siguientes:

- Norma API No. 650 “Estanques de acero soldado para el almacenamiento de petróleo”, para estanques armados en terrenos con presión de diseño menor que 3,4 kPa (0,035 kgf/cm<sup>2</sup>).
- Norma ANSI/API No. 620 “Guías recomendadas para el diseño y construcción de estanques de almacenamiento grandes, soldados y de baja presión”, para estanques armados en terreno con presión de diseño menor que 98 kPa (1 kgf/cm<sup>2</sup>).
- ASME, Sección VIII, División 1 y 2, “Código de Estanques a Presión y Calderas”, para estanques con presión de diseño superior a 98 kPa (1 kgf/cm<sup>2</sup>).
- BS-2594 “Estanques de almacenamiento, de acero al carbono soldados, cilíndricos horizontales”, para estanques enterrados o de superficie, de 5 – 90 m<sup>3</sup> de capacidad.
- UL – 142 “Estanques de superficie de acero para líquidos combustibles e inflamables”, para estanques de forma cilíndrica, horizontal o vertical, de 0,22 – 5 m<sup>3</sup> y de 90 – 189 m<sup>3</sup> de capacidad.
- Norma de especificación ASTM D 4021: “Estanques de almacenamiento de petróleo enterrados de poliéster reforzado con fibra de vidrio”, para estanques de forma cilíndrica horizontal, de capacidad superior a 0,22 m<sup>3</sup>.
- Norma ANSI/UL 58 “Estanques enterrados de acero para líquidos combustibles e inflamable”, para estanques de forma cilíndrica horizontal, de 0,22 – 5 m<sup>3</sup> y de 90 – 189 m<sup>3</sup> de capacidad.



Los estanques deben llevar a lo menos las siguientes indicaciones:

- Norma bajo la cual fue construido el estanque, por ejemplo API 650
- Año.....
- Diámetro nominal.....m
- Altura nominal.....m<sup>3</sup>
- Capacidad nominal.....m<sup>3</sup>
- Presión de diseño.....kPa (.....)(lbf/in<sup>2</sup>)
- Fabricado por.....
- Montado por.....
- Nombre, símbolo o sigla del Laboratorio o Entidad de Control de Seguridad y Calidad autorizado por SEC y número del Certificado

En caso de estanques de capacidad igual o menor a 100 m<sup>3</sup>, las indicaciones serán las que SEC determine, mediante las instrucciones o resoluciones que dicte al efecto.

Estas indicaciones se deben consignar, en todos los estanques, en una placa adherida al mismo, y en aquellos enterrados se deben consignar, además, en una placa accesible, ubicada en una parte visible.

Deberán tomarse las precauciones que correspondan, para que las indicaciones consignadas en los estanques no se deterioren por la acción del tiempo o de la oxidación.

## CAPÍTULO IV

### 4.1 INTRODUCCIÓN.

Las líneas o redes para tránsito de combustibles deben tener una serie de prescripciones, tanto en la elección de materiales como en el proceso de ejecución. Las redes de combustible son básicamente los conductos que nos van a permitir trasladar el producto desde el estanque de almacenamiento hasta el lugar de expendio, abastecimiento, maquinaria o elemento que necesitemos abastecer con el producto. Estas líneas en cuanto a montaje requieren de una serie de procedimientos y alcances que deben respetarse para su correcto funcionamiento y su duración en el tiempo. Estos alcances dicen relación con pendientes que deben respetarse, diámetros de tuberías, elementos sismorresistentes, y ubicaciones. Todas estas tuberías, uniones, válvulas y demás elementos que componen una red de tuberías, deben ser fabricados de acuerdo a una norma nacional y, a falta de ésta, a normas extranjeras reconocidas, como por ejemplo, ANSI B 31,3 ANSI B 31,4 u otra similar. Dichos elementos deben ser seleccionados de acuerdo a la presión y temperatura de operación, así como a los otros elementos que puedan requerir. Las redes de tuberías deben ser sustentadas en forma adecuada, protegida contra daño físico exterior y de tensiones externas debidas a vibraciones, dilataciones, contracciones o movimientos de los soportes.

## 4.2. DESCRIPCIÓN DE MATERIALES.

Para la ejecución de trabajos en redes de combustibles utilizaremos una serie de elementos que a continuación daremos a conocer:

### 4.2.1. CAÑERÍAS.

Las cañerías que utilizaremos para el montaje de la red, tienen como primera medida, que ser durables y con resistencia a los combustibles eligiendo acero de calidad ASTM A-53 Gr. B Sch 40, que es una cañería de paredes gruesas, y de propiedades resistentes a transporte de combustibles. Para servicios de abastecimiento de combustible para vehículos, camiones, utilizaremos cañería de diámetro 2"; para otros servicios, dependerán del proyecto respectivo.

### 4.2.2. FITTINGS.

Para las redes de tuberías tanto soldadas como roscadas utilizaremos una serie de fitting, como codos, coplas, uniones americanas, niples, tapa gorros, tapa tornillos, flanges, etc., para el caso de abastecimiento de vehículos, camiones, etc., utilizaremos fitting galvanizado, uniones roscadas, de acero de calidad ASTM A-234 Sch 40, para otros proyectos con diámetros sobre 2", podremos utilizar fittings con uniones soldadas.

### 4.2.3. VÁLVULAS.

Las válvulas principales de estanques, válvulas de cierre, de control y de alivio, necesarias para proteger la instalación, aislando diversos sectores en caso de emergencia, serán básicamente con hilo de cuerpo de acero al carbono, bola de acero inoxidable con asientos de teflón reforzado.



En la fotografía algunos fittings de 2" usados para líneas de combustibles.

## 4.3. UNIONES SOLDADAS.

Como primera medida para la ejecución de trabajos de soldadura en redes de combustibles se debe cumplir con las normas vigentes del INN y/o AWS B31.1, ASME Sección IX. Además, todas estas operaciones deberán ser ejecutadas por soldadores calificados con certificado (6G). También deberemos verificar la calidad de las máquinas soldadoras.

En general, los extremos de las tiras de cañería deben ser biselados, las tiras de cañerías y curvas que se corten para ajustar los largos deben ser hechos con máquinas cortadoras de tubos, teniendo cuidado en que las superficies queden uniformes y libres de impurezas.

Cuando se presente que los elementos por soldar difieren en más de 1,5 mm, el de mayor espesor deberá ser rebajado interiormente hasta igualar los espesores.

La unión de cañería la haremos por soldadura de tope. Debemos verificar que la separación entre las piezas por soldar sea de 3 mm. La unión se constituye colocando un cordón base (raíz) usando electrodos del tipo celulósico (ej: E6010, E7011) de diámetro 1/8" o 3/16" y dos o tres cordones de relleno y término, usando electrodos de 3/16" o 5/32". Los espesores a los cordones deben quedar de aproximadamente 3 mm cada uno. El cordón final podrá ser realizado con electrodos bajo hidrógeno E7018, de Indura.

Para mantener la calidad de los electrodos debemos mantener las cajas cerradas hasta el momento de utilizarlos, de modo de mantener la protección que éstos traen de fábrica.

Para las uniones soldadas podemos utilizar procesos de arco manual, arco sumergido, arco metálico con gas inerte (MIG), arco Tungsteno con gas inerte (TIG), o una combinación de ellos.

Las superficies a soldar deben estar limpias, exentas de escamas de laminación, óxido, escorias, grasa, pinturas u otras materias extrañas, estar sanas, sin fisuras, abolladuras u otros defectos que afecten la calidad de la soldadura.

Si existen biseles que se hayan dañado durante el transporte, deberemos cortarlos y rehacerlos. El soldador puede soldar la cañería rotándola sobre polines de tal forma de soldar en posición plana. Cuando no podamos soldar la cañería rotándola, deberemos dejar entre la parte baja de la cañería y el suelo una altura mínima de 40 cm. Esto se logra colocando esa altura mínima y luego bajándola a los soportes definitivos, o bien, haciendo una excavación que permita el trabajo cómodo del soldador.

Las piezas a unir deberán estar perfectamente alineadas, y las mantendremos en posición mediante mordazas exteriores antes de proceder a unir las con soldadura. Estas mordazas sólo pueden ser retiradas cuando al menos el 50% del primer cordón (raíz) haya sido colocado, siempre que esté distribuido en 4 segmentos uniformemente repartidos a lo largo de la circunferencia.

Cada soldadura debe tener ancho y tamaño uniformes en toda su extensión. Cada cordón de soldadura debe ser uniforme, libre de escoria, inclusiones, fisuras o grietas, porosidad, falta de fusión, penetración incompleta y socavación. El último paso debe estar libre de ondulaciones gruesas, superficie irregular, desuniformidad de aspecto y desigualdades longitudinales entre fases. Las soldaduras de tope serán ligeramente convexas, de altura uniforme y penetración completa.

Durante los procesos de soldaduras deberemos mantener la alineación de los fittings y piezas incorporadas a la línea. Las soldaduras efectuadas para conformar este alineamiento deberán ser removidos. O bien al hacer el primer cordón de soldadura, éstas deben quedar completamente incorporadas a él. Cualquier

defecto en esta operación debemos repararla antes de poner el siguiente cordón.

Después de cada cordón debemos limpiar cuidadosamente las escorias con buril. Deberemos tener cuidado de no comenzar dos cordones consecutivos en el mismo punto, con el fin de absorber posible espacios vacíos.

Para eliminar los defectos de soldadura podemos removerlos usando cinces y esmerilando la pieza y reemplazarlos por soldadura sana.



