

## Capítulo 2. Desarrollo de la ingeniería y situación actual del derecho de vía.

### 2.1 Desarrollo de la ingeniería.

Debido a restricciones presupuestales el proyecto del gasoducto fue fraccionado en tres etapas como se describe a continuación: “Construcción del gasoducto de 36” $\varnothing$  x 3.2 km en la parte interna de la Terminal Marítima Dos Bocas de estación de compresión a trampa de diablos del lado sur (tramo 1A)”, “Construcción del gasoducto de 36” $\varnothing$  x 40.8 km de trampas sur a la Trinidad (tramo 1B)” y “Construcción del gasoducto de 36” $\varnothing$  x 24.7 km de la Trinidad a Cactus (tramo II)”; sumando de esta manera un total de 68.7 km de longitud comprendido desde la estación de compresión de gas en la TMDB hasta el CPQ (Complejo Petroquímico) en Cactus, Chis. Originalmente el proyecto se estimó de 81 km de longitud, este se redujo debido a que se optimizó el trazo de la línea. En las figuras nos. 1 y 2, respectivamente se muestran de manera esquemática las trayectorias de la tubería de cada etapa.



Figura no. 2. Trayectoria del gasoducto de 36” $\varnothing$  x 3.2 km. en la parte interna de la TMDB (tramo 1A).

La primera etapa del gasoducto que actualmente se encuentra en construcción fue diseñada con apego al código ANSI B31.3, considerando tubería de 36" de 1.375" de espesor, especificación API-5L Gr. B. Toda la tubería es aérea cumpliendo de esta manera con las normas de seguridad que restringe la construcción de gasoductos enterrados en el interior de terminales o refinерías, lo anterior con el propósito de poder inspeccionarlos externamente. Para lograr mantener aérea la tubería y evitar su trayecto por trincheras profundas, en los cruces de vialidades se diseñaron puentes con armaduras tubulares apoyados sobre estructuras de concreto armado tipo marcos. En general en el diseño se aprovechó al máximo las mochetas existentes, y en los puntos donde fue necesario se diseñaron estructuras de concreto armado para soportar la tubería aérea.

Como parte de la ingeniería para el manejo de la producción, se hará la interconexión del cabezal existente que proviene del área de compresión de 24" y que actualmente cuenta con un disparo, el cual se encuentra cerrado mediante una brida ciega, la interconexión se realizará con una reducción concéntrica de 36" a 24" y una válvula de corte de paso completo de 36". Para llevar a cabo dicha interconexión se requiere una libranza de 72 hrs.

Cercano al punto de interconexión de las barcazas de compresión se ubicarán las preparaciones para recibir la producción futura del Activo Litoral de Tabasco. La ingeniería incluye la instalación de un fitting con el objeto de poder medir los volúmenes de gas por enviar. El punto final de esta primera etapa es el área de trampas sur, en donde se proveerá de una válvula de 12", la cual estará normalmente cerrada y tendrá la función para el pateo de diablos, así como también una válvula de corte de 36" que estará conectada directamente a la línea 36", esta válvula estará normalmente abierta.

La segunda etapa fue diseñada con apego al código ANSI B31.8 con tubería de 36" y 0.875" de espesor, especificación API 5L XL-60, para la línea regular enterrada, sin embargo en atención a las condicionantes del INE (Instituto Nacional de Ecología), fue necesario cambiar de clase II a clase III en zonas pobladas cambiando desde luego el espesor de la tubería a 1.062", la razón del cambio de espesor se aborda en el capítulo 4. Cabe aclarar que debido a la reestructuración interna de la SEMARNAT, la DGIRA (Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental), es la dependencia encargada de otorgar el resolutivo correspondiente que el INE emitía anteriormente. En este trabajo se hace referencia al INE en virtud de que cuando se llevo a cabo la construcción de la primera etapa del gasoducto este Instituto otorgó el permiso correspondiente. Las condiciones de operación para este gasoducto se describen a continuación en la tabla no. 1.

