



**PEMEX**  
GAS Y PETROQUIMICA BASICA

## **GERENCIA DE PROYECTO Y CONSTRUCCIÓN**

### **SUBGERENCIA DE SERVICIOS TÉCNICOS**

**PROYECTO: Q-600-64-03**

**OBRA: “CONSTRUCCIÓN DE DOS PLANTAS CRIOGÉNICAS MODULARES Y TERMINAL DE RECIBO Y DISTRIBUCIÓN DE GAS LP Y GASOLINAS NATURALES EN EL AREA DE REYNOSA, TAMPS.”**

**LUGAR: REYNOSA, TAMAULIPAS**

**ESP-F-9117**

**ESPECIFICACION CIVIL-ESTRUCTURAL  
DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LOS SOPORTES DE  
TUBERÍAS**



## **INDICE**

<b>1.0</b>	<b>OBJETIVO</b>
<b>2.0</b>	<b>ALCANCE</b>
<b>3.0</b>	<b>REFERENCIAS</b>
<b>4.0</b>	<b>DEFINICIONES</b>
<b>5.0</b>	<b>PREREQUISITOS</b>
<b>6.0</b>	<b>RESPONSABILIDADES</b>
<b>7.0</b>	<b>CONTENIDO</b>
<b>7.1a</b>	Mochetas
<b>7.1b</b>	Soportes Elevados
<b>7.1c</b>	Puentes Elevados
<b>7.2</b>	<b>DISEÑO</b>
<b>7.3</b>	<b>CONSTRUCCIÓN DE SOPORTES MOCHETA Y CIMENTACIÓN DE SOPORTES Y PUENTES ELEVADOS.</b>
<b>7.3.1</b>	Trazo
<b>7.3.2</b>	Excavación
<b>7.3.3</b>	Plantillas
<b>7.3.4</b>	Habilitado y colocación del acero de refuerzo
<b>7.3.5</b>	Cimbrado
<b>7.3.6</b>	Anclas
<b>7.3.7</b>	Colado de concreto
<b>7.4</b>	<b>FABRICACIÓN Y MONTAJE DE ESTRUCTURA PARA SOPORTES Y PUENTES ELEVADOS.</b>

**1.0 OBJETIVO:**

Definir los lineamientos básicos a seguir para el diseño y construcción de soportes para tuberías: mochetas, soportes y puentes elevados.

**2.0 ALCANCE:**

Esta especificación se refiere a la cimentación y estructura de los soportes de tuberías. Mochetas, Soportes y Puentes Elevados.

**3.0 REFERENCIAS:**

Especificación PEMEX 3.135.01 "Cimbras para concreto"  
A.C.I. 318-95 edición 1997 American Concrete Institute.  
A.S.T.M. American Society Testing and Material  
Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal y sus Normas técnicas complementarias Vigente.  
ESP-F-9100 Bases y Criterios de Diseño de Estructuras de Concreto.  
ESP-F-9101 Materiales para concreto  
ESP-F-9102 Proporcionamiento de mezclas  
ESP-F-9103 Curado y Protección del Concreto.  
ESP-F-9104 Producción de concreto  
ESP-F-9105 Colocación de concreto  
ESP-F-9109 Protección contra incendio  
ESP-F-9110 Acero de refuerzo  
ESP-G-5000 Disposiciones Generales Acero Estructural.  
ESP-F-9000 Bases de diseño Civiles.  
ESP-G-5001 Fabricación de Acero Estructural.  
ESP-G-5002 Montaje de Acero Estructural.  
IMCA Instituto Mexicano de la Construcción en Acero, Tomo I Vigente y Tomo II Vigente.  
AISC American Institute of Steel Construction.9ª Edición 1989  
A.W.S. Edición 1996 American Welding Society

**4.0 DEFINICIONES:**

4.1.- Mocheta. Elemento estructural que generalmente es la prolongación de la trabe de cimentación, de concreto reforzado que sobresale del nivel de piso terminado (NPT) hasta una altura máxima de 1.00 m, después de esta dimensión es incosteable; se utiliza para soportar tuberías que no deben ir sobre el NPT.