En la fotografía se aprecian 4 líneas de combustible hechas en piping soldado, estas líneas alimentan una planta de carguío de camiones distribuidores de combustible.



En la fotografía se aprecia una líneas de 6" hechas en piping soldado, esta es utilizada para alimentar un estanque de Kerosene de Aviación.





En la fotografía podemos apreciar una línea de piping soldado hecha en 8", esta línea alimenta desde un barco de combustible a estanques de diferentes productos.

## 4.4. UNIONES ROSCADAS.

Las uniones roscadas son las que utilizaremos para realizar líneas de combustibles para abastecimiento normal de vehículos, ya sean autos, camiones, etcétera. Estas líneas se ejecutan con cañerías y fitting de 2", todo galvanizado. A continuación, detallaremos los procesos a seguir para su correcto montaje.

### 4.4.1. LÍNEAS DE SUCCIÓN, IMPULSIÓN.

Primeramente, definiremos una línea de combustible, que va desde un estanque a una máquina expendedora, en la cual se instala una bomba sumergida al comienzo de la línea sobre el domo del estanque, que se llama **Línea de Impulsión**, porque la bomba sumergida impulsa el combustible desde el estanque hasta la máquina dispensadora. En este caso la pendiente que debe tener la línea desde la bomba sumergida hasta la máquina dispensadora debe ser como mínimo del 0%, es decir, puede quedar horizontal. Cuando la máquina dispensadora posee una bomba de succión, llamaremos **Línea de Succión**, ya que la máquina dispensadora succiona el combustible desde el estanque, en este caso la línea debe tener una pendiente continua mínima del 2%, descendiendo hacia el estanque. A continuación detallaremos el procedimiento para el correcto montaje de estas líneas.

Una vez efectuados y compactados los rellenos, se abrirán las zanjas para el tendido de redes. Estas zanjas debes ser de superficie plana y continua, teniendo las pendientes especificadas para cada caso, y calculando que las redes deben quedar a una profundidad mínima de 0,40 metros bajo la rasante.

Las líneas las ejecutaremos con cañería de acero galvanizado tipo A, Schudule 40, en diámetro de 2". Las uniones americanas deben ser del tipo asiento de bronce. Las uniones de cañerías,

fitting se ejecutan usando teflón líquido para sus uniones, siendo éste el método apropiado para impedir filtraciones. Este teflón se aplica sobre la rosca macho, y su forma de aplicación es la siguiente:

- Limpieza de ambos hilos a unir, desgrasando y quitando óxido si lo hubiese.
- Primera aplicación de teflón líquido (sólo humedecer), y esperar que seque en forma natural.
- Aplicar en el hilo macho el sellante, aplicar sólo a los 4 ó 5 primeros hilos.
- Atornillar ambos elementos y apretar con torque moderado. Si es necesario dejar un elemento en una orientación angular determinada, se puede apretar con torque muy suave y se conservará la hermeticidad.
- Tiempo de fraguado completo: 1 hora cuando se ha empleado activador. Sin activador: 72 horas.

Estas redes deben ser probadas neumáticamente a una presión de 42 libras por pulgada cuadrada, manteniendo la presión a lo menos durante 30 minutos, lapso en el que aplicaremos solución agua jabón sobre cada unión para localizar posibles fugas.

Al tener hechas las piezas las instalaremos sobre las zanjas, teniendo especial cuidado en que las piezas queden totalmente apoyadas, reforzando los lugares de unión.

Una vez ejecutadas las redes procedemos a tapar las zanjas, éstas se llenan con arena hasta unos 10 cm sobre las líneas, luego se completa el relleno con estabilizado compactado. Aunque se pide que las redes queden a una profundidad mínima de 40 cm, es conveniente llenar con hormigón pobre sobre la arena, en caso de que las líneas pasen por lugares de tránsito de vehículos pesados.

El montaje de elementos saliendo desde el estanque hacia la máquina expendedora, siendo una línea de succión es el

siguiente: en el domo del estanque se instala una “pluma”, que es un tubo de 4”, que se introduce completamente en el estanque. En el domo, sobre la pluma, se instala una Válvula de Retención; esta válvula se conecta a la pluma en 4”, y tiene salida de 2”. Salimos de la Válvula de Retención con un Niple, luego agregamos un doble codo, esto para absorber movimientos sísmicos, enseguida instalamos una Unión Americana, para luego continuar con la cañería, para conectar cañería con cañería utilizaremos una Copla. Al llegar a la bomba instalaremos nuevamente un doble codo, enseguida una Unión Americana, luego un flexible conectándose a la máquina surtidora. Recordemos que en el caso de Succión debemos mantener una pendiente mínima del 2%, si existiera mucha distancia entre el estanque y la máquina surtidora, podremos hacer un “manifold”, que consiste en colocar entre cañerías un doble codo apuntando hacia abajo con el fin de ganar pendiente, recordemos que sólo podremos instalar un manifold por línea.

La otra opción es que realizamos una líneas de “impulsión”, en que la trayectoria desde el estanque a la máquina dispensadora será la siguiente: sobre el domo del estanque instalaremos una Bomba Sumergible, la que quedará sólo con su cabezal sobre el estanque, en donde se energizará, desde el cabezal de la bomba sumergible, saldremos con un Niple, enseguida un Codo, y luego un flexible, después una Unión Americana luego una llave de bola y un Niple para continuar con la Cañería. La ventaja de instalar Bomba Sumergida en vez de la Succión es que con la Bomba Sumergida podremos instalar líneas más largas, es decir puede haber mayor distancia entre el estanque y la máquina dispensadora, además de que no se necesitan pendientes en las trayectorias de las líneas. Al llegar con la línea a la máquina dispensadora, colocaremos un doble codo, enseguida una Unión Americana, seguido de un flexible, conectándolo a la Máquina.



En la fotografía una Cámara Domo en la que se instala una Bomba sumergida, seguida de los elementos antes descritos.



En la fotografía se aprecian 4 líneas de Impulsión, sobre ellas una cama de arena.

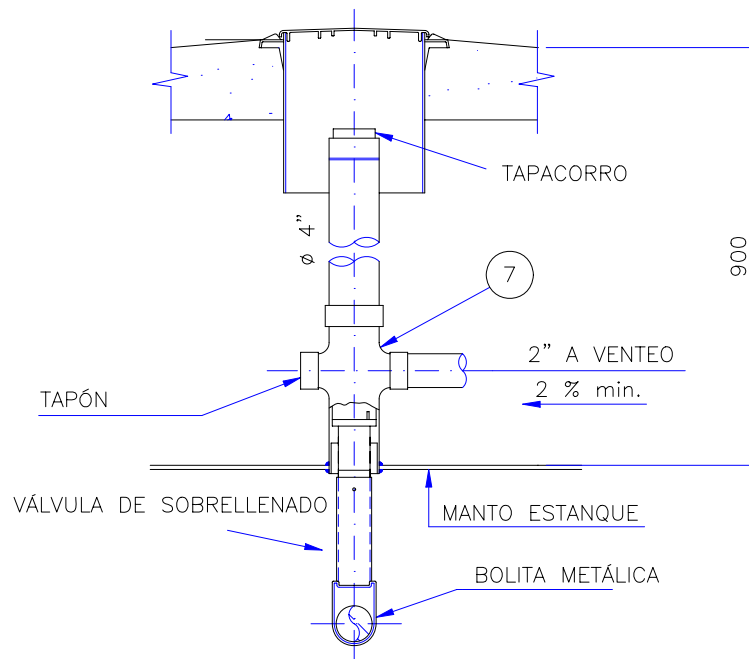


### 4.4.2. LÍNEAS DE VENTILACIÓN.

Una línea de Ventilación consiste en la respiración que tienen los gases dentro de los estanques hacia el exterior, éstos se acumulan dentro del estanque a medida que éste se va vaciando, tras reabastecer el estanque el gas sale por la ventilación hacia el exterior, estas líneas deben tener una pendiente mínima del 2% descendiendo hacia el estanque. Las ventilaciones deben subir en vertical y terminar en un elemento de ventilación. Estas líneas se mantienen a una separación de 0,20 metros entre sí, y en la base de la vertical se empotran en un murete de hormigón. Esta salida de venteo debe quedar ubicada a una altura mínima de 3 metros sobre el nivel de terreno, y a más de 1,5 metros de cualquier ventana o abertura de edificios cercanos como también de líneas de cierros.

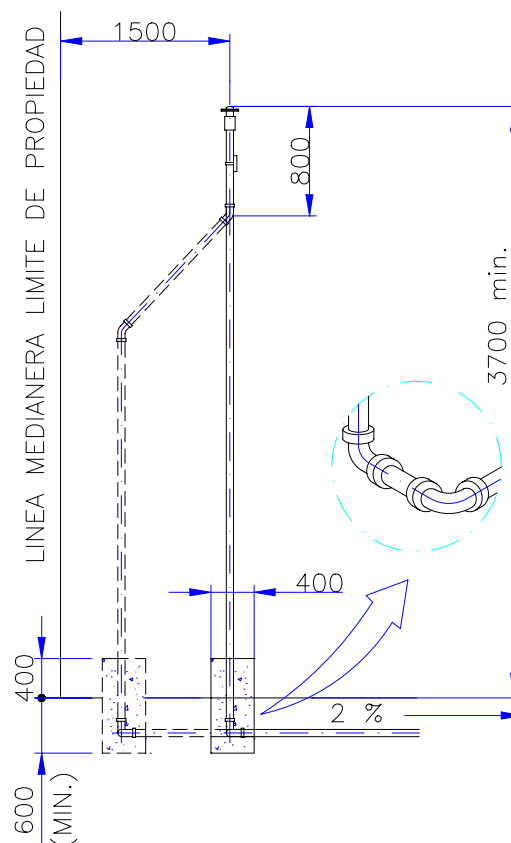
Para ejecutar las líneas de ventilación realizaremos el mismo procedimiento de para las líneas de succión / impulsión, es decir con cañería galvanizada, de acero tipo A Sch 40 de 2", y fittings galvanizado con uniones de Teflón líquido, como también será el mismo procedimiento para los heridos y rellenos.

