
	<i>“Servicio de Ingeniería para el Reemplazo de Tubería de 18” DIA de Productos Negros del Terminal Submarino de Refinería Conchán”</i>	<b>Proyectista</b>	<b>Página</b>	<b>Rev.</b>	<b>Fecha</b>
Refinería Conchán Jefatura Técnica Unidad Ingeniería de Procesos	<b>Manual de Construcción – Ingeniería de Detalle TEC6-IN-043-2016</b>		<b>1</b>	<b>0</b>	<b>22.06.17</b>

CÓDIGO DOCUMENTO: TEC6-IN-043-2016



## MANUAL DE CONSTRUCCIÓN

**REV. 0**

*“Servicio de Ingeniería para el Reemplazo de Tubería de 18” DIA de Productos Negros del Terminal  
Submarino de Refinería Conchán”*

**Ingeniería de Detalle**

REFINERÍA CONCHÁN, 2017



	<i>“Servicio de Ingeniería para el Reemplazo de Tubería de 18” DIA de Productos Negros del Terminal Submarino de Refinería Conchán”</i>	<b>Proyectista</b>	<b>Página</b>	<b>Rev.</b>	<b>Fecha</b>
Refinería Conchán Jefatura Técnica Unidad Ingeniería de Procesos	<b>Manual de Construcción – Ingeniería de Detalle TEC6-IN-043-2016</b>		<b>2</b>	<b>0</b>	<b>22.06.17</b>

### RELACIÓN DE REVISIONES

Rev.	Descripción	Fecha	Elaboró					Revisó					Aprobó
			PR	IN	EL	CV	ME	PR	IN	EL	CV	ME	
A	Emitido para coordinación interna	26/05/17	RRL	-	-	-	-	RRL	-	-	-	-	RRL LAR
B	Emitido para Aprobación del Cliente	29/05/17	RRL	-	-	-	-	RRL	-	-	-	-	RRL LAR
0	<b>Aprobado por el Cliente</b>	<b>22/06/17</b>	<b>RRL</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>RRL</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>RRL LAR</b>

### ESPECIALISTA DE LA INGENIERÍA



ESPECIALIDAD	INICIALES	NOMBRE Y APELLIDO	REGISTRO
INGENIERIA MARINA	RRL	ROBERTO REFFRAY LIZARRAGA	18260

	<i>“Servicio de Ingeniería para el Reemplazo de Tubería de 18” DIA de Productos Negros del Terminal Submarino de Refinería Conchán”</i>	Proyectista	Página	Rev.	Fecha
Refinería Conchán Jefatura Técnica Unidad Ingeniería de Procesos	<b>Manual de Construcción – Ingeniería de Detalle</b> <b>TEC6-IN-043-2016</b>		3	0	22.06.17

## ***“Servicio de Ingeniería para el Reemplazo de Tubería de 18” DIA de Productos Negros del Terminal Submarino de Refinería Conchán”***

### INDICE

1.0	NOMBRE DEL PROYECTO .....	4
2.0	OBJETIVO .....	4
3.0	ALCANCE .....	4
4.0	UBICACIÓN DEL PROYECTO .....	4
5.0	AREA DE INFLUENCIA .....	5
6.0	MARCO DE REFERENCIA .....	6
7.0	CONDICIONES AMBIENTALES QUE INFLUYEN EN EL PROYECTO .....	6
8.0	MEMORIA DESCRIPTIVA DE LAS INSTALACIONES EXISTENTES .....	7
9.0	MEMORIA DESCRIPTIVA DEL PROYECTO .....	7
10.0	CARACTERISTICAS DE LOS HIDROCARBUROS Y VOLUMENES A TRASPORTARSE.- PRESIONES DE OPERACION .....	9
11.0	TRAZADO DEL DUCTO SUBMARINO .....	10
12.0	ESPECIFICACIONES GENERALES DE MATERIALES .....	11
13.0	LISTADO DE MATERIALES Y EQUIPOS: .....	18
14.0	SISTEMA DE PROTECCIÓN CATÓDICA POR CORRIENTE IMPRESA DUCTOS SUBMARINOS..	20
15.0	DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS A REALIZAR .....	31
16.0	PLAN DETALLADO DE TRABAJOS – PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS DEL DUCTO SUBMARINO .....	34
17.0	DESCRIPCION DETALLADA DE LOS TRABAJOS EN EL SECTOR TIERRA PARA EL LANZAMIENTO DEL DUCTO SUBMARINO .....	34
18.0	DESCRIPCION DETALLADA DE LOS TRABAJOS EN EL SECTOR MAR .....	38
19.0	REQUERIMIENTOS DE EMABARCACIONES Y PERSONAL MINIMO PARA EL LANZAMIENTO ..	42
20.0	ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCION .....	44
21.0	CRONOGRAMA DE CONSTRUCCION .....	61
22.0	ANEXOS .....	63
	ANEXO 1: MEMORIAS DE CÁLCULO DE CONSTRUCCIÓN .....	64
	ESFUERZOS DE MOMENTOS FLECTORES Y ESFUERZOS CORTANTES EN LA TUBERÍA. ....	65
	ESTABILIDAD Y RESISTENCIA DE LAS BASES DE LOS POLINES .....	67
	FLOTABILIDAD DEL DUCTO SUBMARINO .....	69
	RADIO DE CURVATURA ELÁSTICA DE LA TUBERÍA. ....	71
	ANEXO 2 PLANOS DE LA INGENIERÍA DE DETALLE .....	73