4.2.- Soporte o Rack de tuberías. Son los soportes elevados sobre de los cuales se apoyan los trenes de tuberías en las plantas o en los derechos de vía, son marcos rígidos de concreto reforzado precolados o acero estructural, contraventados o no, los cuales en algunos casos es necesario arriostrar longitudinalmente por tramos dependiendo de su longitud.

4.3.- Puentes elevados. Son estructuras generalmente de acero estructural que sirven para soportar tuberías, pero que a diferencia de los soportes elevados deben ser diseñados para claros y alturas mayores, ya que se utilizan en el libramiento de calles, calzadas y avenidas dentro de los complejos o terminales, así como en algunos puntos en los cuales existe un accidente topográfico, un canal o un arroyo.

 <p><b>PEMEX</b> GAS Y PETROQUÍMICA BÁSICA GERENCIA DE PROYECTO Y CONSTRUCCION</p>	<p><b>DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LOS SOPORTES DE TUBERÍAS</b></p>	<p><b>ESP-F-9117 ABRIL 02</b></p>
---	---	---------------------------------------

## 5.0 PREREQUISITOS:

Ingeniería Básica:

Estudio de Mecánica de Suelos.(Anexo a las Bases de Licitación).

Levantamiento Topográfico.(Anexo a las Bases de Licitación).

Ingeniería de Flexibilidad de Tuberías:

Departamento de Diseño Mecánico.- Elaboración y emisión de los planos "A" de proceso, "K" de tuberías y "DTI" de instrumentos, conteniendo condiciones de operación, materiales, dimensiones, número de líneas, con sus diámetros y sus flujos, presiones, temperaturas y limitaciones (Anexos a las Bases de Licitación en el punto A-4.16).

Planificación:

Planos de localización de trayectorias de los soportes.

## 6.0 RESPONSABILIDADES:

Es responsabilidad del CONTRATISTA o su representante en la obra, la adecuada aplicación y verificación de ésta especificación.

## 7.0 CONTENIDO:

### 7.1a Mochetas.

De acuerdo con las recomendaciones del estudio de Mecánica de Suelos, la cimentación de estas estructuras debe ser superficial.

Las principales características son:

- Sirven de soporte a tuberías que requieren ir a niveles de terreno muy bajos (en algunos casos a nivel de piso)
- Como su cimentación es de concreto reforzado, resulta más práctico continuar la trabe de cimentación y una vez que rebasa el N.P.T. se convierte en mocheta.
- Se recomienda que su ancho sea cuando menos de 30 cm y el largo será en función del número y diámetro de las líneas que soportará.
- Por su cercanía con la cimentación son magníficos elementos para utilizarse como atraques de sistemas de tuberías.

### 7.1b Soportes Elevados.

Son los elementos más comúnmente utilizados por los sistemas de tuberías para transportar sobre estos marcos rígidos de concreto reforzado o acero estructural, contraventeados o no, la materia prima hacia las plantas de procesamiento y posteriormente los productos hacia las terminales de recibo y distribución, en sus recorridos tienen que ser arriostrados longitudinalmente para poder soportar los efectos gravitacionales, operativos (presiones y temperaturas), así como los accidentales (viento y sismo), estos últimos en menor escala ya que se localizarán en una zona de baja sismicidad.

### 7.1c Puentes Elevados.

Son estructuras las cuales debido a las dimensiones de los claros que tienen que librar y las alturas a las que se tienen que construir, generalmente son de acero estructural y de sección abierta (estructuras en celosía), son utilizados para cruzamientos en calles o avenidas dentro de las plantas, en las que transitan gran cantidad de vehículos con gran altura por lo que se requiere que las tuberías sean soportadas hasta 7.60 m sobre calles

principales, a 6.00 m en caminos secundarios y 8.00 m sobre vías de ferrocarril, fuera de estas sus utilizaciones principalmente son para superar accidentes topográficos (depresiones), arroyos y ríos.

Algunas otras de sus características de estas tres estructuras, están contenidas en las Bases de Diseño Civiles BD-FG-9000, en los puntos 12.1. Mochetas; 12.2. Soportes Elevados y 12.3. Puentes Elevados.

