

24. 171

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA
División de Ingeniería Civil, Topográfica y Geodésica



**“CONSTRUCCION DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE
PETROLEO REFINADO EN SALAMANCA, GTO.”**

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE :

INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A :

JAIME RODRIGUEZ TERRAZAS

México, D. F.

1986



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

I N D I C E		PAG.
	INTRODUCCION	7
CAPITULO I	ANTECEDENTES Y JUSTIFICACION DE LA CONSTRUCCION	10
	- ANTECEDENTES	
	- UBICACION	
	- ESTUDIO SOCIOECONOMICO DE LA ZONA DE INFLUENCIA DE LA REFINERIA.	
CAPITULO II	COSTOS Y PRESUPUESTO	23
	- ANTECEDENTES	
	- CARGOS QUE INTEGRAN EL PRECIO UNITARIO.	
	- COSTOS DIRECTOS	
	- COSTOS INDIRECTOS	
	- UTILIDAD	
	- MEMORIA DE CALCULO	
	- PRESUPUESTO	
CAPITULO III	PROGRAMA DE OBRA	83
	- PLANEACION	
	- PROGRAMA DE BARRAS	
CAPITULO IV	CIMENTACION	99
	- BASES DE LOS TANQUES	
	- DIQUES Y RACKS DE TUBERIAS	
	- PISOS	
CAPITULO V	ERECION DE LOS TANQUES	107
	- FONDO	
	- CASCO	

	PAG.
- ESTRUCTURA Y CUPULA	
- PRUEBAS	
CAPITULO VI OBRAS COMPLEMENTARIAS	141
- TUBERIAS DE CONDUCCION	
- DRENAJES	
- PINTURA DE LOS TANQUES	
CAPITULO VII CONCLUSIONES	170
BIBLIOGRAFIA	173

INTRODUCCION

En sus primeros tiempos, la industria Petrolera en nuestro País se caracterizó por la extracción y explotación de grandes cantidades de petróleo crudo. Todas las instalaciones existentes estaban planeadas para ese fin.

Las refinerías, propiedad de diversas compañías en los puertos del Golfo de México, operaban para obtener productos Terminados y Semiterminados, igualmente para su envío al extranjero, dejando en un lugar secundario el abastecimiento del mercado local.

Al principiar Petróleos Mexicanos sus operaciones, tuvo que modificar estos sistemas, orientando sus actividades futuras, con miras a cubrir principalmente las necesidades del País.

Hubo que formular un programa basado en dos puntos fundamentales:

1. Estudio de la situación geográfica de las refinerías con respecto a los centros de consumo, determinando la influencia distribuidora de cada una y como consecuencia la recomendación para construir nuevas instalaciones mejor localizadas.

2. Modificación del Equipo refinador para que, de acuerdo con la materia prima disponible, lograr rendimientos en balance con las demandas de productos y de calidad adecuada.

Como puede apreciarse, ya en la fecha se ha tratado de conseguir un equilibrio aceptable respecto

a las proporciones de capacidad de refinación, correspondiente a las diversas regiones de las cuales son tributarias las refinerías existentes.

El programa de modernización de las refinerías existentes en 1938, así como de la construcción de nuevas refinerías siguió los lineamientos establecidos desde entonces para ir equilibrando las demandas regionales de productos con los rendimientos de las refinerías que deben satisfacerlos obligando al uso de más complejos y completos sistemas de refinación para producir las formas más avanzadas de energía que, como se ha dicho, ha venido requiriendo nuestro país (mercado).

Este mercado ha conseguido que Petróleos Mexicanos siga en constante atención los adelantos tecnológicos en el arte de refinación, examinando especialmente aquellos que son aplicables a los varios tipos de petróleos crudos mexicanos. Esto es muy importante porque ha sido necesario modificar las instalaciones y plantas de proceso en las refinerías de acuerdo con los tipos y composiciones del crudo disponible y de aquellos otros que se van descubriendo, de manera de tener siempre medios para alterar la composición de los crudos recurriendo a procedimientos de desintegración y conversión a fin de obtener rendimientos adecuados en cantidad y calidad, de todos los productos que nuestro mercado va necesitando.

En resumen, el desarrollo de nuestro mercado nos ha obligado, primero, a construir nuevas refinerías más próximas a los centros consumidores y segundo, a modernizar las antiguas, a fin de dotarlas con los procesos adecuados para obtener la calidad y cantidad de productos que se nos ha demandado.

Así mismo, se han mejorado los sistemas de distribución construyéndose en varias regiones del país, oleoductos para el bombeo de productos con objeto de hacer más rápida y económica esa distribución.

Para abastecer la demanda de productos derivados del petróleo en el centro del país y sus alrededores se construyó la Refinería de Salamanca, Gto.

C A P I T U L O I

ANTECEDENTES Y JUSTIFICACION DE LA CONSTRUCCION

I.1. ANTECEDENTES

La razón de ser de la refinería de Salamanca, es la siguiente:

La producción petrolera Mexicana esta localizada en su mayor parte en la zona costera del Golfo de México y las antiguas refinerías se encuentran en los puertos inmediatos.

El consumo de la zona central del país representa el 75% del consumo nacional y el 25% restante corresponde a las zonas costeras de la República.

Existiendo un 29% en el centro y un 71% en la zona costera, por lo que había, en consecuencia, un desequilibrio en la distribución de los productos, ya que el mayor volumen de los consumidores en la zona central tenía que moverse por ferrocarril desde las refinerías de la costa.

La construcción de las plantas se inició en Agosto de 1948, se emplearon 78,400 Ton. de Acero, - - 19,600 Ton. de Concreto, 9'870,400 Hombres-Hora. Los materiales empleados fueron un 30% Nacional y un 70% Extranjero.

Para alimentar la refinería fué necesario un oleoducto que partiera de Poza Rica y que recorre 450 Km., tiene un diámetro de 32 cms., con capacidad de ~ 60,000 Bls. diarios.

La Refinería de Salamanca se encuentra en una región de gran productividad que demanda una gran cantidad de combustible para su desarrollo principalmente agrícola y en la última década, la Evolución Industrial.

Ha aumentado rápidamente sus instalaciones y continúa expandiéndose con objeto de cubrir demandas crecientes de esta región y otras del occidente del país.

Actualmente tiene una capacidad de proceso de crudo de 100,000 Bls. por día y en construcción 110,000 Bls. por día. Cuenta con una planta de Desintegración Catalítica para transformar residuos del crudo a productos más valiosos como Gasolina de alto octano, Gases licuados, Diesel y otros destilados.

En seis grandes plantas se elaboran todos los aceites Lubricantes de alto índice de viscosidad, que se requieren en el país. Estas unidades operan con la más alta tecnología mundial y sus productos son de la más alta calidad en el mundo.

La Refinería cuenta con dos Plantas Productoras de Amoníaco con capacidad de 1,200 Ton./día usado principalmente para la fabricación de Fertilizantes, tiene además una planta de reformación catalítica para aumentar octano de las Gasolinas una Planta de Desulfuración de Gasolina, el azufre se recupera en otra planta con capacidad de 15 Ton./día.

En operación se encuentran plantas Desulfuradoras de productos como Kerosinas, Turbosinas, Diesel y Lubricantes, y en 1972 entró a trabajar una planta de Hidrodesintegración Catalítica con los más modernos adelantos de la tecnología, en la cual se obtienen productos de alto valor, tales como, Gas licuado y gasolinas de alto Octano.

Los tanques de almacenamiento sirven para concentrar el crudo y posteriormente mandarlos con cier

to control a las diferentes plantas de refinamiento; - después de haber sido refinado el crudo regresa al - - área de Tanques para ser almacenado el nuevo producto, podrá ser Gasolina, Turbosina, Diáfano, Kerosina, etc.

Hay varios tipos de Tanques y se diseñan de acuerdo con el tipo de Producto. Es decir para almacenar crudo, Gasolinas, Turbosina, Diáfano, Diesel, etc. se usan tanques Cilíndricos; para almacenar Gases como Butano y Propano se usan Tanques Esféricos; para almacenar Gas Licuado se usan Tanques Horizontales, en forma de salchichas.

Los Tanques Cilíndricos Verticales se construyen con Cúpula fija ó Flotante, de acuerdo al producto que contengan.

Los Tanques de Cúpula fija se usan para almacenar crudo, Turbosina, Diáfano, etc. y los de Cúpula flotante se usan con el objeto de no dejar atmósferas explosivas, para almacenar gasolina, etc.

La construcción de esta área de Tanques se hace bajo especificaciones muy estrictas ya que deben tener un gran factor de seguridad para no correr ningún riesgo.

También deben de tomar las medidas necesarias para no tener contaminación con las aguas residuales, para esto se utilizan dos tipos de drenajes; el Pluvial y el Aceitoso.

En la refinería para el almacenamiento de las materias primas y productos, existen 312 Tanques con una capacidad de 2'600,000 Bls. ó sea 411,000 M³.

Los productos que se elaboran son los siguientes:

Gas Seco	1,300	Bls./día
Propano	1,300	" "
Butano	2,300	" "
Gaspemex	2,800	" "
Supermexolina	11,500	" "
Turbosina	5,500	" "
Tractogas	600	" "
Diesel	5,800	" "
Diáfano	5,500	" "
Combustóleo	17,500	" "
Lubricantes	2,700	" "
Asfalto No. 6	1,200	" "
Asfalto Fr-3	800	" "
Asfalto Fm-2	50	" "
Parafinas	105	Ton./día
Parafinas Precoladas	35	" "
Materia Prima para Negro de Humo	710	Bls./día
Amoniáco	1,200	Ton./día
Alcohol Isopropílico	40	" "
Anhídrido Carbónico	244	" "
Asfalto No. 12	10	" "

La Refinería distribuye sus productos por distintos medios como lo son; Auto-Tanques, Carros-Tanques, A granel y envasados, tiene dos ductos de salida principales; uno a Morelia con capacidad de 6,000 Bls./día, - otro a Guadalajara de 17,000 Bls./día con ramal en - - Aguascalientes. Además abastece por ductos de diferentes diámetros a las Industrias cercanas como Negro-Mex que consume aceites residuales para la elaboración de - negro de humo, anhídrido carbónico, que lo prepara en - estado Líquido y amoniáco anhídrido a Fertilizantes del - Bajío.

I.2. UBICACION

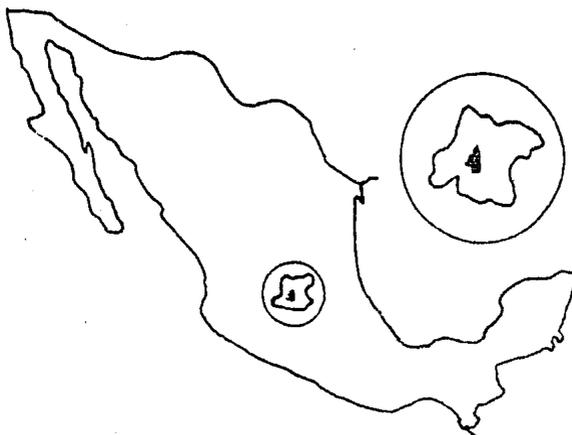
La Refinería se encuentra en el Municipio de Salamanca se localiza entre los 20°28' de latitud norte y entre los 101°21' de longitud oeste. El trazo del Municipio de Salamanca se asemeja la figura de un triángulo isósceles cuya base queda orientada hacia el sur.

Como se ve en el mapa 1, el Municipio de Salamanca se encuentra situado hacia el centro de la República y hacia el sur centro del Estado de Guanajuato.

El Municipio de Salamanca ocupa un territorio de 774 Km², en tanto la Refinería ocupa 195 Hectáreas.

La Refinería se localiza en la región geográfica conocida como el Bajío Guanajuatense, tomando ese nombre por presentar una superficie de relieve poco accidentado. Dentro del Municipio que se estudia, son pocos y no muy elevados los contrafuertes orográficos que se levantan para romper el horizonte plano de sus llanuras. Estos escasos y no muy pronunciados cerros y lomeríos son más que nada estribaciones de las grandes cadenas montañosas que circundan por el sur y por el norte del municipio salamantino. Entre ellos se señalan como de mayor importancia los cerros de Mendoza, el de la Cal, el Cerro Gordo, el de San Rafael, el de Comaleros, el Vista Hermosa, el Cerro Sotelo y el Cerrito. Sus alturas medidas sobre el nivel del mar no llegan a superar los 1,900 mts., en tanto que las planicies y valles donde se asientan alcanzan una elevación media de 1,750 mts. sobre el nivel del mar.

Esta peculiar orografía del municipio y su propia situación geográfica, determinan en gran medi-



LOCALIZACION DE SALAMANCA EN LA REPUBLICA
MEXICANA Y EN EL ESTADO DE GUANAJUATO

MAPA 1

da el tipo de clima.

Según la clasificación de Koeppen, en el Municipio de Salamanca sólo existen dos variantes de climas; ellos son:

1. En el Sur oeste, es templado moderado, lluvioso, de invierno seco no riguroso, de pradera, - con temperatura máxima (que se presenta con anterioridad al solsticio de verano) en el mes más cálido superior a 22°C.

2. En la porción restante que abarca la mayor parte del territorio municipal, es templado moderado, lluvioso en invierno y seco no riguroso, de pradera, con temperatura en el mes más cálido inferior a los 22°C.

Otra clasificación, la de Thornthwaite señala que en una pequeña parte de las tierras situadas al suroeste de San José Temascalco y en la parte central del territorio municipal, en una franja en forma de media luna, hay un clima SEMISECO - moderado, excedente estival de agua, TEMPLADO - sin cambio estacional importante; en tanto que en el resto del municipio el clima es SEMISECO - moderado, excedente estival de agua, TEMPLADO - sin cambio estacional importante.

Siguiendo esta última clasificación, que es la más correcta, hemos diseñado el siguiente mapa, con el cual se ilustra lo antes dicho. MAPA 2

Los datos que se presentan enseguida dan una idea aproximada de la frecuencia con que se presentan estos fenómenos en la climatología del municipio.

Incidencia de Adversidades Climatológicas en un período observado en 10 años (1961 - 1970).

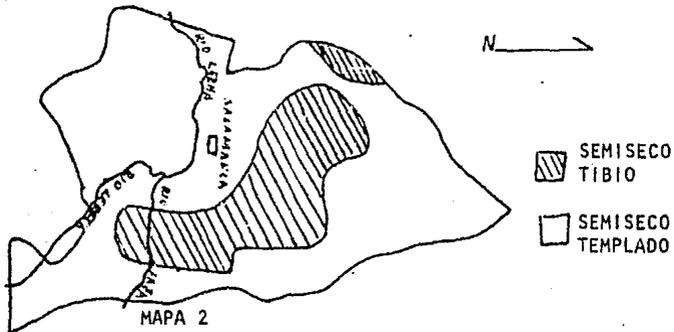
Años Secos; 3, Años Lluviosos; 4, Años Regulares; 3.

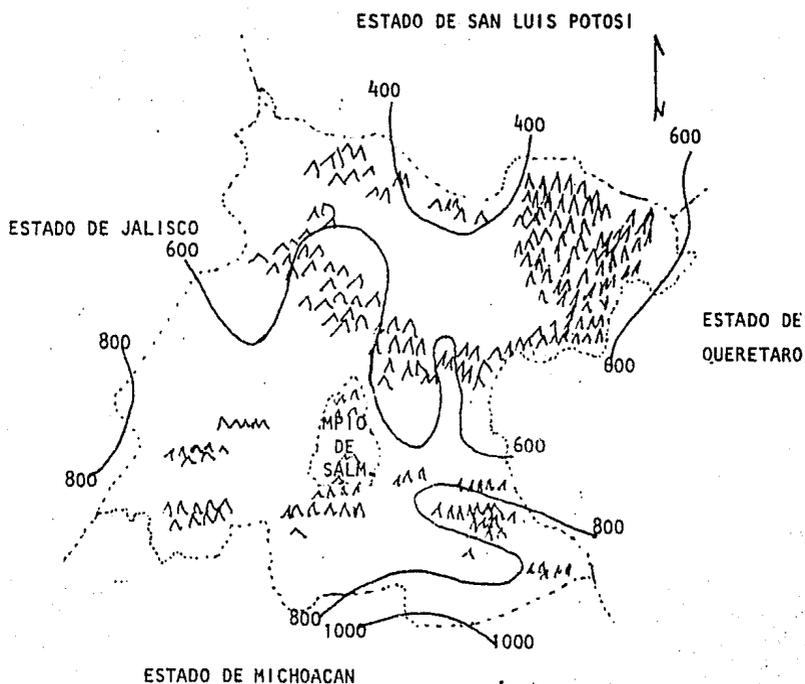
Días con Heladas; 56, meses con mayor número de días con heladas; Enero 15 días, Febrero 21 días, - Noviembre 11 días, Diciembre 8 días.

Granizadas; 24 días con granizo: Abril 4 - - días, Mayo 3 días, Junio 7 días, Julio 7 días, Agosto 3 días.

Por lo concerniente a la vegetación natural que existe en el municipio, se puede decir que la preponderante es de chaparral raquíptico, compuesta en su mayoría por huizaches, mezquites, arbustos diversos y gramas.

Con el mapa que se anexa, sirve para ubicar la Orografía y la pluviométrica del Municipio de Salamanca MAPA 3





MAPA 3

MAPA DE OROGRAFIA Y PLUVIOMETICA DEL ESTADO DE GTO.

I.3. ESTUDIO SOCIOECONOMICO DE LA ZONA DE INFLUENCIA DE LA REFINERIA

Desde otro punto de vista, del incremento absoluto de habitantes que hubo de 1960 - 1970, que fué - del 23.1%, fué debido a inmigraciones.

Por otra parte, según resultados del último - censo de población levantado en 1970, la densidad demográfica en el territorio Nacional era un promedio de - 24.6 habitantes por kilómetro cuadrado, existiendo entidades como el Distrito Federal, Morelos, Guanajuato y - otras que registraron un índice considerablemente muy - por encima de ese promedio. Guanajuato, por ejemplo, - que tradicionalmente ha sido un territorio de fuerte - presión demográfica, tenía 74.7 habitantes por kilómetro cuadrado; pero esta circunstancia, de por sí positiva por lo que significa nuevas y mayores disponibilidades de mano de obra, que pueden originar serios problemas, si no se crean abundantes fuentes de trabajo o no - se proporcionan suficientes servicios públicos a los - nuevos.

De donde si se deseara analizar en detalle como ha influido el crecimiento y diversificación económica del Municipio de Salamanca (orientado esta cada vez más hacia la industrialización) en el proceso de urbanización de su población, de los datos que aparecen en el cuadro muestran el gran impacto la industrialización y la general modernización de la economía.

MUNICIPIO DE SALAMANCA, GUANAJUATO

EVOLUCION DE LA ESTRUCTURA DE LA POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA.

RAMA DE ACTIVIDAD	1 9 3 0		1 9 4 0		1 9 5 0		1 9 6 0		1 9 7 0	
	Abs.	%								
Población económicamente activa.	<u>11 865</u>	<u>100.0</u>	<u>10 624</u>	<u>100.0</u>	<u>15 600</u>	<u>100.0</u>	<u>21 528</u>	<u>100.0</u>	<u>26 060</u>	<u>100.0</u>
En el sector primario:	<u>9 158</u>	<u>77.2</u>	<u>8 137</u>	<u>78.3</u>	<u>10 434</u>	<u>66.9</u>	<u>13 640</u>	<u>63.4</u>	<u>10 045</u>	<u>38.5</u>
Agricultura y Ganadería	<u>9 136</u>	<u>77.0</u>	<u>8 311</u>	<u>78.2</u>	<u>10 321</u>	<u>66.2</u>	<u>13 313</u>	<u>61.9</u>	<u>10 017</u>	<u>38.4</u>
Actividades Extractivas	<u>22</u>	<u>0.2</u>	<u>6</u>	<u>0.1</u>	<u>113</u>	<u>0.7</u>	<u>327</u>	<u>1.5</u>	<u>28</u>	<u>0.1</u>
En el sector secundario:	<u>1 188</u>	<u>10.0</u>	<u>901</u>	<u>8.5</u>	<u>2 081</u>	<u>13.3</u>	<u>4 549</u>	<u>21.1</u>	<u>9 077</u>	<u>34.8</u>
Industria de Transformación	<u>831</u>	<u>7.</u>	<u>783</u>	<u>7.4</u>	<u>1 762</u>	<u>11.3</u>	<u>3 372</u>	<u>17.3</u>	<u>7 054</u>	<u>27.0</u>
Industria de la Construcción.	<u>344</u>	<u>2.9</u>	<u>110</u>	<u>1.0</u>	<u>278</u>	<u>1.8</u>	<u>776</u>	<u>3.6</u>	<u>1 714</u>	<u>6.6</u>
Electricidad, Gas, etc.	<u>13</u>	<u>0.1</u>	<u>8</u>	<u>0.1</u>	<u>41</u>	<u>0.2</u>	<u>41</u>	<u>0.2</u>	<u>309</u>	<u>1.2</u>
En el sector Terciario:	<u>1 069</u>	<u>9.0</u>	<u>1074</u>	<u>10.1</u>	<u>2 233</u>	<u>14.3</u>	<u>3 336</u>	<u>15.5</u>	<u>5 125</u>	<u>19.7</u>
Comercio	<u>596</u>	<u>5.0</u>	<u>801</u>	<u>7.5</u>	<u>952</u>	<u>6.1</u>	<u>1 452</u>	<u>6.7</u>	<u>1 795</u>	<u>6.9</u>
Comunicaciones y transp.	<u>189</u>	<u>1.6</u>	<u>162</u>	<u>1.5</u>	<u>256</u>	<u>1.6</u>	<u>354</u>	<u>1.7</u>	<u>522</u>	<u>2.0</u>
Servicios	<u>56</u>	<u>0.5</u>	<u>41</u>	<u>0.4</u>	<u>1 025</u>	<u>6.6</u>	<u>1 530</u>	<u>7.1</u>	<u>2 485</u>	<u>9.6</u>
Gobierno	<u>228</u>	<u>1.9</u>	<u>70</u>	<u>0.7</u>	-	-	-	-	<u>323</u>	<u>1.2</u>
No especificadas	<u>450</u>	<u>3.8</u>	<u>332</u>	<u>3.1</u>	<u>852</u>	<u>5.5</u>	<u>3</u>	<u>0.0</u>	<u>1 873</u>	<u>7.0</u>

Los diversos factores históricos, han determinado que la zona central del país es una de las mejores en obras de infraestructura económica, estratégicamente situadas para beneficio del Municipio de Salamanca y por ende para la Refinería.

Modernas y ramificadas carreteras, baratos y eficientes servicios ferrocarrileros, telegráficos y de correos, extensas líneas de distribución de energía eléctrica, subsidiado y accesible aprovisionamiento de combustibles, extensas áreas convertidas al riego por represas imponentes, centros de investigación y difusión tecnológica, etc.

Cuenta en la actualidad con 2,373 Km de caminos carreteros. De esta cifra, 1,250 km. están pavimentados, 650 Km revestidos, 138.2 km son de terracería y 334.8 de brecha.

Los ferrocarriles cumplen una función parecida, teniendo una extensión de 918 Km formando parte de los grandes ejes nacionales.

Por lo que respecta al aprovisionamiento de combustibles por parte de la Refinería que PEMEX estableció desde 1948 en Salamanca es precisamente la que produce y distribuye prácticamente todo lo que la actividad económica de la zona centro-occidental del país requiere en tal renglón de insumos.

Más, de manera indiscutible, la empresa industrial que en todos sentidos sobrepasa a todas las demás, incluso vistas éstas en conjunto, es la de PEMEX; o sea la Refinería Ing. Antonio M. Amor, que desde los primeros años de la década de 1950 viene operando en Salamanca.

Por otra parte, hay que tomar en cuenta que esa amplia y mayoritaria participación de RIAMA en los principales conceptos que definen el sector industrial del municipio, además dentro de la rama nacional, del procesamiento y elaboración de los derivados del Petróleo.

Resultando lógico que sea tan elevado el porcentaje con que tal Refinería participa en el secundario de la economía salmantina.

Y en consecuencia el sector industrial de Salamanca, en comparación con el de los otros importantes centros fabriles de Guanajuato.

C A P I T U L O II

COSTOS Y PRESUPUESTO

II.1. ANTECEDENTES

Es importante estudiar la construcción de una obra desde su presupuesto, lo cual debe ser clara y concisa.

Para llevar a cabo la construcción de los Tanques fué necesario hacer los siguientes estudios:

- a) Estudio de Campo
- b) Estudio del comercio de zona
- c) Selección del Equipo

Estudios de Campo

Estos estudios son de vital importancia para la determinación de los precios unitarios y para la selección del Equipo que se vaya a utilizar.

Como el trabajo a desarrollar era la construcción de cuatro Tanques Verticales, fué necesario conocer el tipo de suelo del lugar, porque se harían excavaciones para la cimentación de los Tanques, Diques y Racks.

Otra observación importante fué tomar en cuenta que se trabajaría en una zona de Trabajo, por eso se deben tomar las precauciones máximas de seguridad (apoyados por Contra incendio de PEMEX).

También conocer las características importantes como lo son; El nivel freático, Topografía del lugar. Por el agua que se utilizaría sería de los hidrantes ya que no afectan la resistencia del concreto.

Estudios del Comercio de la Zona

Es importante para la obra, porque se tiene -

la necesidad de obtener artículos Básicos como lo son: Cemento, Varilla, Madera, Clavo, Guantes, Alambón, Oxígeno, Acetileno, Soldadura, Cardas, Gafas, etc.

Lo cual no causó ningún problema ya que a dos kilómetros se encuentra la Ciudad de Salamanca con un amplio surtido de estos artículos básicos.

Con lo que respecta a materiales cementantes y Petreros existen Uniones que los venden puestos en la obra, como lo son: Tepetate, Arena, Grava de 3/4" hasta 1 1/2".

Selección de Equipo

Para lo cual es necesario conocer varios aspectos como lo son: El tamaño de la Obra, El tiempo de que se dispone para la construcción, El Equipo del que dispone la constructora, estado del mismo, Recursos Económicos de la Empresa y el lugar donde se localiza la Obra.

Porque sin tomar en cuenta estos, se puede caer en muchos errores que dan lugar al retraso de la obra y a una pérdida considerable.

Es importante conocer los materiales para seleccionar los óptimos ó adecuados para las condiciones de trabajo, de servicio (calidad), de acuerdo a los recursos económicos de que se dispongan.

El precio de adquisición; es el costo del material que se toma para el precio unitario, componiéndose este de la siguiente forma; costo en su lugar de origen, más el costo de transporte incluyendo carga y descarga, más los desperdicios en su transportación y en su utilización.

Existe una gran variedad de precios de adquisición dependiendo de varios factores como lo son: La abundancia y la escasez, la fluctuación de la oferta y la demanda, el transporte, el almacenamiento y en casos especiales los derechos y regalías y el riesgo en su mayoría se traduce como un desperdicio mayor al normal.

II.2. CARGOS QUE INTEGRAN EL PRECIO UNITARIO

Al iniciar una construcción el éxito de la obra depende de la habilidad para manejar el elemento Humano y el Equipo, logrando hacerlo en el menor tiempo y al más bajo costo, no dejando a un lado la calidad del trabajo.

Por lo cual el Precio Unitario es una importante etapa dentro del proceso constructivo general. Pero no es posible calcularlos sin apoyo de especificaciones, siendo estas las que definen la obra que se requiere.

En términos generales el precio unitario se compone así:

	MATERIALES		
COSTOS	MANO DE OBRA		
DIRECTOS	EQUIPO		
		COSTO	PRECIO
		UNITARIO + UTILIDAD =	UNITARIO
	ADMON. EN OBRA		
COSTOS	ADMON. CENTRAL		
INDIRECTOS	FINANCIAMIENTO		
	FIANZAS Y SEGUROS		
	IMPREVISTOS		

De la tabla anterior concluimos que los elementos que integran el Precio Unitario, como lo son; el elemento costo directo, el elemento costo indirecto y el elemento utilidad constituyen los llamados "FACTORES DE CONISTENCIA".

II.3. COSTO DIRECTO

II.3.1. MATERIALES:

II.3.2. MANO DE OBRA

En la industria de la construcción los sistemas existentes para cubrir el importe de un trabajo son:

- a) POR DIA
- b) POR DESTAJO
- c) POR TAREA

POR DIA; se pagará al trabajador una cantidad - fija por una jornada normal de trabajo.

POR DESTAJO; se le valorizará previamente una - unidad de trabajo y se le remunera al trabajador en base a las unidades desarrolladas de trabajo.

POR TAREA; consiste en asignar un trabajo deter- minado por día.

De los tres sistemas anteriores tienen sus ven- tajas y desventajas, por lo que se estudian minuciosamen- te cada uno de ellos, ya que en la obra se pueden aplicar los tres simultáneamente, dependiendo de las condiciones de ésta.

Pero lo más normal es el POR DIA obteniéndose óptimos resultados y un bajo costo. Al pago que recibe - el trabajador por una jornada normal de trabajo se denomi- na SALARIO, el monto de este se determina en base al - tiempo trabajado, al tipo de trabajo, a las condiciones - de su realización y a la capacidad y preparación del tra- bajador.

En el medio de la construcción y para efecto de análisis de costos por mano de obra llamaremos SALARIO - DIARIO, BASE ó SALARIO NOMINAL. A la paga en efectivo al trabajador por día transcurrido. SALARIO MINIMO al esta- blecido por la Comisión Nacional de Salarios Míminos, el cual es variante por las zonas y categorías de trabajadores

que esta misma establece. Los cuales son importantes co
nocer para poder establecer el SALARIO REAL.

SALARIO REAL; a la erogación total del patrón por día de trabajo, que incluye pagos directos del trabajador, prestaciones en efectivo y en especie, pagos al Gobierno por concepto de impuestos y pagos a instituciones de beneficio social.

Para poder integrar el Salario Real del trabajador; PRIMERO: los trabajadores tienen derecho a recibir como recompensa a su trabajo los pagos directos mínimos anuales como son:

Por cuota diaria	365 días
Por prima vacacional 0.25 x 6 días	1.5 "
Por aguinaldo	<u>15</u> "
SUMA	381.5 "

SEGUNDO: a descansar, con goce de sueldo los siguientes días:

Por séptimo día	52 días
Por festivos	7.17"
Por vacaciones	<u>6</u> "
SUMA	65.17"

TERCERO: por experiencia y política del constructor:

Por fiestas de costumbre	3 días
Por enfermedad no profesional	2 "
Por mal tiempo y otros	<u>4</u> "
SUMA	9 "

TOTAL: 74.17 DIAS.

Por lo tanto:

$$\text{FACTOR POR CONCEPTO DE PRESTACIONES DE LEY} = \frac{381.5 \text{ días pagados}}{290.83 \text{ días laborados}} = 1.3118$$

$$\underline{\underline{\text{FACTOR}}} = \underline{\underline{31.18 \%}}$$

En forma similar se obtienen otros factores como lo son:

EL INFONAVIT; por decreto presidencial las aportaciones del patrón en efectivo sobre el salario ordinario del trabajador de un 5 %.

Por lo tanto:

$$\text{FACTOR} = \frac{0.05 \times 381.5 \text{ días de salario ordinario}}{290.83 \text{ días laborados}} = 0.0656$$

$$\underline{\underline{\text{FACTOR}}} = \underline{\underline{6.56 \%}}$$

EL SEGURO SOCIAL; por disposiciones legales vigentes emanadas de los principios constitucionales en el régimen obligatorio de la ley, comprende los siguientes seguros:

- a) Riesgos de trabajo
- b) Enfermedad y maternidad
- c) Invalidez, vejez, cesantía en edad avanzada y muerte
- d) Guarderías para hijos de aseguradas

En la tabla que se anexa se resumen los importes de las cuotas vigentes que se deben pagar al Seguro Social.