	<i>“Servicio de Ingeniería para el Reemplazo de Tubería de 18” DIA de Productos Negros del Terminal Submarino de Refinería Conchán”</i>	<b>Proyectista</b>	<b>Página</b>	<b>Rev.</b>	<b>Fecha</b>
Refinería Conchán Jefatura Técnica Unidad Ingeniería de Procesos	<b>Manual de Construcción – Ingeniería de Detalle TEC6-IN-043-2016</b>		<b>4</b>	<b>0</b>	<b>22.06.17</b>

## 1.0 NOMBRE DEL PROYECTO

“REEMPLAZO DE TUBERÍA DE 18” DIA DE PRODUCTOS NEGROS DEL TERMINAL SUBMARINA DE REFINERÍA CONCHÁN”

## 2.0 OBJETIVO

Reemplazar el ducto submarino existente para productos negros por otro de similar longitud y diámetro a fin de garantizar la operación segura del Terminal submarino de Refinería Conchán, en razón que el ducto actual cuenta con venas internas de calentamiento que, no permiten su inspección interior, por lo que es posible conocer el estado real del ducto y por otro lado cuenta con más de 50 años de haber sido instalado debiendo en consecuencia ser reemplazado en el más breve plazo.

En este contexto, se proveerá al nuevo ducto de reemplazo las instalaciones más adecuadas, a fin de cumplir con el D.S. 081-2007/EM referente al “Reglamento de Transporte de Hidrocarburos por Ductos” así como con las normas nacionales e internacionales vigentes que gobiernan las instalaciones a proyectarse.



## 3.0 ALCANCE

El alcance del presente Manual de Construcción es disponer del documento requerido por OSINERGMIN de acuerdo al D.S. 081-2007-EM para su presentación a esa entidad y tener la Ingeniería de Detalle necesaria y suficiente para el reemplazo del ducto para productos negros de 18” de diámetro existente por otro de similares características.

En este contexto, se proveerá al nuevo ducto de reemplazo las instalaciones más adecuadas, a fin de cumplir, en lo pertinente, con lo señalado en el D.S. 081-2007/EM referente al “Reglamento de Transporte de Hidrocarburos por Ductos” así como con las normas nacionales e internacionales vigentes que gobiernan las instalaciones a proyectarse.

## 4.0 UBICACIÓN DEL PROYECTO

El Proyecto está ubicado en la zona marítima y de playa donde se encuentra instalado el amarradero multiboyas para el fondeo buques tanques y el sistema de ductos submarinos para descarga y carga de hidrocarburos a/de la Refinería Conchán.

	<p><i>“Servicio de Ingeniería para el Reemplazo de Tubería de 18” DIA de Productos Negros del Terminal Submarino de Refinería Conchán”</i></p>	<b>Proyectista</b>	<b>Página</b>	<b>Rev.</b>	<b>Fecha</b>
Refinería Conchán Jefatura Técnica Unidad Ingeniería de Procesos	<b>Manual de Construcción – Ingeniería de Detalle</b> <b>TEC6-IN-043-2016</b>		<b>5</b>	<b>0</b>	<b>22.06.17</b>



**Fig. 1.- Imagen en Google Earth de la ubicación del Proyecto**



En la imagen de Google Earth anterior, se muestra la ubicación del proyecto donde se aprecia el recorrido de los ductos submarinos y del amarradero multiboyas. Las coordenadas en sistema UTM WGS 84 – Zona 18 de los puntos de marca de Refinería Conchán son: 290,825 E y 8'644,765 N y del amarradero: 289,970 E y 8'643,899 N.

## 5.0 AREA DE INFLUENCIA

A partir de la refinación del crudos que la Refinería recibe de los buques tanqueros, se producen los llamados productos blancos (gasolinas y diésel de diferentes especificaciones de calidad), y productos negros (petróleos industriales y combustibles marinos). Todos los productos terminados, se despachan a través de la Planta de Ventas Conchán y por el Terminal Submarino.

Los productos que se consumen en Lima Metropolitana, se despachan en camiones tanque a través de la Planta de Ventas; de la misma manera se realizan transferencias por vía terrestre a otras Plantas de Ventas.

Otros productos terminados de gasolinas y diésel, se embarcan en tanqueros con destino a otros terminales del litoral y algunos productos intermedios, se transfieren por el terminal con destino a Refinería Talara.