Estas líneas salen desde el estanque sobre la válvula de sobrellenado con una pendiente mínima del 2" descendiendo hacia el estanque. (Ver figura No. 12).



**FIGURA NO. 12**

Al llegar al final de la trayectoria horizontal, nos conectaremos a la vertical con doble codo. (Ver figura No. 13).



**FIGURA No. 13.**



En la fotografía se aprecia la llegada de 4 líneas de ventilación a la vertical, uniéndolas con doble codo.

## 4.5. LÍNEAS SUBMARINAS Y AÉREAS.

### 4.5.1. LÍNEAS SUBMARINAS.

En muchas ocasiones, para abastecimiento de barcos, y en lugares marinos nos veremos en la situación de extender redes submarinas para el traslado de combustible, para ejecutar estos trabajos tenemos a continuación el procedimiento de trabajo.

#### 4.5.1.1. LANZAMIENTO.

La Unión de la cañerías la ejecutaremos con los procesos de soldadura antes descritos, al extremo de la cañería que queda en la playa debe ir soldado un flange ciego y en este flange se apernarán pletinas para el remolque de la cañería.



Las cañerías las desplazaremos sobre polínes, estos irán sobre banquetas de altura apropiada para que no se produzcan interferencias en el lanzamiento. Deberemos verificar que la instalación de apoyos con polínes se hagan en el lugar y altura adecuada, que permitan desplazar las cañerías hasta adentrarse en el mar, donde se puedan colocar los tambores que permitan la flotabilidad de las líneas.

Estas cañerías deben ser tiradas desde una embarcación que se encuentre fondeada en la línea y poco más afuera del lugar donde se procederá al fondeo del extremo de las cañerías.

Esta embarcación tendrá que poseer un huinche y carrete suficiente para enrollar un virador de acero de  $\frac{1}{2}$ " por 300 metros de largo que se amarrará a la pletina de protección. Deberemos fijar de antemano los puntos precisos donde se fondeará las cañerías y disponer de los equipos y herramientas necesarias para ubicar la cañería en el lugar prefijado.

Es conveniente contar con una embarcación adecuada, que permita corregir cualquier desviación que pueda sufrir la cañería ya sea por acción de corrientes, marejadas u oleadas.

Debemos tener en cuenta contar con material de reparación de revestimiento en caso de que se produzca algún deterioro durante la faena. Además deberemos tener en cuenta las normas de seguridad que establece la autoridad marítima para dichas faenas y que se supone conocidas. Deberemos coordinarnos con la autoridad marítima y con las pesqueras, de manera que durante el lanzamiento se evite el tránsito de embarcaciones por el lugar, que puedan entorpecer los trabajos y poner en peligro la seguridad de la obra. Además deberemos instalar señalizaciones que hagan saber que se está fondeando una cañería.

#### 4.5.1.2. PUESTA EN SERVICIO.

Una vez instaladas las válvulas de bola en el pontón, se conectarán los flexibles a través de los flanges. En seguida conectaremos las bombas para hacer circular un volumen de agua potable igual a 2 veces el volumen de la cañería, la cual se hará circular hasta que salga por las válvulas de bola completamente limpia.

Posteriormente continuaremos con el bombeo depositándose el producto en tambores, la cantidad de combustible debe ser igual a dos veces el volumen de la cañería.

#### 4.5.1.3 FONDEO DE LA CAÑERÍA SUBMARINA.

En primer lugar un hombre rana debe inspeccionar el fondo marino donde la línea quedará depositada. El flexible debe ser instalado en el extremo de la línea, previo al remolque. Debiéndose amarrar igualmente a un tambor vacío y hermético de 200 litros. Cuando la línea esté en posición de sumergirse debemos soltar los tambores, con excepción del tambor del flexible. Igualmente en este momento se instalarán las balizas en la cañería para señalar la posición en que irán los muertos sobre la misma. Para instalar los muertos se transportarán en un lanchón y con el personal suficiente para que mediante amarras y con guía del buzo se pueda depositarlos sobre la cañería suavemente.

#### 4.5.1.4. PRUEBA FINAL.

Una vez que se hallan bajado las cañerías a su posición definitiva y estén conectados los flexibles se procederá a ejecutar una prueba de presión de 150 psi. Durante 6 horas (antes del lanzamiento también podremos probar las cañerías a la misma presión).

#### 4.5.1.5. EQUIPOS Y PRECAUCIONES.

Deberemos tener en cuenta tomar las precauciones necesarias para contar con el apoyo conveniente, para cubrir cualquier emergencia.

Durante el lanzamiento de la cañería, el extremo de la línea debe permanecer sellada siempre herméticamente y en ningún momento abrirse bajo el agua, de modo de evitar entrada de agua salada e impurezas.

Deberemos contar con un huinche capaz de devolver a tierra la cañería si por alguna emergencia se hiciese necesario durante el lanzamiento. Debemos además contar con equipos de comunicaciones adecuados de recibir y/o emitir instrucciones desde o hacia la playa.

#### 4.5.1.6. REVESTIMIENTO.

A continuación daremos a conocer el tratamiento protector a aplicar a la cañería submarina el cual se aplicará sobre el material tratado con 2 manos de anticorrosivo epóxico.

La protección se aplica sobre tiras de cañería de largo no inferior a 6 metros dejando los extremos libres en 20 cm y en una segunda etapa, efectuar las uniones de estas tiras por medio de soldadura y el posterior recubrimiento de éstas.

Sobre la cañería tratada, se aplica una mano de imprimación con poliéster A410, sobre la superficie de la cañería para obtener la adherencia requerida en el revestimiento. Luego se aplican tres capas de fieltro de vidrio de 450 G/m<sup>2</sup>, estas deben ser cortadas en dimensiones conveniente para su manejo y comodidad de impregnación, considerando 5 cm de traslapo para las superposiciones. Posterior al laminado de la última capa de vidrio y antes del Gel, se aplica una mano de poliéster puro, posteriormente un velo de superficie y finalmente, se aplica una

mano de poliéster con adición 5% de Agente de superficie, el espesor del revestimiento debe ser de 3,8 mm con variaciones, de acuerdo a la norma +/- 15%, en todo caso el revestimiento no puede tener en ningún punto un espesor inferior a 3,3 mm.

Adicionalmente se considera una protección catódica de la cañería para evitar completamente su oxidación.

4.5.2. LÍNEAS AÉREAS.

En algunas industrias se necesitan abastecer diferentes equipos, como son calderas, generadores, etcétera, para esto se ejecutan proyectos de tendidos aéreos de líneas, estos tendidos deben diseñarse de acuerdo al peso de la cañería, y al producto que transporten.

Para fabricar los soportes nos basamos en el comportamiento del combustible dentro de las líneas considerando temperaturas, golpes de ariete y agentes externos.

Estas soportaciones las fabricaremos en acero, en donde las cañerías se montarán sobre patines con el fin de darle libertad a la línea. (Ver figura No. 14)

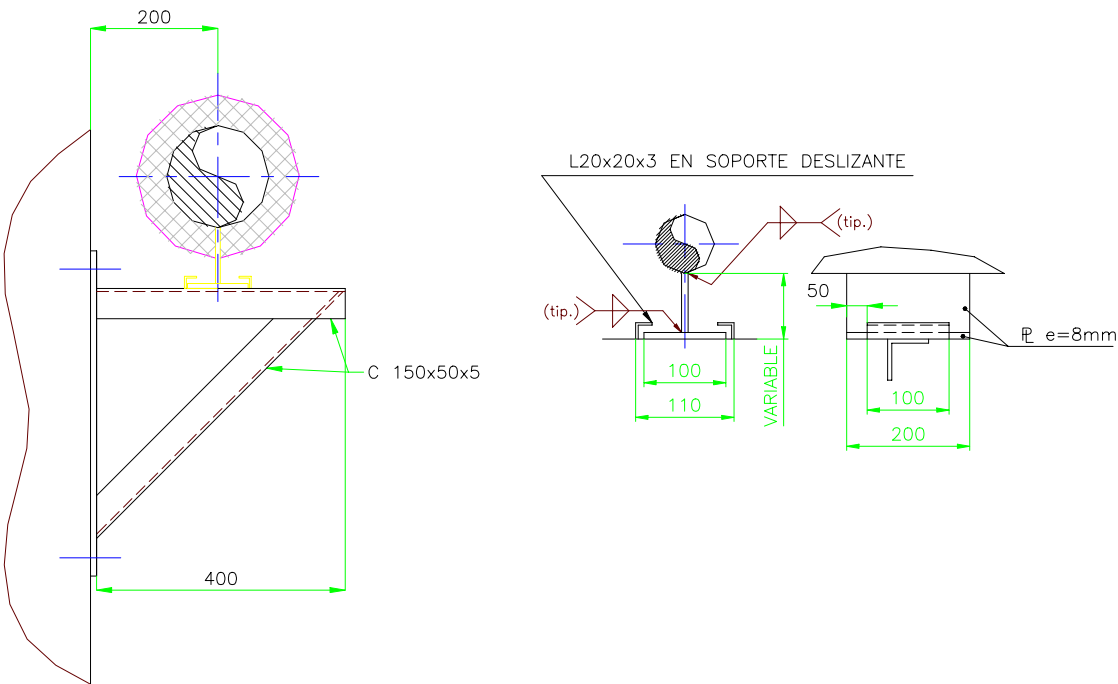


FIGURA No. 14

También podremos fabricar pilares para suportación de cañerías, esto para ganar altura, y en lugares donde no hay donde apoyarse. (Ver figura No. 15).