De la tabla se obtienen:

PARA SALARIO MINIMO:

Enfermedad y maternidad	7.8750 %
Invalidez, vejez, etc.	5.2500 %
Riesgo de trabajo	
1.25 x 5.25 %	6.5625 %

GRUPO DE SALARIO.	SALARIO DIARIO		C U O T A S S E M A N A L E S								
	Más de	Hasta	De Enfermedad y Maternidad		De Invalidez, Vejez, Cesantía y Muerte.			TOTAL CUOTA SEMANAL		Suma	
	Del Patrón	Del Asegurado	Del Patrón	Del Asegurado	Del Patrón	Del Asegurado	Del Patrón	Del Asegurado	Del Patrón		Del Asegurado
O	-	80.00	29.53	11.81	41.34	19.70	7.88	27.58	49.23	19.69	68.92
P	80.00	100.00	34.45	14.18	49.63	23.63	9.45	33.08	59.08	23.63	82.71
R	100.00	130.00	45.28	18.11	63.39	30.19	12.08	42.27	75.47	30.19	105.66
S	130.00	170.00	59.06	23.63	82.69	39.38	15.75	55.13	98.44	39.38	137.82
T	170.00	220.00	76.78	30.71	107.40	51.19	20.48	71.67	127.97	51.19	179.16
U	220.00	280.00	98.44	39.38	137.82	65.63	26.25	91.88	164.07	65.63	229.70
W	280.00	10 veces Salario Mínimo Vigente en el D.F.	5.625%	2.250%	7.875%	3.750%	1.500%	5.250%	9.375%	3.750%	13.125%

Cuotas obrero-patronales al Seguro Social, por semana y grupo de salario.

SUMA 19.6875 %

Por lo que:

$$\frac{0.196875 \times 381.5 \text{ días pagados}}{290.83 \text{ días laborados}} = 0.2583 \%$$

$$\underline{\text{FACTOR}} = \underline{25.83 \%}$$

PARA SALARIO MAYOR AL MINIMO:

Enfermedad y maternidad 5.6250 %

Invalidez y vejez, etc. 3.7500 %

Riesgo de trabajo 6.5625 %

SUMA 15.9375 %

Por lo que:

$$\frac{0.159375 \times 381.5 \text{ días pagados}}{290.83 \text{ días laborados}} = 0.2091 \%$$

$$\underline{\text{FACTOR}} = \underline{20.91 \%}$$

Por GUARDERIA para los asegurados es el 1 % de la cuota diaria.

Por lo que:

$$\frac{0.01 \times 365 \text{ días de cuota diaria}}{290.83 \text{ días laborados}} = 0.0126 \%$$

$$\underline{\text{FACTOR}} = \underline{1.26 \%}$$

La EDUCACION: Por decreto presidencial se debe pagar el 1 % sobre diversas percepciones y erogaciones, es una aportación que se dedica a la Enseñanza media y superior, Técnica universitaria. Este impuesto es sobre los días pagados.

Por lo que:

$$\frac{0.01 \times 381.5 \text{ días pagados}}{290.83 \text{ días laborados}} = 0.0131 \%$$

$$\underline{\text{FACTOR}} = \underline{1.31 \%}$$

Por lo tanto la integración del salario real - del trabajador nos da un incremento denominado "FACTOR - DE SALARIO REAL".

LA SUMA DE FACTORES NOS DA:

$$\begin{array}{l} \text{FACTOR DE SALARIO BASE A} \\ \text{SALARIO REAL PARA SALARIO} \\ \text{MINIMO} \end{array} = 66.14 \%$$

$$\begin{array}{l} \text{FACTOR DE SALARIO BASE A} \\ \text{SALARIO REAL PARA SALARIO} \\ \text{MAYOR AL MINIMO} \end{array} = 61.22 \%$$

II.3.3. EQUIPO

La obra puede ser ejecutada mediante diversos procesos de construcción y empleando diferentes Equipos, pero estos deben de cumplir los plazos fijados, las especificaciones del diseño, en forma óptima desde el punto de vista económica.

Deberán, por lo tanto realizarse estudios cuidadosos, a fin de determinar cuál es la maquinaria más conveniente para la óptima ejecución de la obra.

El proceso a seguir primeramente es la selección de Equipo, en seguida la obtención de sus costos - horarios de la operación de maquinaria.

El cual está integrado por los siguientes cargos:

- 1) CARGO FIJO
- 2) CARGO POR CONSUMO
- 3) CARGO POR OPERACION

Y a su vez están formados estos:

CARGO FIJO:

a) Cargo por depreciación, el cual consiste en hacer un cargo al costo directo Hora-Máquina por un sistema lineal representado por:

$$D = \frac{V_a - V_r}{V_e}$$

D = depreciación por hora efectiva de trabajo

V_a = valor de adquisición

V_r = Valor de rescate

V_e = vida económica del equipo expresado en horas (período de 5 años)

b) Cargo por Inversión, consistente en el interés correspondiente al capital invertido, se representa así:

$$I = \frac{Va - 1 - Vr}{2 Ha} i$$

I = CARGO POR INVERSION por hora efectiva

Ha = Número de horas efectivas que el equipo trabaja durante el año.

i = Tasa de interés en vigor (42 y 48%).

c) Cargo por seguros, es el riesgo que corre el equipo en su vida económica representado por:

$$S = \frac{Va - 1 - Vr}{2 Ha} s$$

s = Prima anual (3% a 6 %)

S = Cargo por seguro por hora efectiva de trabajo.

d) Cargo por almacenaje, es el pago por guardar y vigilar el equipo durante su vida económica, se presenta así:

$$A = K D$$

A = Cargo por almacenaje

K = Coeficiente variable y dependiente del equipo que se trate (0.05 a 0.10)

D = Depreciación

e) Cargo por mantenimiento, son las erogaciones necesarias para conservar la maquinaria en buenas condiciones y se formula así:

$$M = Q D$$

M = Cargo por mantenimiento

Q = Coeficiente que incluye el mantenimiento mayor como menor (1.0 a 0.50)

CARGOS POR CONSUMO

a) Combustibles son los gastos por consumo de gasolinas ó diesel. para que desarrollen su trabajo.

$$E = eP_c$$

E = Cargo por consumo
 e = Cantidad de combustible, de consumo
 (Motores diesel = 0.20 Lts. por H.P.
 op/hr.)
 (Motores gasolina = 0.24 Lts. por H.P.
 op/hr.)
 P_c = Precio del combustible.

b) Cargo por consumo de Energía, que utilizan equipos para su desarrollo.

$$E_c = N \times E_m \times P_e$$

E_c = Energía consumida
 N = Eficiencia del motor eléctrico
 E_m = Energía mecánica utilizable
 P_e = Precio de la energía utilizada

Pero para la práctica se usa:

$$E_c = 0.653 \text{ H.P.} \times P_e$$

E_c = Energía consumida en KW H
 HP = Potencia del motor
 P_e = Precio del KW H puesto en la máquina

c) Cargo por lubricantes, es la erogación por consumo y cambios de aceites y grasas.

$$L = a P_e$$

L = Cargo por consumo de lubricantes
 a = Cantidad de aceite necesaria y se obtiene; $a = c/t + 0.0030 \times \text{HP op}$
 para máquinas/100 HP
 $a = c/t + 0.0035 \times \text{HP}$
 para máquinas/100 HP

Pe = Precio de aceites

CARGOS POR OPERACION

Son el pago de salarios al personal encargado de la operación de la máquina.

$$O = \frac{St}{H}$$

O = Cargo por operación

St = Salarios del personal que opera el equipo

H = Horas efectivas que trabaja el equipo

Con la suma de estos cargos obtenemos el COSTO DIRECTO DE HORA MAQUINA.

II.4. COSTOS INDIRECTOS

Son los gastos que ejerce una empresa, para hacer posible la prosecución de todas sus operaciones en las obras a su cargo. A grandes rasgos se pueden clasificar:

- a) Administración Central; la que se encarga de conducir, controlar y vigilar las operaciones de la empresa, algunos gastos son:
- Honorarios de Directivos y Ejecutivos
 - Honorarios y sueldos de personal administrativo
 - Salarios de personal de servicio
 - Impuesto y Seguro Social del personal anterior
 - Gastos de representación
 - Consultorias y asesorías
 - Estudios é investigaciones
 - Iguales en asuntos jurídicos y fiscales
 - Depreciación, rentas y mantenimiento de edificios.
 - Depreciación de muebles y enseres
 - Previsión para cuentas de cobro dudoso
 - Previsión para períodos de inactividad
 - Depreciación, renta y operación de vehículos
 - Servicios médicos de emergencia
 - Indemnizaciones.
 - Gastos de oficina: papelería, correos, teléfonos, luz, etc.
 - Preparación de concursos
 - Publicidad y promoción
 - Donativos
- b) Administración de Campo; los gastos que ejecuta una constructora en el lugar de la obra, - originados por el personal Técnico administrativo del campo, que dirige y supervisa la ejecución de la obra, algunos de estos gastos son los siguientes:

- a) Honorarios, sueldos y prestaciones
- b) Instalaciones y obras provisionales
- c) Transporte, Fletes y acarreos
- d) Gastos de oficina
- e) Varios

Representando en un 5% a un 20% del Costo Directo total de una Obra.

FINANCIAMIENTO

Este renglón es uno de los más delicados porque se pueden ocasionar grandes pérdidas para la empresa, depende el monto del financiamiento según la obra de que se trate. Se puede calcular de una manera denominada FLUJO DE CAJA (cashflow). De donde se hace un programa de ingresos y egresos y al resultado de este se aplica la tasa de interés vigente. Lo cual puede representarse de un 0% - hasta el 50% del COSTO TOTAL DE LA OBRA.

FIANZAS, SEGUROS, ETC.

Se consideran del 1% al 4% del COSTO TOTAL DE LA OBRA por fianzas, seguros, multas, recargos, regalías, etc.

IMPREVISTOS

En resumen es el grado de incertidumbre que se tenga con respecto a todos y cada uno de los factores de costo de obra; y varia entre 2% y 5% del COSTO DIRECTO TOTAL DE LA OBRA.

II.5. UTILIDAD

Es la ganancia que recibe el empresario por el

trabajo producido y los riesgos afrontados, tomándose como el 10% de la suma del Costo Directo más el costo Indirecto.

CARGOS ADICIONALES

Son los que no están contenidos ni en los cargos directos, ni en los indirectos, ni en la utilidad, - como pueden ser:

- a) El pago de los derechos de inspección de - Obras Públicas 0.5% del importe total contratado.
- b) Pago de capacitación del trabajador 0.2% del importe total contratado.
- c) Pago de Impuestos Estatales, Municipales que se paga cuando una constructora trabaja en - provincia.

II.6. MEMORIA DE CALCULO

AREA GENERAL: Del cuadro anexo se obtiene,

$$\begin{aligned} \text{AREA TOTAL} &= \text{AT} = \text{E} - (192.62 + 4.00) \text{ -- } \text{E} - (80.87 - 4.00) \times \\ &\quad \text{N} - (1407.35 + 4.00) \text{ -- } \text{N} - (1299.02 - 4.00) \\ \text{AT} &= 13,930.52 \text{ M}^2 \end{aligned}$$

NIVELES DADOS POR TOPOGRAFIA

$$\begin{aligned} \text{NIVEL DE TERRENO NATURAL} &= \text{N.T.N.} = 22.85 \text{ m} \\ \text{NIVEL DE PISO TERMINADO} &= \text{N.P.T.} = 22.40 \text{ m} \\ \text{NIVEL DE DESPLANTE} &= \text{N.D.} = 22.40 - (0.05 + 0.20) = 22.15 \text{ m} \end{aligned}$$

POR LO QUE :

$$\begin{aligned} \text{AREA DE DESMONTE} &= 1.393 \text{ Ha} \\ \text{VOL. DE DESPALME} &= 13,930.52 \times 0.45 = 6,268.73 \text{ M}^3. \\ \text{VOL. DE EXCAVACION} &= 13,930.52 \times 0.25 = 3,482.63 \text{ M}^3. \\ \text{TRAZO Y NIVELACION} &= 13,930.52 \text{ M}^2. \\ \text{EXTRACCION Y CARGA A CAMIONES} &= 9,751.36 \text{ M}^3. \end{aligned}$$

AREA DE TANQUES VERTICALES

$$\text{AREA POR TANQUE} = \text{A} = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{5.1416 \times 32.78 \times 32.78}{4} = 843.93 \text{ M}^2$$

$$\text{ESPESOR DE EXCAVACION} = 22.40 - (0.50 + 0.10 + 0.80) = 21.00$$

$$\text{NIVEL DE INICIO DE CIMENTACION} = \text{N.I.C.} = 21.00 \text{ m}$$

$$\text{ESPESOR DE EXCAVACION} = 1.40 - 0.25 = 1.15 \text{ m}$$

$$\text{VOLUMEN} = 843.93 \times 1.15 = 970.52 \text{ M}^3$$

$$\begin{aligned} \text{VOLUMEN TOTAL} &= 970.52 \times 4 = 3,882.08 \text{ M}^3 \text{ EN BCO.} \\ &= 5,046.70 \text{ M}^3 \text{ SUELTOS} \end{aligned}$$

RELLENO DE CEMENTANTE COMPACTADO AL 95% PARA DESPLANTE DE PLANTILLA

$$\text{A} = 843.93 \text{ M}^2 \quad \text{ESPESOR} = 0.80 \text{ M (CUATRO CAPAS DE 20 CM.)}$$

$$\text{V} = 843.93 \times 0.80 = 675.14 \text{ M}^3$$

$$\text{VT} = 675.14 \times 4 = 2,700.56 \text{ M}^3$$

DESPLANTE DE PLANTILLA

$$\text{De} = 30.78 - 0.50 = 31.78 \text{ m}$$

$$\text{Di} = \text{De} - (1.00 + 1.80 + 0.40) = 28.58 \text{ m}$$

$$\text{Pe} = \text{De} = 99.84 \text{ M}$$

EJE DE DIQUE N-1299.02

EJE DE DIQUE N-1407.35

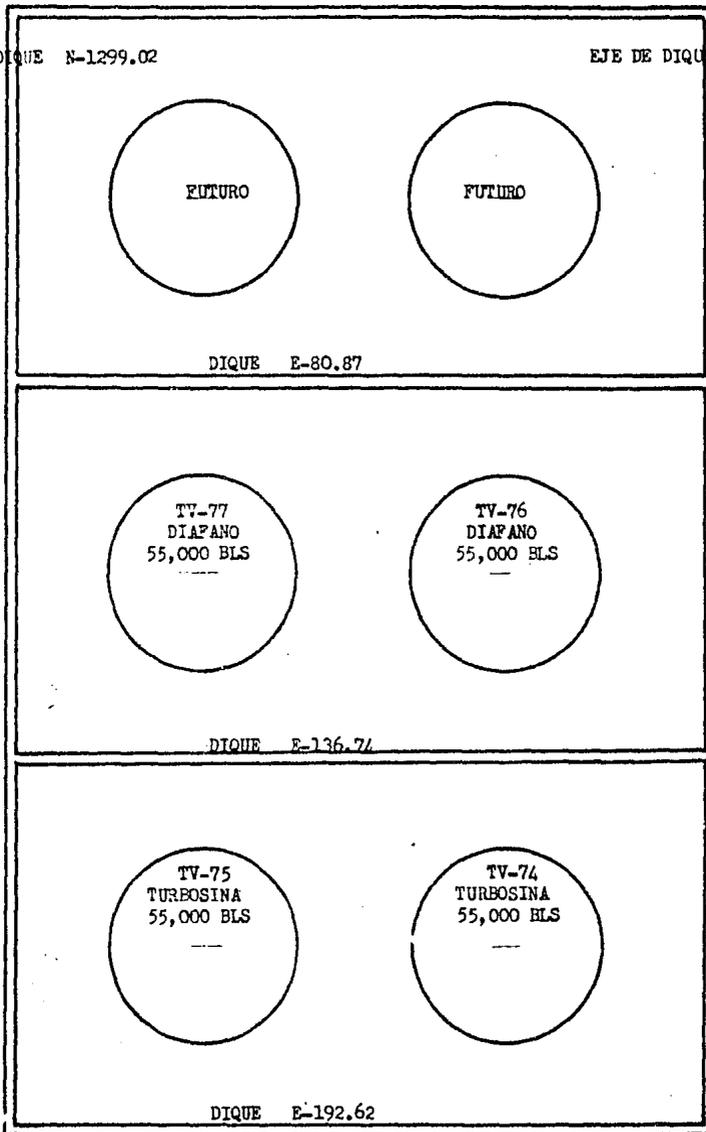


FIG 1

FIG 1

$$P_i = D_i = 89.79 \text{ M}$$

$$A = \frac{\pi}{4} (D_e^2 - D_i^2) = 151.70 \text{ M}^2$$

$$V = 151.70 \times 0.10 = 15.17 \text{ M}^3$$

$$\text{CIMBRA EN FRONTERAS} = (P_e + P_i) \times 0.10 \times 4 = 75.85 \text{ M}^2$$

$$\text{ELABORACION DE CONCRETO } F_c = 50 \text{ Kg / cm}^2 = 15.17 \text{ M}^3$$

$$\text{VACIADO EN PLANTILLAS DE 10 cm} = 151.17 \text{ M}^2$$

DESPLANTE DE CIMENTACION

DEL CROQUIS OBTENEMOS:

ACERO DE REFUERZO

$$\text{de } 1/2 \text{ " } \emptyset = 2,194.00 \text{ Kg.} \times 4 = 8.776 \text{ Ton}$$

$$\text{de } 3/4 \text{ " } \emptyset = 4,064.00 \text{ Kg.} \times 4 = 16.256 \text{ Ton}$$

CIMBRA EN ZAPATA

$$A_1 = \pi \times 30.78 \times 0.25 = 24.17 \text{ M}^2$$

$$A_2 = \pi \times 28.98 \times 0.20 = 18.21 \text{ M}^2$$

$$A_t = 42.38 \text{ M}^2 \times 4 = 169.52 \text{ M}^2$$

CIMBRA EN CERCHA

$$A_1 = \pi \times 30.78 \times 1.15 = 111.20 \text{ M}^2$$

$$A_2 = \pi \times 30.18 \times 1.15 = 109.04 \text{ M}^2$$

$$A_t = 220.24 \text{ M}^2 \times 4 = 880.96 \text{ M}^2$$

ELABORACION DE CONCRETO

EN ZAPATA $F_c = 200 \text{ Kg/cm}^2$

$$V = (\pi \times 29.58 \times 0.225 \times 0.60) + (\pi \times 30.48 \times 0.30 \times 0.25)$$

$$V = 19.73 \text{ M}^3 \times 4 = 78.92 \text{ M}^3$$

EN MURO HASTA "2 M"

$$V = \pi \times 30.48 \times 0.30 \times 1.15 = 33.04 \text{ M}^3 \times 4 = 132.16 \text{ M}^3$$

VACIADO EN ZAPATAS

$$V = 78.92 \text{ M}^3$$

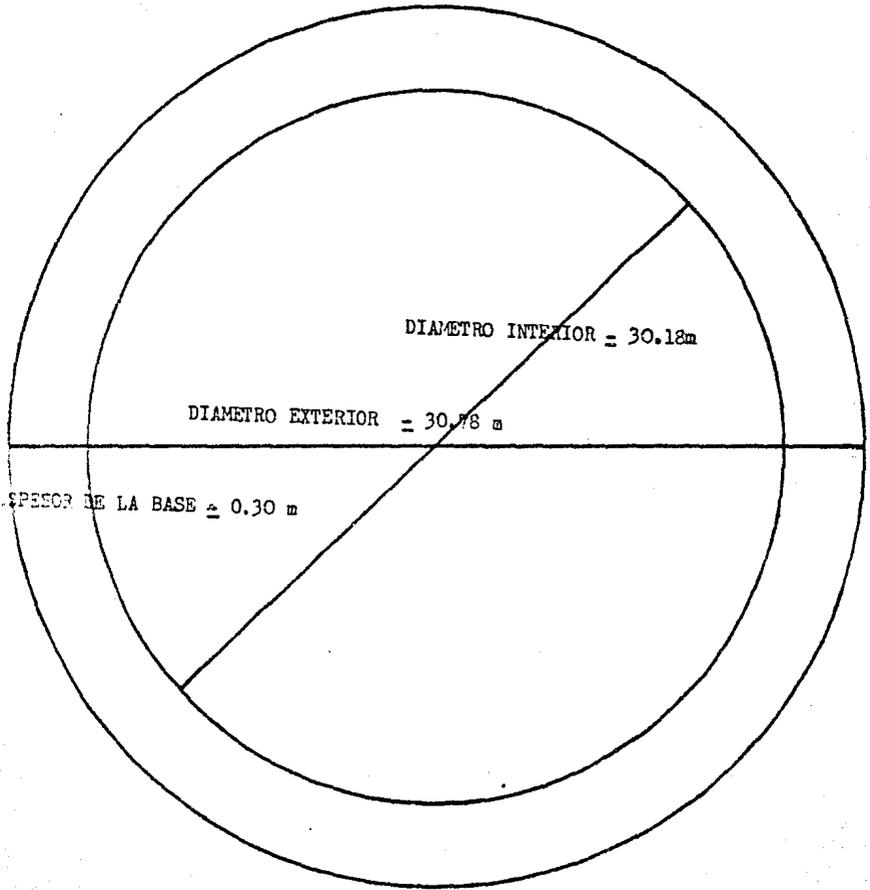
VACIADO EN MUROS HASTA DE 2 Mts.

$$V = 132.16 \text{ M}^3$$

RELLENO DE CEMENTANTE

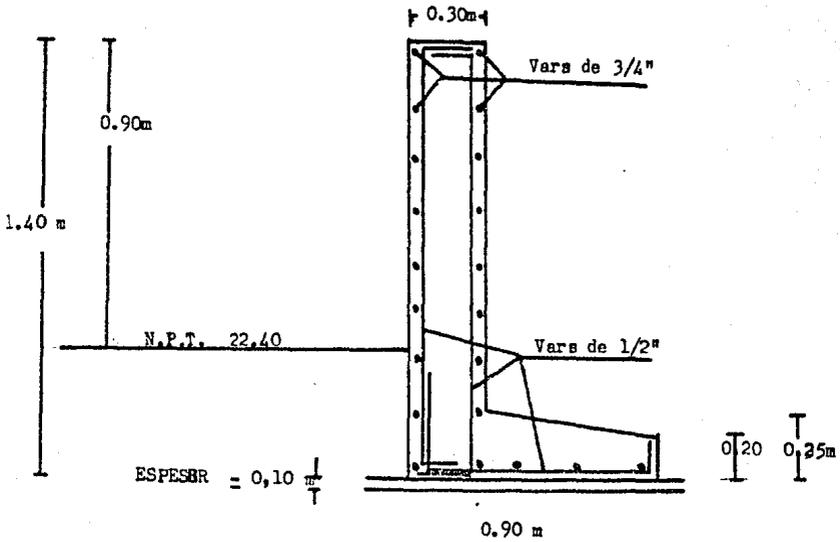
$$\text{EXTERIOR DE LOS TANQUES } V = \pi \times 31.78 \times 1.00 \times 0.35 = 34.94 \text{ M}^3$$

$$V_T = 34.94 \times 4 = 139.76 \text{ M}^3$$



CIMENTACION DE UN TANQUE VERTICAL DE CUPULA FIJA CON CAPACIDAD DE 55,000 BLS.

FIG 2



ARMADO EN CIMENTACION DE UN TANQUE DE 55,000 BLS.

FIG 3

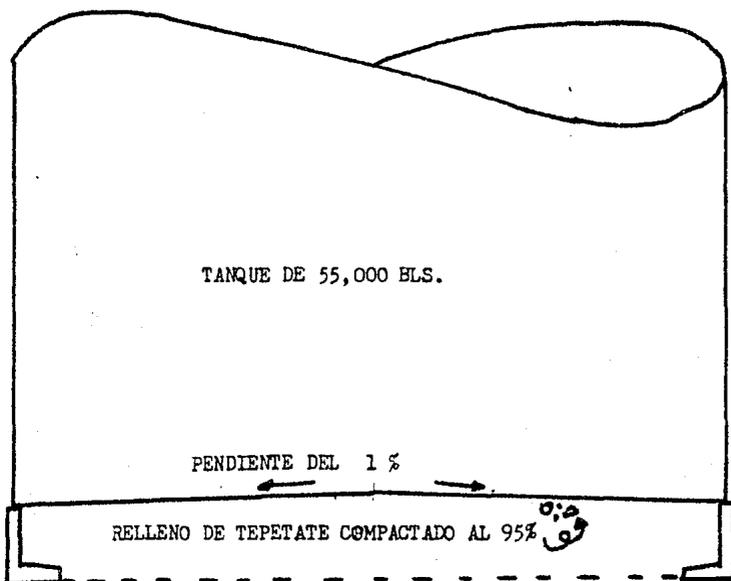
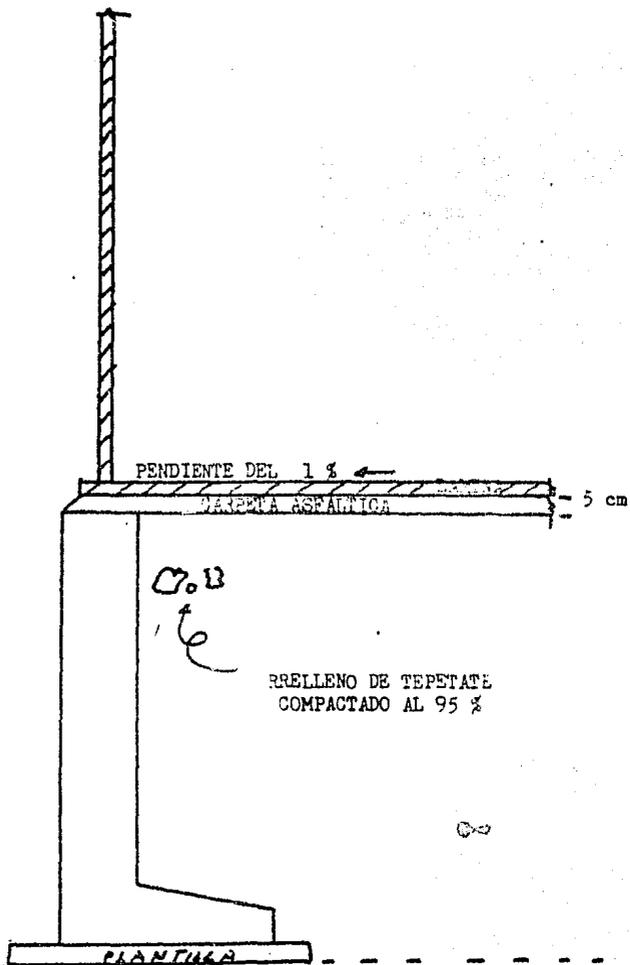


FIG. 4



DETALLE DE LA PENDIENTE EN LA CARPETA ASFALTICA
Y COMPACTACION

FIG. 5

INTERIOR DE LOS TANQUES

$$V = \left(\frac{\pi \times 30.18 \times 30.18}{4} \right) \times 1.40 = 1,001.52 \text{ M}^3$$

$$VT = 1,001.52 \times 4 = 4,006.08 \text{ M}^3$$

AFINE DE AREA PARA RECIBIR LA CARPETA ASFALTICA

$$A = 715.37 \text{ M}^2 \times 4 = 2,861.48 \text{ M}^2$$

$$\text{El } 10\% \text{ es} = 286.15 \text{ M}^2$$

AREA QUE RECIBE LA CARPETA ASFALTICA

$$A = \frac{\pi \times 30.78 \times 30.78}{4} = 744.09 \text{ M}^2$$

$$A = 744.09 \times 4 = 2,976.37 \text{ M}^2$$

AREA GENERAL

RELLENO DE CEMENTANTE

$$A = 13,930.52 - 2,976.37 = 10,954.15 \text{ M}^2$$

$$\text{ESPEJOR} = 0.20 \text{ M}$$

$$V = 2,190.83 \text{ M}^3$$

DIQUES

$$\text{EXCAVACION } L = D1 + D2 + D4 + D5$$

$$D1 = D2 = D3 = 1,407.35 - 1,299.02 = 108.33 \text{ M}$$

$$D4 = D5 = 192.62 - 80.87 = 111.75$$

$$L = 548.49 \text{ M}$$

DE LA SECCION TIPICA SE OBTIENE:

$$\text{ESPEJOR} = 0.35 - 0.25 - 0.05 - 0.40 = 1.05 \text{ M}$$

$$\text{ANCHO} = 1.95 - 0.50 - 0.50 = 2.95 \text{ M}$$

$$V = 548.49 \times 2.95 \times 1.05 = 1,698.95 \text{ M}^3$$

RELLENO DE CEMENTANTE

$$V = 548.49 \times 2.95 \times 0.40 = 647.22 \text{ M}^3$$

PLANTILLA

$$\text{CIMBRA } A = (548.49 - 548.49) \times 0.05 = 54.85 \text{ M}^2$$

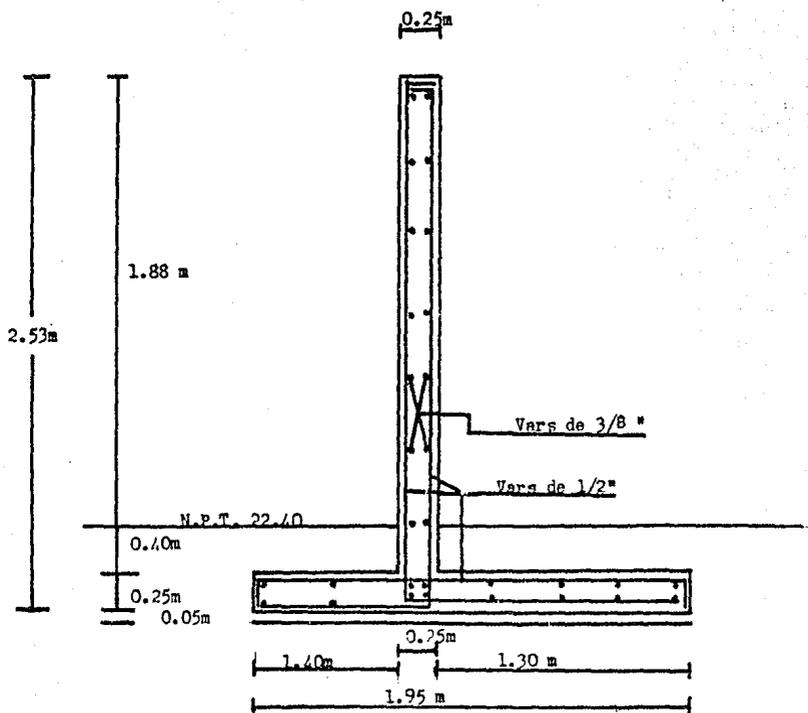
$$\text{CONCRETO } V = 548.49 \times 1.95 \times 0.05 = 53.48 \text{ M}^3$$

$$\text{VACIADO } A = 548.49 \times 1.95 = 1,069.56 \text{ M}^2$$

ACERO DE REFUERZO

$$3/8" \text{ de } \emptyset = 12,098.16 \text{ Kg} = 12.098 \text{ Ton}$$

$$1/2" \text{ de } \emptyset = 19,755.97 \text{ Kg} = 19.756 \text{ Ton}$$



SECCION TIPICA DE DIQUE EXTERIOR E INTERIOR

F I G. 6

ZAPATA

$$\text{CIMBRA A} = 0.25 \times 2 \times 548.49 = 274.25 \text{ M2}$$

$$\text{CONCRETO V} = 0.25 \times 1.95 \times 548.49 = 267.39 \text{ M3}$$

$$\text{VACIADO V} = 267.39 \text{ M3}$$

MUROS

$$\text{CIMBRA 0 - 2 m A} = 1.00 \times 2 \times 548.49 = 1,096.98 \text{ M2}$$

$$2 - 4 \text{ m A} = 0.24 \times 2 \times 548.49 = 263.28 \text{ M2}$$

$$\text{CONCRETO 0 - 2 V} = 2.24 \times 0.15 \times 548.49 = 184.29 \text{ M3}$$

$$\text{VACIADO 0 - 2 V} = 2.00 \times 0.15 \times 548.49 = 164.55 \text{ M3}$$

$$2 - 4 \text{ V} = 0.24 \times 0.15 \times 548.49 = 19.74 \text{ M3}$$

JUNTAS DE CONSTRUCCION EN DIQUES: Por especificaciones de las normas de construcción de PEMEX se harán cada 15 m POR LO QUE SERAN DE P.V.C. DE 229 mm DE ANCHO

$$D1 = 7 \text{ JTAS.} = D2 = D3$$

$$D4 = 8 \text{ JTAS.} = D5$$

$$\text{LONG. DE LA JUNTA} = 1.95 - 2.24 = 4.19 \text{ M}$$

$$L = 37 \times 4.19 = 155.03 \text{ M}$$

ESCALERAS

$$\text{CIMBRA} = 4.75 \text{ M2} \times 8 = 38 \text{ M2}$$

$$\text{CONCRETO} = 0.81 \text{ M3} \times 8 = 6.48 \text{ M3}$$

$$\text{ACERO } 3/8" \text{ } \emptyset = 0.020 \text{ Ton} \times 8 = 0.160 \text{ T}$$