## **7.2 DISEÑO.**

El diseño estructural de estos tres elementos es diferente, aun cuando las cargas gravitacionales (12.1 inciso 5 de BD-FG-9000), las operativas (flexibilidad de las tuberías) y las accidentales (viento o sismo), son las mismas y esto se debe principalmente a que estructuralmente tienen diferente conceptualización; en primer instancia las mochetas son elementos muy rígidos, debido a sus dimensiones, completamente integrados con su cimentación por lo cual los elementos mecánicos que afecten al soporte repercuten directamente sobre la cimentación, por lo tanto la solución de la cimentación por el método de la escuadría, resuelve la totalidad de la estructura.

En los soportes elevados la solución estructural de los marcos rígidos se realizará por cualquiera de los métodos conocidos aplicándoles las cargas gravitacionales (12.2 inciso 5 de BD-FG-9000), operativas tomando en consideración que en un solo marco no se permitirán dos atraques y loops obtenidos del análisis de flexibilidad, y accidentales principalmente de viento, ya serán los que rijan por ser zona de baja sismicidad, en muchos casos será necesario que los marcos sean contraventeados y un arriostramiento longitudinal; con los elementos mecánicos obtenidos de estos análisis, se procederá a analizar y dimensionar la cimentación de tipo superficial.

Para el caso de los puentes elevados, el análisis y diseño de la superestructura se podrá realizar por cualquier método para solución de armaduras formadas con vigas de alma abierta, contraventeadas y atiesadas debidamente con el fin de evitar problemas de relación de esbeltez, flambéo, flexión y corte, tanto local como general, dependiendo de las cargas a utilizar, gravitacionales (12.3 inciso 5 de BD-FG-9000), operativas (no se acepta utilizar estas estructuras para colocar atraques), y accidentales fundamentalmente de viento; así como el tipo de conexión en sus apoyos o columnas, ya sea este fijo o empotrado, se producirán elementos mecánicos con los cuales se deben analizar y diseñar estos soportes o columnas, estos a su vez transmitirán sus efectos a la cimentación a través de los datos de cimentación habilitados con un sistema de anclaje adecuado y resistidos por medio de zapatas aisladas o corridas, analizadas por escuadría y posteriormente diseñadas.

Estos métodos de análisis y diseño deberán cumplir con los lineamientos establecidos en las Normas Técnicas Complementarias del Reglamento de Construcciones para el D.F. Vigente o el A.C.I. 318-95, Edición 1997.

La Ingeniería de Detalle deberá contener, los planos de detalle y de taller necesarios para la construcción, fabricación y montaje de las estructuras de concreto reforzado o de acero estructural, los elementos estructurales tendrán el respaldo de memorias de cálculo que justifiquen sus dimensiones y armados o el tipo de sección y sus conexiones según sea el caso, los planos deberán de contener, niveles, coordenadas, croquis de localización, listas de materiales, notas generales y constructivas, procedimientos de construcción, de

 <b>PEMEX</b> GAS Y PETROQUÍMICA BÁSICA GERENCIA DE PROYECTO Y CONSTRUCCION	<b>DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE  LOS SOPORTES DE TUBERÍAS</b>	<b>ESP-F-9117  ABRIL 02</b>
---	---	---------------------------------

fabricación y montaje, materiales, plantas, cortes, detalles, secciones, vistas, anclas, placas y todo lo que sea necesario para su perfecta interpretación por el ingeniero constructor y sus auxiliares.

### **7.3 CONSTRUCCIÓN DE MOCHETAS, SOPORTES Y PUENTES ELEVADOS.**

La construcción no iniciará si no se tienen los planos aprobados por PGPB/GPC, una vez que se tenga esta aprobación, procederá la revisión y aprobación por el Director Responsable de Obra y sus Corresponsables en Seguridad Estructural.

El CONTRATISTA deberá suministrar todo el material, equipo, mano de obra y supervisión técnica para la ejecución de los siguientes trabajos:

#### **7.3.1 Trazo:**

La ubicación, trazo de ejes y elementos de cimentación de los soportes de tuberías serán de acuerdo a las indicaciones de los planos que se deberán generar en la ingeniería de detalle.

#### **7.3.2 Excavación:**

Excavación de acuerdo a la recomendación del estudio de Mecánica de suelos, las cimentaciones se desplantarán siempre en terreno natural y no en relleno, para alojar los elementos de cimentación tal y como se indicará en los planos de ingeniería de detalle.

El CONTRATISTA deberá efectuar la excavación con maquinaria para cumplir con tiempo y calidad a satisfacción de PEMEX.