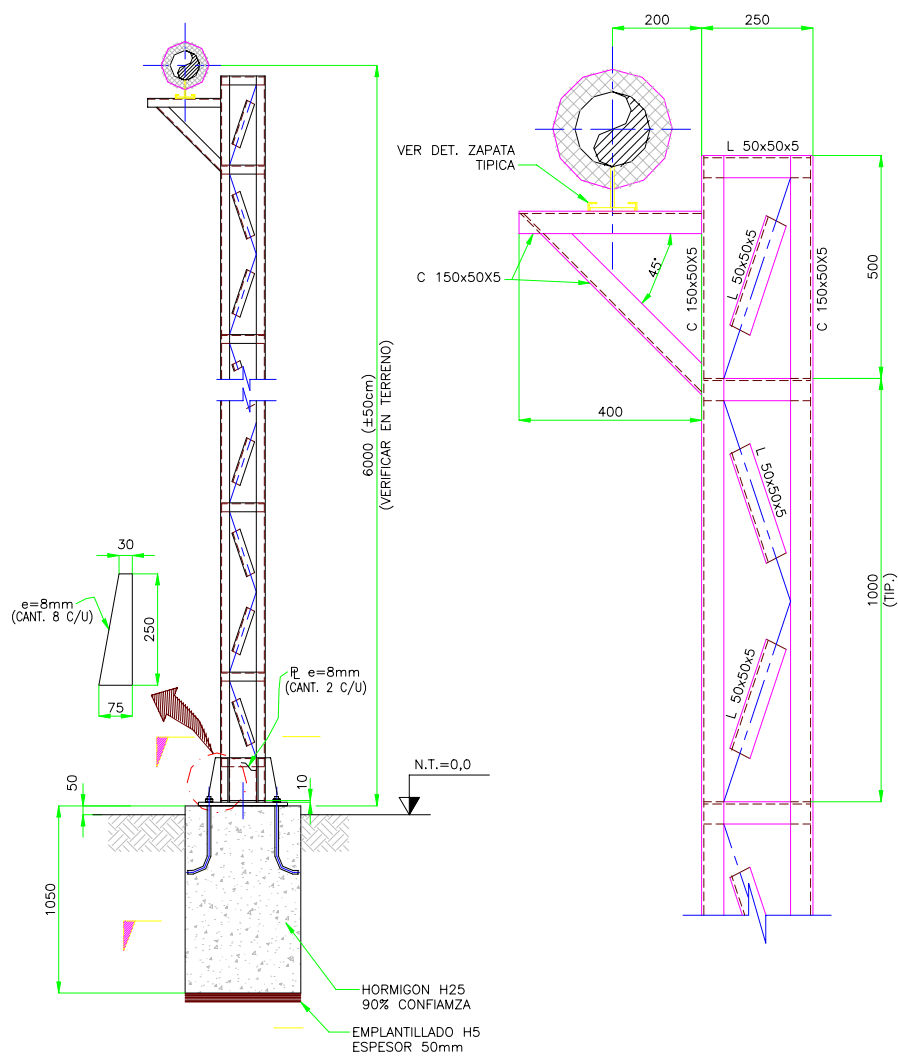


FIGURA No. 15

#### 4.5.2.1. MONTAJE DE CAÑERÍAS.

Los procesos de soldadura de las piezas son idénticos a los descritos anteriormente. Una vez hechas las piezas, considerando largos adecuados, las procedemos a montar utilizando grúas capaces de maniobrar las piezas sin problemas, utilizando vientos maniobraremos las piezas hasta colocarlas en su posición definitiva, dejándose el mínimo de soldadura en posición para rematar al final del montaje.

#### 4.5.2.2. TRATAMIENTO SUPERFICIAL DE CAÑERÍAS.

Los tratamientos superficiales que se ejecutan tanto a las cañerías como a elementos de la líneas son básicamente para protegerlas de la acción del medio circulante.

Las faenas de pintura se deben realizar preferentemente en recintos cerrados, a una temperatura ambiente entre 10° C y 38° C, que cuenten con una ventilación adecuada.

Para preparar la superficie debemos eliminar contaminantes tales como aceites, grasas y polvos, la chapa de laminación, óxido y costras de corrosión, restos de sales como cloruros, sulfatos, nitratos y otras que favorecen la corrosión, además de cualquier vestigio de agua, incluyendo muy especialmente la humedad proveniente de la condensación. Para ejecutar el desengrase se recomienda usar una limpieza por detergentes. El proceso consiste básicamente en limpiar la superficie con un detergente industrial, ya sea manualmente (escobillado enérgico) o con un equipo pulverizador en frío o con mezcla de vapor, ejecutando posteriormente un prolijo enjuague con agua dulce.

Una vez completado el proceso de limpieza se procede a aplicar una mano de anticorrosivo epóxico, veinticuatro horas después aplicaremos una segunda mano de anticorrosivo epóxico, para diferenciar ambas manos de tratamiento anticorrosivo, la primera mano puede ser de color rojo, y la segunda de color ocre.

### 4.5.2.3. AISLACIÓN TÉRMICA DE CAÑERÍAS AÉREAS.

Cuando se trate con petróleo combustible No. 5 ó No. 6, para poder hacerlo circular tendremos que instalarle un “Tracer de Vapor”, para calefaccionar la línea, entonces para mantener la temperatura deberemos aislar térmicamente la línea.

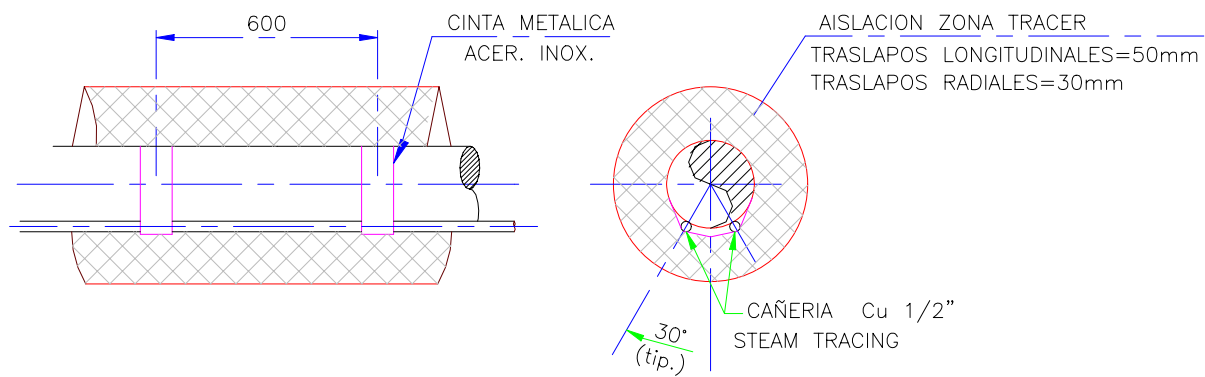
Las cañerías se aislarán con caños de lana mineral de un mínimo de 50 mm de espesor, estos caños se amarran a la cañería con alambre negro, y se protegen con una chaqueta metálica de zinc alum, dejando el espacio suficiente para operar las válvulas.

Estos caños de lana mineral se consiguen en el mercado, vienen premoldeados y son fabricados según norma ASTM C-547.

La chaqueta metálica con zinc alum se traslapa en más o menos 0,5 mm en sentido longitudinal y transversal, fijándolas con tornillos o remaches.

Se debe asegurar en el montaje de con caños de lana mineral que no quede girando sobre la cañería.

Finalmente se realiza una prueba de presión idéntica a la que se realiza a líneas submarinas.



En la figura se muestra una línea de petróleo No.6, con sus dos cañerías de Tracer, y su aislación.



## 4.6. MÉTODO DE RECUPERACIÓN DE VAPORES.

(OBRIGATORIO EN INSTALACIONES EN LA REGIÓN METROPOLITANA)

### 4.6.1. INTRODUCCIÓN.

La metodología de “Recuperación de Vapores”, que está implementado la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC), consiste en la nula emanación de gases provenientes de los combustibles al exterior, es decir cuando un camión abastecedor vacía el producto en el estanque, el gas que contiene el estanque se expulsa al exterior por medio de la línea de ventilación, lo mismo para cuando un vehículo llena su tanque de combustible, al gas de se encuentra dentro del tanque del vehículo se expulsa al exterior. Con la metodología de Recuperación de Vapores, en el proceso de descarga del camión abastecedor al estanque, el gas del estanque se devuelve al camión abastecedor, y en el caso de carga de combustible de vehículos, al llenar el tanque del vehículo, el gas que se encuentra en éste se devuelve al estanque de la instalación. A continuación describiremos el procedimiento para llevar a cavo esta metodología. Partiremos de la base que sólo se recuperan los gases de las gasolinas, considerándose que tanto el Petróleo Diesel como el Kerosene no producen gases suficientes para afectar el medio ambiente.