$$1/2" \text{ } \emptyset = 0.023 \text{ Ton} \times 8 = 0.184 \text{ T}$$

$$5/8" \text{ } \emptyset = 0.012 \text{ Ton} \times 8 = 0.096 \text{ T}$$

$$\text{VACIADO} = 6.48 \text{ M3}$$

RACKS DE TUBERIAS

DEL CROQUIS ANEXO SE OBTIENE

$$\text{PROFUNDIDAD} = 1.30 - 0.20 - 0.07 - 0.40 = 1.97 \text{ M}$$

$$\text{NIVEL EXISTENTE} = 22.35$$

$$\text{N.PT.} = 22.40$$

$$\text{NIVEL DE FONDO DE TUBERIA} = 22.81$$

$$\text{POR LO TANTO } 22.81 - 1.97 = 22.84 = \text{NIVEL DE DESPLANTE DE RACKS}$$

$$\text{PROFUNDIDAD DE EXCAVACION} = 22.35 - 22.84 = 1.56 \text{ M}$$

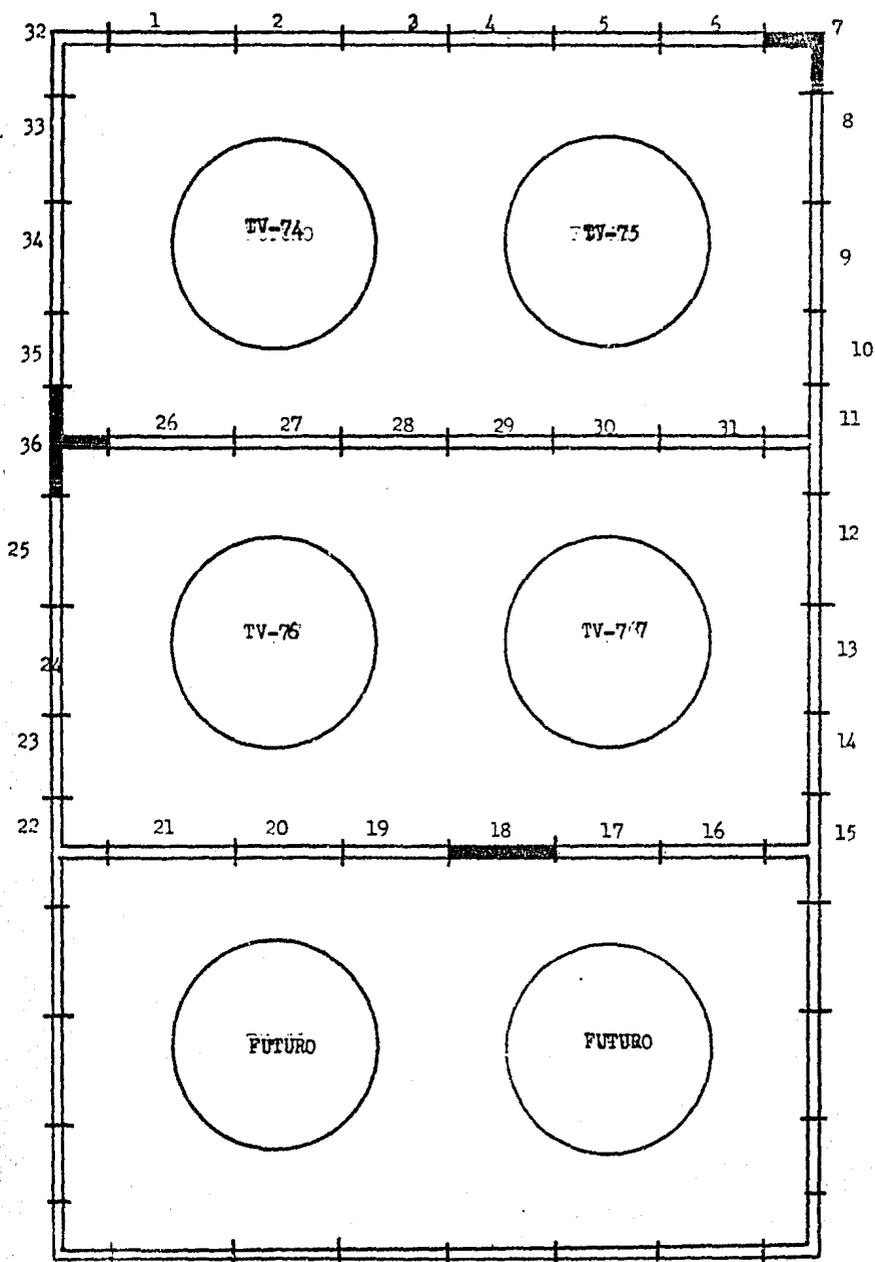
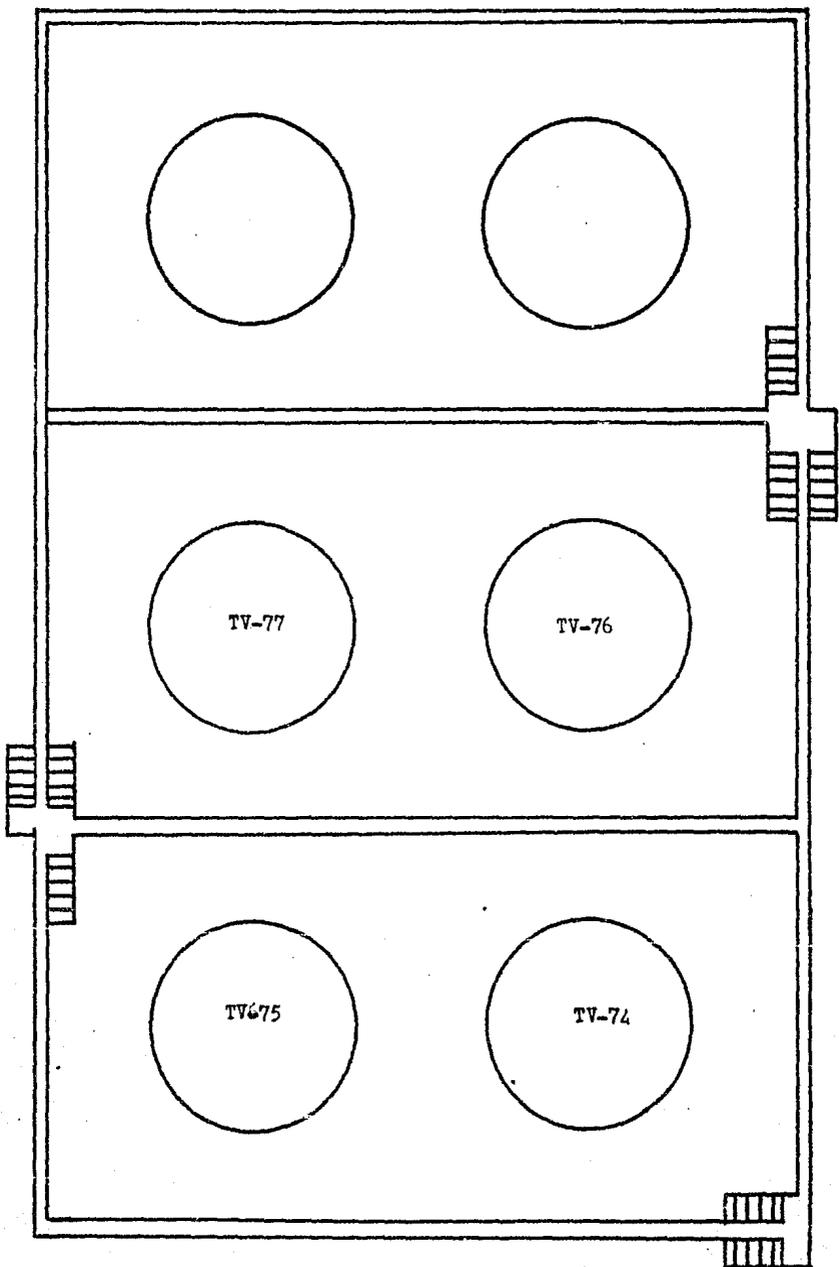


FIG. 7



LOCALIZACION DE ESCALERAS

FIG. 8

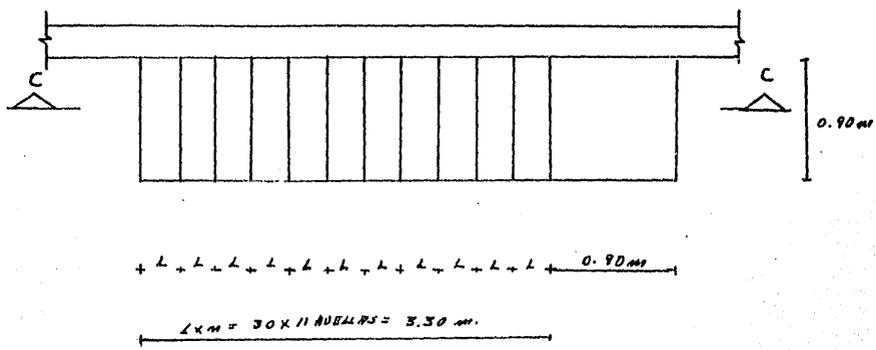
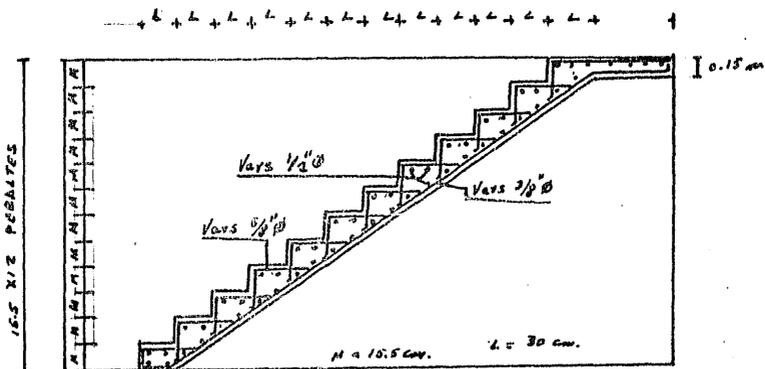


FIG. 9



CORTA L-L

FIG. 10

LISTA DE RACKS

0.60	x	0.30	=	53	Pzas.
1.00	x	0.30	=	12	"
1.20	x	0.30	=	4	"
1.80	x	0.30	=	18	"
2.25	x	0.30	=	8	"

VOLUMEN DE EXCAVACION:

0.60	x	1.40	x	1.51	x	53	=	67.225	M3
1.00	x	1.40	x	1.51	x	12	=	25.368	M3
1.20	x	1.40	x	1.51	x	4	=	10.148	M3
1.80	x	1.40	x	1.51	x	18	=	68.49	M3
2.25	x	1.40	x	1.51	x	8	=	38.06	M3

EXCAVACION MANUAL EN MAT. B DE 0-2

V = 209.29 M3

VOLUMEN DE RELLENO DE CEMENTANTE

0.60	x	1.40	x	0.40	x	53	=	17.81	M3
1.00	x	1.40	x	0.40	x	12	=	6.72	M3
1.20	x	1.40	x	0.40	x	4	=	2.69	M3
1.80	x	1.40	x	0.40	x	18	=	18.14	M3
2.25	x	1.40	x	0.40	x	8	=	10.08	M3
									V = 55.44 M3

CIMBRA EN PLANTILLA

0.28	x	53	=	14.84	M2	
0.34	x	12	=	4.08	M2	
0.37	x	4	=	1.48	M2	
0.45	x	18	=	8.10	M2	
0.51	x	8	=	4.08	M2	A = 32.58 M2

CIMBRA EN ZAPATA

0.80	x	53	=	42.40	M2	
0.96	x	12	=	11.52	M2	
1.04	x	4	=	4.16	M2	
1.28	x	18	=	23.04	M2	
1.46	x	8	=	11.68	M2	A = 92.80 M2

CIMBRA EN MUROS DE 0 - 2

2.34	x	53	=	124.02	M2
3.38	x	12	=	40.56	M2
3.90	x	4	=	15.60	M2
5.46	x	18	=	98.28	M2
6.63	x	8	=	53.04	M2

A = 331.50 M2

ACERO DE REFUERZO DE 3/8" Ø

0.015	x	53	=	0.795	Ton
0.025	x	12	=	0.300	"
0.030	x	4	=	0.120	"
0.045	x	18	=	0.810	"
0.056	x	8	=	0.448	"

PESO = 2.473 Ton

CONCRETO DE 50 Kg / Cm2 = FÉ

0.072	x	53	=	3.816	M3
0.120	x	12	=	1.44	"
0.144	x	4	=	0.576	"
0.216	x	18	=	3.888	"
0.270	x	8	=	2.16	"

V = 11.88 M3

VACIADO EN PLANTILLA = 11.88 x 0.07 = 169.71 M2

CONCRETO DE FÉ = 200 Kg / cm2

ZAPATA

0.168	x	53	=	8.904	M3
0.280	x	12	=	3.36	"
0.336	x	4	=	1.344	"
0.504	x	18	=	9.072	"
0.630	x	8	=	5.04	"

V = 21.34 M3

EN MUROS DE 0 - 2

0.234	x	53	=	12.402	M3
0.390	x	12	=	4.68	"
0.468	x	4	=	1.872	"
0.702	x	18	=	12.636	"
0.878	x	8	=	7.024	"

V = 25.04 M3

ANGULO PARA SOPORTAR LA TUBERIA DE 7.6 x 7.6

$$6.432 \times 53 = 340.896 \text{ Kg}$$

$$10.72 \times 12 = 128.64 \text{ "}$$

$$12.864 \times 4 = 51.456 \text{ "}$$

$$19.30 \times 18 = 347.40 \text{ "}$$

$$24.12 \times 8 = 192.96 \text{ "}$$

$$\text{PESO} = 469.54 \text{ Kg}$$

RELLENO DE CEMENTANTE

$$0.554 \times 53 = 29.362 \text{ M3}$$

$$0.924 \times 12 = 11.088 \text{ "}$$

$$1.109 \times 4 = 4.436 \text{ "}$$

$$1.663 \times 18 = 29.934 \text{ "}$$

$$2.079 \times 8 = 16.632 \text{ "}$$

$$V = 91.45 \text{ M3}$$

REGISTROS PLUVIALES Y ACEITOSOS

COMO EL CROQUIS MUESTRA DISTANCIA ENTRE ELLOS

PLUVIALES	
CP 1 - CP 2	= 40 m
2 - 3	= 45 m
3 - 4	= 40 m
3 - 5	= 45 m
5 - 6	= 40 m
7 - 8	= 40 m
8 - 9	= 45 m
9 - 10	= 40 m
9 - 11	= 45 m
11 - 12	= 40 m

ACEITOSOS	
CCS 1 - CCS 2	= 15.00 m
2 - 3	= 28.00 m
3 - 4	= 31.00 m
3 - 5	= 20.00 m
5 - 6	= 15.00 m
5 - 8	= 28.00 m
8 - 9	= 31.00 m
10 - 11	= 15.00 m
11 - 12	= 28.00 m
12 - 13	= 31.00 m
12 - 14	= 20.00 m
14 - 15	= 15.00 m
14 - 16	= 28.00 m
16 - 17	= 31.00 m

TENDIDO DE TUBERIA ASBESTO CEMENTO A-5

TUBERIA DE 15 CM DE DIAMETRO

$$\text{EXCAVACION } 0.20 \times 0.95 \times (120 - 184) = 57.76 \text{ M3}$$

PARA TUBERIA DE 20 CM DE DIAMETRO

$$\text{EXCAVACION } 0.30 \times 0.95 \times (200 - 172) = 106.02 \text{ M3}$$

CAMA DE ARENA PARA PLANTILLA

$$0.10 \times (120 - 184) \times 0.20 = 6.08 \text{ M}^3$$

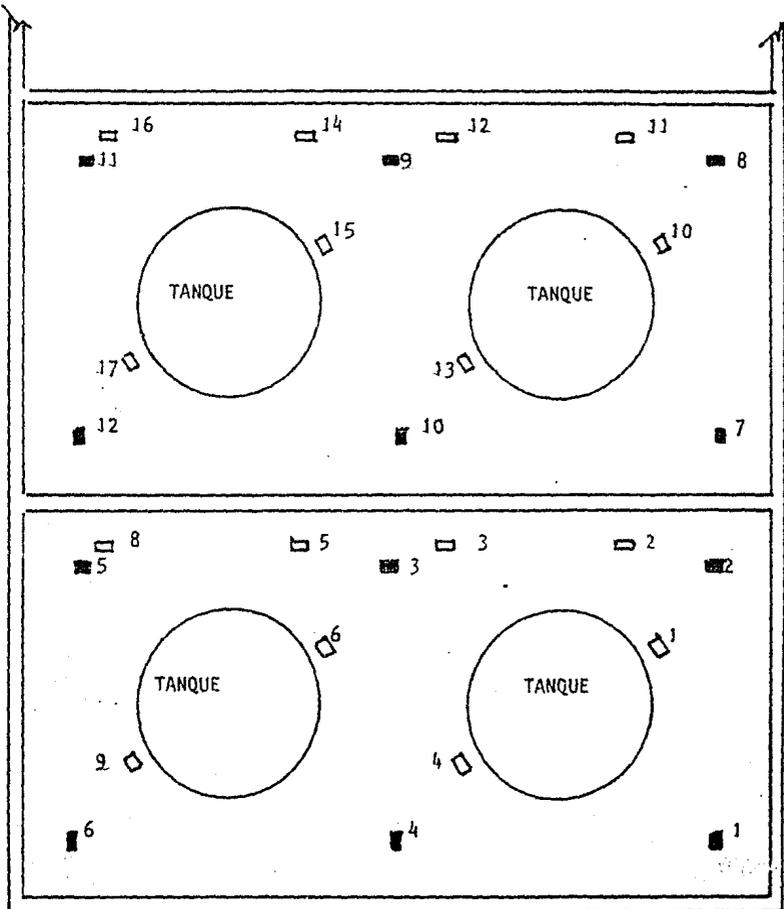
$$0.10 \times (200 - 172) \times 0.30 = 7.44 \text{ M}^3$$

RELLENO DE TEPETATE COMPACTADO AL 95 %

$$0.20 \times 0.65 \times (120 - 184) = 39.52 \text{ M}^3$$

$$0.30 \times 0.55 \times (200 - 172) = 61.38 \text{ M}^3$$

$$\text{T O T A L : } 100.90 \text{ M}^3$$



REGISTROS ACEITOSOS
REGISTROS PLOVIALES



FIG. 11

DIMENSIONES 0.90 x 1.80 x 1.10

NIVEL DE REGISTRO TERMINADO = 22.20

NIVEL DE PLANTILLA = 22.20 - 1.10 = 21.10

NIVEL EXISTENTE = 22.35

ESPOSOR DE EXCAVACION = 22.35 - 21.10 + 0.05 = 1.30 m

Vt = 0.90 x 1.80 x 1.30 x 28 = 58.97 M3

CIMBRA

PLANTILLA 0.90 x 1.80 x 2 x 28 = 4.54 M2

MUROS 0.90 x 1.10 x 2 x 28 = 55.44 M2

1.80 x 1.10 x 2 x 28 = 110.88 M2

0.95 x 0.60 x 2 x 28 = 31.92 M2

1.50 x 0.95 x 2 x 28 = 79.80 M2

A = 278.04 M2

CONCRETO DE Fc = 200 KG/CM2

1.80 x 0.90 x 0.15 x 28 = 6.81 M3

0.90 x 0.15 x 0.95 x 2 x 28 = 7.18 M3

1.50 x 0.15 x 0.95 x 2 x 28 = 11.97

Vt = 25.96 M3

CONCRETO Fc = 50 KG/CM2

0.90 x 1.80 x 0.05 x 28 = 2.27 M3

VACIADO DE ZAPATAS

V = 6.81 M3

EN MUROS

V = 19.15 M3

EN PLANTILLAS

A = 0.90 x 1.80 x 28 = 45.36 M2

ACERO DE REFUERZO DE 3/8" Ø

L1 = 1.10 + 0.90 + 1.10 = 3.10 m

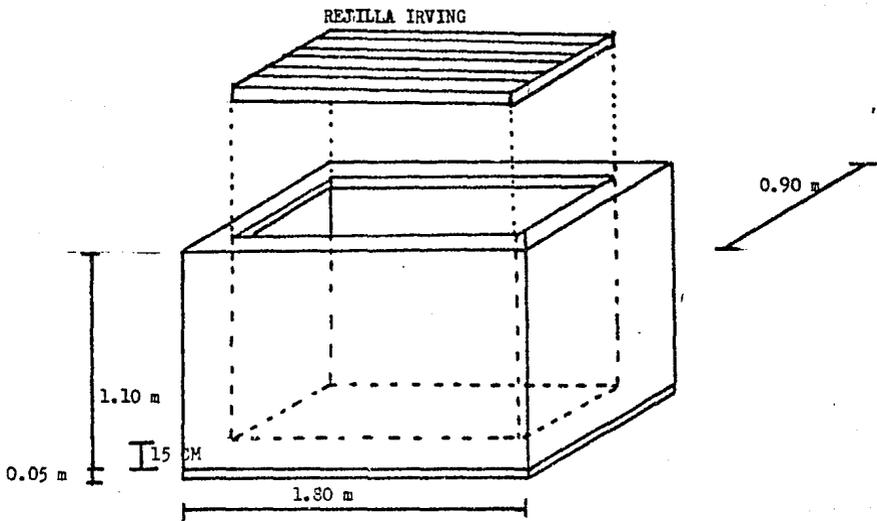
A CADA 30 CM $\frac{180}{30}$ = 6 PZAS - INICIO = 7 PZAS.

L2 = 1.80 + 1.10 + 1.10 = 4.00 m

A CADA 30 CM $\frac{0.90}{30}$ = 4 PZAS. - INICIO = 5 PZAS.

L3 = 0.90 - 1.80 - 0.90 - 1.80 = 5.40 m

A CADA 30 CM $\frac{0.90}{0.30}$ = 3 PZAS. - INICIO = 4 PZAS.



CROQUIS DE UN RECIETRO

F I G. 12

EN SUMA

$$(7 \times 3.10) + (5 \times 4.00) + (4 \times 5.40) = 63.30 \text{ m}$$

$$63.30 \times 0.557 \times 28 = 0.987 \text{ Ton}$$

TAPA DE REJILLA IRVING

$$0.90 \times 1.80 \times 28 = 45.36 \text{ M2}$$

PISOS DE CONCRETO

AFINE PARA DAR PENDIENTES, EL 10 % DEL AREA TOTAL

$$(192.47 - 136.59) \times (1,407.20 - 1,299.17) \times 2$$

$$\times 0.10 = 1,207.34 \text{ M2}$$

ELABORACION DE CONCRETO $F_c = 150 \text{ Kg/cm}^2$

$$A \times e = V = 55.88 \times 108.03 \times 2 \times$$

$$\left(\frac{7}{4} \times \frac{3.1416 \times 31.78 \times 31.78}{4} \right) \times 0.05 = 445.03 \text{ M3}$$

VACIADO DE 5 cm

$$A = 8,900.52 \text{ M2}$$

ACERO

MALLALAC DE ACERO TIPO 66 10/10

$$A = 8,900.52 \text{ M2}$$

JUNTAS DE CONSTRUCCION

DE CELOTEX IMPREGNADO CON ASFALTO No. 12

DE TODA EL AREA SON 234 JUNTAS

$$L = 234 \times 5.00 = 1,170 \text{ m}$$

VARILLA PASA-JUNTA

DE 19 MM (No. 6) DE DIAMETRO

$$L = 0.30 + 0.10 + 0.10 = 0.50 \text{ m a cada } 20 \text{ cm}$$

LAS JUNTAS SON DE 5 m

$$\text{No.} = \frac{5.00}{0.20} = 25 \text{ POR JUNTA}$$

POR LO TANTO

$$25 \times 0.50 \times 2.250 \times 234 = 6.581 \text{ Ton}$$

OBRA MECANICA

ACARREO DE PLACAS DE FONDO

$$\text{PESO TOTAL} = 41.400 \text{ Ton POR TANQUE} \times \text{CUATRO TANQUES}$$

$$= 165.6 \text{ Ton}$$

ACARREO A DOS KILOMETROS

$$= 165.6 \text{ Ton-Km}$$

LIMPIEZA CON CHORRO DE ARENA A METAL BLANCO
 EN LA PARTE INFERIOR DEL FONDO SI EL PESO DE LA PLACA
 ES 49.76 K/m2

MARCA			AREA
A	$\frac{740}{49.76}$		14.87 M2
BZ	$\frac{740}{49.76}$	x 2	29.74 "
C	$\frac{555}{49.76}$	x 2	23.31 "
D	$\frac{740}{49.76}$	x 6	89.22 "
E	$\frac{740}{49.76}$	x 6	89.22 "
F	$\frac{740}{49.76}$	x 4	59.48 "
G	$\frac{740}{49.76}$	x 8	118.96 "
H	$\frac{740}{49.76}$	x 8	118.96 "
J	$\frac{555}{49.76}$	x 2	22.30 "
K	$\frac{555}{49.76}$	x 2	22.30 "
B1	$\frac{208}{49.76}$	x 2	8.36 "
B2	$\frac{286}{49.76}$	x 2	11.50 "
B3	$\frac{156}{49.76}$	x 2	6.28 "
B4	$\frac{243}{49.76}$	x 2	9.76 "
B5	$\frac{455}{49.76}$	x 2	18.28 "
B6	$\frac{587}{49.76}$	x 2	23.60 "
B7	$\frac{359}{49.76}$	x 2	14.42 "
B8	$\frac{253}{49.76}$	x 2	10.16 "
B9	$\frac{219}{49.76}$	x 2	10.40 "

MARCA			AREA
B10	$\frac{253}{49.76}$	x 2	10.16 M2
B11	$\frac{254}{49.76}$	x 2	10.40 "
B12	$\frac{287}{49.76}$	x 2	11.54 "
B13	$\frac{455}{49.76}$	x 2	18.28 "
B14	$\frac{243}{49.76}$	x 2	9.76 "
B15	$\frac{156}{49.76}$	x 2	6.28 "
B16	$\frac{286}{49.76}$	x 2	11.50 "

AREA TOTAL = 779.04 "

POR CUATRO TANQUES = A = 3,116.16 M2

APLICACION DE PINTURA ANTICORROSIVA R P - 2 (CROMATO DE ZINC), POR ASPERSION.

A = 3,116.16 M2

MONTAJE, ARMADO, SOLDADO Y PRUEBA DE TANQUES DE 55,000 BLS.

FONDO PARTE SUPERIOR = 41.4 Ton

POR CUATRO TANQUES = 165.6 "

ACARREO DE PLACAS PARA EL CASCO (ENVOLVENTE)

PESO TOTAL = 98.0 Ton

POR CUATRO TANQUES = 392.0 "

ACARREO A DOS KILOMETROS

PESO = 392.0 Ton-Km

MONTAJE, ARMADO, SOLDADO Y PRUEBA EN TANQUES DE 55,000 BLS.

PESO = 392.0 Ton

ACARREO DE LA ESTRUCTURA

PESO = 19,200.0 "

POR CUATRO TANQUES = 76.80 "

ACARREO DE ESCALERAS Y PLATAFORMA

PESO TOTAL = 0.800 Ton
 POR CUATRO TANQUES = 3.2 Ton

MONTAJE, ARMADO Y SOLDADO HASTA 20m SEMI PESADA LA ESTRUCTURA

PESO TOTAL = 76.80 Ton

MONTAJE, ARMADO Y SOLDADO HASTA 20 m LIGERA LAS ESCALERAS Y PLATAFORMA

PESO TOTAL = 3.2 Ton

ACARREO DE PLACAS DEL TECHO O CUPULA

PESO TOTAL = 30.800 Ton
 POR CUATRO TANQUES = 123.2 Ton

A UNA DISTANCIA DE DOS KILOMETROS

PESO = 123.2 Ton-Km

MONTAJE, ARMADO, SOLDADO Y PRUEBA EN TANQUES DE 55,000 BLS.

PESO TOTAL = 123.2 Ton

LIMPIEZA Y PINTURA EN EL INTERIOR DEL TANQUE CON CHORRO DE ARENA A METAL BLANCO HASTA 20 m

CUPULA $A = \pi \times r \times g = 3.1416 \times 15.232 \times 15.264 = 730.43 \text{ M}^2$
 AREA TOTAL = $730.43 \times 4 = 2,921.72 \text{ M}^2$

ESTRUCTURA SEMIPESADA HASTA 20 m

PESO = 76.80 ton = 76,800 Kg

CASCO O ENVOLVENTE

$A = \pi \times 15.232 \times 2 \times h =$
 $= 3.1416 \times 15.232 \times 2 \times 12.209 = 1,168.47 \text{ M}^2$

AREA TOTAL = 4,673.88 M²

FONDO

$A = \frac{3.1416 \times 15.232 \times 15.232}{4} \times 4 = 1,457.8 \text{ M}^2$

APLICACION DE PINTURA ANTICORROSIVA EN EL INTERIOR DEL TANQUE LOS TANQUES DE DIAFANO

RP-3 INORGANICO DE ZINC POST-CURADO, POR ASPERSION, MAYOR DE 10 m DE DIAMETRO Y HASTA 15 m DE ALTURA.

CUPULA = 1,460.86 M2
 CASCO = 2,336.94 "
 ESTRUCTURA = 38,400 Kg
 FONDO = 728.90 M2

LOS DE TURBOSINA

RP-8 EPOXICO PARA TURBOSINA, POR ASPERSION, MAYOR DE 10 m DE DIAMETRO Y HASTA 15 m DE ALTURA

CUPULA = 1,460.86 M2
 CASCO = 2,336.94 "
 ESTRUCTURA = 38,400 Kg
 FONDO = 728.90 M2

LIMPIEZA DE ESCALERAS Y PLATAFORMA LIGERA DE 5 HASTA 30 m

PESO = 3.2 Ton = 3,200 Kg

EN EL EXTERIOR DE LOS TANQUES

LIMPIEZA CON CHORRO DE ARENA A METAL BLANCO

CUPULA = 2,921.72 M2
 CASCO = 3.1416 x 15.2416 x 12.209 x 4 = 4,676.84 M2
 TOTAL = 7,598.56 "
 APLICACION DE RP-2 TOTAL = 7,598.56 "
 APLICACION DE RA-20 TOTAL = 7,598.56 "

ARREGLO DE TUBERIAS

TUBERIAS DE SUCCION

DIAFANO DE 10" Ø P-1524-TIB

L = 33.20 + 36.90 - 1.00 + 1.00 + 0.40 = 70.50 m

TURBOSINA DE 10" Ø P-1006 TIB

L = 12.90 + 1.80 + 3.20 = 17.90 m

TUBERIAS DE SUCCION EN EL INTERIOR DE TANQUES

DIAFANO DE 10" Ø P-1011-TIB

$$L = 61.00 + 4.80 + 4.00 + 4.85 + 0.60 = 75.25 \text{ m}$$

DIAFANO DE 10" Ø P-1012-TIB

$$L = 14.00 + 4.80 + 2 + 4.85 + 0.60 = 26.25 \text{ m}$$

TURBOSINA DE 10" Ø P-1008-TIB

$$L = 14.00 + 5.00 + 2 + 4.85 + 0.60 = 26.45 \text{ m}$$

TURBOSINA DE 10" Ø P-1007-TIB

$$L = 61.00 + 5.00 + 4 + 4.85 + 0.60 = 75.45 \text{ m}$$

TUBERIA DE DESCARGA DENTRO DE DIQUE

DE TURBOSINA 20" Ø P-1009-TIB

$$L = 75.00 + 0.50 + 0.50 + 1.00 = 77.00 \text{ m}$$

DE TURBOSINA 20" Ø P-1010-TIB

$$L = 27.00 + 0.50 + 0.50 + 1.00 = 29.00 \text{ m}$$

DE DIAFANO 20" Ø P-1013-TIB

$$L = 75.00 + 0.50 + 0.50 + 1.00 = 77.00 \text{ m}$$

DE DIAFANO 20" Ø P-1014-TIB

$$L = 27.00 + 0.50 + 0.50 + 1.00 = 29.00 \text{ m}$$

FUERA DE DIQUE

TURBOSINA 24" Ø P-1002-TIB

$$L = (183.774 + 2) - (21.845 + 1) = 162.29 \text{ m}$$

DIAFANO 24" Ø P-1001-TIB

$$L = (127.904 + 1.50) - (22.686 + 1) = 105.72 \text{ m}$$

TUBERIA DE CONTRA-INCENDIO

4" Ø EIC-75-T9B = 4" Ø EIC-77-T9B

$$L = (0.40 + 7.30 + 0.50 + 14.00 + 15.00 + 12.229) \times 2$$

$$= 98.86 \text{ m}$$

4" Ø EIC-75A-T9B = 4" Ø EIC-77A-T9B

$$L = (0.40 + 7.30 + 0.50 + 0.40 + 44.00 + 15.00 + 12.229) \\ \times 2 = 159.66 \text{ m}$$

4" Ø EIC-74-T9B = 4" Ø EIC-76-T9B

$$L = (0.40 + 7.30 + 0.50 + 54.00 + 15.20 + 12.229) \times 2 \\ = 179.26 \text{ m}$$

4" Ø EIC-74A-T9B = 4" Ø EIC-76A-T9B

$$L = (0.40 + 7.30 + 0.50 + 98.00 + 15.00 + 15.60 + 12.229) \\ \times 2 = 298.06 \text{ m}$$

SOLDADURAS A TOPE EN LINEAS CED. 40

4" Ø = 74 = 21 74A = 26 75 = 28 75A = 30
76 = 21 76A = 26 77 = 28 77A = 30

10" Ø P 1006 = 10 P 1007 = 17 P 1008 = 12 P 1011 = 17
P 1012 = 12 P 1524 = 18

20" Ø P 1009 = 19 P 1010 = 15 P 1013 = 19 P 1014 = 15

24" Ø P 1002 = 20 P 1001 = 13

CANTIDAD DE VALVULAS DE 10" Ø

P 1007 - 2 PZAS P 1008 - 2 PZAS P 1011 - 2 PZAS.