Condiciones de operación	
Fluido.	Gas amargo.
Flujo (máx/nor/mín)	1100/535/340 mmpcd
Temperatura (máx/nor/mín)	100/50/40 °C ó 212/122/104 °F
Presión (máx/nor/mín)	85/78/76 kg/cm <sup>2</sup> ó 1208.7/1109.16/1080.72 psig

**Tabla no. 1. Condiciones de operación del gasoducto de 36".**

Se instalará un cromatógrafo, el cual será ubicado en sitio y a su vez contará con el cableado respectivo para su monitoreo, el cual será efectuado desde el Sistema Digital de Monitoreo y Control (SDMC).

La función de este cromatógrafo es proporcionar con las características del fluido que transita por el ducto de 36" y permitirá conocer con exactitud la composición de la corriente del gas que proviene de la estación de compresión con destino al CPQ en el estado de Chiapas.

El alcance del tramo 1B comprende la instalación de una cubeta lanzadora de diablos que se interconectará a las válvulas de 12" y 36", de pateo y proceso respectivamente, del tramo 1A en el área de trampas sur. Esta cubeta será de 42" de acero al carbón cumpliendo con el API clase X60, ésta tendrá una reducción de 42"x 36" para su posterior conexión con elementos requeridos para la conformación de una trampa de diablos, como lo son: un carrete, una válvula de corte, una T especial de flujo, un codo de 90° , todos estos de 36" y su instrumentación [indicador de paso de diablos (xi), manómetro (pi), válvula de seguridad (psv) y válvula de corte (sdv)].

Para preservar un nivel mayor de seguridad por diseño y resguardar la integridad física tanto del personal, las instalaciones y el medio ambiente, PEP actualmente se encuentra implementando sistemas de seguridad en la TMDB. Como parte esencial dentro de estos trabajos, en función al análisis de riesgo se tomó en consideración la instalación de dos válvulas de corte de paso completo tipo bola (una a la salida de la trampa de diablos ubicada en el lado sur en el interior de la TMDB y una más a la llegada en las instalaciones del CPQ en Cactus, Chis), que serán operadas mediante un actuador electro-hidráulico.

El sistema de paro por emergencia (ESD) cuyo procesador principal se localizará en la estación de compresión en su modalidad redundante, bajo el criterio de falla aparente u oculta que asegure el cierre con éxito al interrumpir el continuo suministro del fluido por la presencia de eventos no deseados; por tal motivo este sistema cuenta con un transmisor indicador de presión (PIT), el cual será configurado para llevar la señal hasta los interruptores de alta o baja presión (PSH O PSL) que estarán de manera local y remotamente trabajando, dichos interruptores gobernarán el funcionamiento de las válvulas de corte.

Como probables eventos que demanden una acción de paro total de este sistema, se presenta:

- 1.- Considerando una alta presión, que podría ser (por una descarga bloqueada).
- 2.- Considerando una baja presión, (que en algún punto de la línea se suscite una ruptura o fuga).
- 3.- Algún evento inesperado en la Terminal Marítima Dos Bocas.

Por lo anterior, este tipo de válvulas están consideradas para que trabajen también bajo el régimen de falla seguro, es decir; en caso de una falla en el suministro eléctrico, la válvula se posicionará de manera tal que garantice la seguridad del sistema, en este caso, su posición sería de cierre inmediato.

Adicionalmente al sistema de paro por emergencia (ESD), se tiene un sistema de protección local del gasoducto, el cual accionará localmente las válvulas de corte a través de interruptores de alta presión (PSH-01) y baja presión (PSL-01), constituidos por microswitches de dos posiciones (doble polo, doble tiro), con alimentación de energía eléctrica a 127 vca.

Cuando los interruptores de presión (PSH-01) y (PSL-01), sensen una presión máxima de 87 kg/cm<sup>2</sup> o una mínima de 74 kg/cm<sup>2</sup> mandaran una señal preventiva a una luz indicadora de localización local y remota al SDMC, en el cual los operadores tendrán el tiempo necesario de analizar la situación y si esta no es crítica se podrá abortar manualmente. Si en estos instrumentos continúa incrementándose la presión hasta PSH= 90 kg/cm<sup>2</sup> o disminuyendo hasta PSL= 72 kg/cm<sup>2</sup>, el sistema seguirá la secuencia del paro del área correspondiente.