## 4.6.2. RECUPERACIÓN DE VAPORES DE ESTANQUES DE GASOLINAS (FASE 1).

Para lograr recuperar los gases del estanque en durante el proceso de descarga del camión abastecedor, lo haremos de la siguiente manera: Sobre la válvula de bola, en el estanque, donde se encuentra la salida de ventilación, instalaremos un caño de 4", hasta la superficie, en donde se conectará una manguera de 4" hasta el estanque del camión abastecedor, cosa que cuando el camión comience a descargas gasolina, el gas del estanque de la instalación se expulse hacia el estanque del camión abastecedor. Para que el gas no salga por la línea de ventilación, el final de esta línea colocaremos una válvula de presión y vacío, esta válvula está diseñada para mantenerse cerrada constantemente, y se abrirá en caso que la presión pase de los 2 psi, presión que no alcanza el gas cuando se descarga camión abastecedor. El gas alcanzará una presión superior a los 2 psi solo en caso de extremos cambios de temperatura, situación que ocurriría rara vez, ya que se comprobó que la presión del gas del estanque sólo ante un brusco cambio de temperatura alcanzaría los 2 psi.

La salvedad es que el operador del camión conecte siempre la manguera a la salida de recuperación de vapores del estanque, si no lo hace al iniciar la descarga se abrirá la válvula de presión y vacío, y el gas saldrá por la línea de ventilación. El gas queda en el camión abastecedor, éste lo trasporta devuelta a la planta distribuidora en donde es controlado.

### 4.6.3. RECUPERACIÓN DE VAPORES DE ESTANQUES DE VEHÍCULOS. (FASE 2).

Al decir “estancos de vehículos”, nos referimos al expendio de gasolina al elemento que se necesite abastecer, que en el caso de un Puntos Comerciales serían vehículos, pero en Puntos Industriales puede abastecer otros equipos.

Para la ejecución de estas líneas utilizaremos el mismo procedimiento y elementos descritos para líneas de Succión / Impulsión, ya sean cañerías, fittings, sellantes etc, con la única salvedad que estas líneas las ejecutaremos en 3”.

En la válvula se sobrellenado del estanco hacia un lado sale la línea de ventilación, hacia el otro lado saldremos con nuestra línea de Recuperación de vapores. (Ver figura No. 16).

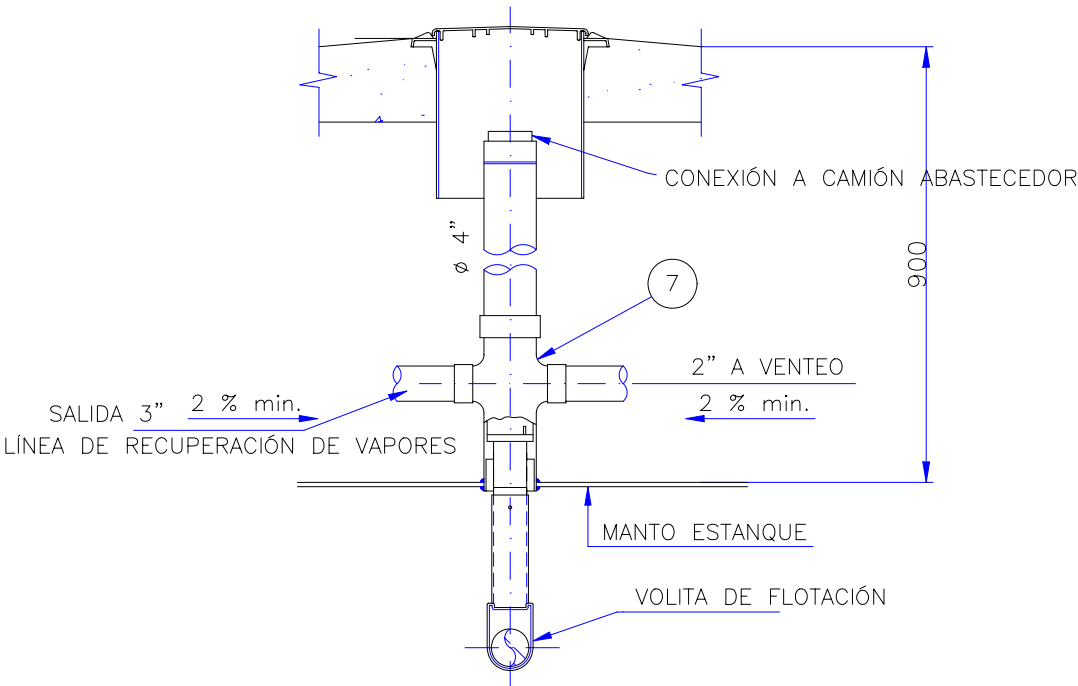


FIGURA No. 16

Esta línea la haremos llegar hasta la máquina expendedora, la cual debe poseer un sistema de recuperación de vapores, esta línea debe tener una pendiente mínima del 2%, bajando hacia el estanco, si son 2 o más estanco de gasolina, se pueden

interconectar los estanques, llegando con una misma línea hasta la máquina expendedora. La pistola de la máquina expendedora posee un sistema que a medida que llena los estanques de los vehículos, succiona los gases que va expulsando éste, devolviéndolos al estanque de la instalación.

Estas líneas deben ser probadas neumáticamente con una presión bajo los 2 psi, ya que recordemos que si sobrepasa esta presión se abrirá la válvula de presión y vacío, a no ser que en vez de dicha válvula instalemos provisoriamente una válvula de bola, permitiéndonos probar la línea a más presión.

## 4.7. NORMATIVA REFERENTE A INSTALACIONES DE LÍNEAS DE COMBUSTIBLES LÍQUIDOS.

El Decreto Supremo No. 90 del Ministerio de Economía, fomento y Reconstrucción, con respecto a líneas o redes para combustibles líquidos habla básicamente de lo siguiente:

Dice que todas las tuberías, uniones, válvulas y demás elementos de la red de tuberías deben ser fabricados de acuerdo a una norma nacional y, a falta de ésta, a normas extranjeras reconocidas, como por ejemplo, ANSI B 31,3 ANSI B 31,4 u otra similar.

Dice también que la red de tuberías debe ser sustentada en forma adecuada, protegida contra daño físico exterior y de tensiones externas debidas a vibraciones, dilataciones, contracciones o movimientos de los soportes.

En cuanto a Material dice que las tuberías deben ser de acero y con un espesor adecuado a la presión de trabajo del sistema. El espesor mínimo para las tuberías de un diámetro igual o inferior a 75 mm (3"), será el correspondiente a la serie denominada serie 40 (Schedule 40).

En cuanto a Válvulas y Accesorios (Fittings), dice que las válvulas principales de estanques y aquellas válvulas de un diámetro igual o superior a 63 mm ( $2\frac{1}{2}$ "), serán de acero o fierro nodular, de cierre hermético y para una presión manométrica de operación de 882 kPa (9 kgf/cm<sup>2</sup>).

En cuanto a Recubrimiento y Protecciones de Tuberías dice que todas las tuberías y elementos enterrados o sobre el nivel del terreno, deben protegerse de corrosión externa. El tipo de

protección a utilizar será determinado en base a un estudio de protección practicado en cada caso.

En cuanto a Pruebas Hidrostáticas, dice que Todo sistema de tuberías, una vez instalado y antes de ser recubierto con la protección para la corrosión, deberá probarse hidrostáticamente a 1,5 veces la presión de diseño del sistema. En todo caso, la presión de prueba mínima será de 294 kPa (3 Kgf/cm<sup>2</sup>), la que deberá mantenerse durante el tiempo que sea necesario para revisar toda la red de tuberías. Este tiempo no debe ser en ningún caso inferior a 30 minutos.

## CAPÍTULO V

### 5.1. INTRODUCCIÓN.

Los procedimientos para realizar una instalación de Estanques y Redes de Almacenamiento de Combustibles para abastecimiento de Transporte Aéreo, son bastante exigentes, ya que es de vital importancia para el correcto funcionamiento de los motores y turbinas de los aviones la calidad del producto y su pureza, ya sea Kerosene de Aviación, o Gasolina de Aviación, se deben respetar una serie de especificaciones de construcción de estas instalaciones la que desarrollaremos a continuación. En el caso del almacenamiento de estos productos el Plantas distribuidoras también hay elementos a considerar, como por ejemplo, cuando de produce el proceso de abastecimiento de producto a estas plantas, los distintos productos como son Gasolina de 93 Octanos, Gasolina de 97 Octanos, Petróleo Diese, Kerosene de Aviación, estos productos son conducidos a la Planta por un mismo ducto, cuando se carga el Kerosene de Aviación este debe estar intercalado sólo entre cargas de Petróleo Diesel, esto significa que nunca podremos cargar Gasolinas y Luego Kerosene se Aviación, se considera que si es descargado entre Gasolinas se contaminaría. El otro tratamiento distinto que tiene este producto con respecto a los otros es que cuando de llena el camión abastecedor se debe pasar el producto por un gran filtro especialmente diseñado para Kerosene se Aviación.



En la fotografía un filtro para Kerosene de Aviación (Kav.).



## 5.2. MATERIALES UTILIZADOS.

### 4.2.1. CAÑERÍAS:

Utilizaremos cañerías entre 1<sup>1/2</sup>" y 4", estas deben ser de acero ASTM Sch 40, de fierro negro, extremos biselados, lo importante es que deben tener tratamiento sólo por el exterior, por ningún motivo podremos utilizar cañerías que tengan algún tipo de tratamiento o revestimiento por el interior, como ser cañerías galvanizadas.