P 1012 - 2 PZAS

DE 20" Ø P 1009 - 2 P 1010 - 2 P 1013 - 2 P 1014 - 2

CANTIDAD DE TEES DE 10" Ø P 1006 - 3 PZAS P 1524 - 3 PZAS

DE 24" Ø P 1001 - 2 PZAS P 1001 - 2 PZAS

CODOS, BOQUILLAS Y BRIDAS

4" Ø 74 = 76 1 BOQUILLA, 8 CODOS DE 90, 2 BRIDAS

74 A = 76 A 1 BOQUILLA, 6 CODOS DE 90, 2 BRIDAS

75 = 77 1 BOQUILLA, 6 CODOS DE 90, 2 BRIDAS

75 A = 77A 1 BOQUILLA, 8 CODOS DE 90, 2 BRIDAS

CODOS, BOQUILLAS Y BRIDAS DE 10" Ø

P 1006 - 5 PZAS P 1524 - 4 PZAS P 1008 - 8 PZAS

P 1007 - 8 PZAS P 1011 - 8 PZAS P 1012 - 8 PZAS

CODOS, BOQUILLAS Y BRIDAS DE 20" Ø

P 1009 - 10 PZAS P 1010 - 10 PZAS P 1013 - 10 PZAS

P 1014 - 10 PZAS

CODOS, BOQUILLAS Y BRIDAS DE 24" Ø

P 1001 - 3 PZAS P 1002 - 3 PZAS

LIMPIEZA DE TUBERIA

DE 4" Ø A = LONG. X A/ML = 735.84 x 0.319 = 234.87 M2

DE 10" Ø A = LONG. X A/ML = 292.17 x 0.797 = 232.86 M2

DE 20" Ø A = LONG. X A/ML = 212.00 x 1.596 = 338.35 M2

DE 24" Ø A = LONG. X A/ML = 268.10 x 1.915 = 513.41 M2

APLICACION DE PRIMARIO RP-2

DE 4" Ø = 234.87 M2

DE 10" Ø = 232.86 M2

DE 20" Ø = 338.35 M2

DE 24" Ø = 513.41 M2

APLICACION DE RA-20

DE 4" Ø = 234.87 M2

DE 10" Ø = 232.86 M2

DE 20" Ø = 338.35 M2

DE 24" Ø = 513.41 M2

P R U E B A S

TUBERIA DE 4" Ø SON EN OCHO TUBERIAS

TUBERIA DE 10" Ø SON EN SEIS TUBERIAS

TUBERIA DE 20" Ø SON EN CUATRO TUBERIAS

TUBERIA DE 24" Ø SON EN DOS TUBERIAS

LIMPIEZA GENERAL EN TODA EL AREA = 13,930.52 M2

II.7.

P R E S U P U E S T O

	CONCEPTO	UNI DAD	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	IMPORTE
	OBRA CIVIL				
1	AREA GENERAL				
1.1	TRAZO Y NIVE LACION	M2	14.37	13,930.52	199,485.04
1.2	DESMONTE EN REGIONES ARI DAS O SEMI- ARIDAS	HA	14,530.72	1.393	20,241.29
1.3	DESPALME	M3	15.30	6,268.73	95,911.57
1.4	CORTE EN TE RRENO NATU- RAL MAT B	M3	35.12	3,482.63	122,309.96
1.5	RELLENO DE TEPETATE Y COMPACTACION AL 95 %	M3	552.80	2,190.82	1'211,090.82
1.6	EXTRACCION Y CARGA A CAMIO NES Y ACARREO PRIMER KM	M3	181.02	9,751.36	1'765,191.18
1.7	KILOMETROS SUBSECUENTES	M3-KM	19.50	9,751.36	<u>190,151.52</u>
				S U M A	\$ 3'604,381.38
2	CIMENTACION DE TANQUES				
2.1	EXCAVACION PARA ESTRU CTURA MAT B	M3	96.35	3,882.08	374,038.40

2.2	EXTRACCION Y CARGA A CAMIONES Y ACARRIO PRIMERO KILOMETRO	M3	181.02	3,882.08	702,723.26
2.3	ACARREO KMS SUBSECUENTES	M3-KM	19.50	15,528.08	302,797.56
2.4	RELLENO DE TERRETO Y COMPACTACION AL 95 %	M3	552.80	2,700.56	1'492,869.50
2.5	ELABORACION DE CONCRETO HIDRAULICO CON AGREGADO DE 19 MM CEMENTO NORMAL Fc = 50 KG/CM2	M3	2,559.04	60.68	155,282.54
2.6	VACIADO EN PLANTILLA DE 10 CM	M2	162.48	604.68	98,248.41
2.7	CIMBRA EN REGLAS Y FRONTERAS	M2	597.78	75.85	45,341.61
2.8	HABILITADO Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO 13 MM (NUM 4)	T	53,677.07	8.766	470,533.19
	19 MM (NUM 6)	T	51,655.06	16.256	839,704.65
2.9	CIMBRA EN CERCHAS MAYORES DE 10 M DE Ø	M2	1,158.98	1,050.48	1'217,485.30
2.10	ELABORACION DE CONCRETO HIDRAULICO CON AGREGADO DE 19 MM CEMENTO NORMAL Fc = 200 KG/CM2	M3	3,239.49	211.08	683,791.54
2.11	VACIADO EN ZAPATAS	M3	1,043.84	78.92	82,379.85
2.12	VACIADO EN MUROS HASTA 2 MTS	M3	1,268.27	132.16	167,614.56

2.4	RELLENO DE TEPETATE Y COMPACTACION AL 95 %	M3	552.80	4,006.08	2'214,561.02
2.13	AFINE CON HE- RRAMIENTA MA- NUAL PARA DAR BOMBEO EN LA BASE	M3	57.92	286.15	16,573.81
2.14	PAVIMENTO DE CONCRETO AS- FALTICO DE 5 CM DE ESPESOR 100 MTS/M3 PARA BASES DE TANQUES	M2	185.42	2,976.37	<u>551,878.52</u>
				S U M A	\$ 9'415,823.72
3	DIQUES				
3.1	EXCAVACION PARA ESTRUC- TURA MAT B	M3	96.35	1,698.95	163,693.83
3.2	EXTRACCION Y CARGA A CA- MIONES Y ACA- RREO PRIMER KILOMETRO	M3	181.02	1,698.95	307,543.92
3.3	ACARREO KMS SUBSECUENTES	M3-KM	19.50	6,795.80	132,518.10
3.4	RELLENO DE TE- PETATE Y COM- PACTACION AL 95 %	M3	552.80	647.22	357,783.21
3.5	ELABORACION DE CONCRETO HIDRAULICO CON AGREGADO DE 19 MM CE- MENTO NORMAL F _c = 50 KG/CM2	M3	2,559.04	53.48	136,857.45
3.6	VACIADO EN PLANTILLA DE 0.05 M	M2	127.15	1,069.65	135,994.95

3.7	CIMBRA EN REGLAS Y FRONTERAS	M2	597.78	54.85	32,788.23
3.8	HABILITADO Y COLOCA- CION DE ACE RO DE REFUER ZO				
	10 MM (NUM 3)	T	53,677.07	12.098	649,385.19
	13 MM (NUM 4)	T	53,677.07	19.756	1,060,443.19
3.9	CIMBRA EN ZAPATAS	M2	716.69	274.25	196,552.23
3.10	CIMBRA EN MUROS HASTA 2 MTS. DE ALTURA	M2	972.32	1,096.98	1,066,615.57
3.11	CIMBRAS EN MUROS HASTA 2 A 4 MTS	M2	1,053.70	263.28	277,418.13
3.12	ELABORACION DE CONCRETO HIDRAULICO CON AGREGADO DE 19 MM CE- MENTO NORMAL F _c = 200 KG/CM2	M3	3,249.49	461.68	1'493,607.74
3.13	VACIADO EN ZAPATAS	M3	1,043.84	267.39	279,112.37
3.14	VACIADO EN MUROS HASTA 2 MTS	M3	1,268.27	164.55	208,693.82
3.15	VACIADO EN MUROS DE 2 HASTA 4 MTS	M3	1,413.83	19.74	27,909.00
3.16	JUNTAS DE CONSTRUCCION DE BANDA PVC EN DIQUES DE CONCRETO DE 229 MM DE AN CHO	M	810.03	155.03	<u>125,578.95</u>
				SUMA	\$ 6'732,495.88

4	ESCALERAS				
4.1	HABILITADO Y COLOCACION DE ACERO DE RE- FUERZO				
	10 MM (NUM 3)	T	53,677.07	0.160	8,588.33
	13 MM (NUM 4)	T	53,677.07	0.184	9,876.58
	16 MM (NUM 5)	T	51,655.06	0.096	4,958.89
4.2	CIMBRA EN ES CALERAS	M2	853.33	38	32,426.54
4.3	ELABORACION DE CONCRETO HIDRAULICO CON AGREGADO DE 19 MM CE- MENTO NORMAL F _C = 200 KG/CM2	M3	3,239.49	6.48	20,991.90
4.4	VACIADO EN ESCALERAS EN PB	M3	1,616.43	6.48	<u>10,474.47</u>
				SUMA	\$ 87,316.71
5	REGISTROS ACEITOSOS Y PLUVIALES				
5.1	EXCAVACION CON HERRA- MIENTA MA- NUAL MAT B	M3	413.76	58.97	24,399.43
5.2	CIMBRA EN REGISTROS	M2	907.33	278.04	252,274.03
5.3	ELABORACION DE CONCRETO HIDRAULICO CON AGREGADO DE 19 MM CE- MENTO NORMAL F _C = 50 KG/CM2	M3	2,559.04	2.27	5,809.02
	F _C = 200 KG/CM2	M3	3,279.49	25.96	85,135.56
5.4	VACIADO EN PLANTILLA DE 7 CM	M2	139.26	45.36	6,316.83
5.5	VACIADO EN ZAPATAS	M3	1,043.84	6.81	7,108.55

5.6	VACIADO EN MUROS DE REGISTROS HASTA 2 MTS	M3	1,186.19	19.15	22,715.54
5.7	HABILITADO Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO 10 MM (NUM 3)	T	53,677.07	0.987	52,979.27
5.8	TAPAS DE REJILLA IRVING 1S-05	M2	3,827.97	45.36	173,636.71
5.9	TUBERIA DE ASBESTO-CEMENTO Y ACCESORIOS A-5 15 CM DE 25 CM DE Ø	M	704.64	304.00	214,210.56
		M	1,385.73	372.00	515,491.56
5.10	EXCAVACION MANUAL CON HERRAMIENTA MANUAL MAT B	M3	413.76	163.78	67,765.61
5.11	PLANTILLA PARA TUBERIA DE ARENA	M3	1,118.43	13.52	15,121.17
5.12	RELLENO DE TERRETO Y COMPACTACION AL 95 %	M3	552.80	100.90	55,777.52
				SUMA	\$ 1'498,741.63
6	RACKS DE TUBERIA (MOCHETAS)				
6.1	EXCAVACION CON HERRAMIENTA MANUAL MAT B	M3	413.76	209.29	86,595.83
6.2	RELLENO DE CEMENTANTE Y COMPACTACION AL 95 %	M3	552.80	55.44	30,647.23
6.3	CIMBRAS EN REGLAS Y FRONTERAS	M2	597.78	32.58	19,475.67

6.4	CIMBRA EN ZAPATAS	M2	716.69	92.80	66,508.83
6.5	CIMBRA EN MUROS HASTA 2 MTS DE ALTURA	M2	972.32	331.50	322,324.08
6.6	HABILITADO Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO 10 MM (NUM 3)	T	53,677.07	2.473	132,743.39
6.7	ELABORACION DE CONCRETO HIDRAULICO CON AGREGADO DE 19 MM CEMENTO NORMAL	M3	2,559.04	11.88	30,401.40
	FÉ=50 KG/CM2	M3	3,279.49	46.38	150,247.54
6.8	VACIADO EN PLANTILLAS	M2	139.26	169.71	23,633.31
6.9	VACIADO EN ZAPATAS	M3	1,043.84	21.34	22,275.55
6.10	VACIADO EN MUROS HASTA 2 MTS	M3	1,268.27	25.04	31,757.48
6.11	HERRAJES, ANGULO PARA SOPORTAR TUBERIA 7.6x7.6	KG	164.30	469.54	77,145.42
6.12	RELLENO DE TEPALATE Y COMPACTADO AL 95%	M3	552.80	91.45	50,553.56
				SUMA	\$ 1'026,597.70
7	PISOS DE CONCRETO				
7.1	AFINE CON HERRAMIENTA MANUAL PARA DAR BOMBEO EN LOS PISOS	M2	57.92	1,207.34	69,929.13

7.2	ELABORACION DE CONCRETO HIDRAULICO CON AGREGADO DE 19 MM CE MENTO NORMAL FC=150 KG/CM2	M3	2,928.38	445.03	1'303,216.95
7.3	JUNTAS DE CONSTRUCCION DE CELOTEX IMPREGNADO CON ASFALTO No 12	M	49.66	1,170.00	58,102.20
7.2	VACIADO EN PISOS	M2	127.15	8,900.52	1'131,701.12
7.4	VARILLA PASA JUNTA DE 19 MM (NUM 6)	KG	62.40	6,581.00	410,654.40
7.5	MALLA DE ACE RO 66-10/10 SUMINISTRA PEMEX	M2	127.60	8,900.52	<u>1'135,706.35</u>
				SUMA	\$ 4,109,310.15

OBRA MECANICA

ERECCION DE TANQUES VERTICALES

1 FONDO

1.1	ACARREO DE LA MINAS Y ACCE- SORIOS PARA TANQUES PRIMER KM	TON	430.45	165.60	71,282.52
1.2	KMS SUBSECUEN TES	TON-KM	26.58	165.60	44,016.65
1.3	LIMPIEZA CON CHORRO DE ARE NA A METAL BLANCO EXTE- RIOR HASTA 15 MTS	M2	201.70	3,116.16	628,529.47

1.4	APLICACION DE PINTURA ANTI-CORROSIVA RP-2 CROMATO DE ZINC, POR ASPERSION EN TANQUES VERTICALES	M2	157.81	3,116.16	491,761.12
1.5	TANQUES CILINDRICOS VERTICALES DE CUPULA FIJA MONTAJE, ARMADO, SOLDADO Y PRUEBA	TON	16,284.40	165.6	2'533,852.64
2	CASCO O ENVOLVENTE				
2.1	ACARREO DE LA MINAS Y ACCESORIOS PARA TANQUES PRIMER KM	TON	430.45	392	168,736.40
2.2	KMS SUBSECUENTES	TON-KM	26.58	392	10,419.36
2.3	TANQUES CILINDRICOS VERTICALES DE CUPULA FIJA MONTAJE, ARMADO, SOLDADO Y PRUEBA	TON	16,284.40	392	6'383,484'80
3	ESTRUCTURA Y ESCALERAS				
3.1	ACARREO DE LA MINAS Y ACCESORIOS PARA TANQUES PRIMER KM ESTRUCTURA	TON	430.45	76.80	32,290.50
3.2	KMS SUBSECUENTES ESTRUCTURA	TON-KM	26.58	76.80	2,041.34
3.3	ACARREO DE LA MINAS Y ACCESORIOS PARA TANQUES PRIMER KM ESCALERAS	TON	430.45	3.2	1,377.40

3.4	KMS SUBSECUEN TES ESCALERAS	TON-KM	26.58	3.2	85.06
3.5	MONTAJE DE ES TRUCTURAS ME- TALICAS HASTA 20 M LIGERA	TON	19,387.34	3.2	62,039.4
	SEMI-PESADA	TON	14,227.23	76.60	1'092,651.30
4	CUPULA O TECHO (FIJO)				
4.1	ACARREO DE LAMI NAS Y ACCESO- RIOS PARA TAN- QUES PRIMER KM	TON	430.45	123.20	53,031.44
4.2	KMS SUBSECUEN TES	TON-KM	26.58	123.20	3,274.64
4.3	TANQUES CILIN DRICOS VERTI- CALES DE CUPU LA FIJA MONTA JE, ARMADO, SOLDADO Y PRUE BA	TON	16,284.40	123.20	2'006,238.20
5	LIMPIEZA Y PIN TURA EN TANQUES VERTICALES				
5.1	LIMPIEZA CON CHORRO DE ARE NA A METAL BLANCO EN EL INTERIOR DE TANQUES VERTI CALES, MAYOR DE 10 M DE Ø	M2	245.06	9,053.40	2'218,626.20
5.2	DE ESTRUCTURA SEMI-PESADA	KG	7.18	76,800.00	551,424.00
5.3	RECUBRIMIENTO PRIMARIO RP-3 INORGANICO DE ZINC POST-CU RADO POR ASPER SION EN EL IN- TERIOR DEL TAN QUE DE DIAFANO	M2	339.68	5,498.61	1'867,767.84

5.4	RP-8 EPOXICO PARA TURBOSI NA EN EL IN- TERIOR DEL TANQUE DE TURBOSINA	M2	135.58	5,498.61	745,501.54
5.5	LIMPIEZA CON CHORRO DE ARENA A METAL BLANCO EN EL EXTERIOR DEL TANQUE HASTA 15 M	M2	201.70	7,798.56	1'532,629.55
5.6	APLICACION DE RP-2 CROMATO DE ZINC POR ASPERSION EN TANQUES	M2	157.81	7,598.56	1'199,128.75
5.7	RA-20 ESMALTE ALQUIDALICO EN EL EXTERIOR DEL TANQUE	M2	97.06	7,598.56	737,516.23
5.8	LIMPIEZA A METAL BLANCO EN ESTRUC TURA LIGERA	KG	13.82	3,200.00	44,224.00
5.9	RP-2 EN ESTRUCTU RA LIGERA	M2	125.15	129.35	16,188.15
5.10	RA-20 EN ESTRUC- TURA LIGERA	M2	137.36	129.35	17,767.52

SUMA \$ 22'515,886.13

6 ARREGLO DE TUBERIAS

6.1	MANEJO Y ERECCION DE TUBERIA RECTA DE ACERO AL CAR- BON CED. 10-60 254 MM 10"ØP 1524 TIB	M	428.22	70.50	30,189.51
	254 MM 10"Ø P 1006 TIB	M	428.22	17.90	7,665.14
	P 1011 TIB	M	428.22	75.25	32,223.56
	P 1012 TIB	M	428.22	26.25	11,240.76
	P 1008 TIB	M	428.22	26.45	11,326.42
	P 1007 TIB	M	428.22	75.45	32,309.20

508 MM 20"Ø	P 1009	TIB	M	1,084.37	77.00	83,496.49
	P 1010	TIB	M	1,084.37	29.00	31,446.73
	P 1013	TIB	M	1,084.37	77.00	83,494.49
	P 1014	TIB	M	1,084.37	29.00	31,446.73
610 MM 24"Ø	P 1002	TIB	M	1,209.86	162.29	196,348.18
	P 1001	TIB	M	1,209.86	105.72	127,906.40
102 MM 4"Ø	74 Y75	T9B	M	220.50	98.86	21,790.63
	74AY75A	T9B	M	220.50	159.66	35,205.03
	77Y 76	T9B	M	220.50	179.26	39,526.83
	77 A Y 76A	T9B	M	220.50	298.06	65,722.23

6.2 SOLDADURA A TOPE EN LINEAS DE TUBERIA DE ACERO AL CARBON CED 40

102 MM 4"Ø	74	T9B	JTA	646.48	21	13,576.08
	74A	T9B	JTA	646.48	26	16,808.48
	75	T9B	JTA	646.48	28	18,101.44
	75A	T9B	JTA	646.48	30	19,394.40
	76	T9B	JTA	646.48	21	13,576.08
	76A	T9B	JTA	646.48	26	16,808.48
	77	T9B	JTA	646.48	28	18,101.44
	77A	T9B	JTA	646.48	30	19,394.44
254 MM 10"Ø	P 1006	TIB	JTA	1,456.22	10	14,562.20
	P 1524	TIB	JTA	1,456.22	18	26,211.96
	P 1007	TIB	JTA	1,456.22	17	24,755.74
	P 1008	TIB	JTA	1,456.22	12	17,474.64
	P 1011	TIB	JTA	1,456.22	17	24,755.74
	P 1012	TIB	JTA	1,456.22	12	17,474.64
508 MM 20"Ø	P 1009	TIB	JTA	4,625.21	19	87,878.99
	P 1010	TIB	JTA	4,625.21	15	69,378.15
	P 1013	TIB	JTA	4,625.21	19	87,878.99
	P 1014	TIB	JTA	4,625.21	15	69,378.15
610 MM 24"Ø	P 1002	TIB	JTA	6,421.60	20	92,504.20
	P 1001	TIB	JTA	6,421.60	13	60,127.75

6.3 MANEJO Y ERECCION DE VALVULAS

254 MM 10"Ø	P 1008	TIB	PZA	1,109.60	2	2,219.20
	P 1007	TIB	PZA	1,109.60	2	2,219.20
	P 1011	TIB	PZA	1,109.60	2	2,219.20
	P 1012	TIB	PZA	1,109.60	2	2,219.20
508 MM 20"Ø	P 1013	TIB	PZA	2,479.02	2	4,958.04
	P 1014	TIB	PZA	2,479.02	2	4,958.04
	P 1009	TIB	PZA	2,479.02	2	4,958.04
	P 1010	TIB	PZA	2,479.02	2	4,958.04

6.4 MANEJO Y ERECCION DE TEES

254 MM 10"Ø	P 1006 TIB	PZA	951.30	3	2,853.90
	P 1524 TIB	PZA	951.30	3	2,853.90
610 MM 24"Ø	P 1002 TIB	PZA	2,735.17	2	5,470.34
	P 1001 TIB	PZA	2,735.17	2	5,470.34

6.5 MANEJO Y ERECCION DE CODOS, BRIDAS, CACHU CHAS

254 MM 10"Ø	P 1006 TIB	PZA	832.21	5	4,161.05
	P 1524 TIB	PZA	832.21	4	3,328.84
	P 1008 TIB	PZA	832.21	8	6,657.68
	P 1007 TIB	PZA	832.21	8	6,657.68
	P 1011 TIB	PZA	832.21	8	6,657.68
	P 1012 TIB	PZA	832.21	8	6,657.68
508 MM 20"Ø	P 1009 TIB	PZA	1,857.73	10	18,577.80
	P 1010 TIB	PZA	1,857.73	10	18,577.80
	P 1013 TIB	PZA	1,857.73	10	18,577.80
	P 1014 TIB	PZA	1,857.73	10	18,577.80
610 MM 24"Ø	P 1001 TIB	PZA	2,053.26	3	6,159.78
	P 1002 TIB	PZA	2,053.26	3	6,159.78
102 MM 4"Ø	74 T9B	PZA	335.66	11	3,692.26
	74A T9B	PZA	335.66	9	3,020.94
	75 T9B	PZA	335.66	9	3,020.94
	75A T9B	PZA	335.66	11	3,692.26
	76 T9B	PZA	335.66	11	3,692.26
	76A T9B	PZA	335.66	9	3,020.94
	77 T9B	PZA	335.66	9	3,020.94
	77A T9B	PZA	335.66	11	3,692.94

6.6 LIMPIEZA CON CHORRO DE ARENA A METAL COMERCIAL EN TUBERIA DE 2 - 4" Ø 74,74A,75,75A,76,76A, 77,77A

M2	191.49	234.87	44,975.26
----	--------	--------	-----------

6.7 LIMPIEZA CON CHORRO DE ARENA A METAL BLANCO
TUBO DE 10" Ø
TUBO DE 20"Ø
TUBO DE 24" Ø

M2	250.13	232.86	58,245.27
M2	220.96	338.35	74,761.82
M2	220.96	513.41	113,443.07

6.8 APLICACION DE RP-2

TUBO DE 4" Ø	M2	222.13	234.87	52,171.67
TUBO DE 10" Ø	M2	189.94	232.86	44,229.43
TUBO DE 20" Ø	M2	171.06	338.35	57,878.15
TUBO DE 24" Ø	M2	171.06	513.41	87,823.91

6.9	APLICACION DE RA-20				
	TUBO DE 4"Ø ROJO	M2	112.69	234.87	26,467.50
	TUBO DE 10"Ø BLANCO	M2	89.28	232.86	20,789.74
	TUBO DE 20"Ø BLANCO	M2	89.28	338.35	30,207.99
	TUBO DE 24"Ø BLANCO	M2	89.28	513.41	45,837.24

6.10 PRUEBAS HIDROSTATICAS
Y NEUMATICAS EN TUBERIA

102 MM 4"Ø	PRUEBA	19,503.41	8	156,027.28
254 MM 10"Ø	PRUEBA	24,807.89	6	148,847.34
508 MM 20"Ø	PRUEBA	35,882.18	4	142,528.72
610 MM 24"Ø	PRUEBA	37,872.66	2	75,745.32

SUMA \$ 2'887,409.98

7 LIMPIEZA GENERAL

7.1	LIMPIEZA DE AREAS	M2	16.15	13,930.52	224,977.90
-----	-------------------	----	-------	-----------	------------

RESUMEN :

	CONCEPTO	IMPORTE	ACUMULADO
1	AREA GENERAL	3'604,381.38	3'604,381.38
2	CIMENTACION DE TANQUES	9'415,823.72	13'020,205.10
3	DIQUES	6'732,495.88	19'752,700.98
4	ESCALERAS	87,316.71	19'840,017.69
5	REGISTROS	1'498,741.63	21'338,759.32
6	RACKS DE TUBERIAS	1'026,597.70	22'365,357.02
7	PISOS DE CONCRETO	4'109,310.15	26'474,667.17
8	OBRA MECANICA	22'515,886.13	48'990,553.30
9	ARREGLO DE TUBERIAS	2'887,409.98	51'877,963.28
10	LIMPIEZA GENERAL	224,977.90	52'102,941.18
	T O T A L		52'102,941.18

C A P I T U L O III

P R O G R A M A D E O B R A.

PROGRAMA DE OBRA

III.1. PLANEACION

La planeación se define como la selección y de finición de políticas, procedimientos y métodos para lograr los objetivos organizacionales.

Las políticas, que sirven como guías generales para la toma de decisiones de los administradores, pueden clasificarse de diferentes maneras.

Con base en el nivel organizacional, las políticas se describen como generales, básicas y departamentales.

Otro tipo de políticas basadas en la manera como se forma la organización son; creadas, solicitadas e impuestas.

Y el tercer tipo de clasificación de las políticas se basa en el área de trabajo a la cual se aplican - siendo de ventas, producción, finanzas y de personal.

Además utilizando la habilidad para la toma de decisiones y la creatividad, dando como resultado el éxito de la PLANEACION DE LA OBRA.

Al implementar la planeación hay que estar conscientes de dos factores muy importantes.

El primero es indispensable planear también los mecanismos de control que permiten revisar continuamente si lo ejecutado es igual o sensiblemente igual a lo planeado.

Como consecuencia de variaciones detectadas por el control, se tiene que modificar la planeación y de aquí resulta el siguiente factor que consiste en que la planea-

ción es una actividad continua a lo largo de la obra.

III.2. PROGRAMA DE BARRAS

Para la realización del Programa de Obra se presentan las siguientes etapas;

Estudiar la Obra
 Desglosar Actividades
 Definir Procedimientos
 Determinar Tiempos
 Ordenar Actividades.

El estudio de la obra ya se mencionó en el Capítulo I en Antecedentes, lo que restaría es el estudio de diseño (planos).

En lo que respecta a el Desglose de Actividades se podría hacer de la siguiente manera:

Area General

- a) Trázo y Nivelación del Terreno
- b) Desmote
- c) Despalme
- d) Excavación

Area de Tanques

- a) Trázo y Nivelación del Terreno
- b) Excavación
- c) Saneamiento del Terreno (Relleno de cementante)
- d) Plantilla
- e) Armado (Acero de Refuerzo)
- f) Cimbrado
- g) Concreto
- h) Relleno de la base del Tanque
- i) Carpeta Asfáltica

Area General

- a) Saneamiento del Terreno (Relleno de cementante)

Area de Diques

- a) Excavación
- b) Saneamiento del Terreno (Relleno de cementante)
- c) Plantilla
- d) Armado (Acero de Refuerzo)
- e) Cimbrado
- f) Concreto
- g) Escaleras y Burladeros

Area de Tanques (Obra Electromecánica)

- a) Acarreo de Placas
- b) Limpieza y Pintura del Fondo
- c) Armado de Fondo
- d) Armado de Casco
- e) Armado de Estructura
- f) Armado de Techo
- g) Armado de escaleras y accesorios
- h) Prueba Hidrostática
- i) Prueba Cámara de Espuma
- j) Limpieza Interior
- k) Pintura
- l) Limpieza Exterior
- m) Pintura

Area General (Racks para Tuberfa)

- a) Trázo y Nivelación del Terreno
- b) Excavación
- c) Saneamiento del Terreno (Relleno de cementante)
- d) Plantilla
- e) Armado (Acero de Refuerzo)
- f) Cimbrado
- g) Concreto

h) Soportes para Tubería

Arreglo General de Tuberías

- a) Acarreo de Tubería
- b) Armado de Tubería de Succión
- c) Armado de Tubería de Descarga
- d) Armado de Tubería de Contra-Incendio
- e) Pruebas de Soldadura
- f) Limpieza y Pintura de la Tubería

Area General (Pisos de Concreto)

- a) Cimbrado
- b) Concreto
- c) Cierre de Diques
- d) Limpieza General
- e) Entrega de Obra

Por lo que respecta a Definir Procedimientos, Determinar Tiempos esta implicado en las especificaciones de obra que se rigen por las normas de PEMEX.