De acuerdo a la práctica recomendada por API-RP-521, se establecen los rangos de calibración de los instrumentos, siendo estos los mostrados en la tabla no. 2.

<b>Instrumentos localizados en la salida de la TMDB</b>	<b>Calibración para alarma</b>	<b>Calibración para cierre</b>
PSH-01	87 kg/cm <sup>2</sup>	90 kg/cm <sup>2</sup>
PSL-01	74 kg/cm <sup>2</sup>	72 kg/cm <sup>2</sup>
<b>Instrumentos localizados en la llegada al C.P.Q.</b>		
PSH-01	81 kg/cm <sup>2</sup>	84 kg/cm <sup>2</sup>
PSL-01	68 kg/cm <sup>2</sup>	66 kg/cm <sup>2</sup>

**Tabla no. 2. Rangos de calibración de los instrumentos a la salida y llegada del gasoducto de 36" ?.**

Lo anterior se debe a que las presiones de operación máxima/normal/mínima, en los términos reales no son lineales o puntuales, por lo que; al reducir o aumentar el rango en la calibración de los instrumentos, estos podrían presentar alarmas o cierres en falso.

Para los casos en que presente un represionamiento por condiciones de un cierre parcial de una válvula de seccionamiento corriente abajo o se reduzca la demanda de fluido por el CPQ Cactus, el sensor por alta presión (PSH-01) constituido por un microswitch de dos posiciones que interactúa directamente con el proceso en posición abierta para operación normal, tomará la posición cerrada, instante en que se permitirá el paso de la energía de 127 vca, hacia el interlock para enviar la señal que active el accionamiento del sistema de cierre hidráulico de cada una de las válvulas.

Para los casos en que se presente una caída de presión a la presencia de fuga por condiciones de una ruptura de tubería o de alguna falla de los materiales del sistema de transporte de gas por ducto, el sensor por baja presión (PSL-01) esta igualmente constituido por un microswitch.

Con el objeto de aislar a los elementos que se encuentran dentro de las baterías o áreas internas de la TMDB, se empleará una junta aislante o monoblock, que es el elemento que aislará a la trampa de diablos de las corrientes producidas por la fricción del flujo, condiciones ambientales y las generadas por el mismo terreno en donde se encuentra enterrada la tubería.

La ingeniería del tramo 1B contempla la instalación de cinco válvulas de seccionamiento cuya ubicación se indica en la tabla no 3. Estas válvulas serán de paso completo, con la finalidad de evitar un probable atascamiento durante las corridas de diablos que se realicen de acuerdo a los programas que PEP tenga considerados.

Kilómetro	Ubicación
Km. 0+450	Margen izquierda del Río Seco
Km. 0+500	Margen derecha del Río Seco
Km. 16+563	Ranchería "El Nanchito"
Km. 23+947	Ranchería "Chichicapa"
Km. 36+820	Ranchería "El Lechugal"

**Tabla no. 3. Ubicación de las válvulas de seccionamiento del tramo 1B.**

En el punto de llegada que será en las instalaciones de la Trinidad, se ubicará una trampa de diablos provisional, ya que una vez concluida la obra del tramo II o tercera etapa, el equipo se reubicará en las instalaciones del Complejo Petroquímico - Cactus, en el estado de Chiapas. Una vez realizado el traslado de la trampa de diablos, en el área de la Trinidad será instalada una válvula de seccionamiento. La trampa de diablos que se instalará en la Trinidad contará con la siguiente instrumentación: indicador de paso de diablos (xi), manómetro (pi) y válvula de seguridad (psv).

La tercera etapa de la ingeniería fue diseñada con apego al código ANSI B31.8 con tubería de 36" y 0.875" de espesor, especificación API 5L X60, para la línea regular enterrada y de igual manera en atención a las condicionantes del INE, fue necesario cambiar de clase II a clase III en zonas pobladas cambiando desde luego el espesor de la tubería a 1.062". Esta etapa incluye una línea auxiliar de 24" que va después del Río Mezcalapa al citado complejo con una longitud aproximada de 6 km. Las condiciones de operación son las mismas que se mencionan en la etapa anterior. El alcance del tramo II, comprende la reubicación de la cubeta receptora de diablos con sus válvulas e instrumentos instalados en la segunda etapa en la Trinidad hacia Cactus, siendo este el destino final del gasoducto. Los trabajos de interconexión del área de trampas en Cactus hacia el Complejo Petroquímico es alcance de otro proyecto.