### 5.2.2. FITTINGS:

Utilizaremos Codos, Coplas, Uniones Americanas, flanges, etc, de acero calidad ASTM Sch 40, uniones a soldar, sin ningún tratamiento por el interior.

### 5.2.3. ESTANQUE:

El estanque debe ser fabricado especialmente para el producto, teniendo su respectivo tratamiento sólo por el exterior.

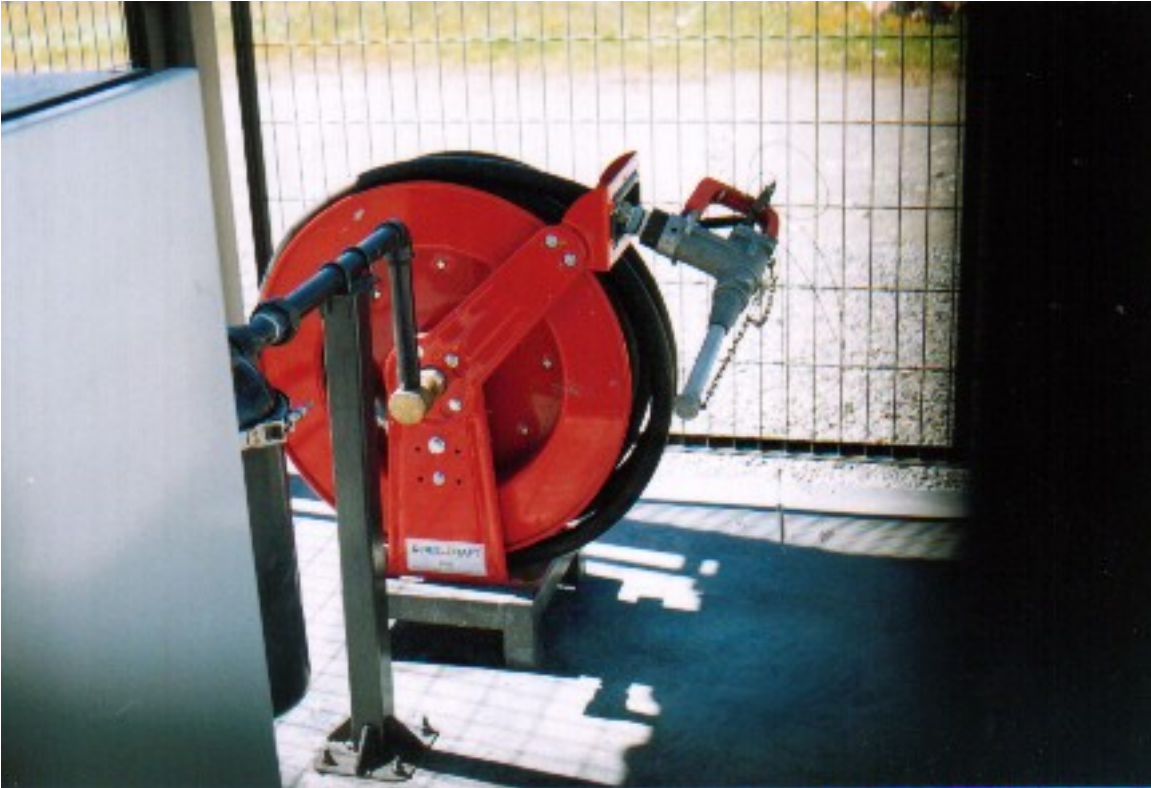
### 5.2.3. FILTRO:

Después de la máquina surtidora debe ubicarse un filtro tipo "Velcon", especialmente diseñado para productos con Kerosene de Aviación o Fuel Jet.

### 5.2.3. CARRETE RETRÁCTIL:

Después de ubicar el filtro Velcon ubicaremos un Carrete Retráctil, con pistola especialmente diseñada para Kerosene de

Aviación o Fuel Jet, que posee una toma de tierra que se conecta al momento de abastecer las naves.



En la fotografía un Carrete Retráctil con Pistola fabricada para Kerosene de Aviación o Fuel Jet.

### 5.3. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN DE TRABAJOS.

A continuación detallaremos el proceso para ejecutar una correcta instalación de Abastecimiento de Combustible para Transporte Aéreo. Lo que corresponde a excavaciones, rellenos compactados, son idénticos a los métodos tradicionales descritos anteriormente.

Comenzando con la instalación del estanque, éste debe quedas ubicado con una pendiente del 2% bajando desde la pluma de succión. Esto para que en ningún momento la línea pueda succionar borra o mugre acumulada en el fondo del estanque.

Una vez instalado el estanque, y ejecutados los rellenos, instalaremos la línea de succión, ésta la construiremos con los mismos elementos utilizados para una succión normal, pero con la diferencia que todas las uniones serán soldadas.

Sobre el estanque además del contenedor de derrames, y la salida de la Línea de Ventilación deberemos instalar una toma a tierra para conectarla al camión abastecedor durante el proceso de descarga de producto.

Una vez ejecutada la línea y realizar la respectiva prueba de presión, realizaremos un tratamiento protector superficial a la línea utilizando una emulsión a base de asfalto.

Conectando la línea a la máquina dispensadora haremos otra pequeña línea para conectar el filtro Velcon, y luego al Carrete Retráctil.

Lo más importante de estas instalaciones es mantener la pureza del producto, para esto debemos verificar en cada proceso de construcción la limpieza de los materiales, mantenerlos libre de impurezas y verificar continuamente su estado.



En la fotografía una Cámara Domo de una instalación de Fuel Jet, en esta está ubicada la succión, con flanges que permiten destapar el estanque para realizar su limpieza interior.



En la fotografía se aprecia la tapa de la Cámara Domo, a continuación la descarga con su contenedor de derrames, luego la toma de tierra para conectarla al camión abastecedor.





En la fotografía una pequeña instalación de Fuel Jet para un Aeródromo en Puerto Montt.

## CAPÍTULO VI

### 6.1. CONTROL DE CALIDAD.

El proceso de Control de Calidad, básicamente deberemos implementarlo nosotros en cuanto a la ejecución de los trabajos. Para los materiales de mayor importancia como ser las cañerías y fitting que utilizamos podremos solicitar los respectivos certificados de control de calidad, y las normativas bajo las cuales fueron contruidos, pero dependerá de nosotros el correcto uso de ellos, para conseguir su el funcionamiento óptimo de cada instalación.

La SEC nos solicita para cada instalación, la certificación de cada estanque, estos certificados son realizados por un organismo o institución autorizado por la SEC para ello. Estos certificados deben entregar la siguiente información:

.- Datos del Fabricante:

- Fabricante.
- Dirección.
- Comprador.
- Número de Estanque.
- Fecha de Fabricación.

.- Normativas bajo el cual el Estanque fue fabricado.

.- Características Técnicas.

- Capacidad.
- Diámetro Interior.
- Peso.
- Forma Manto.
- Materiales (Manto, Cabezales, Cañerías, Coplas).
- Tipo de Combustible Líquido.
- Sistema de Instalación (Subterráneo o Aéreo).
- Longitud Manto.
- Cabezales (Cónicos, Planos, Esféricos).

- Espesor Mínimo.
- .- Inspección de Fabricación.
  - Procedimiento de Soldadura aplicados y calificados.
  - Unión longitudinal manto.
  - Unión circunferencial.
  - Unión de filete manto / tapa.
  - Unión de filete coplas / manto.
  - Unión de filete niple / manto.
- .- Calificación de Soldadores según NCH 304 vigentes.
  - Soldadura Arco Manual.
  - Operador de Soldadura.
  - Soldadura semi – automática.
- .- Materiales empleados.
  - Anillos de manto.
  - Cabezales.
  - Copla.
  - Niple.
  - Electrodo.
  - Fundente.
  - Imprimante.
  - Terminación.
- .- Control de Fabricación.
  - Inspección visual biseles, alineamiento anillos manto y soldaduras terminadas.
  - Radiografías de soldadura de tope.
  - Medición de espesores de manto y cabezales.
  - Prueba neumática pared interior.
  - Prueba neumática pared exterior.
- .- Tabla de Calibración de estanque (regla de medición volumen (Lts) / Altura (cm)).

Con respecto a la obra será responsabilidad de nosotros de acuerdo a nuestros conocimientos y capacidad profesional velar por un correcto control de calidad de faenas como ser dosificación de hormigones, calidad de los materiales de relleno, etc.

Además de acuerdo a cada proyecto el Mandante nos solicitará certificación de hormigones, certificación de densidades, inspecciones de soldadura, entre otras cosas.

Luego de finalizar una faena y antes de autorizar su puesta en marcha deberemos entrega a la SEC una carpeta que contenga la certificación de los estanques, datos de la empresa responsable de la faena, planos de la faena, entre otras cosas, con esta carpeta la SEC inspeccionará y autorizará el funcionamiento de la instalación.

## **6.2. PROCEDIMIENTOS DE SEGURIDAD.**

En este tipo de faenas, como en la mayoría de faenas de construcción existen una serie de riesgos, en que será responsabilidad nuestra velar por mantener un procedimiento de seguridad apropiado para evitar que ocurran accidentes de trabajo.

En este tipo de faenas tenemos un propósito de establecer procedimientos para efectuar trabajos de instalaciones de Estanques y Redes para combustibles líquidos.

También será de nuestra responsabilidad exigir a los subcontratistas, cumplir con las instrucciones de seguridad y otras que se le entreguen.