#### **7.3.3 Plantillas:**

Todas las cimentaciones deben desplantarse sobre una plantilla de concreto simple. Las plantillas serán de concreto con una resistencia de 100 kg/cm<sup>2</sup>, el espesor será de 5 cm, con dimensión máxima del agregado grueso de 19 mm (3/4").

Construir las plantillas de acuerdo a como se indica en las Especificación PEMEX 3.240.03 "Plantillas para Cimientos" y en los planos correspondientes de ingeniería de detalle, a fin de facilitar el trazo de centros, niveles de elementos y asegurar la colocación del acero de refuerzo en su posición, mediante sistemas prefabricados de fijación.

#### **7.3.4 Habilitado y colocación del acero de refuerzo:**

El habilitado de acero de refuerzo se debe realizar como se indica en la especificación ESP- F-9110 "Acero de Refuerzo" y en los planos de detalle en los que el CONTRATISTA indicará sus características cantidades, formas y colocación del mismo.

#### **7.3.5 Cimbrado.**

Una vez colocado el acero de refuerzo en las mochetas y en las cimentaciones de los soportes de tuberías, se procederá a habilitar la cimbra, esta será diseñada, montada, soportada, contraventeada y mantenida en su lugar adecuadamente, para que la cimbra sea capaz de resistir con seguridad todas las cargas verticales y laterales del concreto hasta que éstas cargas sean soportadas por el mismo concreto ya endurecido.

En lo que respecta a la estructura del soporte de tuberías si se diseña de concreto reforzado se cimbrarán por separado en serie para habilitar el acero de refuerzo, ya que haya alcanzado el concreto su resistencia serán transportados y montados en su cimentación.

La cimbra será construida de manera que los elementos de concreto queden de sus dimensiones correctas, alineadas perfectamente y a su elevación exacta. Se proveerá el andamiaje necesario para permitir el acceso de material, equipo y personal que van a colocar el concreto.

El diseño de la cimbra deberá estar de acuerdo con la Especificación PEMEX 3.135.01 "Cimbras para Concreto" y el ACI 347 "Guía para el Diseño y la Construcción de Cimbras". La cimbra deberá ser a prueba de fugas y suficientemente rígida para no permitir desplazamientos, la superficie de la cimbra deberá ser lisa y no tener irregularidades, abolladuras, torceduras o agujeros. No se permitirá el uso de separadores de alambre, la cimbra deberá construirse de manera que pueda ser removida sin necesidad de martillar o apalancarse contra el concreto.

Se pondrán chaflanes en la cimbra para todas las esquinas que quedarán visibles excepto que se indique lo contrario en los planos de elementos de concreto que se debe elaborar en la ingeniería de detalle.

Se descimbrarán los elementos de cimentación y las mochetas de acuerdo a lo que se indica en la Especificación PEMEX 3.135.01 "Cimbras para Concreto" y mínimo después de un día de colado. Para la estructura de los soportes elevados se descimbrara hasta que el concreto alcance su resistencia de tal manera que los marcos puedan ser transportados. Toda la cimbra deberá limpiarse antes de volverla a usar.

A menos que se especifique otra cosa en los planos de detalle, la cimbra deberá construirse de tal manera que las superficies del concreto lleven un acabado común en la cimentación de soportes elevados y soportes mocheta.

### **7.3.6 Anclas:**

Colocada la cimbra nivelada y plomeada se procederá a la colocación de anclas en la cimentación de los soportes elevados (en caso de que la estructura sea metálica), éstas serán de acero estructural de acuerdo a la norma ASTM A 307 grado A; las roscas y tuercas deben cumplir con las especificaciones ANSI B1.1 y ANSI B18.2.1 respectivamente las cabezas de las tuercas deberán ser hexagonales, las dimensiones y formas deben apegarse a los planos de ingeniería de detalle que deben elaborarse, se colocarán con la ayuda de plantillas que garanticen su posición exacta. Cuando se presenten interferencias entre las anclas y el acero de refuerzo, deberá moverse el acero de refuerzo dejando el ancla en su lugar indicando en los planos, con las siguientes tolerancias:

Dentro del grupo de anclas.	± 3mm
Posición del grupo completo de anclas.	± 6mm
Desplazamiento en el sentido del eje del ancla.	±10mm

Cuando se trate de soportes mocheta se colocara en la parte superior del pedestal mínimo un ángulo de acero sujeto al concreto por medio de anclas soldadas a un perfil de acero, o bien se podrá colocar una solera anclada, la cual estará al mismo nivel del tope superior del concreto y sobre esta se soldaran los ángulos como guías y donde se indique en los planos de tuberías que se elaborarán en la ingeniería de detalle.