Como medida de seguridad se consideró la instalación de una válvula de corte de paso completo a la llegada en las instalaciones del CPQ en Cactus, Chis; y será operada mediante un actuador electro-hidráulico.

El paro de emergencia estará basado en el mismo principio descrito para el tramo 1B. Se empleará una junta aislante o monoblock, para aislar la trampa de diablos que se instalara en Cactus de las corrientes producidas por la fricción del flujo, condiciones ambientales y las generadas por el mismo terreno en donde se encuentra enterrada la tubería.

La ingeniería del tramo II contempla la instalación de ocho válvulas de seccionamiento de paso completo en los kilometrajes mostrados en la tabla no. 4:

<b>Kilómetro</b>	<b>Ubicación</b>
Km. 40+670	La Trinidad.
Km. 48+300	Ranchería Yoloxochitl.
Km. 52+753	Margen izquierda del Río Samaria.
Km. 53+150	Margen derecha del Río Samaria.
Km. 53+334	Margen izquierda Guineo.
Km. 53+413	Margen derecha del Río Guineo.
Km. 59+370	Margen izquierda Carrizal.
Km. 59+447	Margen derecha del Río Carrizal.

**Tabla no. 4. Ubicación de las válvulas de seccionamiento del tramo II.**

## **2.2 Situación actual del derecho de vía.**

El derecho de vía Dos Bocas – Cactus también se encuentra fraccionado en tramos, esto obedece a las longitudes de los tramos de los nuevos gasoductos (paralelo al gasoducto de 36" se instalará otro gasoducto de 10" para el transporte de gas dulce de Dos Bocas al troncal de Samaria II), y a los anchos variables del mismo.

El primer tramo comprende del km 0+000 (punto de origen en el área de trampas sur en la TMDB) hasta el km 3+850 (paralelo al área de trampas El Escribano), este tramo se encuentra ubicado dentro de terrenos propiedad de PEP, por lo que está exento de afectaciones. Análogamente para el tramo 1A de la obra actualmente en construcción con longitud de 3.2 km; ya que ésta se encuentra ubicada en el interior de la TMDB.

El segundo tramo inicia en el km. 3+850 (área de trampas el Escribano) hasta el km. 40+773.56 (área de trampas La Trinidad y punto final del tramo 1B del gasoducto de 36"), tramo actualmente en proceso de regularización y legalización, en donde de un total de 391 casos, quedan 31 casos pendientes de legalizar, lo cual corresponde a 3+111.91 kilómetros.

El tercer tramo va del km. 40+773.56 (área de trampas La Trinidad) y termina en el km. 57+002.68 (entronque con el gasoducto Samaria II y concluye el derecho de vía existente), y se encuentra en proceso de regularización y legalización, en donde de un total de 73 casos (predios) quedan 28 casos pendientes de legalizar, lo cual corresponde a 6+597.39 kilómetros.

El cuarto tramo va del km 57+002.68 (principia nuevo derecho de vía) al km 65+500 (CPQ Cactus, Chis), en donde de un total de 28 casos (predios) quedan 12 casos pendientes de legalizar, lo cual corresponde a 4+ 907.54 kilómetros.

En forma general, de los tramos de regularización y legalización del derecho de vía a la fecha se llevan a cabo actividades como: finiquito de casos por concepto de ocupación superficial, obtención de conformidad por ocupación superficial y por concepto de bdt (bien distinto a la tierra), de cinco predios del Ejido Yoloxochitl, se elaboraran recibos, acuerdos y contrato de ocupación superficial para trámites de pago, se continúa elaborando recibos por compraventa de terrenos y se obtiene la autorización del Consejo de Administración de PEP, para iniciar el trámite ante el Ejecutivo Federal a través de la Secretaría de Energía, de la expropiación de las propiedades del segundo tramo.

Los procesos de la regularización y legalización del derecho de vía de referencia se describen en el capítulo 5.