En general debemos cumplir con lo establecido de la Ley 16744 de Accidentes de Trabajo, de la que se destaca:



1. Estar adheridos a una Mutualidad de Accidentes del Trabajo, con sus cotizaciones al día y sus trabajadores con sus respectivos contratos de trabajo.
2. Todo accidente incluyendo los con daños materiales, además de los procedimientos de atención al lesionado debe ser informado a nuestro Mandante dentro de las 48 horas siguientes, o de inmediato si el accidente causa lesiones o daños de gravedad.
3. Debemos proporcionar a nuestros trabajadores, sin costo para ellos, los elementos de protección personal necesarios para el trabajo a desarrollar y adoptar las protecciones necesarias para no dañar a terceros o bienes de terceros, verificando que ellos sean usados adecuadamente.
4. Los equipos y herramientas ocupados deben estar en perfecto estado y usados en forma correcta, si la faena lo requiere debe contarse con tableros eléctricos auxiliares con circuitos dimensionados a los equipos a proteger.
5. Debemos contar con elementos de extinción de fuego en buen estado de operación, según se especifique para cada caso.
6. El personal que trabaje en la obra debe estar debidamente capacitado. Si el trabajo corresponde a soldaduras en estanques o cañerías de combustible, el soldador debe ser calificado y con certificación vigente.
7. Los trabajos con riesgos particulares como ser en altura, bajo superficie, interior de estanques, circuitos eléctricos, movimiento de objetos superiores a 25 kg o de gran tamaño, deberán ser realizados por dos o más personas, salvo nuestra expresa autorización.
8. Al efectuar trabajos en circuitos o equipos eléctricos, estos deben ser desenergizados previamente, verificando que estén desenergizados y colocar una tarjeta de seguridad en el interruptor maestro correspondiente. Si el trabajo es en altura o en recintos aislados, debe haber una mínimo de dos personas, para actuar en situaciones de emergencia.
9. Todas las herramientas eléctricas deben estar debidamente protegidas a tierra, las líneas de tierra de las máquinas

soldadoras deben ser conectadas cuidadosamente para que la energía no interfiera con tierras de servicio o pasen por bujes, rodamientos u otros equipos que pudieran ser dañados.

10. Cuando el trabajo sea en altura y exista posibilidad de caída de objetos que puedan lesionar personas o dañar objetos o equipos (por ejemplo: marquesinas, cañerías aéreas, letreros, etc.), debe aislarse el sector o usar plataformas de contención.
11. Si el trabajo comprende excavaciones, se debe aislar el sector y tomar las medidas necesarias según la consistencia del terreno para evitar derrumbes.
12. Si fuese necesario eliminar agua de una excavación o estanque, debe verificarse que no contenga residuos de combustibles antes de trasvasarla a causes públicos.

A continuación daremos a conocer algunas disposiciones de seguridad para faenas específicas:

#### **CAMBIO DE ESTANQUES EN PUNTOS EXISTENTES.**

- a) Aislar el sector mínimo 7 metros de la excavación y cercar para evitar el acceso de toda persona extraña a la faena.
- b) Desconectar energía eléctrica del sector, colocar tarjetas de advertencia en el tablero y verificar en área de trabajo ausencia de líneas energizadas.
- c) La demolición del pavimento debe efectuarse humedeciendo con agua para evitar la generación de chispas.
- d) Verificar la neutralización de vapores inflamables con detector de gases.
- e) Sacar muestra de tierra alrededor del estanque existente (sobre el estanque y bajo el estanque en extremos y lados) y efectuar análisis de laboratorio por presencia de hidrocarburos, en caso positivo efectuar tratamiento para descontaminar.

### 6.3. EJECUCIÓN DE PRESUPUESTOS Y COSTOS EN CONSTRUCCIÓN.

Para realizar un correcto estudio de costos con el fin de ganar propuestas de obras de instalaciones de estanques, debemos tener en cuenta varias cosas. En primer lugar la presencia de napas subterráneas inmediatamente se aumentan los costos de faenas como excavaciones y rellenos. También deberemos tener en cuenta la zona en donde se realice la faena, considerando días lluvia, pensiones, ferreterías, y distancias. Considerar de acuerdo a tiempo versus costos por ejemplo si es más conveniente comprar hormigón premezclado, o ejecutarlo in situ. Es muy importante el lugar del país donde se encuentre ubicada la faena, para tener en cuenta los costos de fletes y traslados.

A continuación mostraremos un ejemplo de presupuesto de una faena que se ejecutó en la región Metropolitana, esta faena corresponde a una Estación de Servicio existente, en la que se debían cambiar los estanque por haber cumplido su vida útil, en la que se debía retirar 8 estanque e instalar 3 nuevos estanques de capacidad 30 m<sup>3</sup> cada uno, además de incorporar recuperación de vapore fase 1 y 2, esta obra es ejecutada en un plazo de 45 días.

| ITEM | DESIGNACIÓN                                    | UNIDAD | CANTIDAD | P.UNIT. | P.TOTAL   |
|------|------------------------------------------------|--------|----------|---------|-----------|
| 1.0  | INSTALACION DE FAENAS                          |        |          |         |           |
| 1.1  | Bodega                                         | gl     | 1        | 307,037 | 307,037   |
| 1.2  | Letrero de construcción                        | gl     | 1        | 166,788 | 166,788   |
| 1.3  | Cierro opaco                                   | m2     | 44       | 8,640   | 380,160   |
|      |                                                |        |          |         |           |
| 2.0  | ESTANQUES                                      |        |          |         |           |
| 2.1  | Transportes de estanques                       | c/u    | 3        | 97,200  | 291,600   |
| 2.2  | Corte de pavimentos                            | ml     | 35       | 2,580   | 90,300    |
| 2.3  | Rotura de pavimentos                           | m2     | 71.5     | 5,810   | 415,444   |
| 2.4  | Excavaciones                                   | m3     | 279      | 3,755   | 1,047,589 |
| 2.5  | Cama arena                                     | m2     | 71.5     | 2,420   | 173,059   |
| 2.6  | Montaje de estanque                            | un     | 3        | 68,915  | 206,744   |
| 2.7  | Prueba de presión                              | un     | 3        | 65,798  | 197,395   |
| 2.8  | Relleno compactado de arena                    | m3     | 127      | 9,685   | 1,230,020 |
| 2.9  | Relleno compactado estabilizado                | m3     | 71       | 9,451   | 671,035   |
| 2.1  | Cámara terminación caja vereda monitor de fuga | un     | 1        | 93,008  | 93,008    |

**Capítulo VI. Control de Calidad, Procedimientos de Seguridad y Análisis de Costos en Construcción.**

|            |                                       |     |      |         |           |
|------------|---------------------------------------|-----|------|---------|-----------|
| 2.11       | Cámara domo                           | un  | 3    | 157,336 | 472,007   |
| 2.12       | Hormigón                              | m2  | 71.5 | 19,732  | 1,410,809 |
| 2.13       | Sellado de juntas                     | ml  | 48   | 2,268   | 108,864   |
| 2.14       | Retiro de escombros                   | m3  | 335  | 3,876   | 1,298,460 |
| 2.15       | Contenedores de derrame               | un  | 3    | 64,798  | 194,393   |
| 2.16       | Geotextil                             | m2  | 212  | 749     | 158,746   |
|            |                                       |     |      |         |           |
| <b>3.0</b> | <b>INSTALACION DE CAÑERIAS</b>        |     |      |         |           |
| 3.1        | Corte de pavimentos                   | ml  | 70   | 2,580   | 180,600   |
| 3.2        | Rotura de pavimentos                  | m2  | 45   | 5,810   | 261,468   |
| 3.3        | Excavaciones de zanja                 | m3  | 45   | 3,755   | 168,966   |
| 3.4        | Pruebas de presión                    | c/u | 8    | 34,051  | 272,410   |
| 3.5        | Tratamiento de cañerías               | ml  | 218  | 1,368   | 298,224   |
| 3.6        | Relleno de arena                      | m3  | 13.6 | 9,685   | 131,719   |
| 3.7        | Base estabilizada compactada          | m3  | 20.4 | 9,451   | 192,804   |
| 3.8        | Reposición de pavimentos              | m2  | 34   | 19,732  | 670,874   |
| 3.9        | Sellado de juntas                     | ml  | 70   | 2,268   | 158,760   |
| 3.10       | Retiro de escombros                   | m3  | 58   | 3,876   | 224,808   |
|            |                                       |     |      |         |           |
| <b>3.1</b> | <b>CAÑERIAS Y EQUIPOS</b>             |     |      |         |           |
| 3.1.1      | ASTM de 2" galv. succión o impulsión  | ml  | 160  | 16,796  | 2,687,424 |
| 3.1.2      | ASTM de 2" galv. ventilación          | ml  | 66   | 16,796  | 1,108,562 |
| 3.1.3      | ASTM de 3" galv. Recuperación Vapores | ml  | 48   | 29,504  | 1,416,211 |
| 3.1.4      | Válvulas de sobrellenado              | c/u | 4    | 30,288  | 121,152   |
| 3.1.5      | Instalación Monitores de fuga         | c/u | 1    | 78,000  | 78,000    |
| 3.1.6      | Retiro surtidores dobles              | c/u | 4    | 30,653  | 122,611   |
| 3.1.7      | Instalación Dispensador doble         | c/u | 1    | 66,000  | 66,000    |
| 3.1.8      | instalación Dispensador MPD-8         | c/u | 2    | 150,000 | 300,000   |
| 3.1.9      | Instalación de Bomba sumergida        | c/u | 3    | 78,960  | 236,880   |
| 3.1.10     | Fittings                              | c/u | 6    | 80,436  | 482,616   |
| 3.1.11     | Rotura y reposición bandejones        | gl  | 1    | 412,546 | 412,546   |
|            |                                       |     |      |         |           |
| <b>4</b>   | <b>ELECTRICIDAD</b>                   |     |      |         |           |
|            |                                       |     |      |         |           |
| 4.1        | PROTECCIONES                          |     |      |         |           |
| 4.1.1      | Automático 3X10A                      | c/u | 3.0  | 23,689  | 71,068    |
| 4.1.2      | Automático 2X6A                       | c/u | 3.0  | 19,506  | 58,518    |
| 4.1.3      | P.Diferncial de 4X25A 30mA            | c/u | 0.0  | 63,472  | 0         |
| 4.1.4      | P.Diferncial de 2X25A 30mA            | c/u | 3.0  | 25,540  | 76,619    |
| 4.1.5      | Contactor S-N20                       | c/u | 3.0  | 32,210  | 96,631    |
| 4.1.6      | Contactor rele SR-N4                  | c/u | 8.0  | 16,250  | 130,003   |
| 4.1.7      | Rele térmicos 1.6-3.0A                | c/u | 3.0  | 27,066  | 81,198    |
| 4.1.8      | Conductor THHN 2,08mm2                | ml  | 80.0 | 420     | 33,600    |
| 4.1.9      | Terminales, amarras, bases            | gl  | 1.0  | 78,000  | 78,000    |
|            |                                       |     |      |         |           |
| <b>4.2</b> | <b>INST. DISPENSADOR / SURTIDOR</b>   |     |      |         |           |
|            |                                       |     |      |         |           |
| 4.2.1      | Corte de pavimentos                   | ml  | 84   | 2,580   | 216,720   |
| 4.2.2      | Rotura de pavimentos                  | m2  | 21   | 5,810   | 122,018   |
| 4.2.3      | Excavaciones de zanja                 | m3  | 14.7 | 3,755   | 55,196    |
| 4.2.4      | Relleno de arena                      | m3  | 4    | 9,685   | 38,741    |
| 4.2.5      | Base estabilizada compactada          | m3  | 10   | 9,451   | 94,512    |
| 4.2.6      | Reposición de pavimentos              | m2  | 21   | 19,732  | 414,364   |
| 4.2.7      | Sellado de juntas                     | ml  | 84   | 2,268   | 190,512   |