	<i>“Servicio de Ingeniería para el Reemplazo de Tubería de 18” DIA de Productos Negros del Terminal Submarino de Refinería Conchán”</i>	<b>Proyectista</b>	<b>Página</b>	<b>Rev.</b>	<b>Fecha</b>
Refinería Conchán Jefatura Técnica Unidad Ingeniería de Procesos	<b>Manual de Construcción – Ingeniería de Detalle</b> <b>TEC6-IN-043-2016</b>		<b>6</b>	<b>0</b>	<b>22.06.17</b>

## 6.0 MARCO DE REFERENCIA

El marco de referencia para la ejecución del Proyecto se encuadra dentro de la normatividad siguiente:

### 6.1. NORMAS NACIONALES

- DS 081-2007-EM: Reglamento del Sistema de Transporte de hidrocarburos por ductos.
- R.N.C. Reglamento Nacional de Construcciones
- G.S. General Specifications PETROPERU S.A.
- N.T.P. Normas Técnicas Peruanas
- Reglamentación y TUPAs de APN, DICAPE y OSINERGMIN

### 6.2. NORMAS INTERNACIONALES



- API RP 1111 : Design, construction, operation and maintenance of offshore hydrocarbon pipelines.
- API 1104 : Soldadura de oleoductos e instalaciones conexas
- ASME : American Society of Mechanical Engineers
- ASTM : American Society for Testing and materials
- ASME B31.4 : Pipelines Transportation Systems for liquid hydrocarbon and other liquids.
- API SPEC 5L : Specification for line pipe
- ANSI B16.5 : Pipe flanges and flanged fittings
- NACE : National Association Corrosion Engineers
- ANSI : American National Standard Institute
- AWS : American Welding Society
- OCIMF : Oil Company International Marine
- ACI : American Concrete Institute
- SSPC : Steel Structures Painting Council

## 7.0 CONDICIONES AMBIENTALES QUE INFLUYEN EN EL PROYECTO

En la zona del Proyecto, se tienen vientos predominantes provenientes del sur y sur oeste (180° a 225°) durante todo el año, con velocidades medias de 6 a 9 nudos, presentándose con mayor intensidad en diciembre y enero. Las velocidades máximas se presentan durante las horas de luz solar.

Las corrientes varían en dirección e intensidad, encontrándose corrientes máximas de 1.5 nudos a 1 metro de profundidad con direcciones de 120° a 230°.

Las mareas varían en forma similar a las existentes en el puerto del Callao, alcanzando valores máximos de 1.45 metros respecto al nivel medio de bajamares de sicigias ordinarias.

	<i>“Servicio de Ingeniería para el Reemplazo de Tubería de 18” DIA de Productos Negros del Terminal Submarino de Refinería Conchán”</i>	<b>Proyectista</b>	<b>Página</b>	<b>Rev.</b>	<b>Fecha</b>
Refinería Conchán Jefatura Técnica Unidad Ingeniería de Procesos	<b>Manual de Construcción – Ingeniería de Detalle TEC6-IN-043-2016</b>		7	0	22.06.17

Los datos referenciales consignados han sido obtenidos de información de estudios oceanográficos existentes.

## 8.0 MEMORIA DESCRIPTIVA DE LAS INSTALACIONES EXISTENTES

Las actuales instalaciones del Terminal Submarino de Refinería Conchán, constan de dos ductos submarinos de 18” de diámetro y aproximadamente 630 metros de longitud entre el punto terminal y la LAM (Línea de Alta Marea) para productos blancos y negros. Los ductos se encuentran tendidos bajo el lecho marino enterrados. Desde la LAM los ductos están tendidos bajo tierra hasta llegar a la alcantarilla que atraviesa por debajo a la carretera Panamericana. El ducto para productos blancos se reduce a 14” antes del ingreso a la alcantarilla, existiendo en ese punto una válvula de corte.

El ducto para productos negros tiene una protección de concreto en el tramo submarino y su instalación data desde hace más de 50 años. El ducto para productos blancos se reemplazó en el año 2008.

Desde la LAM hasta el punto donde el ducto de productos blancos se reduce a 14” hay aproximadamente 252.5 metros. Los ductos afloran a la superficie dentro de las instalaciones de la Refinería en un punto situado a 42 metros de la LAM aproximadamente y desde ese punto hasta el distribuidor hay 130 metros aproximadamente.

Desde el distribuidor, salen líneas de 24” de diámetro hasta los tanques de almacenamiento de productos blancos y negros.



## 9.0 MEMORIA DESCRIPTIVA DEL PROYECTO

El nuevo ducto submarino para productos negros, será tendido en la misma posición que el ducto existente, por lo que será necesario retirar este último de su tendido en el mar y en tierra.

La tubería que conforma el nuevo ducto submarino está compuesta por una tubería de acero al carbono de 18” de diámetro de 0.750 pulgadas de espesor especificación API 5L PSL2 Gr. X42, cumpliendo los requisitos señalados en el Anexo J de la Norma API 5L.

El ducto submarino entre el punto terminal en el mar y el ingreso al canal de cruce con la carretera Panamericana Sur tendrá una longitud de 853.50 metros aproximadamente, lugar donde se instalará una válvula de bloqueo de 18” de diámetro tipo bola. Desde este último punto a la succión de las bombas booster, que serán instaladas en el área entre la planta de ventas y el patio de tanques del primer nivel de la Refinería al sur del quemador existente, tendrá una longitud de 367.00 metros aproximadamente y estará conformado por tuberías soldadas de acero al carbono de 18” de diámetro y 0.375” de espesor especificación API 5L.



	<i>“Servicio de Ingeniería para el Reemplazo de Tubería de 18” DIA de Productos Negros del Terminal Submarino de Refinería Conchán”</i>	<b>Proyectista</b>	<b>Página</b>	<b>Rev.</b>	<b>Fecha</b>
Refinería Conchán Jefatura Técnica Unidad Ingeniería de Procesos	<b>Manual de Construcción – Ingeniería de Detalle</b> <b>TEC6-IN-043-2016</b>		8	0	22.06.17

PSL2 Gr. X42, cumpliendo los requisitos señalados en el Anexo J de la Norma API 5L. Entre la LAM y el punto terminal en el mar existe una distancia de 601 metros aproximadamente.