C XICEPTO	ENERO	FEBRERO	MAR O	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE
AREA GENERAL	██████████										
CIM. DE TANQUES		██████████									
DIQUES		██████████									
REGISTROS			██████████								
ESCALERAS				██████████							
OBRA MECANICA				████████████████████							
RACKS DE TUBERIAS						██████████					
PISOS DE CONCR.							██████████				
ARREGLO DE TUBS.								████████████████████			
LIM. GRAL. Y ENTREGA											██████████

PROGRAMA DE OBRA
 ***** ** *****

PROGRAMA DE OBRA

CONCEPTO	VOLUMEN	ENERO							FEBRERO
		1	5	10	15	20	25	31	4
AREA GENERAL LLEGADA A LA OBRA		█							
TRAZO Y NIVELACION	13,930.52 M2	█	█						
DESMONTE	1,393 MA		█						
DESPALME	6,268.73 M3			█	█	█			
CORTE EN TERRENO NAT.	3,482.63 M3						█	█	
RELL. DE TEPETATE Y COMP.	2,190.82 M3							█	█
EXTR. Y CARGA	9,751.36 M3			█	█	█	█	█	█
KILOMETROS SUBCS.	9,751.36 M3			█	█	█	█	█	█
<u>CIMENTACION DE TANQUES</u>									
EXCAVACION	3,882.08 M3							█	█
EXTRACCION Y CARGA	3,882.08 M3							█	█
KILOMETROS SUBCS.	15,528.08 M3-KM							█	█
RELL. DE TEPETATE Y COMP.	2,700.56 M3								
ELAB. CONCRETO F'c=50	60.68 M3								
VACIADO EN PLANTILLA	604.68 M2								
HABILITACION DE ACERO	25.022 T								

PROGRAMA DE OBRA

CONCEPTO	VOLUMEN	FEBRERO						MARZO			
		5	10	15	20	25	28	1	5	11	13
<u>CIMENTACION DE TANQUES</u>											
EXCAVACION	3,882.08 M3		█								
EXTRACCION Y CARGA	3,882.08 M3		█								
KILOMETROS SUBCS.	6,795.80 M5-KM		█								
RELL.DE TEPETATE Y COMP.	2,700.56 M3		█	█							
ELAB.CONCRETO F'c=50	60.68 M3		█	█							
VACIADO EN PLANTILLA	604.68 M2		█	█							
HABILITACION DE AGUERO	25.022 T		█	█							
CIMBRA	1,126.35 M2		█	█							
ELAB.CONCRETO F'c=200	211.08 M3			█	█						
VACIADO EN CERCAS	211.08 M3			█	█						
RELL.DE TEPETATE Y COMP.	4,006.08 M3					█	█	█	█		
AFINE DE AREA SUP.	2,861.50 M2									█	█
CARPETA ASFALTICA	2,976.37 M2									█	█

PROGRAMA DE OBRA

CONCEPTO	VOLUMEN	PROGRAMA DE OBRA																
		ENERO		FEBRERO						MARZO								
		25	31	1	5	10	15	20	28	1	2	3	4	5	6	7	8	9
DIQUE																		
EXCAVACION	1,698.95 M3																	
EXTR. Y CARG.	1,698.95 M3																	
KMS. SUBCS.	6,795.80 M3																	
RELL. TEPETATE	647.22 M3																	
CONC. F'c=50	53.48 M3																	
VAC. PLANTILLA	1,069.65 M2																	
ACERO	31.854 T																	
CIMBRA EN MUROS	1,634.51 M2																	
CONC. F'c=200	461.68 M3																	
VAC. EN MUROS	461.68 M3																	

PROGRAMA DE OBRA

CONCEPTO	VOLUMEN	FEBRERO					MARZO						
		12	15	20	25	28	1	5	10	15	20	24	27
<u>REGISTROS</u>													
EXCAVACION	58.97 M3	█											
EXC. TUB.	163.78 M3		█										
CONC. F'c=50	2.27 M3			█									
VAC. PLANTILLA	45.36 M2			█									
CAM.ARENA TUB. Y COLC.TUB.	13.52 M3			█									
ACERO	0.987 T						█						
CIMBRA	278.04 M2							█					
CONC. F'c=200	25.96 M3									█			
VAC. REGISTRO	25.96 M3									█			
RELL.TEPETATE	100.90 M3										█		
COLOC.REJILLAS	45.36 M2											█	
<u>ESCALERAS</u>	8 PZAS												█

PROGRAMA DE OBRA

		MARZO					ABRIL				
CONCEPTO	VOLUMEN	12	15	20	25	31	1	5	10	15	
OBRA MECANICA											
ACARREO PLCS. FONDO	165.60 T										
LIMP. Y PINT. DE FONDO	3,116.16 M ²										
MONTAJE ARMADO Y PUNTEADO	165.60 T										
ACARREO PLCS. 1o...5o. ANILLO	392 T										
MONTAJE ARMADO CONFORM. "	392 T										

PROGRAMA DE OBRA

		ABRIL				MAYO				
CONCEPTO	VOLUMEN	16	20	25	30	1	5	10	15	20
OBRA MECANICA										
ACARREO PLCS. 1o.5o. ANILLO	392 T									
MONTAJE ARMADO Y PUNTEADO	392 T									
SOLD. 1o...5o ANILLO										
ACARREO DE ESTRC. SEM. LIG.	80 T									
MONT. ARMADO Y SOLD. SEM.	76.80 T									

PROGRAMA DE OBRA

CONCEPTO	VOLUMEN	MAYO					JUNIO						
		17	20	25	31	1	5	10	15	20			
OBRA MECANICA													
SOLD. 1o...5o. ANILLOS	392 T	[Barra]											
MONT. ARMADO Y SOD. SEMP.	72.80 T	[Barra]											
ACARREO PLCS. CUPULAS	123.20 T	[Barra]											
MONT. ARMADO CONF.	123.20 T	[Barra]											
SOLD. DE FONDOS	165.60 T					[Barra]							
SOLD. DE CUPULAS	123.20 T							[Barra]					
MONT. ARMADO SOLD. LIG.	3.20 T							[Barra]					
PRUEBA HIDROS. CAM. ESP.	4 P							[Barra]					
RACKS DE TUBERIAS													
EXCAVACION	209.29 M3					[Barra]							
RELL. TEPETATE COMP.	146.89 M3					[Barra]							
ELAB. CONC. F'c=50 PLANTILLA	11.88 M3					[Barra]							
ACERO Y HERRAJES	2.942 T					[Barra]							
CIMBRA	456.88 M2							[Barra]					
ELAB. CONC. F'c=200 MUROS	46.38 M3							[Barra]					

PROGRAMA DE OBRA

CONCEPTO	VOLUMEN	JUNIO			JULIO					
		21	25	30	1	5	10	15	20	25
OBRA MECANICA										
TV-74,75 LIMP.INT.PINT.RP-8	5,498.61 M2				[Barra]					
TV-76,77 LIMP.INT.PINT.RP-3	5,498.61 M2				[Barra]					
PISOS DE CONCRETO										
AFINE PARA DAR BOMBEO	12,073.40 M2				[Barra]					
ACERO PASAJUNTAS	8,900.52 M2				[Barra]					
CIMBRA EN REGLAS	58.5 M2				[Barra]					
ELAB.CONC. F'c=150 VAC.	445.03 M3				[Barra]					

PROGRAMA DE OBRA

CONCEPTO	VOLUMEN	JULIO			AGOSTO			
		26	31	1	5	10	15	20
OBRA MECANICA								
TV-74,75 LIMP.INT.PINT.RP-8	5,498.61 M2	[Barra]						
TV-76,77 LIMP.INT.PINT.RP-3	5,498.61 M2	[Barra]						
LIMP.EXT.PINT.RP-2	7,927.91 M2				[Barra]			
TV-74,75,76,77	7,927.91 M2							
APLICACION RA-20	7,027.91 M2						[Barra]	

PROGRAMA DE OBRA

CONCEPTO	VOLUMEN	AGOSTO							SEPTIEMBRE	
		2	5	10	15	20	25	31	1	5
ARREGLO DE TUBERIAS										
ACARREO, MANEJO Y ERECCION TUBERIA DE 10" Ø	291.80 M			=====						
TUBERIA DE 20" Ø	212.00 M			=====						
TUBERIA DE 24" Ø	268.01 M			=====						
TUBERIA DE 4" Ø	735.84 M			=====						
SOLD.A TOPE EN TUB. 10"	70 J			=====						
SOLD.A TOPE EN TUB. 20"	68 J			=====						
SOLD.A TOPE EN TUB. 24"	33 J			=====						
SOLD.A TOPE EN TUB. 4"	210 J			=====						
MANEJO Y ERECCION DE ACCESORIOS.	19 L			=====						

PROGRAMA DE OBRA

CONCEPTO	VOLUMEN	SEPTIEMBRE							OCTUBRE	
		6	10	15	20	25	30	1	5	10
<u>ARREGLO DE TUBERIAS</u>										
SOLD.A TOPE EN TUB. 24"	33 J									
SOLD.A TOPE EN TUB. 4"	210 J									
MANEJO Y ERECCION DE ACCESORIOS.	19 L									
LIMP.Y RP-2 EN TUB. 4"	735.84 M1									
LIMP.Y RP-2 EN TUB.10"	291.80 M1									
LIMP.Y RP-2 EN TUB.20"	212.00 M1									
LIMP.Y RP-2 EN TUB.24"	268.01 M1									
PRUEBA HIDROST.Y NEUM.	12 P									

- PROGRAMA DE OBRA

CONCEPTO	VOLUMEN	OCTUBRE					NOVIEMBRE			
		11	15	20	25	30	1	5	10	14
ARREGLO DE TUBERIAS										
LIMP.Y RP-2 EN TUB. 20"	212.00 MI	[Barra]								
LIMP.Y RP-2 EN TUB. 24"	268.01 MI		[Barra]							
APLIC.RA-20 TUB. 4"	735.48 MI				[Barra]					
APLIC.RA-20 TUB. 10"	291.80 MI					[Barra]				
APLIC.RA-20 TUB. 20"	212.00 MI						[Barra]			
APLIC.RA-20 TUB. 24"	268.01 MI							[Barra]		
LIMPIEZA GENERAL Y ENTREGA DE OBRA	1 L								[Barra]	

C A P I T U L O I V .

CIMENTACION.

IV.1. BASES DE LOS TANQUES

Las cimentaciones utilizadas en los tanques de almacenamiento, al igual que de cualquier otro tipo de cimentación debe cumplir los requisitos esenciales de estabilidad y economía.

Los factores que determinan la cimentación son: Las características de la estructura, su destino, condiciones del subsuelo y el procedimiento constructivo necesario para realizarla.

Por lo que es indispensable que el sitio elegido para la cimentación sea el apropiado, con el objeto de prever y evitar cualquier influencia que pudiera afectar su comportamiento.

Además la cimentación, ha de ser suficientemente segura contra fallas, por resistencia al esfuerzo cortante del suelo y las deformaciones que se desarrollen, nunca deben exceder de las permisibles para evitar daños y reparaciones en la estructura.

En este caso de los tanques verticales de 55,000 BLS en el interior de la Refinería "ING. ANTONIO M. AMOR" se desplantaron las cimentaciones en un suelo resistente, por lo tanto la cimentación adecuada fue de tipo superficial a base de terraplenes, confinados por muros anulares de concreto, ya que proporcionan una mejor distribución de las cargas transmitidas por el casco evitando fallas, proporcionan un nivel y una base sólida para la erección del casco y para la aplicación del aislamiento cuando éste se requiera. Y proporciona un buen desplante del tanque y preserva su conformado durante la construcción.

Puede retener el relleno debajo del tanque y previene la pérdida de material por erosión y actúa como barrera para la humedad.

Existen otros tipos de cimentación como lo son:

En suelos arenosos a base de estabilización, en limos arenosos a base de pilotes, en suelos finos suaves a base de flotación (anulizando un flujo plástico). etc.

Su proceso constructivo debe ser basado en el programa de obra, el cual determina las actividades y las etapas de cada una.

Una descripción somera del Proceso Constructivo lo podemos iniciar con la norma más antigua pero la más eficiente, que es el tripié - de la construcción, siendo este el siguiente:

TIEMPO - COSTO - CALIDAD

De donde el Ingeniero debe cuidar de los tres aspectos en cada una de las actividades y conservar la estabilidad durante todo el proceso de construcción (desde la llegada a la obra hasta la entrega de la misma).

La llegada a la obra es la primer etapa del proceso constructivo, - la cual consiste en trasladarse el personal técnico administrativo al lugar de la obra, por consiguiente las instalaciones para el desarrollo de actividades como los son: las oficinas, el almacén, etc.

Con respecto a las oficinas administrativas deben contar con mobiliario, papelería y los servicios indispensables como luz, agua, y en algunos casos teléfono, radio, etc.

El departamento técnico debe tener lo indispensable de mobiliario, papelería y lo más importante los planos de obra por lo consiguiente un juego de normas y especificaciones de Pemex (por ser una obra de Petróleos Mexicanos).

En el almacén contará con lo indispensable de herramienta manual - (palas, picos, carretillas, etc.) Equipo de Topografía (tránsito, nivel, balizas, estadales, cintas métricas, etc.)

Además del personal Técnico-Administrativo que llega a la obra, -- también llega la cuadrilla de Topografía, la cual es importante durante todo el proceso constructivo, permaneciendo en la misma hasta la última etapa del proceso.

Esta realiza el trabajo de TRAZO Y NIVELACION DEL TERRENO, es importante por que de esta depende la localización exacta de las obras a realizar.

El trabajo consiste en localizar, y marcar el área total, sacar -- curvas de nivel y secciones a cada 20 mts. para que estas últimas se promediaran y obtener el nivel de terreno natural (N.T.N.), sirviendo este de referencia para los espesores de corte.

La cuadrilla está formada por; un Ingeniero, un aparatista, dos estadaleros, dos peones. El equipo necesario de Topografía (un tránsito, un nivel de pie, tres balizas, dos estadales, una cinta métrica, fichas y cal). Con un rendimiento de 0.10 Ha/Hr con una eficiencia del 77%.

La tercer etapa es la de DESMONTE, la cual consiste en el despeje de la vegetación existente en el área de trabajo, el tipo de vegetación esta clasificado en;

Región desértica, cultivada ó pastizal.

Región árida ó semiárida y de monte.

Región de selva o bosque.

Región de pantano.

En nuestro caso, corresponde al tipo de región árida o semiárida y de monte, la cual predomina en la zona. La cual esta constituida por árboles de poca altura y diámetro reducido (hasta 20 cm) - y por arbustos: ejemplo de la misma son los mezquites.

El desmonte se efectuará realizando las operaciones siguientes:

TALA.- Consiste en cortar árboles y arbustos.

ROZA.- El cortar al ras del terreno la maleza, hierba, zacate ó residuos de siembra.

DESENRAICE.- Es la extracción de raíces y tocones.

LIMPIA.- Consiste en la remoción de la materia vegetal fuera del área.

QUEMA.- (Cuando es necesario) que consiste en la incineración de la materia vegetal no aprovechable.

Se puede ejecutar con herramienta manual ó maquinaria, en nuestro caso se hizo con maquinaria, un D-7.

La extracción y el retiro de la capa superficial del terreno natural, que por sus características es inadecuada para la construcción de cimentaciones, además es ejecutada en cortes, préstamos, bancos de material y desplante de terrapienes.

Se lleva a cabo únicamente en material "A" excepto en bancos de material.

Pemex considera un espesor que va de 20 cm hasta 50 cm en nuestro caso fué de 45 cm. y se ejecutó con dos tractores D-7 esta etapa se denomina la de DESPALME.

La cuarta etapa es el corte en terreno natural, lo cual se entiende como excavación a cielo abierto, para alojar cimentaciones, alcantarillas, muros drenes y pequeñas estructuras.

Los materiales se clasifican, de acuerdo con la dificultad que -- presenten para su extracción. El criterio para clasificar los materiales será:

MATERIAL "A".- Es el poco o nada cementado, que puede ser manejado eficientemente sin ayuda de maquinaria, se considera a los suelos agrícolas, limos y cualquier material blando o suelto con partículas hasta de 7.5 cm

MATERIAL "B".- Es el que pudiendo excavar a mano, por sus características sólo puede ser excavado y cargado eficientemente con maquinaria, como lo son rocas muy alteradas, los conglomerados medianamente cementados, las areniscas blandas, los tepetates y la piedras sueltas menores de 75 cm y mayores de 7.5 cm

MATERIAL "C".- Es el que solo, puede ser excavado mediante el uso de explosivos. Se considera como las rocas basálticas areniscas y conglomerados fuertemente cementados, calizas, riolitas, granitos andesistas sanas y piedras mayores de 75 cm

En la forma de ejecución fue con maquinaria, utilizándose dos tractores D-7.

La etapa de relleno, siendo el conjunto de operaciones necesarias para llenar con materiales pétreos una excavación. Como lo son los materiales compactables propios para usarse (tepetate).

Los rellenos pueden ser compactados con equipo manual ó máquina, con control de humedad, para obtener el grado de compactación especificado en el proyecto, analizado por un laboratorio de materiales.

El relleno se formó tendiéndolo en capas sensiblemente horizontales a todo lo ancho de la sección. Las capas de material suelto serán de un espesor aproximadamente de 30 cm., y que permitan obtener la compactación especificada en todos los puntos.

La maquinaria de compactación, puede consistir en rodillos de patata de cabra, lisos o de llantas neumáticas, en nuestro caso se usó rodillos lisos por el espesor de la capa y el tipo de material usado.

El grado de compactación se refiere a la relación entre el peso volumétrico seco del relleno y el óptimo en la prueba Proctor, - este se verifica con muestras del relleno.

La cantidad de agua aplicada fue de 150 lts por M3 de material cementante.

En nuestro caso se utilizó camiones de volteo de 7 M3 de capacidad, y estos formaron montículos que después la motoconformadora extendiera en capas de 30 cm, para que enseguida una pipa de agua humedeciera el material y poder entrar la plancha o compactador de rodillos lisos, dando como resultado capas con espesor de 20 cm, con una compactación del 95%.

CIMENTACION DE LOS TANQUES:

Se inició con trazo de las áreas que alojarían la cimentación, - como se mencionó serán cerchas o muros circulares de concreto -- que alojarán un relleno de cementante compactado al 95%.

Y se procedió a la excavación, que es la extracción de materiales, ejecutada a cielo abierto con una clasificación de material tipo "B", además se fija una tolerancia de sobre excavación, el grado de reposo del material y si existe o no presencia de agua, y la profundidad de la excavación.

En nuestro caso se clasificó de la siguiente manera:

MATERIAL TIPO "B"
TOLERANCIA DE EXCAVACION DE 1 M
EN SECO (SIN PRESENCIA DE AGUA).
PROFUNDIDAD DE EXCAVACION 0-2 M.

Para mayor rapidez de la actividad se usó un cargador frontal con neumáticos, para obtener una mayor eficiencia, y además realizando la siguiente actividad que está considerada como la carga a camiones de volteo, se hizo por que las condiciones eran para el buen funcionamiento de este.

A continuación se trazó para desplantar una plantilla con un concreto $f'c=50 \text{ Kg/cm}^2$ fabricado en sitio con una revolvedora de l-saco, se colocó cimbra de frontera procediendo a trabajar en el acero según planos el cual tuvo resistencia de $f'y=4000 \text{ Kg/cm}^2$.

La cimbra fué diseñada en tableros de acuerdo al diámetro del tanque. El concreto para el muro anular con zapata de una resistencia de $f'c=200 \text{ Kg/cm}^2$. dando lugar a la cimentación de los tanques. En el interior de esta se relleno con material cementante compactado al 95% con control de laboratorio.

VI.2. DIQUES Y RACKS DE TUBERIAS.

CONSTRUCCION DE DIQUES.

De una forma similar a los anillos anulares se hizo una excavación con equipo y se mejoró con material cementante se continuó con el trazo para alojar plantilla y a su vez se trabajó el acero y la cimbra para alojar muros no mayores de 15 M. longitud según Fig.6- y 7 colocando una junta de expansión en zapata y muro.

El concreto en plantilla tiene una resistencia de $f'c=50 \text{ Kg/cm}^2$. y el de la zapata y muro, escaleras y burladeros de $f'c=200 \text{ Kg/cm}^2$. El acero de refuerzo de $f'y=4000 \text{ Kg/cm}^2$.

La función principal de los diques es contener el producto dentro de un área limitada, en caso de fugas o siniestro y poderlo controlar, recuperar, etc.

CONSTRUCCION DE RACKS DE TUBERIA.

Su función es soportar el peso de la tubería con producto.

Su construcción, también tuvo un mejoramiento en el desplante de plantilla de $f'c=50 \text{ Kg/cm}^2$, el acero fue de $f'y=4000 \text{ Kg/cm}^2$. y el concreto de zapata y muro de $f'c=200 \text{ Kg/cm}^2$.

En la parte superior se colocó una placa que sirve para el desplazamiento de la tubería, debido a la dilatación y unas guías que son las que permiten que la tubería se dilate en un solo sentido.

IV.3.-.CONSTRUCCION DE PISOS.

Para iniciar se traza una cuadrícula que permitirá colocar concreto en una secuencia intercalada. Se afina el área de desplante y se coloca malla 66-10/10 dentro de la cuadrícula, se coloca tanto cimbra en fronteras y pasajuntas. Se procede a la elaboración de concreto $f'c=150 \text{ Kg/cm}^2$ y con un espesor de 5 cm. estos pisos están diseñados de tal forma que no existirán cargas excesivas.

C A P I T U L O V

ERECION DE LOS TANQUES

V.1. TRANSPORTE, CARGA, DESCARGA Y ALMACENAMIENTO.

V.1.1. EMBARQUE

- a) El manejo efectuarlo a la mínima distancia entre el equipo de carga, de estiba y el de transporte. El manejo de láminas planas para fondo y techo hacerlo sujetando en los tercios medios del lado largo con grilletes para lámina con mordaza endurecida. Los grilletes se suspenden de un balancín mediante cables de acero (estrobos) efectuarlo manteniendo el tirón vertical.

La colocación de las placas en la plataforma de transporte deberá hacerse con traslape de 5 cm en su lado largo con el fin de facilitar la maniobra de descarga. (Fig.13).

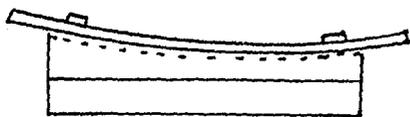
- b) El manejo de láminas roladas para envoltente deberá hacerse sujetando en los tercios medios largos, con grillete para lámina suspendidos en puntos equidistantes del balancín.

La colocación en plataforma de transporte, deberá hacerse sobre moldura de madera indeformable con curvatura igual a la descrita por el radio del tanque; depositarla en la plataforma con la parte cóncava opuesta a la plataforma, traslapando 5 cm en el lado largo para facilidad de maniobra de descarga.

- c) El manejo de travesaños de viento (rigidizantes del cuerpo), deberá hacerse en forma similar al empleado para estructuras metálicas; se estiba en plataforma calzando con madera los lados que por su forma constructiva así lo exijan.

V.1.2. EQUIPO PARA MANEJO.

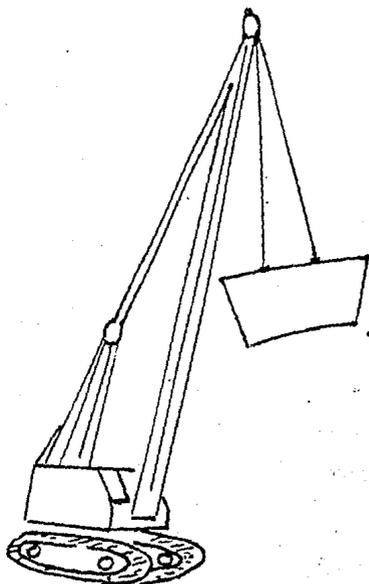
- a) 1 pza. grúa con capacidad de 15 tón
- b) Variable plataformas con tractor equipados con moldura de madera o estructura indeformable con radio similar al descrito por la envoltente del tanque.
- c) Lote Herramienta:
1 Pza. Balancín de 7,000 mm de claro entre apoyos y capacidad de 5 ton. Fig. 14.



ALMACEN



TRANSPORTE



CARGA Y DESCARGA

FIG. 13

5 Pza. Grilletes para lámina de 38 mm de espesor con mordaza endurecida. (Fig. 14).

5 Pza. Idem. para lámina de 25 mm

4 Pza. Barras redondas de acero laminado en caliente con espátula y punta cónica de 1,000 mm de longitud y 38 mm ϕ .

4 Pza. Idem. pero espátula doblada con ángulo de 45°

5 Pza. Cinceles de acero laminado en caliente de 25 mm ϕ y -- 200 mm de long.

5 Pza. Martillos de bola de 700 gr. (1.5 lb).

10 Pza. Grilletes de tornillo de 25 mm ϕ .

2 Pza. Idem. pero de 38 mm ϕ .

6 Pza. Estrobo de cable de acero de 19 mm ϕ x 2,200 mm de longitud.

3 Pza. Idem. pero de 25 mm ϕ x 4,000 mm de longitud.

V.1.3 EQUIPO PARA TRANSPORTE

Deberán usarse plataformas de ferrocarril o terrestre descubiertas para el acarreo de lámina que cumplan con los reglamentos de tránsito federal vigentes.

V.1.4 DESCARGA.

- a) La descarga efectuarla con un lote de equipo y herramienta similar al empleado para el embarque.

V.1.5 ALMACENAMIENTO.

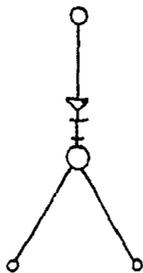
- a) AREAS NECESARIAS.

El área necesaria para almacenar los materiales de un tanque de 55,000 resulta de 1,000 M².

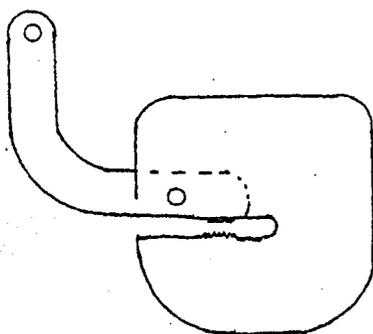
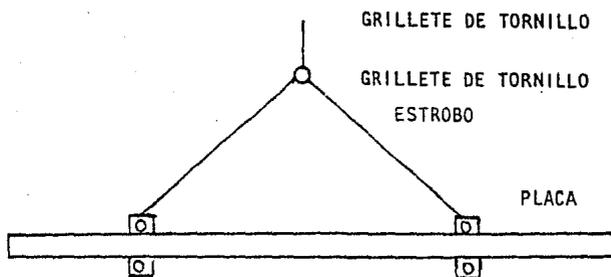
- b) PREPARACION DE LAS ARFAS.

Caminos de terracería entre estibas con una compactación de 90% Proctor.

El patio de estibas deberá estar drenado, con capa de suelo cemento para evitar crecimiento de zacate o arbusto.



BALANCIN



GRILLETE PARA LAMINA

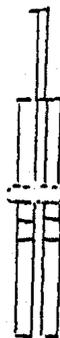


FIG. 14

c) CONSERVACION DE MATERIALES.

Se dará mantenimiento constante a los caminos de acceso y drenes.

A los materiales almacenados a intemperie se les aplicarán -- dos manos de pintura anticorrosiva a la superficie total de la placa superior y a los bordes y biseles de las placas de la estiba.

Se almacenarán bajo techo los materiales susceptibles de daño por intemperie y extravío, tales como son las cámaras de espuma, mangueras de drenaje tornillos de acero inoxidable, instrumentación.

V.2. RECOMENDACIONES PREVIAS.

Juego completo de planos de montaje y fabricación.

V.1.2. Acondicionar un lugar para almacenamiento de la soldadura en el cual sea controlada la temperatura y humedad.

V.2.3. La temperatura a la soldadura almacenada será de acuerdo con el tipo de electrodo.

V.2.4. Calificar a los operarios soldadores.

V.2.5. La responsabilidad completa de la construcción y prueba del tanque, debe observarla un supervisor técnico, a tiempo completo.

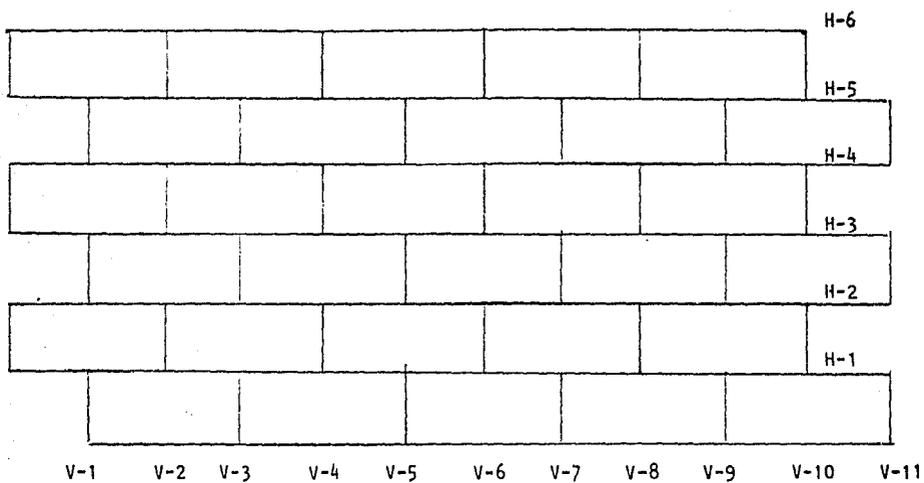
V.2.6. Dibujar el desarrollo perimetral del tanque y dividir el número de anillos así como las soldaduras verticales para utilizarse como control de la inspección radiográfica que deberá hacerse inmediatamente después de terminar cada soldadura.

Emplear las gráficas marcadas como fig.15

V.3. EQUIPO DE MONTAJE.

V.3.1. SELECCION DEL EQUIPO DE MONTAJE.

- a) Grúa para armado de fondo y envolvente con capacidad de 15 -- ton. traslación en neumáticos y pluma de 30' 1 Pza.
- b) Compresor de aire de 300 PCM y presión de 7 Kg/cm² 1 Pza.



CONTROL GRAFICO DE RADIOGRAFIAS

FIG. 15

c)	Generador de energía eléctrica con motor de combustión interna y capacidad de 400 KVA.	2 Pza.
d)	Plataforma con tractor y capacidad de 20 ton	1 Pza.
e)	Winche con capacidad de 5 ton	1 Pza.
f)	Camioneta redilas con capacidad de 3 ton	1 Pza.
g)	Equipos para soldar según proceso manual con capacidad de 310 Amp.	5 Pza.
h)	Lote de herramienta:	
	Esmeriles eléctricos o neumáticos uso rudo.	10 Pza.
	Equipo de Arco-Aire.	5 Pza.
	Equipo de oxiacetileno.	3 Pza.
	Equipos de multiflama.	5 Pza.
	Tirfor con capacidad de 3 ton 25 M cable.	3 Pza.
	Montacarga de 3 ton	2 Pza.
	Grilletes para lámina (perros) de 38 mm.	2 Pza.
	Grilletes para lámina (perros) de 25 mm	4 Pza.
	Andamiaje tubular desmontable para instalarse en el lado interior del tanque en la totalidad del perímetro y la altura, tornillos niveladores y tabloncillos de madera de 2" x 12' x 10'.	
	Martillos, cinceles, barras de uña, candados, separadores, tuercas, punzones, sierra, discos abrasivos de diferente espesor y diámetro todo el material que el desarrollo del trabajo exija.	
	Manguera flexible para presión de 10 Kg/cm ² y diámetro de 50-mm.	80 M
	Manguera idem. pero diámetro de 25 mm	200 M
	Cable de cobre flexible calibre 2/0 para portaelectrodo. 500 M	
	Zapatillas terminales con tornillo para fijar cable de tierra a estructura.	10 Pza.

V.3.2. SELECCION DE EQUIPO DE SOLDADURA Y SU APLICACION.

V.3.2.1. DEFINICIONES.

- a) Proceso Manual: Es el empleado para la unión de dos materiales, mediante la fusión de un electrodo revestido con fundente.
- b) Proceso Semi-Automático: En el proceso semi-automático se emplea un lote de equipo capaz de depositar en forma continua -

un electrodo con núcleo tubular auto-protégido. Este lote es tará manipulado por un operario calificado.

- c) Proceso Automático: En el proceso automático se emplea equipo capaz de alimentar en forma continua el material de aporte con su respectiva protección de atmósfera inerte.

En este proceso es obligatoria la presencia permanente de un operador durante la aplicación de la soldadura.

V.3.2.2. La soldadura horizontal anillo 1/2, 2/3, 3/4 y 4/5 deberá -- efectuarse con el proceso automático, si por determinadas -- circunstancias el equipo presenta problemas se procederá con el proceso manual.

V.3.2.3. La soldadura en las placas del anillo anular, anillos de refuerzo, ménsulas, escaleras y accesorios se aplicará mediante el equipo enunciado como proceso manual.

V.4. REVISION DE LA CIMENTACION TERMINADA.

- a) Localización del centro.

Antes de empezar el traslado de equipo o personal al sitio - del montaje es necesario efectuar una meticulosa revisión de la cimentación terminada del tanque.

Aunque haya una estaca marcando el centro, es necesario que el montador verifique cuidadosamente que la posición del cen tro sea absolutamente correcta.