### **7.3.7 Colado de Concreto:**

En todos los elementos que sean de concreto los materiales para elaborar el concreto deben cumplir con la especificación ESP-F-9101 "Materiales para concreto", considerando

que para las zapatas, soportes mocheta, dados y la estructura de los soportes elevados si esta es de concreto, será concreto con una resistencia mínima de  $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ .

El concreto debe ser fabricado en planta de acuerdo a como se indica en las especificaciones ESP-F-9104 "Producción del concreto" y ESP-F-9102 "Proporcionamiento de mezclas". La colocación del concreto debe realizarse como se indica en la especificación ESP-F-9105 "Colocación del concreto" antes de iniciar el colocado, la residencia autorizará las superficies terminadas que estarán preparadas para recibir el concreto, en la dosificación de concreto se deberá producir un concreto con la resistencia solicitada en los planos de ingeniería de detalle, atendiendo a las siguientes características.

- a) Minimizar la cantidad de agua sin restarle manejabilidad.
- b) Que tenga una consistencia adecuada (revenimiento) para que pueda ser colocado eficientemente y provea una masa homogénea.
- c) Con el máximo de agregado que económicamente sea posible y que sea a su vez conveniente con una colocación satisfactoria.
- d) De una adecuada durabilidad para resistir en forma satisfactoria el clima y otros agentes destructores a los que pueda estar expuesto y.
- e) De la resistencia requerida e indicada en los planos para soportar las cargas que se les impondrán, sin sufrir daño.

Pruebas que se le debe realizar al concreto, una vez salido el concreto de la planta no se debe agregar agua a éste y antes de ser colocado se deberá realizar la prueba de revenimiento de acuerdo con el ASTM C-143 y a menos que se especifique otra cosa debe fabricarse a fin de que tenga un revenimiento de 10 cm, con una tolerancia de  $\pm 2.0 \text{ cm}$ .

La supervisión del CONTRATISTA deberá tener un laboratorio de pruebas confiable diferente al de la planta que realice al menos tres cilindros de prueba para cada mezcla de acuerdo con el ASTM C 192. Los cilindros deben ensayarse para determinar su resistencia de acuerdo con el ASTM C -39 a los 28 días. Con los resultados obtenidos de los ensayos se deberá determinar la resistencia promedio y esta deberá ser mínima la resistencia especificada en los planos de ingeniería de detalle.

Una vez colocada y nivelada la placa de apoyo de la estructura de los soportes elevados (en el caso que este sea de acero estructural) se pondrá una capa de grout nivelador mínimo de 2.5 cm de espesor entre el concreto y la placa de apoyo.

#### **7.4 FABRICACIÓN Y MONTAJE DE ESTRUCTURA PARA SOPORTES Y PUENTES ELEVADOS.**

En caso que la estructura de los soportes elevados sea de acero estructural, la fabricación de la estructura para estos será con perfiles y espesores de placa comerciales y se llevará a cabo de acuerdo con los planos de ingeniería de detalle, planos de taller, el manual IMCA, el "AISC Specification for the Design Fabrication and Erection of Structural Steel for Buildings" y las especificaciones ESP-G-5000 "Disposiciones Generales Acero Estructural" y ESP-G-5001 "Fabricación de Acero Estructural".

El montaje de la estructura para soportes elevados se hará de acuerdo a los planos de detalle y taller así como a la especificación ESP-G-5002 "Montaje de acero Estructural" de tal manera que los soportes queden de las dimensiones y formas que se indican en los planos.

En toda la estructura metálica deberá aplicarse un recubrimiento contra incendio por medio de aspersión que debe proteger los elementos de acero por un periodo mínimo de dos horas de acuerdo con la ESP-F-9109."Protección contra incendio".  
Todos los soportes ya sean de concreto ó de acero estructural deberá estar bien nivelado.