La longitud desde la LAM a la válvula de bloqueo es 252.50 metros aproximadamente. La longitud del ducto dentro de la alcantarilla hasta el ingreso a la Refinería es de 153.50 metros.

## 9.1. INSTALACIONES PARA PREVENIR DAÑOS POR ACCIONES MEDIO AMBIENTALES

El sistema contará con instalaciones para prevenir y, cuando menos, atenuar las fallas de sus elementos componentes, provocados por factores externos.

Los factores externos que pueden crear situaciones de riesgo, son la corrosión de las tuberías, desplazamiento indeseado y exagerado del buque tanque por la ocurrencia de una actividad climatológica y/o marítima imprevistas, que podría poner en riesgo el sistema de amarres del buque y de las mangueras por la presencia de esfuerzos axiales excesivos, que sobrepasen los límites de resistencia de las mismas.

Entre los factores operativos podemos contar con incrementos de presión del producto en el interior de las mangueras que sobrepasen los límites de resistencia.

Para prevenir las consecuencias de estas situaciones de riesgo, se dispondrá de los siguientes elementos que harán más seguras las instalaciones:

- Para prevenir las fallas por corrosión externa por desgastes o pérdidas del material del ducto submarino, el ducto contará con una protección externa anticorrosiva en el 100% de su superficie con recubrimiento tricapa de polietileno de alta densidad (3LP) de 2.2 mm de espesor (87 mils).
- En adición a la protección descrita en el párrafo pre-cedente, se contará con un sistema de protección catódica por corriente impresa.
- Pruebas hidrostáticas periódicas del sistema, de acuerdo a la normatividad vigente.
- Se dispondrá de válvulas de bloqueo en tierra y al final del ducto submarino.
- Se dispondrá de un sistema de seguridad para evitar la falla del tren de mangueras durante la descarga de productos desde la nave, mediante la instalación de un sistema de corte y separación de la manguera en caso de emergencia (Breakaway).



## 9.2. INSTALACIONES DEL DUCTO SUBMARINO

El nuevo ducto submarino dispondrá de los siguientes elementos que contribuirán a una mejora en la operación y seguridad del nuevo ducto submarino:

El nuevo ducto submarino dispondrá de los siguientes elementos que contribuirán a una mejora en la operación y seguridad del nuevo ducto submarino:

- Un brida de 18” de diámetro de acero al carbono ASTM A105 / ANSI B16.5 clase 150, W.N.R.F. (para soldar, con cara realzada) instalada al final del ducto submarino de 18”.





	<i>“Servicio de Ingeniería para el Reemplazo de Tubería de 18” DIA de Productos Negros del Terminal Submarino de Refinería Conchán”</i>	<b>Proyectista</b>	<b>Página</b>	<b>Rev.</b>	<b>Fecha</b>
Refinería Conchán Jefatura Técnica Unidad Ingeniería de Procesos	<b>Manual de Construcción – Ingeniería de Detalle</b> <b>TEC6-IN-043-2016</b>		<b>9</b>	<b>0</b>	<b>22.06.17</b>

- Una conexión conformada por una brida de 18” x 150 psi de similar especificación, una reducción de 18”x16” de acero al carbono Norma de fabricación: ASTM A234 / ANSI B 16.9. (extremos biselados para soldar), y una brida de 16” de especificación antes señalada.
- Una válvula submarina tipo bola de 16” psi x 150 psi conectada a la brida de 16”.
- Un tren de mangueras doble carcasa de 16” x 150 psi llevando entre su tramo First off Plem y la primera manguera Main Line una válvula Breakaway de 16” x 150 psi.
- Al término del tren de mangueras se instalará una conexión Camlock de 16” x 150 psi.
- A fin de garantizar un debido anclaje del punto terminal y evitar que la brida terminal quede enterrada en el lecho marino, se instalará una estructura metálica de anclaje (PLET) que abrazará a la tubería, fijada al fondo marino con pilotines de acero. Esta estructura evitará la instalación de un cuello de ganso porque mantendrá a la brida terminal siempre sobre el lecho marino.
- Se habilitará una trampa de recepción / lanzamiento de PIGs portátil que será instalada en la conexión camlock cuando se requiera transportar residuales desde la Refinería al buque para separar productos. Las trampas de lanzamiento y recepción podrán ser reemplazadas por válvulas tipo “Pigvalve” de 16” de diámetro que permiten el lanzamiento y recepción de PIGS separadores, de acuerdo a lo recomendado por el fabricante
- En tierra se instalará una válvula tipo bola de 18” x 150 psi al ingreso al canal de cruce de la carretera Panamericana Sur, a la altura de la válvula existente del ducto para productos blancos. Esta válvula permanecerá cerrada cuando no esté operando el ducto submarino en carga y/o descarga.
- Una trampa de recepción o PIGVALVE de 16” x 150 psi al ingreso a la conexión de succión de las bombas booster, con reducción de 16” x 18”.
- Dos bombas booster con sus respectivas instalaciones de succión y descarga, en la zona ubicada entre los terrenos de la Planta de Ventas y el primer nivel del Patio de tanques.
- Una troncal de descarga de 24” de diámetro hacia los tanques de almacenamiento de crudo ubicados en los niveles superiores

#### 10.0 CARACTERISTICAS DE LOS HIDROCARBUROS Y VOLUMENES A TRASPORTARSE.- PRESIONES DE OPERACION

Los hidrocarburos a transportarse son productos negros, tales como petróleo crudo (desembarque hacia los tanques de refinería) y residual PI 500 (embarque desde refinería a buques tanque). El volumen a transportarse en el caso del crudo COE es de 10,510 Bbl/Hr y para el crudo NAPO es de 4,370 Bbl/Hr aproximadamente. La carga de PI 500 es del orden de los 5,000 Bbl/Hr.