En caso de que no haya centro marcado, o para verificar un - centro existente procedase como sigue:

Medir el diámetro exterior de la base en tres posiciones dis tintas.

Determinar el diámetro promedio y establecer un radio igual al medio diámetro. Con cinta y con este radio, trazar un arco apoyando el centro en tres lugares distintos aproximada - mente a 120° uno del otro.

Clavar una estaca en la intersección de los tres arcos.

(Ver figura 16)

- b) REVISION DIMENSIONAL.

Después de que se ha clavado la estaca del centro, o que se - ha confirmado que la posición ya señalada era correcta, los - radios interior y exterior del anillo de la cimentación debe-

REVISION DE LA CIMENTACION TERMINADA

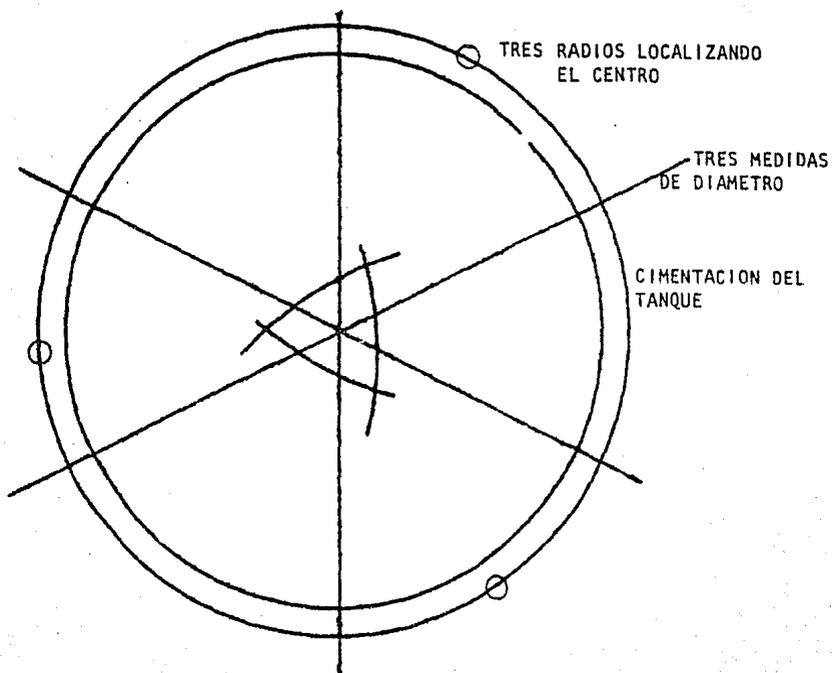


FIG. 16

rán verificarse contra el plano, y sus medidas deberán estar correctas dentro de una tolerancia de más o menos 25 mm.

La pendiente del fondo deberá también verificarse para asegurar que está correcta, firme y de superficie uniforme. No deberá haber rocas en la superficie con tamaño mayor de 25 mm aproximadamente.

Tampoco deberá haber en la superficie arena con sal, grumos de tierra o de cualquier otra materia extraña.

c) REVISION DE ORIENTACION DEL TANQUE.

Trazar con exactitud los ejes norte-sur y oriente-poniente sobre la cimentación de acuerdo con el norte convencional de referencia del plano de instalación y marcarlos claramente sobre las caras superior y exterior del anillo de cimentación.

Se marcarán cuatro niveles en estos ejes para verificar el nivel exacto del fondo del tanque.

Se trazará en campo sobre la cimentación una referencia auxiliar del anillo anular a 30,480 mm de radio.

Se trazarán las líneas centro de todas y cada una de las boquillas, sobre la pared exterior de la cimentación.

Previamente al trazado en campo de las boquillas se hará en plano la distribución de las placas anulares para verificar que ninguna soldadura de ésta coincida con la soldadura vertical del primer anillo.

Si se requiere éste trazo puede hacerse en campo.

Sólo cuando se haya comprobado que el sitio de montaje, sus alrededores, servicios, materiales y facilidades convenientes están debidamente dispuestos, deberá el montador proceder a iniciar el traslado del equipo y personal al sitio.

V.5. F O N D O

V.5.1. MONTAJE DE PLACAS ANULARES DEL FONDO.

a) Trazado de referencias.

Cuando se haya concluido con resultados satisfactorios la revisión de la cimentación del tanque, se procederá entonces a trazar las referencias que servirán para tender las placas anulares del fondo.

Con la estaca de centro como referencias para los trazos subsecuentes, se trazará un círculo sobre la cara superior del concreto, debiendo tener éste círculo 25 mm más en radio que el diámetro exterior final de las placas de apoyo, ya armadas según plano, del primer anillo del tanque. Se cuidará de marcar este círculo lo más claro e indeleble posible para que durante las maniobras posteriores, las pisadas, polvo, etc., no borren ésta muy necesaria referencia.

Se usarán entonces los anteriormente trazados ejes norte-sur -- oriente-poniente para verificar muy cuidadosamente la orientación de las boquillas y accesorios del tanque, marcando éstas referencias sobre el diámetro exterior de la cimentación. Revisando los planos de manufactura del tanque se determinarán las posiciones donde quedarán las uniones verticales del primer anillo y se planeará la distribución de las placas anulares de apoyo del primer anillo, de manera que las uniones radiales de éstas placas horizontales no coincidan con las uniones verticales del primer anillo. Se recomienda un desplazamiento mínimo entre uniones verticales y radiales de 300 mm.

Una vez terminada la distribución de las placas anulares se marcarán sobre la cimentación los ejes de simetría del fondo.

b) TENDIDO DE LAS PLACAS ANULARES

Las placas anulares de 1/2" para apoyo del primer anillo se tenderán a continuación repartidas en la circunferencia de la cimentación para proceder a soldarlas en secciones de dos en dos.

Las uniones radiales deberán tener 100% de penetración y con radiografiado total, utilizar placa de respaldo, para soldar solo por la parte superior; si no hay placa de respaldo sanear la raíz con equipo arco-aire y aplicar una pasada con AWS E-7018 - 1/8"Ø.

Cuando se haya terminado la soldadura de las uniones radiales de las placas anulares, el conjunto deberá haber quedado concéntrico con el trazo del radio exterior más 25 mm que se encuentra sobre la cara superior de la cimentación.

La soldadura radial superior de las placas anulares deberá ser esmerilada en el paso de apoyo del primer anillo envolvente.

La soldadura de unión entre sectores del anillo anular podrá ser automática o manual, en caso de ser manual se usará electrodo revestido AWS-E7013 en toda la soldadura, con técnica de retroceso a cada 500 mm.

La altura del cordón de refuerzo deberá ser de 3 mm, el exceso de ancho de cordón a cada lado deberá ser de 1.5 mm máximo.

V.6.2. ENSAMBLE DE PLACAS DEL FONDO.

El tendido de las placas del fondo se iniciará colocando en su lugar preciso la placa que cae sobre el centro del tanque. Antes de colocar la placa habrá que transportar dicho centro, que será la intersección de los ejes de simetría del fondo del tanque, a cuatro estacas de referencia colocadas cada una sobre un eje de simetría y fuera del área que ocupará la placa.

La placa será cuidadosamente alineada y centrada con respecto a los ejes de simetría y se transportará mediante un botón o perno punteado sobre la cara superior de la placa, el centro real del tanque.

Se procederá luego a colocar las placas siguiendo la secuencia típica, colocando o aplicando tres puntos de soldadura para evitar que la placa se mueva, el traslape deberá tener un mínimo de 25 mm verificando constantemente que las distancias a las referencias de los ejes sean mantenidas según lo pedido en el plano.

Es recomendable utilizar un tablón en la zona adyacente a la soldadura para evitar deformaciones, punteando tres tuercas en la placa inferior o insertar tres punzones a fin de evitar que las placas se separen por efectos del calor.

V.6. E N V O L V E N T E

V.6.1. TRAZO DE CIRCULOS DE REFERENCIA.

Usando la estaca del centro del tanque como referencia transversal sobre las placas anulares un círculo correspondiente al espesor medio del primer anillo del tanque, rayando y punteando el círculo sobre las placas.

Se marcarán además dos referencias concéntricas; una 44 mm del centro y otra 44 mm afuera del círculo medio arriba trazado. Los círculos serán señalados solo con puntos aproximadamente a 200 metros, ya que únicamente servirán como referencias de concentricidad o de flechas de las placas del primer anillo.

V:6.2.

TRAZO DE CUERDAS.

En el plano de armado de las placas del cuerpo se encontrarán separaciones que habrá de dejar entre las placas para las verticales soldadas, así como los valores de cuerdas correspondientes a cada una de las placas que forman el primer anillo.

Como regla general, la distribución de referencias depositará las placas del primer anillo empezará con la placa corta que contiene la boquilla de admisión del producto. Utilizando in formación del plano de montaje, que es el resultado de cálculos precisos basados en los largos asignados a cada una de las placas del primer anillo, se localizarán sobre el círculo de espesor medio las cuerdas que señalan el principio y fin de cada placa de espacios entre placas. Estos puntos se señalarán provisionalmente con crayón hasta completar el marcado en toda la circunferencia.

También se marcarán junto a cada unión los números de cada una de las dos placas, que llegan a la unión, tomando esta numeración de los datos contenidos en el plano de montaje.

Al concluir el marcado total de la circunferencia del círculo de espesor medio, la última marca deberá de coincidir con la última placa con una variación máxima de unos 6 mm. en más o menos. De existir una diferencia mayor, habrá que verificar todos pasos para localizar el error.

Cuando ya se han localizado y verificado todas las cuerdas y espacios, se procederá a marcar cada punto con golpe de punzón que señalarán los puntos con pintura para hacerlos más fáciles localizables.

Se marcarán ya claramente además, a cada lado de las uniones números de las placas que convergen en la unión. Finalmente-

a unos 150 mm de las puntas de cada placa se soldará una guía dado por una tuerca cuadrada o una placa de 13 x 38 x 50 mm.

Estos topes servirán como apoyos para mover las placas y ponerlas en su posición exacta sobre los puntos de las -- cuerdas.

V.6.3.

ARMADO DEL PRIMER ANILLO DEL CUERPO.

Durante la manufactura en taller de las placas del cuerpo debieron haberse mantenido cuidadosamente las medidas y - tolerancias de escuadrado, ancho y largo nominales de las placas dentro de los límites señalados, en los planos de referencia.

Este cuidado en la manufactura de las placas de cuerpo se reflejará en un mínimo requerimiento de mano de obra en - campo para obtener las tolerancias de redondez y verticalidad que los cuerpos de tanques de gran diámetro requieren.

Contando ya con las placas del primer anillo cuidadosamente revisadas y aprobadas en cuanto a la precisión de la - curvatura y medidas, se habrá determinado con los trazos - anteriores la posición exacta de cada placa para obtener la orientación que el plano de ensamble específica para - las boquillas y registros y para evitar la coincidencia - de uniones verticales y radiales.

El ensamble de las placas del primer anillo deberá empezar también con la placa corta que contiene la boquilla de admisión de producto, ya que será ésta la boquilla que mayor precisión de orientación requerirá.

Esta primera placa se situará montada con la cara interior sobre el círculo de diámetro interior y se apuntalará en - esta posición. La siguiente placa se montará de igual mane - ra sobre el trazo y se acercará a la primera hasta obtener - se la abertura especificada sobre la unión vertical entre-

placas. Solo se apuntalarán las tres primeras placas, se sujetarán las placas con candados y separadores (ver figura 17). - Se montarán la totalidad de las placas del primer anillo situando cada una con sus juntas precisamente en el lugar señalado por un trazo y punteado de cuerdas. Ninguna placa de cuerpo se punteará a la placa anular en tanto no se termine la soldadura de todas las uniones verticales en su cara exterior más unos 200 mm de unión interior en la parte más baja de las placas, con lo que procederá a colocar este primer anillo concéntrico sobre las marcas trazadas en las placas anulares, y se punteará el primer anillo a las placas anulares.

Es muy recomendable que se tome una medición de circunferencia total del tanque antes y después de haber terminado la soldadura de las uniones verticales, exteriores e interiores, para conocer la contracción total final en circunferencia y por consiguiente, en cada junta.

Esta información servirá para ayudar a predecir las aberturas y contracciones de los anillos siguientes, y para el montaje de tanques similares en el futuro, es conveniente llevar un registro de esto.

7.6.4. SOLDADURA VERTICAL DEL PRIMER Y SEGUNDO ANILLOS.

La soldadura vertical del primer anillo puede hacerse siguiendo, cualquier procedimiento o la soldadura que a continuación se describe:

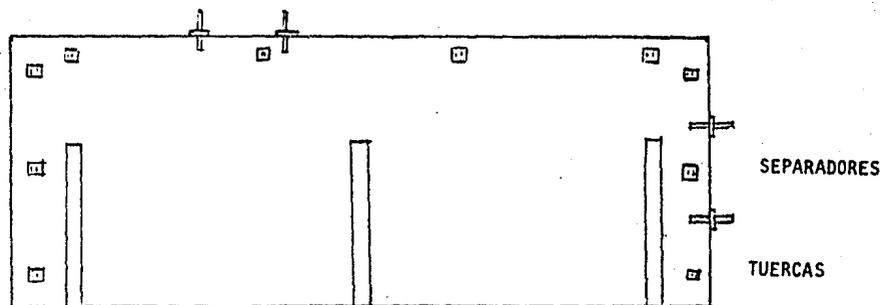
OBTENER POR LOS MEDIOS NECESARIOS UNIFORMIDAD DE BISELES LIM - PIEZA NECESARIA EN TODA SUPERFICIE POR SOLDAR Y SUJECION DE LAS PLACAS.

Puntear en el extremo superior de cada placa colineal al bisel una plaquita de 1/4" a 1/2" de espesor por 2" x 2", con la finalidad de aplicar en forma continua los cordones de soldadura.

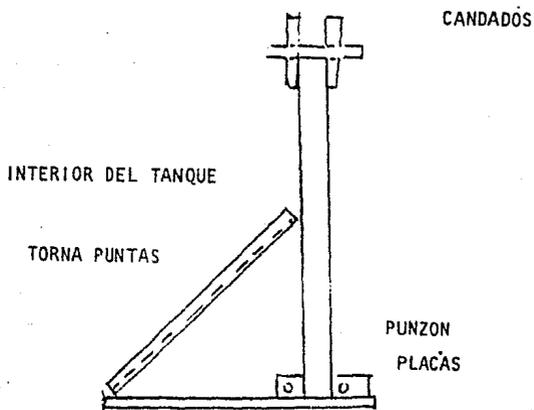
a) PROCESO MANUAL

Aplicar todos los cordones de soldadura por el lado opuesto al de instalación de los herrajes para rigidización, precalentar de acuerdo con las normas, y procedimientos de soldadura.

Con técnica de retroceso aplicar en forma ascendente el "fondeo" paso caliente y rellenos en tramos de 610 mm ; usar electrodo --



DISTRIBUCION TIPICA DE INSTALACION DE HERRAJES
PARA RIGIDIZANTES Y SEPARADORES



DETALLE TIPICO
INSTALACION DE SOPORTES INCLINADOS

AWS E-6010 de 3 mm \varnothing para fondo y E-7018 de 4 mm \varnothing para cordones complementarios.

El cordón de vista hacerlo en forma continua y ascendente con electrodo AWS E-7018 de 4 mm \varnothing dejando una corona ue 3 mm - como máximo.

Se procede a limpiar de rigidizantes el lado interior dejando totalmente esmerilados los cordones de soldadura auxiliares. Cuando por el proceso de soldadura las placas estan formando un pico o sea se esten saliendo de tolerancia, deberá el soldador cambiarse de interior o exterior o viceversa a fin de - corregir este defecto.

Sanear la raíz del primer cordón exterior con electrodo de -- carbón cobrizado de 6 mm \varnothing , esmerilar a metal blanco este nuevo bisel para iniciar los cordones de "relleno" con técnica - de retroceso en forma ascendente a cada 610 mm con electrodo de 4 mm \varnothing AWS E-7018.

Verificar la calidad de la soldadura vertical mediante inspección radiográfica al 100% en los tres primeros anillos, en -- los demás anillos de acuerdo con API-650.

Si la calidad de la soldadura es aceptable se procede a esmerilar a ras el cordón interior con pulido fino; en caso contrario proceder a su reposición en la forma siguiente:

1. Marcar con pintura de aceite color rojo sobre la soldadura que resulte defectuosa, transportar fuera de la soldadura el tramo defectuoso a una distancia de 150 mm y marcar con pintura de aceite para verificar posteriormente su reparación.
2. Vaciar con equipo de Arco-Aire y electrodo de carbón cobrizado de 6 mm \varnothing la soldadura defectuosa, pulir con disco - abrasiva y a metal blanco aplicar la soldadura en el tramo de reparación.
3. La zona reparada deberá reinspeccionarse radiográficamente cuantas veces sea necesario.
4. Toda soldadura defectuosa deberá repararse inmediatamente, de acuerdo con el procedimiento descrito.

b) PROCESO AUTOMÁTICO.

El éxito de la soldadura vertical mediante el proceso se apoya desde luego en la calidad de la máquina, el técnico que la opera y la preparación de biseles.

Después de verificar pruebas en México, en tres tipos de equipos automáticos diferentes, se comprobó que el equipo más confiable es el equipo RAMSONE.

Invariablemente el bisel deberá estar totalmente limpio y paralelo a la cremallera de la máquina.

El operario de la máquina debe tener un entrenamiento apropiado al equipo que tiene a su cargo.

La sujeción será indispensable tanto para reducir deformaciones, como para detención de la placa de respaldo si el equipo por emplear requiere cámara inerte. De acuerdo con el proceso de soldadura seleccionado en la construcción, modificar los herrajes básicos de sujeción.

Instalación de los herrajes para rigidizar el anillo y las placas para continuidad de los cordones de soldadura vertical en el caso descrito para proceso manual.

La soldadura deberá ser equivalente a la AWS E-7018.

Las soldaduras defectuosas deberán corregirse siguiendo las etapas marcadas para el caso de soldadura con proceso manual.

Indistintamente al proceso de soldadura empleado, deberán tomarse lecturas de las deformaciones ocurridas por la aplicación de soldadura vertical, en caso de tener lecturas fuera de lo normal deberán analizarse y corregirse antes de continuar el armado de anillos superiores.

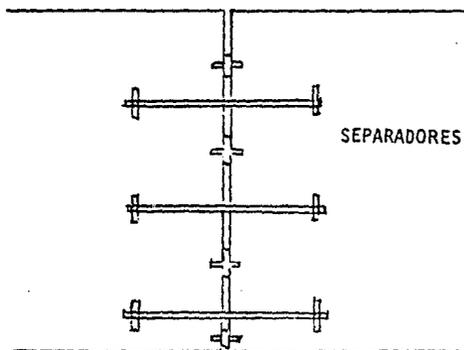
c) MONTAJE Y SOLDADURA DEL SEGUNDO ANILLO.

Previo al armado del segundo anillo se instala a una altura de 900 mm arriba del piso por el lado exterior del tanque: el anillo de rigidización inferior que será usado como andamio provisional, removiéndolo progresivamente de acuerdo con el avance de construcción del tanque.

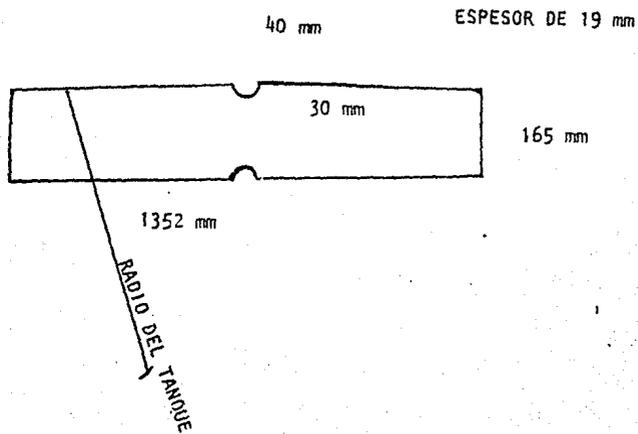
Los herrajes para montaje de la plataforma están detallados en la figura 18.

DETALLE TÍPICO DE INSTALACIONES DE HERRAJES

RIGIDIZANTES



VISTA INTERIOR DEL TANQUE



El montaje del segundo anillo se realiza en forma similar al primero; las placas que lo forman llevarán soldadas las -- "tuercas" para "candado" y los clips para los "rigidizantes" en caso necesario, como se detalla en la figura F No:18 anterior. La instalación de cada una es diferente, la condición - prevalente es que cada lámina debe quedar conformada con los "separadores", los "candados" y los "rigidizantes" inmediatamente después del montaje. Para alcanzar esta condición se - requieren andamios por el interior y exterior, los cuales se deberán armar anticipadamente.

Al terminar el armado se toman lecturas de deformaciones, en caso necesario se corrigen las desviaciones para iniciar la soldadura de las uniones verticales.

La secuencia de soldaduras verticales en el segundo anillo - será en forma similar al empleado para el primero.

La lectura de deformaciones al terminar las soldaduras verticales será otro punto de apoyo para continuar la siguiente - etapa, caso contrario analizar los resultados y proceder a - la corrección.

V.6.5. SOLDADURA HORIZONTAL ENTRE ANILLOS PRIMERO Y SEGUNDO.

Para efectuar esta soldadura, debe estar 100% terminada las soldaduras verticales de los dos anillos.

El sistema de soldadura para la horizontal del primero y segundo anillo será la automática, empleando soldadura arco su merg'do. (De preferencia).

Esmerilando con disco abrasivo a fin de eliminar las irregularidades para efectos radiográficos.

Deberá de tenerse cuidado de que la soldadura no "aviente" - el cordón; en caso de que esto suceda, cambiar la máquina pa ra el otro lado del bisel.

La limpieza debe ser tal que no haya socavados, que las aspe rezas sean tales que permitan que se pase la mano sin lastimar.

Sanear la raíz de la soldadura exterior con equipo de Arco-Aire y electrodo de carbón cobrizado de 6 mm Ø. Esmerilar to talmente dejando metal blanco para aplicar los cordones de -

relleno con equipo similar al empleado por el exterior.

Inspeccionar radiográficamente con equipos de rayos X imprimiendo placas de 430 mm en cada cruce y dos tomas de la misma longitud en cada placa que forman el perímetro del tanque. Preferentemente rayos X.

Cualquier reparación que surja tratarla como en el caso descrito en el punto V.6.4.y 2. Tomar lectura de deformaciones, analizar sus resultados y en caso necesario corregir.

V.6.6. SOLDADURA DE FILETE ENTRE PLACA ANULAR Y PRIMER ANILLO DE LA ENVOLVENTE.

Para iniciar la soldadura de filete entre placa anular y el primer anillo de la envolvente solamente es indispensable haber terminado las soldaduras verticales del primer anillo; por lo tanto en forma simultánea al montaje del segundo anillo es posible iniciar esta etapa.

En el proceso de soldadura manual deberá aplicarse AWS-E-7018 o 7024, soldando la parte exterior una vez terminada dicha parte inspeccionar la soldadura con líquidos penetrantes, (puede aplicarse diesel con petróleo) eliminando los defectos y resoldando las partes que hayan resultado defectuosas y así proceder a soldar la parte interior.

Es de vital importancia precalentar a una temperatura de 100 a 150° la placa del primer anillo en una longitud de 300 mm-arriba del anillo anular para aplicar la soldadura de filete, emplear un equipo de quemadores para uniformizar esa temperatura. Verificar la temperatura empleando crayón térmico.

V.6.7. ARMADO DE LOS ANILLOS 3, 4, 5 y 6.

Previo al armado de cada anillo se preparan los andamios, interior con estructura tubular desmontable o carros deslizantes o escuadras y tablonés y el exterior como se describió para el segundo anillo, la altura del exterior esta determinada por la estatura promedio del personal de soldadura y montaje: en nuestro medio será del orden de 1,500 mm hacia abajo a partir de la parte superior del anillo armado y soldado.

En todos los casos montar el anillo superior cuando se ha terminado el montaje y soldado vertical y horizontal de los anteriores.

Seguir para cada anillo la secuencia descrita para el segundo anillo.

Cuando se requiera por algún motivo suspender el montaje de -- los anillos hasta la próxima o próximas jornadas de trabajo; a asegurar con ganchos deslizables y vientos de cable de acero -- contra venteo por empuje del viento o agentes extraños.

De acuerdo con la gráfica de deformaciones verificar a la terminación de cada etapa el estado que guarda el tanque, en caso necesario corregir hasta obtener como mínimo los valores establecidos.

V.6.8. SOLDADURA VERTICAL Y HORIZONTAL DE LOS ANILLOS 3 Y 4.

Esta etapa es similar a la descrita para los anillos 1 y 2.

V.6.9. SOLDADURA VERTICAL DEL ANILLO NUMERO 5 PLACA DE 14 MM. DE ESPESOR

La soldadura vertical del quinto anillo será mediante el proceso manual con electrodo AWS E-7010, usando electrodo de 3 mm - de diámetro para el fondeo con técnica de retroceso en forma - ascendente y de 4 mm Ø para el "paso caliente" con la misma técnica.

Los siguientes cordones de relleno y acabado hacerlos con electrodo de 4mm Ø y técnica de retroceso en forma descendente en tramos de 610 mm Limpiar después por el interior, para terminar la soldadura. Sanear la raíz con equipo de Arco-Aire por el interior, esmerilar hasta dejar metal blanco y rellenar con - electrodo de 4 mm Ø en forma descendente y tramos de 500 mm.

V.6.10. SOLDADURA VERTICAL DEL ANILLO NUMERO 6.

Cuando se termina la rigidización del sexto anillo con herrajes por el interior y se puntean las placas para continuidad del -- cordón de soldadura en el borde superior de las placas, se limpia con esmeril hasta dejar a metal blanco el bisel, se coloca el ángulo de coronamiento se puntea y en forma simultánea a la soldadura de las verticales se procede a soldar el referido ángulo de coronamiento. La soldadura de las uniones verticales --

del sexto anillo se iniciará por el exterior, el material de aporte será AWSE-7010 de 3 mm. \emptyset para el fondeo con técnica de retroceso en tramos de 500 mm. y en forma ascendente. Los cordones faltantes aplicarlos con electrodo de 4 mm \emptyset AWSE-7010 y técnica de retroceso en tramos de 610 mm. en forma descendente, por el interior sanear ligeramente la raíz con equipo de Arco-Aire esmerilando el bisel hasta dejar a metal blanco para completar la soldadura..

V.6.11. SOLDADURA HORIZONTAL DE LOS ANILLOS 4 CON 5 Y 5 CON 6.

La soldadura horizontal se inicia por el exterior cuando los biseles se hayan esmerilado a metal blanco, los procesos de soldadura pueden ser manual, si se aplica el proceso manual-deberá seguirse la técnica de retroceso.

Al terminar la soldadura exterior sanear la raíz interiormente con equipo de Arco-Aire y esmerilar hasta eliminar la escoria y así proceder a completar la soldadura interior.

El material de aporte será AWS-7018 de 5/32" \emptyset .

La inspección radiográfica se efectuará tomando una placa de 430 mm de longitud en cada cruce y dos placas mas entre las uniones verticales del anillo inferior.

Reparar si es necesario en la forma descrita en el punto V1.4.

V.6.12. ARMADO DEL ANGULO DE CORONAMIENTO.

Como se indica en el Punto V.6.10 el ángulo de coronamiento se conformará al sexto anillo con puntos de soldadura de 50 mm. a cada 300 mm. esta actividad será anterior a la aplicación de las soldaduras verticales del sexto anillo.

V.6.13. SOLDADURA DEL ANGULO DE CORONAMIENTO.

La soldadura del ángulo de coronamiento en el sexto anillo se inicia por el exterior con el equipo manual y electrodo recubierto AWS-E-7018 5/32" \emptyset .

Limpiar con el esmeril la raíz del cordón de soldadura exterior y aplicar los cordones de relleno por el interior.

V.6.14 ARMADO Y SOLDADO DE LOS ANILLOS DE REFUERZO.

El anillo inferior se instalará a su altura de proyecto cuando-

se termine la rigidización del quinto anillo. Conformer sin afectar la verticalidad del anillo, puntear cordones de 50-mm, a cada 500 mm para apoyar el anillo al cuerpo del tanque, esperar a completar la soldadura de filete; cuando se haya terminado la soldadura vertical y horizontal del cuarto y quinto anillos.

La soldadura de filete perimetral del anillo de refuerzo se hará con equipo manual con técnica de retroceso a cada 1,000 mm. y AWS-E-7018 de 5/32"Ø.

Las ménsulas se soldarán al cuerpo con equipo de soldadura manual cordón continuo y descendente por ambos lados del patín.

El montaje y soldadura del anillo rigidizante superior se hará en la misma forma que el inferior.

V:6.15. COLOCACION PLACAS PARA BOQUILLAS CONTRA INCENDIO.

Una vez terminado el anillo rigidizante superior, se colocarán las placas para boquillas contra incendio.

V:6.16. LIMPIEZA DEL CUERPO DEL TANQUE.

La calidad de la obra será culminada con una limpieza absoluta en el interior y exterior del tanque. Se ha propuesto el uso de andamios rígidos y seguros para obtener en conjunto -- con otros elementos en primer lugar un tanque con envolvente concéntrica y en segundo lugar paredes exentas de rebabas y/o cráteres que provoquen daños o fugas de vapores al sello del techo.

Los cráteres serán resanados con electrodo E-7018 de 3mm,Ø -- empleando guía manual y pulir mediante disco abrasivo las partículas sobresalientes de la pared del tanque.

V:7. TECHO O CUPULA.

El procedimiento de montaje del primer tipo de techo es el siguiente. Se monta totalmente la estructura de soporte por los métodos tradicionales apegándose completamente al plano de montaje respectivo. Se plomean las columnas teniendo cuidado de no soldar las bases de las mismas a las placas del fondo.

Déjense libres. En seguida se monta el techo siguiendo el mismo procedimiento para el montaje del fondo. Respétense los traslapes marcados en el plano de montaje así como la secuencia del montaje.

V.8: PRUEBAS.

a) Placas de fondo.

1. (5.210) Pruebas con aceite penetrante.

Unión del fondo al cuerpo. La soldadura interna de filete se inspeccionará antes de soldar la exterior.

La prueba de fugas será realizada con aceite después de retirar la escoria.

El detectado de grietas en la soldadura interior de filete se hará usando aceite penetrante. El aceite se eliminará antes de soldar el filete exterior. (Fig.19).

2. Inspección con partículas magnéticas.

Uniones a tope en la placa anular, (fondo). Estas uniones se inspeccionarán con partículas magnéticas desde el lado superior al terminar el "fondeo" o primer paso, y por segunda vez al terminar el segundo paso.

3. Prueba de vacío.

Todas las uniones de las placas del fondo serán probadas con vacío, utilizando una solución espumosa después de quitar la escoria; el vacío será de 300 mm de Hg. aproximadamente.

4. Medición e inspección visual.

Soldadura en placas de fondo. Sus dimensiones se indican en la Fig. 20.)

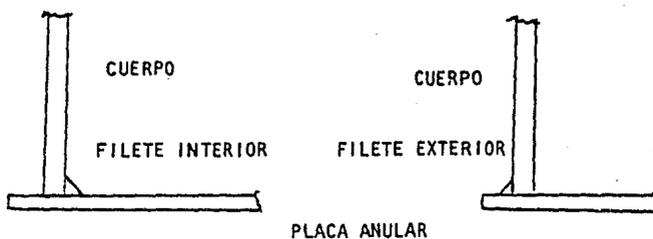
5. El radio actual, medido en la parte inferior de la placa del primer anillo, variará dentro de 6 mm. (1/4 plg) del radio nominal del tanque.

Se hará una inspección visual para detectar defectos en soldadura tales como: socavado, salpicadura metálica y traslapes.

b) Placas del cuerpo.

1. Inspección de medidas.

Tolerancia para "picos" y "bando". La tolerancia para "picos" de la placa del cuerpo es de 6 mm. (1/4"). Se mide con un escantillón tipo R de 914 mm. (36"). (Fig. 18X. 21).