Capítulo VI. Control de Calidad, Procedimientos de Seguridad y Análisis de Costos en Construcción.

|        |                                                |     |       |         |           |
|--------|------------------------------------------------|-----|-------|---------|-----------|
| 4.2.8  | Retiro de escombros                            | m3  | 19    | 3,876   | 73,644    |
| 4.2.9  | Cañería galv. De 1/2" Conduit                  | ml  | 6.0   | 4,140   | 24,840    |
| 4.2.10 | Cañería galv. De 3/4" Conduit                  | ml  | 138.0 | 5,414   | 747,187   |
| 4.2.11 | Conductor THHN 2,08mm2                         | ml  | 350.0 | 420     | 147,000   |
| 4.2.12 | Conductor THHN 3,31mm2                         | ml  | 700.0 | 510     | 357,000   |
| 4.2.13 | Condulet LBY 3/4                               | c/u | 5.0   | 15,336  | 76,680    |
| 4.2.14 | Flexible Metálico                              | c/u | 5.0   | 40,320  | 201,600   |
| 4.2.15 | Sellos EYS 3/4"                                | c/u | 6.0   | 10,758  | 64,548    |
| 4.2.16 | Sellos EYS 1/2"                                | c/u | 3.0   | 9,479   | 28,436    |
| 4.2.17 | UNY de 1/2" APE                                | c/u | 10.0  | 10,200  | 102,000   |
| 4.2.18 | UNY de 3/4" APE                                | c/u | 10.0  | 11,400  | 114,000   |
| 4.2.19 | Conectores                                     | c/u | 40.0  | 187     | 7,488     |
|        |                                                |     |       |         |           |
| 5.0    | ACTIVIDADES ADMINISTRATIVAS                    |     |       |         |           |
| 5.1    | Inscripciones SEC                              | gl  | 1     | 432,000 | 432,000   |
| 5.2    | Seguros contra terceros                        | gl  | 1     | 420,000 | 420,000   |
| 5.3    | Matriz de riesgos                              | gl  | 1     | 116,400 | 116,400   |
|        |                                                |     |       |         |           |
| 6.0    | ELIMINACIÓN DE ESTANQUE                        |     |       |         |           |
| 6.1    | Excavación para descubrir manto                | m3  | 16    | 3,755   | 60,077    |
| 6.2    | Desgacificacion estanque                       | c/u | 8     | 61,966  | 495,725   |
| 6.3    | Corte pavimento                                | ml  | 48    | 2,580   | 123,840   |
| 6.4    | Demolición de pavimentos                       | m2  | 16    | 5,810   | 92,966    |
| 6.5    | Extracción de excedentes y traslado a botadero | m3  | 21    | 3,876   | 81,396    |
| 6.6    | Relleno con arena y Horm. Pobre                | m3  | 96    | 16,220  | 1,557,158 |
| 6.7    | Relleno estabilizado compactado                | m3  | 16    | 9,451   | 151,219   |
| 6.8    | Reposición de pavimentos                       | m2  | 16    | 19,732  | 315,706   |
| 6.9    | Juntas asfálticas                              | ml  | 48    | 2,268   | 108,864   |
| 6.10   | Retiro de estanque                             | c/u | 0     | 0       | 0         |
|        |                                                |     |       |         |           |
| 7.0    | ASEO Y ENTREGA                                 |     |       |         |           |
| 7.1    | Aseo y entrega                                 | gl  | 1     | 216,000 | 216,000   |

|            |            |
|------------|------------|
| TOTAL NETO | 26,379,568 |
| 19 % IVA   | 5,012,118  |
| TOTAL      | 31,391,686 |

## CAPÍTULO VII

### CONCLUSIONES

Luego de finalizar este trabajo de Tesis, el cual me ha ayudado bastante en adquirir una pequeña experiencia, he podido concluir cosas muy importante para este tipo de faenas.

- Este tipo de faenas son bastante específicas, además son faenas de plazos cortos, por lo tanto para ejecutar un correcto trabajo deberemos coordinar desde el comienzo todas las partidas, adelantar el máximo de trabajo, tratar de prefabricar la mayor parte de los elementos que permiten hacerlo, como ser enfierraduras, piezas metálicas, etc., considerando que un par de días lluvia que no nos deje trabajar ya significa una atraso considerable el plazo de ejecución del proyecto.
- Para realizar este tipo de proyectos, necesitamos estar el 100% del tiempo en faena, supervisar cada una de las partida a ejecutas, recordemos que nosotros seremos los responsables del trabajo ejecutado.
- Deberemos velar por que se cumplan todas las disposiciones legales que pide la SEC, como ser pruebas de presión, tratamientos de los materiales y tipos de materiales.
- Deberemos tener un control de calidad muy exhaustivo, en donde nosotros deberemos tener la máxima exigencia, autocrítica y minuciosidad en todos los trabajos a ejecutar, ya que las fallas rebotan en atrasos, demoliciones y pérdidas económicas, y recordemos que la imagen del profesional a cargo es la que se transmite al exterior.
- Es muy importante hacer cumplir las normas de seguridad, sobre todo en el sentido de control de incendios para remodelaciones, ya que recordemos que estamos trabajando en instalaciones de Combustibles, en donde el riesgo de incendio es muy alto, es

necesario educar a nuestros trabajadores desde el principio, hacerles entender lo peligroso que es fumar en faena por ejemplo, o hacer fogatas, además de velar por que se utilicen correctamente los elementos de seguridad.

- Con respecto a las normativas SEC creo que nuestro País a tenido una importante actualización en cuanto a tecnología y proyectos para este tipo de faenas, lo cual nos permite estar al nivel de países desarrollados en este tipo de instalaciones.
- El correcto funcionamiento del sistema de Recuperación de Vapores dependerá en grán medida de la correcta participación de los operarios como se Bomberos de las Instalaciones y Choferes de los camiones abastecedores, ya que ellos deben cumplir con los procesos de ejecución del sistema.
- El sistema de Recuperación de Vapores que implementa la SEC en la región Metropolitana, ellos dicen que es muy importante mantener un medio ambiente limpio y sano, sobre todo para los vecinos ubicados cerca de las instalaciones antes mencionadas, como opinión muy personal creo que la SEC se preocupa solamente por la calidad del medioambiente metropolitano, ya que este sistema perfectamente se puede aplicar el todo Chile, pero hasta ahora no se ha hecho.

## BIBLIOGRAFÍA

- **Instituto Nacional de Normalización.** NCh 382. Of 98  
“Sustancias peligrosas – Terminología y clasificación general”

- **Decreto 90 Superintendencia de Electricidad y Combustibles.**

Decreto Supremo N° 90. “Aprueba reglamento de seguridad para el almacenamiento, refinación, transporte y expendio al público de Combustibles Líquidos derivados del petróleo, 5 de agosto de 1996.

- **Manuales de Instalaciones de Estanques y Redes de la Compañía de Petróleos de Chile COPEC S.A.**

Publicación interna entregada a todos los contratistas de esta compañía, 30 de marzo de 2000.

- **Publicaciones internas de la Compañía de Petróleos de Chile COPEC S.A.**

Reglamentos de Seguridad y recomendaciones de acuerdo a nuevas disposiciones SEC, 27 de mayo de 2004.

- **Manuales de trabajo de soldadura de Indura.**

Técnicas de soldaduras para supervisiones, 25 de agosto de 2002.