Para todos los efectos, según se ha determinado en el Manual de Diseño, la máxima presión de operación (MOP), es de 152.14 psi, mientras que la Máxima presión permisible de Operación (MAOP) es de 2,346 psi. La presión máxima de prueba hidrostática es de 225 psi.

	<i>“Servicio de Ingeniería para el Reemplazo de Tubería de 18” DIA de Productos Negros del Terminal Submarino de Refinería Conchán”</i>	<b>Proyectista</b>	<b>Página</b>	<b>Rev.</b>	<b>Fecha</b>
Refinería Conchán Jefatura Técnica Unidad Ingeniería de Procesos	<b>Manual de Construcción – Ingeniería de Detalle</b> <b>TEC6-IN-043-2016</b>		<b>10</b>	<b>0</b>	<b>22.06.17</b>

## 11.0 TRAZADO DEL DUCTO SUBMARINO

El ducto submarino se inicia en tierra en la línea LAM (Línea de Alta Marea) y se adentra al mar hasta el punto terminal dentro del campo de boyas del Amarradero multiboyas existente. La longitud desde la LAM hasta su punto terminal es de 601 m aproximadamente.

A lo largo del tendido el ducto se encontrará enterrado en el lecho marino a una profundidad mínima de 30 cm medidos desde su fondo (Bottom). El enterramiento se verificará después de su tendido. El lanzamiento se hará por el fondo en aprovechamiento de su flotabilidad negativa estando vacío.

Durante el lanzamiento el ducto se desplazará por una cama que se irá profundizando conforme el ducto se adentra al mar. Luego del lanzamiento y cuando este ha llegado a su punto terminal, se procederá a verificar su posicionado en el lecho marino y mediante una inspección submarina apoyada con buzos y GPS, levantándose un plano conforme a obra (AS-Built). Antes de la operación del ducto submarino el ducto submarino debe tener un enterramiento mínimo de 0.30 m contados desde su “Bottom” (fondo de la tubería); si no se ha logrado esa condición, se procederá a realizar un post zanjado empleando buzos provistos de pitones que lanzan chorros de agua a presión provocando el enterramiento del ducto en el lecho marino.



Desde la línea de baja marea, el ducto estará enterrado a una profundidad variable no menor a 1.20 metros. Hacia tierra se mantendrá enterrado profundizándose a 1.50 m como mínimo cubierto sobre su “TOP” con material propio del lugar. Seguirá en estas condiciones hasta 5 metros antes de llegar a la entrada del canal de cruce con la carretera Panamericana Sur, punto en el cual aflora a la superficie y es colocado sobre soportes de concreto con asientos de caucho. Antes del ingreso al canal, lleva una válvula de Bola “Full Port”. Entre el punto terminal en el mar y la válvula de bloqueo existe una longitud de 853.50 metros aproximadamente.

El ducto cruzará el canal soportado por bases de concreto y polines revestidos con caucho endurecido (dureza shore 60) hasta su salida dentro de la refinería. Entre la válvula de bloqueo ubicada al ingreso a la alcantarilla de cruce, hasta el punto de ingreso a la refinería, existe una longitud de 153.5 metros aproximadamente y desde este último punto la succión de las bombas booster hay una distancia de 214.50 metros aproximadamente. Desde la válvula de ingreso a la alcantarilla y el ingreso a la succión de las bombas booster el ducto será de 18 pulgadas de diámetro y 0.375 pulgadas de espesor.

Las bombas booster bombearán el producto hasta los tanques de almacenamiento de crudo ubicados en la zona alta de la Refinería, a una cota de + 59 m aproximadamente.

Coordenadas de los puntos de inicio y término del ducto submarino:

PUNTO	COORDENADAS UTM WGS 84	
	NORTE	ESTE
P.I.	8'644,379.614	290,319.190

	<i>“Servicio de Ingeniería para el Reemplazo de Tubería de 18” DIA de Productos Negros del Terminal Submarino de Refinería Conchán”</i>	Proyectista	Página	Rev.	Fecha
Refinería Conchán Jefatura Técnica Unidad Ingeniería de Procesos	<b>Manual de Construcción – Ingeniería de Detalle</b> <b>TEC6-IN-043-2016</b>		11	0	22.06.17