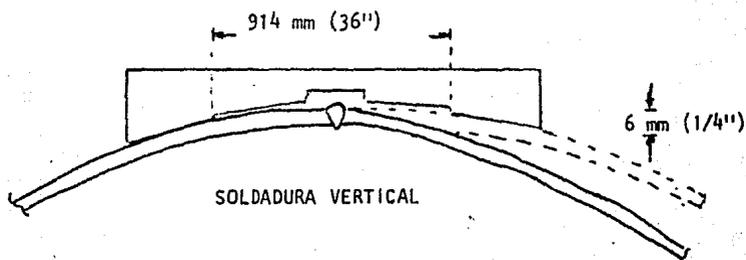
UNION DEL FONDO AL CUERPO

F I G. 19



SOLDADURA DE PLACAS DEL FONDO

F I G. 20



TOLERANCIA PARA PICOS

F I G. 21

2. La tolerancia de "bando" de las placas del cuerpo es de 6 mm (1/4"). Se mide con un escantillón recto. El límite de longitud del escantillón es 914 mm (36") (Fig.22).

Punto de medición. Se indica en la (Fig.23).

3. Desplome. El desplome máximo permisible desde lo alto del cuerpo, con relación a la base del mismo es de 42 mm (1-3/4"). -- Ningún anillo debe tener más de 6 mm (1/4"). (Fig.24).

4. Desalineamiento. El desalineamiento en juntas verticales terminadas no excederá al 10% del espesor de la placa o 1.6 mm (1/16"), la que sea más grande.

En juntas horizontales terminadas, la placa superior no sobresaldrá mas allá de la inferior mas de un 20% del espesor de la placa superior con un límite máximo de 3 mm (1/8"). Se permite una saliente de 1.6 mm (1/16") para placas superiores con espesor menor de 8 mm (5/16"). (Fig. 25).

c) Inspección de soldadura.

1. Inspección visual.- Se buscarán defectos tales como goteo de soldadura, traslape y socavado.

d) Inspección radiográfica.

1. Juntas verticales.- Se hará un sondeo (spot) de los primeros 3 M (10 pies) de junta completa de cada tipo y espesor soldados y de cada soldador u operario de soldadora automática. Se hará un sondeo (spot) por cada 30 M (100 pies) adicionales. Cuando menos 25% de los sondeos (spots) se harán en la unión de junta vertical con horizontal.

2. Presentación de las radiografías.

Antes de proceder a cualquier reparación se presentarán las radiografías al supervisor.

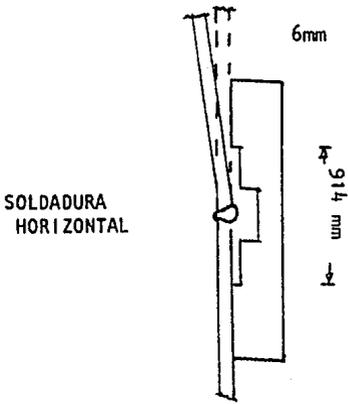
Registro de la inspección radiográfica.

Se hará un diagrama desarrollado del cuerpo, marcando en él las marcas de identificación de las radiografías. Se llevará un registro de las placas tomadas.

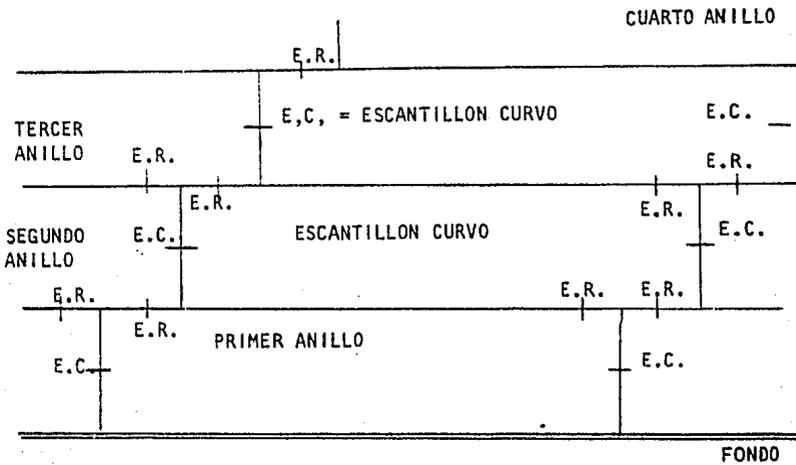
e) Techo.

1. Inspección visual.

Se buscarán también depresiones, traslape, socavados y goteos de soldadura.

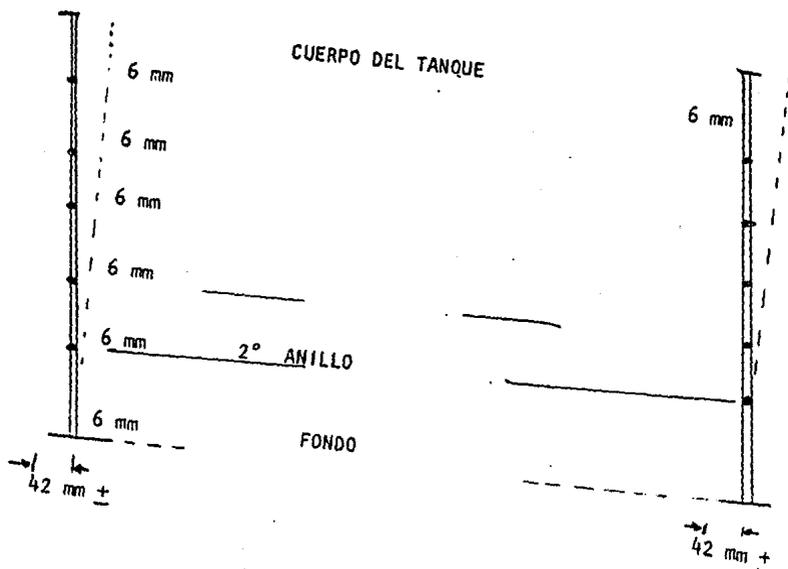


TOLERANCIA DE BANDEO F I G. 22



PUNTO DE MEDICION

F I G. 23



DESPLOMB

FIG. 24

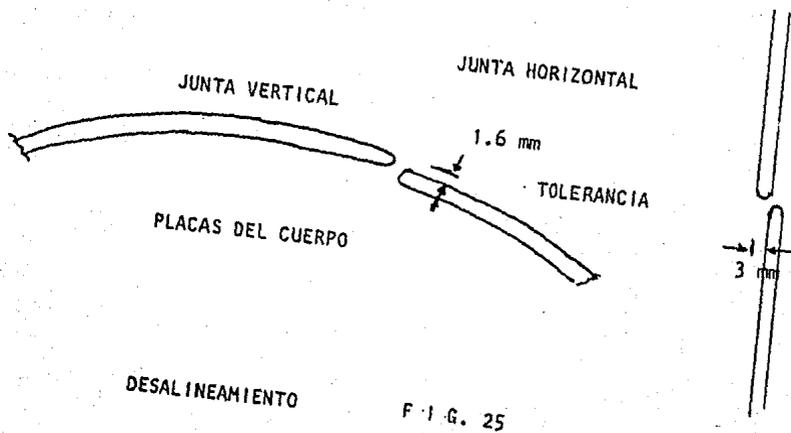


FIG. 25

Prueba interna con presión de aire.

Se aplicará presión interna a las juntas del techo, con el tanque lleno, se cubrirán con espuma de jabón para detectar fugas.

La presión interna será de 50 mm de mercurio. Esta prueba se hará inmediatamente después de la prueba hidrostática por llenado.

f) Prueba hidrostática.

1. Tasa de llenado con agua.

No se rebasarán los siguientes requisitos:

Primer anillo espesor en mm. (plg).	Porción de tanque	Tasa de llenado cm/h. (plg./h.)
Menos de 22 mm. (7/8 plg).	Anillo superior	30 (12)
Menos de 22 mm (7/8 plg).	Bajo anillo superior	45 (18)
22 mm. (7/8 plg) y mayor	Tercio superior.	23 (9)
22 mm (7/8 plg) y mayor	Tercio medio.	30 (12)
22 mm (7/8 plg.) y mayor	Tercio inferior.	45 (18)

Esta prueba deberá hacerse antes de que se hagan conexiones de la tubería externa al tanque.

2. Altura de llenado.

Tanque cónico.

Hasta 5 cm de la parte superior del ángulo de coronamiento.

Tanque de techo flotante.

Hasta la parte inferior de cualquier derrame que límite la altura de llenado.

3. Inspección durante el llenado.

Visual.

Examinar las juntas del cuerpo cuidadosamente.- No debe haber fugas, Dimensional.

Se medirá el asentamiento máximo del tanque en toda su circunferencia y se observará asentamiento diferencial.

Registro de datos.

Todo lo probado se registrará en las formas correspondientes para aprobación.

4. Inspección después del llenado.

Visual.

Se buscarán fugas en las juntas del cuerpo, en la parte superior del fondo del pontón y en el techo fuera del pontón.

Prueba con presión de aire.

Ya se mencionó como hacerla en los tanques de techo cónico.

Registro de pruebas.

Todas las pruebas se harán registradas en las formas aprobadas y se presentarán oportunamente al supervisor.

C A P I T U L O VI

OBRAS COMPLEMENTARIAS

VI.1. TUBERIA DE CONDUCCION.

a) MATERIALES QUE PROPORCIONA PEMEX.

Petróleos Mexicanos suministrará al contratista toda la tubería de conducción o sea todos los materiales necesarios para la construcción de la tubería(s), que vayan a formar parte de la línea(s) en sí, con excepción de la soldadura, aisladores, centradores y sellos que deberán ser proporcionados por el contratista.

La tubería que dará Petróleos Mexicanos para la construcción de esta tubería de conducción, será de tubería de acero nueva, a menos que se especifique otra cosa.

Esta tubería corresponderá a las especificaciones del Instituto Americano del Petróleo correspondiente al grado que se indique, sin costura de acuerdo con la especificación "API Std. S.L. For-Line Pipe", con extremos biselados para soldar.

b) ENTREGA DE LOS MATERIALES.

Petróleos Mexicanos entregará al contratista la tubería y los demás materiales en sus propios almacenes o patios de almacenamiento cercano al sitio de la obra.

c) INSPECCION Y RECEPCION DE LOS MATERIALES.

Todos los materiales que entregue Petróleos Mexicanos al contratista, serán inspeccionados por éste al ser recibidos, en presencia de un representante de Petróleos Mexicanos, tanto por lo que hace a cantidad como al estado en que se encuentren y se llevará un registro detallado de estas entregas, firmando por ambas partes. El contratista podrá rechazar todos aquellos materiales que no puedan utilizarse dentro de estas especificaciones, pero a partir del momento de la recepción de conformidad, todos los materiales aceptados quedan al cuidado y responsabilidad del contratista.

VI.1.2. MANO DE OBRA, EQUIPO, HERRAMIENTA, ETC.

a) PERSONAL.

El contratista proporcionará la totalidad del personal necesario

para el acarreo de materiales, construcción, pruebas, vigilancia, administración y todo aquello que se requiera para la construcción de la(s) tubería(s) de conducción.

a) EQUIPO Y MATERIALES.

El contratista deberá proporcionar todo el equipo y herramienta - necesarios para la ejecución de la obra, en todos sus aspectos; - acarreos de materiales, armado en taller, montaje, soldadura, rasqueteo, pintura, etc. Los suministros que necesite para soldar la tubería, aisladores, sellos, centradores, así como oxígeno, acetileno, polines, madera para andamios y todos los materiales necesarios para llevar a cabo la construcción.

Este equipo deberá a ser a juicio de Petróleos Mexicanos, en calidad y cantidad suficientes para garantizar el cumplimiento de estas especificaciones y poder terminar la obra en un plazo fijado.

VI.I.3. DISTRIBUCION DE LA TUBERIA Y DEMAS MATERIALES.

La tubería deberá de tenderse sobre el piso, de manera que descansa en la mayor parte de su longitud y no sufra abolladuras ni raspaduras, y tampoco se llene de tierra, lodo o suciedad en su interior.

Las válvulas se manejarán siempre tomando todas las precauciones necesarias para evitar golpear las caras de sus bridas o biseles, las manivelas, los vástagos y los dispositivos lubricadores. Se evitará que entre tierra o basura al interior de la válvulas, y en todo lugar donde se almacenen provisionalmente dichas válvulas, se depositarán sobre tarimas de madera.

Las caras de las bridas y demás superficies pulidas de las válvulas se protegerán con una capa de grasa para evitar la corrosión.

Las empaquetaduras de anillos de acero no se sacarán de sus cajas sino hasta el momento en que vayan a ser utilizados.

Las bridas se manejarán tomando precauciones para evitar daños a sus caras y biseles. Las bridas se almacenarán sobre tarimas de madera, y sus superficies pulidas se protegerán también con grasa.

Los birlos y sus tuercas se guardarán en cajas de madera, protegidos con aceite, no se sacarán de las cajas hasta el momento de usarse.

Todas las conexiones se manejarán tomando las precauciones necesarias para evitar que sufran daños.

VI.1.4. SOLDADO DE LA TUBERIA.

El trabajo de soldadura se hará en su totalidad por el procedimiento manual de arco eléctrico protegido y se observarán los requisitos siguientes:

a) EQUIPO DE SOLDAR.

Las máquinas de soldar serán del tipo de corriente directa de 300 amperes mínimo, y todos sus accesorios, tales como cables, porta-electrodos, etc., deberán ser del tipo y tamaño adecuados para el trabajo, deberán estar en buenas condiciones y ser mantenidos dentro de ellas, en forma de asegurar soldaduras de buena calidad, - continuidad de operación y seguridad para el personal.

Las máquinas de soldar serán operadas dentro de los rangos de voltaje y amperaje recomendado por cada tipo y tamaño de electrodo y la clase de soldaduras por efectuar.

Los cables para soldar, serán del calibre 00" para máquinas de -- 300 amperes. La longitud máxima de los cables terminales incluyendo el del porta-electrodo será de 46 m (150' aprox.) y los de -- tierra serán de 15 m (50' aprox.) máximo. Todos los cables serán de una pieza continua y no se permitirán más conexiones que las extremas y la necesaria entre el cable terminal y el cable del -- porta-electrodo, el cual no excederá de 3.00 m y podrá ser del - # 1.

Las conexiones a tierra se diseñarán y aplicarán de modo de evitar cualquier "arco" entre el cable terminal de tierra y la tubería o aditamento por soldar.

b) COMPETENCIA DE LOS SOLDADORES.

Todo soldador que intervenga en el trabajo será previamente examinado ante el representante autorizado de Petróleos Mexicanos para que se le permita soldar la tubería o cualquier otro aditamento - de ella, si resulta aprobado en el examen.

El examen a cada soldador se hará como sigue:

Hará una soldadura en tubería del diámetro, espesor y especificación de la clase de tubo que se usará en la línea, usando para ello "carretes" de dicha tubería y la misma clase de electrodos y condiciones que se emplearán para este trabajo.

La soldadura se hará como si fuera a efectuarse en la línea de que se trata.

c) ALINEACION DE LOS TUBOS.

Cada tubo se alineará con el tubo ya instalado al cual se va a soldar, por medio de un alineador exterior o interior según el diámetro de la tubería de que se trate.

El alineamiento del tubo será hecho en tal forma que no sea visible ninguna desviación angular entre tubo y tubo (aparte del escalon arriba mencionado). La separación entre las partes planas (topes) de los biseles en la unión de los dos tubos, deberá ser aproximadamente de 1/16" de pulgada, de tal manera que se asegure una completa penetración de la soldadura sin quemadura; está autorizado el contratista a usar separadores de fábrica si así le conviene en su trabajo.

d) SISTEMA DE SOLDADURA.

Antes de empezar a soldar los biseles de la tubería deberán ser limpiados quitando toda materia extraña, como aceite, tierra, rebabas, óxido, etc. que pueda interferir con la soldadura. Las herramientas que se usen para la limpieza de los biseles de la tubería así como el procedimiento de trabajo deberán ser adecuados.

Se usarán varillas para soldar del tipo cubierto y clase adecuada para el trabajo de acuerdo con las normas de la "American Welding Society" y la "American Society of Testing Material", de última revisión, según la clase de tubería en que se vaya a emplear.

Los electrodos del tipo cubierto (Flux-Coated) se mantendrán almacenados de tal manera que se conserven en buen estado evitando sobre todo absorción de humedad. Los que tengan daños o deterioros, se rechazarán.

Cada soldadura se hará con el número de cordones y tamaño de electrodos que se fijen. (Especificaciones Particulares), de acuerdo con el diámetro y espesor de la tubería.

Nunca se iniciarán dos cordones de soldadura en el mismo punto y todos se harán soldando hacia abajo.

Toda incrustación de escoria será removida de cada cordón, socavación o ranura antes de depositar el siguiente cordón, empleando las herramientas apropiadas. El simple cepillado no es suficiente.

El primer cordón o fondeo se hará totalmente con el tubo en posición estacionaria. Será obligatorio que lo hagan simultáneamente dos soldadores operando en cuadrantes opuestos.

Después del primer cordón o fondeo es permitido colocar un segundo cordón (paso caliente) sobre el primero, inmediatamente después del cual el número especificado de cordones será colocado por los soldadores de acabado (rellenadores). Cada cordón sucesivo tendrá un espesor no mayor de 1/8" de pulgada aproximadamente. El número de cordones de acabado será tal que permita tener una soldadura terminada con un refuerzo arriba de la superficie del tubo con un espesor no menor de 1/32" y no mayor de 1/16". El ancho del refuerzo deberá ser 1/8" mayor que el ancho de la ranura original.

El metal de soldadura será totalmente fusionado con los depósitos anteriores y con el metal del tubo.

La soldadura terminada presentará un aspecto nítido y uniforme y será limpiada y cepillada totalmente.

e) CALIDAD DE LA SOLDADURA E INSPECCION RADIOGRAFICA.

La calidad de la soldadura estará de acuerdo con el folleto - - "Standard for field Welding of Pipe Line No. 1104.

La resistencia a la tensión de la soldadura, no será menor que - la resistencia a la tensión del tubo.

La sanidad de las soldaduras será tal que todas las probetas que se corten de una soldadura de la(s) tubería(s) de conducción, - - muestren completa penetración y fusión en todo el espesor de la-

soldadura; las bolsas de gas e incrustaciones de escoria no debe rán ser más de lo permisible.

La ductilidad de la soldadura será tal que manifieste un alargamiento mínimo del 20% al doblar las probetas a un ángulo mínimo de 90° sin fracturas y en caso de ocurrir la fractura al doblar más de los 90°, mostrar una superficie con las características de una soldadura sana. La intención y propósito de estas especificaciones es asegurar una soldadura 100% perfecta por lo que ha ce a resistencia a la tensión, ductilidad, fusión, penetración, libre de bolsas de aire, agujeros, acanalamiento, basura escoria, y otras inclusiones extrañas, o cualquiera otros defectos.

Por este medio podrá conocerse si la soldadura cumple las normas de calidad o son defectuosas.

Las soldaduras serán consideradas como defectuosas cuando presen ten alguna de las siguientes fallas:

Falta de Penetración:

- a) Cuando ésta sea mayor de una pulgada de longitud.
- b) Cuando en una sección de 12" la suma de estas exceda de 1".
- c) Cuando haya menos de 6", entre defectos individuales.

Quemadas:

- a) Si tiene una quemada individual de más de 1/2".
- b) Si en cualquier sección de 12" la suma de las longitudes de las quemadas es mayor de 1".
- c) Cuando haya menos de 6" entre defectos individuales.
- d) Si la quemada reduce el espesor de la soldadura a menos del espesor de la placa del tubo.

Línea de escoria:

- a) Si esta es mayor de 2" de longitud.
- b) Si es mayor de 1/16" de ancho.
- c) Si en cualquier sección de 12" la suma de las líneas de escoria es mayor de 2".
- d) Cuando haya menos de 6" entre defectos individuales.

- f) En el caso de líneas de escoria paralelas entre sí, deberán considerarse éstas como defectos individuales si el ancho - de alguna de ellas es mayor de $1/32''$.

Inclusiones individuales de escoria:

- a) Si la inclusión de escoria es mayor de $1/8''$ de ancho.
- b) Si la suma de las inclusiones de escoria, en cualquier sección de $12''$ es mayor de $1/2''$, o hay más de cuatro inclusiones de escoria aisladas con un ancho máximo de $1/8''$ en dicha sección.
- c) Si la longitud total de las inclusiones individuales de escoria en una sección de $24''$ de longitud, excede de $1''$.
- d) Si las inclusiones de escoria aisladas adyacentes no están separadas cuando menos por $2''$ de metal de soldadura sana.

Socavado Externo:

- a) Si el socavado es mayor de $1/32''$ de profundidad y/o $2''$ de longitud.

Rotura:

- a) Si contiene cualquier rotura.

Porosidad o bolsas de gas:

- a) Si la dimensión de la bolsa de gas individual excede de $1/16''$.

Recubrimiento cóncavo:

- a) Si su profundidad excede de $1/32''$

Alti-bajo:

- a) Si su desalineamiento excede de $1/16''$.

- f) PROCEDIMIENTO GENERAL DEL MONTAJE DE TUBERIA PREFABRICADA Y VALVULAS ACERO AL CARBON.
- a) Carga, acarreo, descarga y estiba de tuberfa prefabricada, -- válvulas, tornillos y/o espárragos y empaques de acuerdo a especificaciones, hasta 1 km. de distancia desde el almacén de Pemex o taller de prefabricación y/o almacén del contratista al sitio de la obra.
 - b) Selección de piezas prefabricadas y válvulas de acuerdo a sus especificaciones y orden de instalación.
 - c) Erección de tubería prefabricada y válvulas sobre el rack, -- empleando equipo adecuado.
 - d) Alineación y punteo de puntas libres de tubería prefabricada - previa limpieza de biseles y dejando distancia especificada - entre los mismos, utilizando electrodo de acuerdo a especificación, incluyendo punteo de válvulas cuando estas sean soldables.
 - e) Fijación provisional, alineación final de puntas de bridas sobre soportes de tuberías, dejando las puntas a su distancia - especificada con su empaque y tornillos y/o espárragos.
 - f) Corte y biselado con equipo oxiacetileno terminando los biseles con esmeril eléctrico de mano (cuando se requiera).
 - g) Pre calentamiento de juntas para llevarlas a la temperatura mínima para poder soldar (cuando sea necesario).
 - h) Soldadura de juntas aplicando los diferentes cordones especificados (fondeo, paso caliente, relleno y cordón de vista) de acuerdo con especificaciones.
 - i) Reparación de las juntas que no pasen satisfactoriamente la - prueba de inspección radiográfica.
 - j) Colocación y desmantelamiento de andamios necesarios.

VI.2. D R E N A J E S.

Las aguas residuales de las refinerías según su procedencia - pueden contaminarse con hidrocarburos, fenoles, sulfuros, mercaptanos, metales y las sustancias químicas que se utilizan para el tratamiento de productos y en los servicios auxiliares. Además de lo anterior, algunas aguas contienen álcalis o ácidos que las hacen tener propiedades corrosivas. Como no se puede tener un patrón en cuanto a la calidad y cantidad de -- los productos que son arrastrados por las aguas residuales en las refinerías, es necesario establecer un criterio de segregación de drenajes y su construcción, el cual permita que el manejo de las aguas de desecho se lleve a cabo de acuerdo a -- las disposiciones que se dan a continuación para cada drenaje.

VI.2.1. G E N E R A L I D A D E S.

Los drenajes de las refinerías se clasifican en:

Aceitoso

Pluvial

Químico

Sanitario.

VI.2.1.1. Drenaje aceitoso es aquel que contiene o recibe purgas directas de hidrocarburos no corrosivos, primariamente en separadores de agua/aceite.

El drenaje aceitoso contará con un cárcamo regulador de demasías, para controlar el flujo normal a los separadores. La capacidad -- de este cárcamo será el volumen que resulte mayor de cualquiera -- de las siguientes condiciones:

- a) Del volumen de agua colectada en las áreas que alimentan a -- los separadores de aceite, durante una hora de precipitación -- pluvial máxima según datos estadísticos meteorológicos de la -- zona de 10 años a la fecha en que se diseñe el cárcamo.
- b) Del volumen de agua colectado en las áreas que alimentan a -- los separadores de aceite durante 24 horas del día más lluvio -- so, según datos estadísticos meteorológicos de las zonas de -- 10 años a la fecha en que se diseñe el cárcamo.
- c) Del volumen colectado de agua contra incendio en la planta que -- requiera mayor cantidad de agua para su protección.

Para el dimensionamiento del cárcamo no se tomarán en cuenta las áreas de los redondeles de los tanques. Estos redondeles actúan como pequeños cárcamos que se dosificarán después de la precipitación pluvial.

El sistema de trasiego del cárcamo regulador de demasías a los separadores de aceite, deberá ser capaz de vaciarlo en 23 horas.

La localización de este cárcamo se deberá efectuar de acuerdo a un estudio hidráulico de tal manera, que se aprovechen al máximo las pendientes y desniveles que se tienen en los terrenos de la Refinería.

Todos los registros del drenaje aceitoso deberán tener sello en la línea de arriba y ser de un tamaño tal que permitan con facilidad su limpieza.

Los drenajes aceitosos serán de fierro colado hasta el diámetro que se consiga en el mercado, y de concreto para diámetros mayores.

VI.2.1.2. Drenaje pluvial es aquel que recolecta todas las aguas libres de hidrocarburos o productos corrosivos, y no contribuye al separador agua/aceite.

La capacidad del drenaje pluvial se calculará de acuerdo con el volumen que resulte mayor.

- a) Del gasto de agua colectada en las áreas no aceitosas durante una hora de precipitación pluvial máxima, según datos estadísticos meteorológicos de la zona de 10 años a la fecha en que se diseñe el drenaje.
- b) Del gasto de agua colectada en las áreas no aceitosas durante 24 horas del día más lluvioso, según datos estadísticos meteorológicos de la zona de 10 años a la fecha en que se diseñe el drenaje.

VI.2.1.3. Los drenajes químicos se estudiarán y especificarán a la Gerencia de Proyectos y Construcción para cada planta de cada refinería, de acuerdo con las alternativas que sobre el problema presente la Oficina de Protección Ambiental.

VI.2.1.4. Las aguas negras provenientes de las casas de cambio, edificios, etc. constituyen el drenaje sanitario y deberán colectarse en fosas sépticas, cuyo efluente se conectará al drenaje pluvial.

Las aguas no negras (jabonosas) provenientes de casas de cambio, edificios, se enviarán directamente al drenaje pluvial.

Todos los drenajes deberán identificarse de acuerdo con el siguiente código:

Drenaje pluvial	Azul
Drenaje aceitoso	Café
Drenaje químico	Anaranjado
Drenaje Sanitario	Negro.

VI.2.2. TANQUES

En el área de tanques y específicamente dentro de los redondeles, se deberá contar con un sistema de drenaje que pueda enviarse al aceitoso o al pluvial.

Los pisos de los redondeles serán de concreto en los tanques con pendientes hacia los registros pluviales. (Fig.26).

Fuera de los redondeles, ambas salidas deberán contar con válvula de poste, colocada según Fig. 27).

Las purgas de todos los tanques, inclusive las de gas licuado, irán a copas o registros de concreto o metal conectadas mediante válvula siempre al drenaje aceitoso. Fig. 27). Estas copas deberán evitar que el agua de lluvia que se colecte en el redondele, aumente el gasto al drenaje aceitoso.

En los tanques de productos negros, el drenaje aceitoso que recibe las purgas deberá construirse de preferencia de tubería de acero al carbón, a la cual se le instalarán venas de calentamiento, de vapor o similar.

La instalación de este drenaje deberá ser sobre soportes, para evitar que quede cubierto.

Los puntos donde se localice la purga de todos los tanques atmosféricos, deberán quedar bien iluminados, con el objeto de obtener mejor vigilancia durante el drenado de estos recipientes en la noche.

VI.3. PINTURA DE LOS TANQUES.

Es un hecho común que durante la operación de plantas e instalaciones en la industria se observe la gradual destrucción de los materiales utilizados en la construcción de equipos, tanques, depósitos transportes, líneas de conducción, etc. Normalmente estos defectos se atribuyen al fenómeno de corrosión. Los costos excesivos que resultan del mantenimiento y/o reposición de las instalaciones afectadas por este fenómeno sugieren que no es suficiente con definir la causa que los produce sino que es necesario contestar en la forma más adecuada y práctica las siguientes preguntas a fin de anular o atenuar en lo posible los efectos de degradación en estos materiales.

Con frecuencia la corrosión se confunde con un simple proceso de oxidación siendo en realidad un proceso más complejo, el cual puede puntualizarse como la gradual destrucción y desintegración de los materiales debido a un proceso electroquímico, ocasionando erosión por la interacción del material con el medio que lo rodea.

Para el caso del fierro y del acero, que son los materiales de construcción más comunes, el proceso de corrosión considera la formación de pequeñas pilas galvánicas en toda la superficie expuesta, presentándose un flujo de electrones de las zonas anódicas donde se disuelve el fierro hacia las zonas catódicas donde se desprende hidrógeno o se forman iones hidróxilo (álcali); para cerrar el circuito eléctrico se requiere la presencia de un electrolito proporcionado por el medio. (Fig. 28).

Las zonas anódicas y catódicas son ocasionadas por diferencias en la estructura cristalina, restos de escoria v óxido en general, así como a diferencia de composición en la superficie de los aceros comerciales. De acuerdo con la figura, además de los procesos en el metal tienen un papel preponderante la cantidad de oxígeno presente y la conductividad eléctrica del medio.

El uso de recubrimientos anticorrosivos.- Este método considera la formación de una barrera que impide en lo posible el acceso de los agentes corrosivos a la superficie metálica; no obstante, la barrera

PURGAS DE TANQUES DE PRODUCTOS NEGROS Y REFINADOS

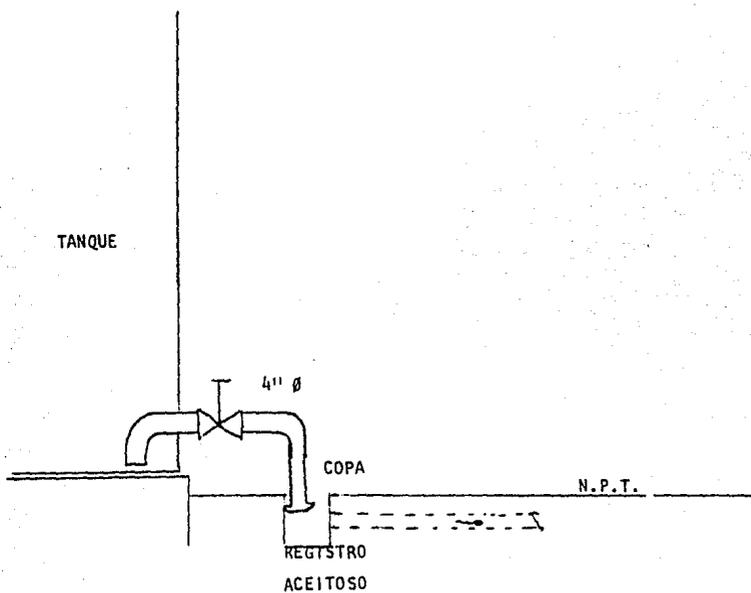


FIG. 27

formada a partir de la aplicación de una dispersión líquida de una resina y un pigmento, con eliminación posterior del solvente, obteniéndose una película sólida adherida a la superficie metálica.

Su durabilidad está condicionada a la resistencia que presente esta película al medio agresivo. Su uso está muy generalizado en la protección de estructuras e instalaciones aéreas o sumergidas.

VI.3.1. GENERALIDADES-

En términos generales un recubrimiento anticorrosivo se define como una dispersión relativamente estable de un pigmento finamente dividido en una solución de una resina y aditivos. Su composición debe obedecer a una formulación ya probada, tal que al ser aplicada y seca, la película resultante represente una barrera flexible, adherente y con máxima eficiencia de protección contra la corrosión. Normalmente un recubrimiento considera los siguientes componentes básicos.