PUNTO	COORDENADAS UTM WGS 84	
	NORTE	ESTE
P.T.	8'643,890.690	289,970.440

**LEYENDA: P.I. PUNTO DE INICIO DEL DUCTO EN TIERRA – LAM**  
**P.T. PUNTO DE TÉRMINO DEL DUCTO EN MAR**

## 12.0 ESPECIFICACIONES GENERALES DE MATERIALES

### **DUCTO SUBMARINO: entre punto terminal y válvula de bloqueo en tierra:**

Se ha seleccionado una tubería de acero de 18 pulgadas de diámetro nominal, sin costura o ERW, especificación API 5 L PSL2 – Cumpliendo el Anexo J de la norma API 5L - Grado X42 de 0.750” de espesor (SHC 60), debidamente protegida externamente por un sistema de protección catódica por corriente impresa y por un recubrimiento tricapa de polietileno de alta densidad, de 2.2 mm de espesor, especificación DIN 30670 lo que garantiza su permanencia en el tiempo. La vida útil de la tubería estará en relación directa a la buena permanencia del recubrimiento de su superficie exterior, Se deberá disponer de adecuados controles de funcionamiento del sistema de protección catódica por corriente impresa.

### **DUCTO TERRESTRE: entre válvula de bloqueo en tierra y succión de la bomba booster:**

Se ha seleccionado tubería de acero de 18 pulgadas de diámetro nominal, sin costura o ERW, especificación API 5 Grado X42 de 0.375” de espesor, debidamente protegida externamente por un recubrimiento tricapa de polietileno de alta densidad, de 2.2 mm de espesor, especificación DIN 30670.

Para garantizar una adecuada soldadura de las juntas, durante la construcción se tomarán placas gammagráficas de las juntas soldadas al 100 %. Así mismo se realizarán pruebas hidrostáticas o neumáticas a los varillones de prefabricación del ducto durante 4 horas y una prueba pre-operación, después del lanzamiento del ducto, durante 8 horas, incluyendo las mangueras de descarga, según especificaciones de construcción.



## 12.1 ESPECIFICACION TECNICA DE SUMINISTRO DE MANGUERAS

### **a) ALCANCES:**

Esta especificación corresponde al suministro de las mangueras submarinas para el Amarradero Multiboyas de la Refinería Conchán Mollendo, para productos negros.

### **b) DESCRIPCIÓN GENERAL:**

Mangueras de uso submarino embridadas, de doble carcasa, de jebe sintético sin collares, resistentes a hidrocarburos: petróleo crudo y derivado con contenido de aromáticos hasta el 25% de su volumen, con capacidad de flotación sin producto en su interior y no flotantes llenas de hidrocarburos, biodiesel o alcohol carburante. Eléctricamente continuas (excepto la

	<i>“Servicio de Ingeniería para el Reemplazo de Tubería de 18” DIA de Productos Negros del Terminal Submarino de Refinería Conchán”</i>	<b>Proyectista</b>	<b>Página</b>	<b>Rev.</b>	<b>Fecha</b>
Refinería Conchán Jefatura Técnica Unidad Ingeniería de Procesos	<b>Manual de Construcción – Ingeniería de Detalle</b> <b>TEC6-IN-043-2016</b>		12	0	22.06.17

tipo Tail rail que será eléctricamente discontinua). Resistentes exteriormente a la abrasión. Sin collares localizados.

**c) NORMAS DE FABRICACIÓN:**

Las mangueras serán fabricadas, inspeccionadas, probadas y con certificados de las pruebas, reportes de inspección, marcas y embalajes en concordancia con las Normas OCIMF HOSE STANDARDS (Oil Company International Marine Forum) para uso submarino.

**d) DIMENSIONES:**

**Diámetro nominal:** 16 pulgadas

**Longitud:** 30 pies +/- 1%

**e) CONDICIONES DE TRABAJO:**

Temperatura del fluido: **-20°C a 82°C**

Temperatura ambiental: **-29 °C a 52°C**

Profundidad de operación: 80 pies

Velocidad de flujo máx.: 70 pies/seg

Otras: Excesivo doblado en secciones donde ocurre el ensortijamiento (KinKing) de las mangueras debido a condiciones severas de operación.

**f) CONSTRUCCIÓN Y MATERIALES:**

f.1) Inner tube: Seamless acrylonitrile Butadiene rubber (NBR) de 6 mm de espesor mínimo.



f.2) Reinforcement: Múltiple plies of high tensile polyester cord with embebed helical body wire (tensile strength mínimo 650 N/mm2).

f.3) Cover: Black synthetic rubber, smooth, resistant to aging, abrasion, weathering, tearing, sunlight, oil and seawater penetration (espesor mínimo 7 mms).

f.4) Leak detection: Spindle type warning system

f.5) Pressure rating: 1. - Primary carcass: 15 bar  
2. - Secondary carcass: 15 bar

f.6) Test pressure: 225 psi

	<i>“Servicio de Ingeniería para el Reemplazo de Tubería de 18” DIA de Productos Negros del Terminal Submarino de Refinería Conchán”</i>	<b>Proyectista</b>	<b>Página</b>	<b>Rev.</b>	<b>Fecha</b>
Refinería Conchán Jefatura Técnica Unidad Ingeniería de Procesos	<b>Manual de Construcción – Ingeniería de Detalle TEC6-IN-043-2016</b>		<b>13</b>	<b>0</b>	<b>22.06.17</b>

f.7) Temporary elongation: 2.5% max

f.8) Permanent elongation: 0.7% max

f.9) Design bursting pressure: 1,125 p.s.i. min

f.10) Flanges: ANSI B16.5 clase 150, flat face, welding neck, ASTM-A105, normalized with a maximum carbon content of 0.25%, hot-dip galvanized, serrated.

f.11) Nipples: ASTM-A-106-B ó API 5L Gr B, kullad steel, with a carbon content maximum 0.23%. All welds shall be 100% radiographed and qualified in accordance with ASME IX. Ribs welded on to nipples shall be inspection in accordance with ASME VIII, Appendix 6

f.12) Minimum bending radius: 4 times hose nominal bore

f.13) Electrical continuity: Continuous main line and fittings off plem type. Discontinuous for Tail rail type.

f.14) Marcado OCIMF Con N° serie, modelo, tipo, diámetro, longitud, fecha de fabricación.

#### **INSPECCIONES Y PRUEBAS A SER ENTREGADAS POR EL FABRICANTE:**



- Prueba Hidrostática y elongaciones
- Prueba de continuidad eléctrica
- Prueba de vacío
- Prueba de adhesión
- Prueba de peso de la manguera
- Prueba del mínimo radio de curvatura
- Prueba de Querosene u otra equivalente
- Prueba de rigidez
- Control dimensional de accesorios
- Control radiográfico de los cordones de soldadura de los accesorios.

#### **g) TIPOS DE MANGUERAS SEGÚN UBICACIÓN EN EL TREN DE MANGUERAS:**

g.1 **Primera unidad después de la brida terminal:** “First off the plem, Extra reinforced at one end, proven submarine hose, with no location collar”.

g.2 **Mangueras centrales:** “Main line proven submarine hose, with no location collars”

g.3 **Manguera final de conexión al buque:** “Tail rail proven submarine hose, with no location collars”

	<i>"Servicio de Ingeniería para el Reemplazo de Tubería de 18" DIA de Productos Negros del Terminal Submarino de Refinería Conchán"</i>	<b>Proyectista</b>	<b>Página</b>	<b>Rev.</b>	<b>Fecha</b>
Refinería Conchán Jefatura Técnica Unidad Ingeniería de Procesos	<b>Manual de Construcción – Ingeniería de Detalle</b> <b>TEC6-IN-043-2016</b>		<b>14</b>	<b>0</b>	<b>22.06.17</b>

#### h) CANTIDADES SEGUN SU TIPO POR CADA DUCTO:

Tipo de manguera	Cantidad / Unidad
"First off the plem, Extra reinforced at one end, proven submarine hose, with no location collar".	1 / EA
" Main lain proven submarine hose, with no location collars"	6 / EA
"Tail rail proven submarine hose, with no location collars"	1 / EA

#### i) SISTEMA DE EMBALAJE

Steel pallet

#### j) GARANTIA:

12 meses de operación o 18 meses desde la fecha de embarque. Lo que ocurra primero.



### 12.2 ACCESORIOS PARA MANGUERAS:

#### 12.3 CONEXIÓN RAPIDA CAMLOCK

Type:	Camlock flange with spool
Size:	16 pulgadas
Class	150
Flanged (Studded)	ASTM A 105
Nut Blocks	ASTM A 216 WCB
Cam Bolts	ASTM A 311 Nickel plated
Studs and Nuts	ASTM A 193 B7 y A 194 2H
O-ring	Buna-N (1 installed and 1 spare)
Cam lock grease fitt	Stainless steel type 304
Cam guard ring	Steel pipe ASTM A 106
Cam locking wrench	Manganese bronze ASTM A 147 Alloy 8
Painting Schedule	Primer: Red oxide alkyd enamel
Finish:	Jotun pilot #39W72 ENAMEL blue-gray o similar
Interior:	Black gloss waterborne enamel

#### 12.4 VALVULA DE SEGURIDAD PARA MANGUERAS:

Marine coupling Breakaway "PIGABLE" full port Flange 16" x 150 psi para uso submarino a 140 pies de profundidad.

	<i>“Servicio de Ingeniería para el Reemplazo de Tubería de 18” DIA de Productos Negros del Terminal Submarino de Refinería Conchán”</i>	<b>Proyectista</b>	<b>Página</b>	<b>Rev.</b>	<b>Fecha</b>
Refinería Conchán Jefatura Técnica Unidad Ingeniería de Procesos	<b>Manual de Construcción – Ingeniería de Detalle</b> <b>TEC6-IN-043-2016</b>		<b>15</b>	<b>0</b>	<b>22.06.17</b>

Para ser usadas como elemento de seguridad y protección de las mangueras submarinas.

#### DATOS PARA EL SUMINISTRO DE LAS VÁLVULAS BREAKAWAY:

- Mangueras: 16 pulgadas de diámetro nominal de 150 psi de presión de trabajo  
Longitud del tren de mangueras: 240 pies.  
Fabricación: Caucho reforzado de doble carcasa  
Profundidad de operación: 140 pies.  
Presión de prueba hidrostática: 225 psi  
Presión nominal de operación: 150 psi
- Ubicación de la breakaway: entre la primera manguera (firts off plem y la primera manguera main line.
- Sentido de flujo: Bi-direccional
- Producto: Petróleo crudo COE (viscosidad cinemática: 130 cSt) Crudo NAPO (viscosidad cinemática 1600 cSt) y petróleo residual PI 500 (Viscosidad cinemática 1060 cSt). Agua de mar. Densidad máxima = 1,025 kg/m3.
- Temperatura máxima del fluido: 150 °F
- Operación: “Pigable” debe permitir el paso de PIGs de poliuretano (Polipig) esféricos o alargados estandarizados.
- Profundidad de operación; 150 pies en el mar.