	Resinas
Vehículo	Aditivos
	Solventes
Recubrimiento	
	Pigmentos inhibidores
	Cargas ó inertes
Pigmento	Pigmentos colorantes ó entonadores

Estos componentes pueden definirse en los siguientes términos:

a) Resina.- Son compuestos orgánicos o inorgánicos poliméricos formadores de película cuyas funciones principales son las de fijar el pigmento, promover una buena adherencia sobre el sustrato metálico o capa anterior y en general promover la formación de una barrera flexible, durable e impermeable a los agentes corrosivos del medio ambiente. El grado máximo de polimerización y por

lo tanto sus características de comportamiento son alcanzados durante el proceso de secado y curado, ya sea por interacción con el aire, o bien por reacción con otra resina denominada comúnmente catalizador. En la mayoría de los casos la fase inicial está representada por una evaporación del solvente.

b) Aditivos.- Son compuestos metálicos u organo-metálicos que no obstante que se adicionan en pequeñas cantidades tienen gran influencia sobre la viscosidad y estabilidad del recubrimiento líquido así como sobre el poder de nivelación y apariencia de la película ya aplicada.

c) Solventes.- Son líquidos orgánicos de base alifática o aromática cuya función principal es la de disolver las resinas y aditivos y presentar un medio adecuado para la dispersión del pigmento. Estos compuestos no son formadores de película ya que se eliminan del recubrimiento a través del proceso de secado.

Parte de las propiedades del recubrimiento tales como viscosidad, facilidad de aplicación, porosidad dependen de la naturaleza del solvente, por lo que para su selección deberán tomarse en cuenta propiedades tales como: poder de disolución, temperatura de ebullición, velocidad de evaporación, flamabilidad, toxicidad, estabilidad química y costo. De estas propiedades la velocidad de evaporación o volatibilidad tiene gran influencia en la continuidad de la película de recubrimiento; solventes muy variables tienden a producir porosidad mientras que los solventes poco volátiles retardan excesivamente el proceso de secado. Otra propiedad importante es el poder de disolución tanto en la preparación del recubrimiento como en el ajuste de la viscosidad para su aplicación. Sin ser definitivo esta última propiedad puede manejarse a través del concepto de parámetro de solubilidad, el cual establece que, generalmente dos sustancias son solubles si el valor de su parámetro es similar.

d) Pigmentos.- Son sustancias sólidas orgánicas o inorgánicas -- que reducidas a un tamaño de partícula inferior a las 25 micras --

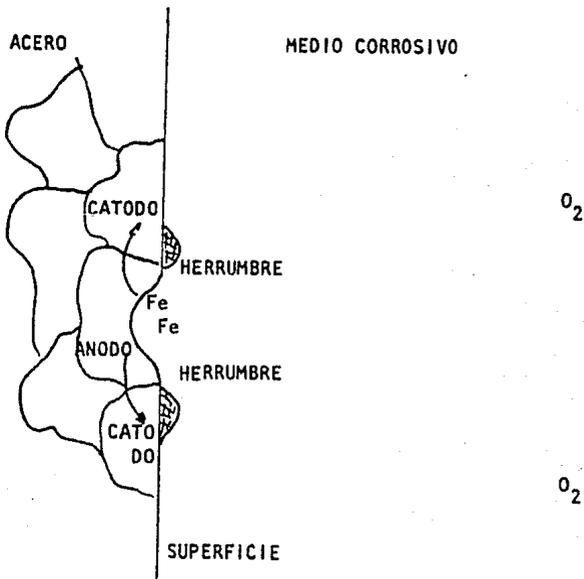
(1 mil de pulgada) y dispersa en el vehículo, imparten a la película seca del recubrimiento propiedades tales como: resistencia a la corrosión, resistencia mecánica, poder cubriente, así como protección a la resina de la acción degradante de los rayos ultravioleta del sol. Entre las características deseables en un recubrimiento se pueden mencionar las siguientes: no reactividad química con el vehículo, fácil humectación y dispersión, alta resistencia al calor, la luz y a agentes químicos, etc.

Los componentes de un recubrimiento antes mencionados deberán mezclarse íntimamente en el orden adecuado para obtener finalmente el producto terminado.

La eficiencia de protección contra la corrosión y el buen comportamiento de un recubrimiento dependen, además de la buena calidad, de factores igualmente importantes, tales como: preparación de superficie, técnica de aplicación y de una adecuada selección del sistema de recubrimiento en función de la naturaleza del medio corrosivo.

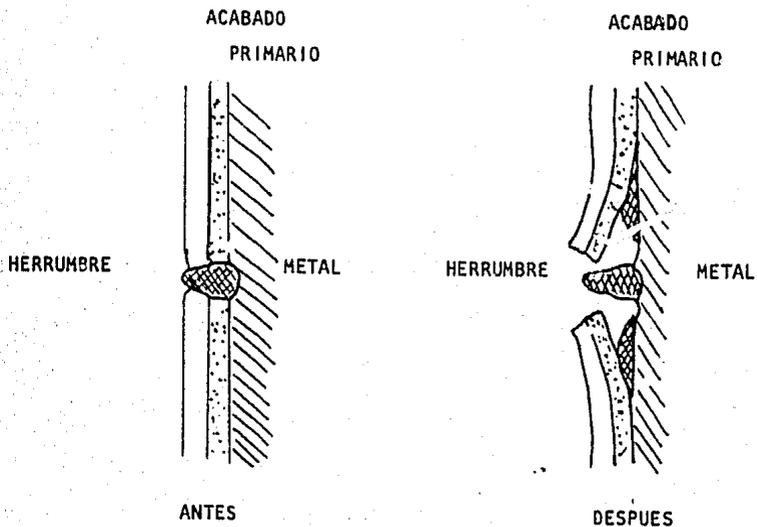
VI.3.2. PREPARACION DE SUPERFICIES.

Uno de los factores más importantes en la protección anticorrosiva de una instalación utilizando recubrimientos es la correcta limpieza ó preparación de superficie. Si la superficie por recubrir está contaminada con aceite, humedad, suciedad, polvo, herrumbre, escamas de laminación ó cualquier otro material suelto, el recubrimiento no podrá adherirse firmemente y su eficiencia de protección será nula. Además del efecto sobre la adherencia, algunas impurezas tales como el óxido, la escoria o la suciedad contribuyen a la ruptura de la película por su avidéz de humedad ocasionando el ampollamiento y la corrosión del metal bajo película según se muestra en la siguiente figura: (29)



CORROSION DEL ACERO

FIG. 28



VI.3.2.1. PREPARACION DE SUPERFICIE EN ACERO.

El acero es el material de construcción mas ampliamente utilizado en la fabricación de equipos e instalaciones. Desde el punto de vista de preparación de superficies los principales contaminantes están representados, además de la grasa, aceite y suciedad, por la escoria y escama de laminación y el herrumbre. Inicialmente, tanto la escoria como las escamas pueden estar firmemente adheridas, no obstante, por efectos de dilatación y contracción térmica del material estas impurezas tienden a desprenderse por lo que -- cualquier recubrimiento que se aplique sobre ellas sufrirá el mímo efecto. Por otra parte estas impurezas, incluyendo el herrumbre son mas nobles en la serie galvánica por lo que actuarán como cá-todos en presencia de humedad acelerando la corrosión del acero.

VI-3.2.2. LIMPIEZA CON CHORRO DE ARENA.

Este es el método mas eficaz en la preparación de superficies de - acero, dado que, además de eliminar eficientemente la suciedad, he rrumbre, escamas, escoria y otros contaminantes proporciona una superficie áspera de color gris uniforme, excelente para promover -- una buena adherencia del recubrimiento.

Dependiendo del tipo de recubrimiento para utilizar, en la prácti-ca se utilizan tres grados de limpieza con chorro de arena.

- a) Limpieza a metal blanco.- Se obtiene una superficie gris claro-uniforme, eliminando totalmente cualquier contaminante de los men-cionados anteriormente.
- b) Limpieza comercial.- Se obtiene una superficie gris oscuro con rayas o estrias mas oscuras, eliminando todo el herrumbre, esco-ria de laminación y cualquiera otra materia extraña, pero sin eli-minar totalmente las incrustaciones firmemente adheridas.
- c) Limpieza cercana a metal blanco.- Su aspecto es intermedio en -tre los dos tipos de limpieza ante mencionados y no deberá mostrar óxido o herrumbre, residuos de pintura, aceite, grasa u otra mate-ria extraña.

El equipo de limpieza con chorro de arena considera un depósito de fluidización del abrasivo, un compresor o línea de aire comprimido, mangueras y boquillas.

1) Abrasivos.- Dependiendo de su naturaleza se obtienen diferentes acabados característicos. El grado de aspereza o profundidad de las incisiones provocadas por el abrasivo tiene gran influencia sobre la adherencia y uniformidad del recubrimiento; si la superficie obtenida es muy tersa o pulida el grado de "anclaje" o adherencia será insuficiente, mientras que si las incisiones son demasiado profundas las crestas o puntos agudos sobresaldrán sobre la capa de recubrimiento, quedando sin protección. Los abrasivos más comunes son los siguientes:

Arena sílica.- Por su bajo costo es el abrasivo más utilizado, además por su dureza no se rompe fácilmente al chocar con la superficie de acero. La arena deberá tener un tamaño de partícula inferior a las 18 mallas ya que tamaños mayores (abajo de 16 mallas) sólo martillean la superficie sin limpiar pequeñas cavidades; por otra parte, el tamaño de partícula deberá ser superior a las del tamiz de 80 mallas a fin de evitar el polvo que producen las partículas muy pequeñas (arriba de 80 mallas). Además de la clasificación de la arena es necesario que ésta se encuentre libre de sales, grasa, aceite y suciedad que pudiera contaminar la superficie.

Gravilla de acero. Este abrasivo considera fragmentos de acero o hierro vaciado con bordes duros y cortantes que prácticamente no producen polvo y limpia rápidamente. Sus desventajas principales son la de producir una superficie demasiado áspera que requiere de mayor número de manos del recubrimiento para cubrir las crestas y de que en la presencia de humedad atmosférica puede llegar a oxidarse, por lo que si es utilizada contamina la superficie. No se recomienda el uso de munición de hierro o acero por su baja eficiencia de limpieza.

En la siguiente tabla se presenta la profundidad del anclaje producido por estos abrasivos.

ABRASIVO	PROFUNDIDAD DEL ANCLAJE (mils")
Arena muy fina (80 mallas)	1.5
Arena fina (40 mallas)	1.9
Arena mediana (18 mallas)	2.5
Gravilla de acero G-50 (25 mallas)	3.3
Gravilla de acero G-40 (18 mallas)	3.6
Gravilla de acero G-25 (16 mallas)	4.0
Gravilla de acero G-16 (13 mallas)	8.0

Suministro de aire.- Para una limpieza apropiada el aire de sopleteo deberá estar exento de humedad, aceite o cualquiera otra materia extraña. Los mejores resultados se obtienen cuando la presión del aire es de cuando menos 100 lb/in² medidos en la boquilla para una capacidad (gasto) no menor a los 300 pies cúbicos por minuto, con una boquilla con un orificio de 3/8". Si el tamaño de la boquilla aumenta deberá aumentarse el gasto del aire de suministro, manteniendo la misma presión. Si se trabaja abajo de estas condiciones de operación, la preparación de superficie resulta muy lenta e ineficiente, dado que prácticamente no es posible desprender contaminantes fuertemente adheridos.

Recipiente de Fluidización.- Tiene por objeto dosificar y fluidizar una cierta cantidad de abrasivo en la corriente de aire de alta presión, haciendo posible su transportación a través de mangueras a la zona de limpieza. Dependiendo de su tamaño, la capacidad varía entre 200 y 400 litros de arena (entre 3 y 6 sacos). Para trabajos continuos se fabrican con 2 cámaras a fin de que una de ellas esté en operación mientras la otra se carga con arena.

Mangueras.- Con el fin de mantener los gastos y presiones de operación antes mencionados es necesario seleccionar el tamaño de la manguera. Si la longitud de la manguera es de 15 mts. o menor un diámetro interno de una pulgada es adecuado para una boquilla de 3/8"; si es superior a los 15 mts deberá preferirse una manguera 1 1/4" de diámetro interno, a fin de evitar pérdidas sucesivas de presión.

Boquillas.- Son dispositivos de carburo de tungsteno, hierro vaciado o cerámica que tienen por finalidad acelerar las partículas de arena y dirigir el chorro hacia una región de la superficie por limpiar. En el mercado se encuentran los tamaños convencionales de 1/4", 5/16" y 3/8"; los dos primeros se utilizan en trabajos menores. En la práctica se utilizan de carburo de tungsteno dado que tienen una vida útil de aproximadamente 800 hrs. de sopleteo continuo, en comparación con las 5 ó 6 horas de las 2 restantes, por lo que a largo plazo resultan más económicas.

Procedimiento.- Durante la limpieza con chorro de arena deberán tenerse en cuenta los siguientes aspectos.

- a) Mediante la válvula en el depósito, deberá regularse la cantidad de arena en forma tal que sea suficiente para limpiar con rapidez, pero sin llegar a obstruir la corriente de aire.
- b) La presión y el gasto de aire, especificados anteriormente, deberán mantenerse constantes.
- c) La boquilla deberá mantenerse a 25 cms. de la superficie, moviéndola lentamente de un lado a otro y regresando, hasta obtener una superficie completamente limpia. No deberá mantenerse la boquilla un tiempo excesivo sobre un mismo punto. En condiciones normales se puede limpiar a metal blanco una superficie entre 13 y 15 M²/hr. No se recomiendan mayores velocidades de limpieza.
- d) Una vez terminado el sopleteo con arena, el exceso de polvo deberá quitarse con un chorro de aire limpio y seco o preferentemente con una aspiradora. Este punto es de gran importancia.

VI.3.3. APLICACION DE RECUBRIMIENTOS.

En general las latas de recubrimiento nunca deberán ser expuestas a la lluvia y a la acción directa de los rayos del sol o cualquier

fuelle de calor a fin de evitar la gelación prematura o evaporación de solventes del recubrimiento acortando excesivamente su vida útil, por lo que siempre deberán almacenarse en un local cubierto.

Antes de utilizar el recubrimiento este deberá ser homogenizado y a condicionado para su uso correcto, esto puede llevarse a cabo la siguiente forma:

a) Destapar y homogeneizar el recubrimiento con una paleta u otro medio adecuado y pasar una quinta parte a otro recipiente limpio más grande.

b) Agitar el contenido del recipiente original hasta lograr que todos los sólidos adheridos a las paredes y fondo se reincorporen en forma homogénea; el almacenamiento prolongado tiende a provocar estos asentamientos.

c) Pasar con agitación continua la mezcla original al recipiente -- grande y viceversa varias veces.

d) El recubrimiento es de 2 componentes, éstos deberán mezclarse poco antes de la aplicación hasta obtener una mezcla homogénea, con -servando la proporción indicada en la especificación correspondiente; además es de gran importancia vigilar el tiempo de vida útil de la mezcla, dato que también aparece en dicha especificación.

e) Filtrar el recubrimiento pasandolo a través de manta de cielo ó una malla equivalente a fin de eliminar matas, grumos, pintura seca o cualquier material extraño, procurando que el filtrado quede en - el recipiente grande.

f) Ajustar la viscosidad del recubrimiento con los solventes apro -plados para su correcta aplicación. Para aplicación con brocha ó rodillo, su consistencia o viscosidad debe ser equivalente a 50-60 segundos Copa Ford No.4; para aplicación por aspersión con aire, la consistencia debe ser equivalente a 22-28 segundos. En estas condicio -nes el recubrimiento está listo para su aplicación.

Durante la aplicación se deberán tomar las siguientes precauciones.

a) Si la superficie se encuentra húmeda por efectos de lluvia o condensación de humedad atmosférica deberá suspenderse toda operacón -de aplicación; incluso si la temperatura está abajo de 10°C.

b) Como la superficie fué preparada con chorro de arena el recubrimiento no deberá aplicarse después de 3 horas de efectuada la limpieza, debido a los posibles efectos de corrosión en la superficie. Si las condiciones ambientales son críticas este tiempo es menor y deberá establecerse en la localidad.

VI.3.3.1. APLICACION POR ASPERSION.

Este método de aplicación se desarrolló ante la necesidad de aumentar las velocidades de aplicación y mejorar el control de espesores y eficiencia en general, a consecuencia de las grandes áreas por recubrir y la agresividad de los medios corrosivos que se presentan en la industria.

El principio fundamental de la aplicación por aspersión está basado en la fina atomización del recubrimiento, proyectando la niebla resultante hacia el objeto por recubrir.

El equipo de aplicación por aspersión con aire considera los siguientes componentes: pistola de aspersión, recipientes de material, mangueras, filtros de aire, reguladores de presión de aire, compresores de aire y equipos de seguridad.

a) Pistola de aspersión. Es un dispositivo cuyo diseño permite mezclar íntimamente y en la proporción adecuada una corriente de aire comprimido con una cierta cantidad de recubrimiento, provocando su atomización y con la facultad de dirigir la niebla de forma o patrón determinado hacia una superficie por recubrir. El aire y el material entran a la pistola por conductos diferentes.

Los abanicos angostos deberán utilizarse preferentemente en áreas irregulares o pequeñas, mientras que los tamaños mayores se utilizan para cubrir rápidamente áreas grandes, el ancho de abanico más adecuado, la capacidad de la boquilla deberá corresponder al tamaño de tobera más adecuado. Similarmente la aguja de la pistola deberá estar de acuerdo al tamaño de la tobera.

El material de construcción del conjunto deberá ser el más adecuado a la naturaleza de los materiales por manejar. Los recubrimientos de inorgánico de zinc representan el único material abrasivo -

que maneja Petróleos Mexicanos, en cuyo caso el bronce y el acero del conjunto boquilla-tobera-aguja deberá substituirse por materiales de construcción más resistentes del tipo Carbolloy o Nitralloy.

b) Recipientes de material.- Son depósitos donde se almacena el recubrimiento colado y acondicionado para su aplicación. Dependiendo de la capacidad se distinguen dos tipos de recipientes: la taza y el tanque.

La taza es de dimensiones reducidas y se utiliza para pulverizar cantidades pequeñas de material del orden de 1 litro o menos, resultando ideal en trabajos pequeños o donde se requiere cambiar frecuentemente de color o de tipo de material.

Los tanques son recipientes metálicos con capacidad de 2-15 galones; que proveen una corriente continua de recubrimiento a la pistola de aspersión debido a la presión neumática provocada dentro del mismo. Estos dispositivos están complementados con 2 reguladores de presión y sus correspondientes manómetros; el primero es para regular la presión del aire de atomización y el segundo la presión dentro del recipiente. Si el recubrimiento tiende a asentarse rápidamente como es el caso de los inorgánicos de zinc, se requiere de un medio de agitación interna continua en cuyo caso podrá optarse por la inclusión en los recipientes de agitadores de tipo neumático, eléctrico o manual.

Los recipientes tipo tanque deberán utilizarse en la aplicación de recubrimientos de baja o mediana consistencia en grandes áreas.

c) Mangueras.- Para la aplicación se distinguen dos tipos de manguera, las de aire y las de fluido. Las primeras están constituidas en tal forma que resistan el manejo rudo y la presión; en las del fluido se utilizan forros internos resistentes a los solventes de los recubrimientos.

En el mercado se cuenta con mangueras de 1/4, 3/8, 5/6 y 1/2 de pulgada de diámetro interior para el fluido siendo las intermedias las más utilizadas. Para el aire generalmente se utiliza la de 5/16 de pulgada de diámetro interior, aún cuando puede utilizarse la de 1/4 siempre que la manguera no tenga más de 12 pies de largo.

En la selección del largo y diámetro de la manguera deberá tomarse en cuenta que la caída de presión es del orden de 0.8 lbs/in². por pie de longitud en mangueras de 5/16, para presiones bajas en el aire de suministro del orden de 40 lbs/in². Las caídas de presión para las mismas mangueras a altas presiones, del orden de 90 lbs/in² por cada pie de largo.

Por lo tanto, conociendo la presión a la salida del regulador del compresor, la presión requerida en la pistola de aspersión y los datos de caída de presión en la manguera de aire de suministro, es posible seleccionar en cada caso, el diámetro de la misma.

d) Reguladores de presión, filtros, compresores de aire.- Generalmente el filtro y el regulador vienen acoplados en un mismo dispositivo que normalmente se denomina transformador. El conjunto tiene por objeto eliminar el aceite, suciedad y humedad del aire comprimido mediante un proceso de filtración y la de regular la presión, proporcionando el aire en la cantidad y condiciones adecuadas para la aplicación del recubrimiento. Estos dispositivos están complementados con manómetros para un control adecuado de la presión.

Los compresores son máquinas que suministran aire comprimido en la cantidad y presión necesarios para la aplicación por aspersión.

e) Equipo de Seguridad.- Otro aspecto importante durante la aplicación es la protección del aplicador contra las emanaciones de vapor, polvo y aspersión del recubrimiento. Considerando su toxicidad es por demás indispensable el uso de mascarillas, respiradores de capucha y lentes de seguridad e incluso guantes cuando sea necesario.

VI.3.4. CARACTERÍSTICAS DE LOS RECUBRIMIENTOS.

Primario.- Son recubrimientos cuya formulación está encaminada fundamentalmente hacia la obtención de una buena adherencia con el sustrato metálico, así como la de inhibir la corrosión, por lo que normalmente los contenidos de pigmentos inhibidores son elevados.- Otros requisitos adicionales en un primario consideran el presentar una superficie lo suficientemente áspera y compatible para que

la siguiente capa de acabado logre una buena adherencia, además, deben ser resistentes a productos de la corrosión y poseer buena-humectación.

Acabado.- Los acabados representan la capa exterior en contacto - con el medio ambiente y se formulan para promover la impermeabili- dad del sistema, por lo que normalmente su contenido de pigmento- en volumen es inferior al 25%. En este tipo de recubrimientos es- frecuente el uso de entonadores y el contenido de pigmentos inhi- bidores es inferior al de un primario. Su grado de molienda es -- tal que su superficie ofrece un aspecto terso y/o brillante. En - la elección del tipo de acabado, es de capital importancia para - la adherencia su compatibilidad con el tipo de primario utilizado, en términos generales el uso del mismo tipo de resina en estos 2- componentes del sistema asegura una buena adherencia, aun cuando- hay casos como los epóxicos capaces de lograr una adherencia si - no excelente cuando menos aceptable sobre otro tipo de recubri -- mientos.

VI.3.5. LOS RECUBRIMIENTOS USADOS ENLAZADOS ENTRE PRIMARIO Y ACABADO SE- DENOMINAN SISTEMAS.

- a) Sistema: Primario Cromato de zinc RP-2/acabado alquidálico RA-20. Se aplica por aspersión sobre superficies preparadas preferente - mente con chorro de arena tipo comercial, con 2 manos tanto del - primario como del acabado y en un espesor de 1.5 mils'' de pelícu- la seca por ma.10. Se recomienda para ambientes secos y húmedos -- sin salinidad o gases corrosivos y no inmersión.
- b) Sistema: Primario de zinc 100% inorgánico, tipo poscurado RP-3/a- acabado epóxico catalizado RA-21 o acabado epóxico de altos sólí - dos RA-26, o acabado vinílico de altos sólidos RA-22.

El primario deberá aplicarse por aspersión sobre superficies lim- piadas con chorro de arena a metal blanco, requiere de 1 mano de- 2.5 mils''. (Nunca sobrepasar el valor de 3.0 mils''). Se requiere- que las 6 horas posteriores a su aplicación la humedad relativa - del medio ambiente no sobrepase el 60% para lograr un curado - -

eficiente, el cual podrá ser detectado por un cambio de coloración de café rosado a gris acero. Posteriormente deberá aplicarse 2 manos de cualquiera de los acabados mencionados anteriormente a un espesor de película seca de 2.0 mils" para el RA-21, 3.0 mils" para el RA-22 y 5.0 mils" para el RA-26, por mano. Estos sistemas se recomiendan para medios ambientes húmedos, salinos, con gases corrosivos.

Sistema: Primario de zinc 100% inorgánico, autocurante, RP-4 tipos A o B/acabado epóxico catalizado RA-21 o acabado epóxico catalizado de altos sólidos RA-26 o acabado vinílico de altos sólidos RA-22.

Estos sistemas se aplican de manera similar y tienen los mismos usos que en el caso anterior, no obstante deberán preferirse cuando la humedad relativa del medio ambiente, durante la aplicación del primario, sea de 60-80% utilizando el RP-4 tipo A y cuando se encuentre entre 60-95% utilizan el RP-4 tipo B.

VI.3.6. PRUEBAS DE LOS TRABAJOS EN RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS.

VI.3.6.1.. Limpieza con chorro de arena.- En particular y dado su complejidad, este método requiere de mayor cuidado para una eficiente y rápida preparación de superficie.

Los factores a vigilar son los siguientes:

Equipo.- El compresor debe tener una capacidad especificada suficiente para proporcionar un gasto de 300 pies³/min a una presión medida antes de la boquilla de 90 lbs/in² mínimo; esto puede verificarse con un manómetro de aguja; el equipo de fluidización, boquillas y mangueras deben encontrarse en condiciones aceptables; sin fugas o desgastes (boquilla) que pudiesen afectar la eficiencia de limpieza.

Abrasivo.- La profundidad del anclaje deberá encontrarse entre 1.0-2.5 mils" para mejores resultados, por lo que deberá verificarse que el abrasivo se encuentre clasificado entre 18 y 80 mallas para el caso de arena sílica y entre 40 y 80 mallas para el caso de la gravilla de acero, para esta operación se requiere de un juego de mallas o cribas que comprenda los tamaños antes mencionados. Estos abrasivos deberán estar libres de sales, aceite o grasa. La verificación de los perfiles de anclaje puede complementarse por - - -

comparación con patrones fotográficos disponibles a través de asociaciones como la A.S.T.M. de los Estado Unidos. Una superficie ya preparada nunca deberá permanecer sin recubrir más de 3 o 4 horas, a fin de evitar la posible oxidación o corrosión de la misma.

VI.3.6.2. DE ANTICORROSIVO.

A fin de obtener resultados durante la etapa de preparación de materiales deberá verificarse que la homogeneización y acondicionamiento de las muestras se lleve a cabo en la forma adecuada; en el caso de recubrimientos de 2 componentes estos deberán mezclarse en la proporción indicada en la especificación correspondiente; para el ajuste de la viscosidad de aplicación deberán utilizarse solamente los solventes indicados en la especificación correspondiente, haciendo uso de una copa Ford No. 4 o bien de una espátula de viscosidad; antes de vaciar el material ya preparado deberá filtrarse para eliminar grumos o materias gruesas. Nunca deberá permitirse la aplicación cuando el medio ambiente presente temperatura abajo de 10°C o cuando esten presentes condensaciones por alta humedad relativa, lluvia o tolveneras.

APLICACION POR ASPERSION:

El equipo a utilizar deberá estar limpio y en perfectas condiciones de operación, verificando que los reguladores, válvulas y manómetros funcionen correctamente. La presión en los recipientes debe ser del orden de 15 lbs./in²; la presión del aire, con ayuda de un manómetro de agua, deberá ser del orden de 40 a 60 lbs./in² tomada un poco antes de la pistola de aplicación. Dependiendo del ancho del abanico y gasto correspondiente de recubrimiento en la pistola es conveniente verificar que el conjunto boquilla-tobera-aguja es el adecuado para evitar probables dificultades durante la aspersión. Una vez aplicado el recubrimiento este deberá estar libre de escorrimientos, corrugamientos e irregularidades.

El espesor de película húmeda podrá determinarse por medio de un instrumento del tipo Nordson.

VI.3.6.3. SUPERVISION POSTERIOR A LA APLICACION DEL RECUBRIMIENTO.

Esta operación puede considerar las siguientes etapas;

- a) Tiempo de secado.- Una vez transcurrido el tiempo de secado - indicado en la especificación correspondiente, la superficie recubierta deberá soportar la máxima presión del dedo pulgar sin - presentar deformaciones, huellas, desprendimientos, sin detectar se reblandecimientos u olor a solventes. Para el caso de los - - inorgánicos de zinc, estos deberán estar curados, situación que - podrá detectarse por su aspecto gris metálico uniforme.
- b) Apariencia.- La superficie deberá estar uniforme, libre de -- grumos, corrugamientos o deformaciones.
- c) Espesor de película seca.- El espesor del recubrimiento indicado en la especificación correspondiente deberá verificarse con ayuda de medidores de película seca del tipo Mikro Test o Elcómetro. . . . Estas medidas deberán tomarse al azar sobre toda - la superficie recubierta sin aceptar desviaciones superiores al - 5% de los valores mínimos y máximos especificados.

Nunca deberá permitirse espesores superiores a los indicados para cada mano ya que se tendrán problemas de eliminación de solventes, los cuales tienden a dar superficies porosas con baja -- eficiencia de protección contra la corrosión. Para el caso de verificación de espesores en sistemas completos se encuentran disponibles aparatos ópticos del tipo Micro-Metrios que miden el es - pesor de cada una de las capas a partir de un bisel o incisión - de 45° sobre el recubrimiento.

- d) Adherencia.- La falla en adherencia es atribuible a cualquiera de los siguientes factores: mala preparación o limpieza de superficie, mala calidad de la resina del recubrimiento, atrapamiento de solventes por un espesor excesivo o bien en curado falso. - -- Cualquiera de estos efectos es nocivo para el buen funcionamiento del recubrimiento por lo que es necesario una prueba de este tipo en campo. El procedimiento considera la reticulación de la superficie de recubrimiento en varios puntos al azar del área protegida con la ayuda de un peine de ranuras y llegando hasta el - - -

substrato metálico. Posteriormente, con ayuda de cinta adhesiva del tipo masking-tape deberá cubrirse el reticulado procurando un íntimo contacto entre la cinta y el recubrimiento; en seguida deberá -- desprenderse súbitamente la cinta, observando en esta y en la superficie reticulada el área de material removida. Si el área removida es mayor al 5% se considera que el material falla la prueba.

e) Continuidad de película. Después de la prueba deberá resanarse la superficie dañada. Bajo la base de que una mayor continuidad o ausencia de poros en una película de recubrimiento representa una barrera mas eficiente contra los agentes de la corrosión, es conveniente verificar esta característica con ayuda de equipos convencionales del tipo Tinker and Rasar modelo M-1. Esta característica se determina aplicando una diferencia de potencial de 6.7 5 volts. entre el substrato metálico y la superficie de recubrimiento; dado -- que este último es un material dieléctrico, únicamente pasará corriente cuando estén presentes poros, fallas y discontinuidades en el mismo; si son detectadas deberán resanarse con más recubrimiento, siguiendo todo el proceso de preparación de superficie y aplicación en el área inmediata a la continuidad.

f) Inspección a largo plazo.- Con fines de control estadístico, es conveniente que con una periodicidad de un mes, las áreas recubiertas se inspeccionen en lo que se refiere a posibles efectos de corrosión, ampollamiento, pérdida de adherencia, caleo y en general comportamiento a largo plazo del recubrimiento.

C A P I T U L O V I I

C O N C L U S I O N E S .

CONCLUSIONES.

En este trabajo se trata de dar a conocer una de las áreas en que es necesario para las empresas que tienen que almacenar productos líquidos y semilíquidos.

La obra civil no tiene nada de particularidad estando basada en los planos y normas de construcción en general.

Con respecto a la obra mecánica, en años anteriores era en gran parte un procedimiento manual, por la falta de conocimiento, técnicas y equipo. Pero al paso de los años, se adquirió experiencia y dando a conocer técnicas y equipos con lo cual se logra hacer el trabajo mas rápido y con gran economía. Logrando la estabilidad del principio del tripe de la construcción (tiempo, precio y calidad).

Las normas de erección y pruebas expuestas son generales pudiendo variar algunos procedimientos de acuerdo a sus necesidades y condiciones especiales de cada obra.

La protección anticorrosiva es una de las etapas de la construcción de tanques de almacenamiento importante porque de ello depende la conservación en buen estado, lo cual redituará mayor tiempo de operación.

En la supervisión de estos trabajos se hace mención a grandes rasgos de los trabajos que implica teniendo como terminación la entrega de esta obra a operación, pasando por la etapa final, que es la instalación de tuberías, instrumentos de medición, de contra incendio, etc.

BIBLIOGRAFIA.-

1. SALAMANCA Y SU HISTORIA.
2. FACTORES DE CONSISTENCIA DE COSTOS Y PRECIOS UNITARIOS.
FACULTAD DE INGENIERIA UNAM.
3. EL PETROLEO DE 1968.
PEMEX.
4. WELDED STEEL TANKS FOR OIL STORGE.
AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE.
ANSI/API 650 Y NORMA TA-1 DE PEMEX.
5. CONSTRUCCION DE TUBERIAS DE CONDUCCION.
NORMA T-303 DE PEMEX.
6. PROTECCION ANTICORROSIVA E INSPECCION.
NORMA 3.132.01
7. NORMAS PARA CONSTRUCCION DE DRENAJES.
NORMA GR-14 DE PEMEX.