#### 12.5 ACCESORIOS PARA TUBERÍAS:



- **BRIDAS:** Acero al carbono ASTM A105 / ANSI B16.5 clase 150, W.N.R.F. (para soldar, con cara realzada).
- **CODOS:** Acero al carbono, de Radio largo, extremos biselados para soldar. Norma de fabricación: ASTM A234 / ANSI B 16.9
- **REDUCCIONES** Acero al carbono Norma de fabricación: ASTM A234 / ANSI B 16.9. (extremos biselados para soldar).
- **ESPARRAGOS** ASTM A193 Gr. B.7
- **TUERCAS:** ASTM A194 Gr. 2H.

#### 12.6 VALVULA SUBMARINA

Válvula de bola de paso completo de 16” de uso submarino a 150 pies de profundidad de accionamiento local manual (submarino). Tipo Trunnion mounted

- Designed as per API 6D latest edition
- Trunnion design: -external trunnion (material as body) for valve size NPS 4” RB and below –trunnion ntegral with ball for valve size NPS 4”FB and above
- Minimum body thickness to ASME B16.34 and/or ASME VIII



	<i>“Servicio de Ingeniería para el Reemplazo de Tubería de 18” DIA de Productos Negros del Terminal Submarino de Refinería Conchán”</i>	<b>Proyectista</b>	<b>Página</b>	<b>Rev.</b>	<b>Fecha</b>
Refinería Conchán Jefatura Técnica Unidad Ingeniería de Procesos	<b>Manual de Construcción – Ingeniería de Detalle TEC6-IN-043-2016</b>		<b>16</b>	<b>0</b>	<b>22.06.17</b>

- Bolting calculation to ASME VIII
- Valve Ends as per attached price list
- Face to face dimensions as per API 6D & ASME B16.10 Long Pattern (Face to face dimensions for Top Entry 150#)
- Minimum bore as per API 6D (unless otherwise specified)
- Suitable for horizontal installation
- Seat configuration:
- Single Piston Effect ( SPExSPE-SOFT)
- Anti-static device and anti-blow-out stem as per API 6D
- Fire safe design to API 607 / API 6FA latest edition
- Emergency sealant injection: on stem -on seats
- Equalizing Hole: YES

## 12.7 VALVULA MOTORIZADA DE CORTE – SALIDA DEL DISTRIBUIDOR

Válvula de bola de 18” Trunnion de uso en superficie con actuador electro hidráulico, de accionamiento remoto y local.

Válvula de bola de paso completo de 18” de uso submarino a 150 pies de profundidad de accionamiento local manual (submarino). Tipo Trunnion mounted  
-Designed as per API 6D latest edition.

Actuador: Tiempo de cierre mínimo: 20 segundos

Tiempo de cierre máximo: 40 segundos

-Trunnion design: -external trunnion (material as body) for valve size NPS 4” RB and below –trunnion Integral with ball for valve size NPS 4”FB and above

-Minimum body thickness to ASME B16.34 and/or ASME VIII

-Bolting calculation to ASME VIII

-Valve Ends as per attached price list

-Face to face dimensions as per API 6D & ASME B16.10 Long Pattern (Face to face dimensions for Top Entry 150#)

-Minimum bore as per API 6D (unless otherwise specified)

-Suitable for horizontal installation

-Seat configuration:

-Single Piston Effect (SPE x SPE-SOFT)



-Anti-static device and anti-blow-out stem as per API 6D

-Fire safe design to API 607 / API 6FA latest edition

-Emergency sealant injection: on stem -on seats

-Equalizing Hole: YES

-Vent & Drain: NPT needle plug (combined vent and in).

	<i>“Servicio de Ingeniería para el Reemplazo de Tubería de 18” DIA de Productos Negros del Terminal Submarino de Refinería Conchán”</i>	<b>Proyectista</b>	<b>Página</b>	<b>Rev.</b>	<b>Fecha</b>
Refinería Conchán Jefatura Técnica Unidad Ingeniería de Procesos	<b>Manual de Construcción – Ingeniería de Detalle</b> <b>TEC6-IN-043-2016</b>		17	0	22.06.17

## 12.8 PIG VALVE 16”

- 16” Model “D” 300 ANSI RF ARGUS O SIMILAR, RECEIVING/LAUNCHING VALVE CW OPENING ENTRY CAP, MAXTORQUE, GEAR OPERARION & INTERNAL EQUALIZATION LINE.



Argus 16” Model ‘D’ pig valves are manufactured using the following materials:

- Body & Tailpieces: A350-LF2
- Ball: A350-LF2 c/w 0.003” high-phosphorus ENC
- Stem: A350-LF2 c/w 0.001” mid-phosphorus ENC
- Trunnion Bearing Plate: A516-Gr. 70
- Seat Support: A350-LF2 c/w 0.001” mid-phosphorus ENC
- Seat Insert: Devlon
- Seals: HSN (highly saturated nitrile)
- Are certified under ISO 9001:2008 and API 6D, 6FA.
- Are designed in accordance with NACE/ISO, ANSI/ASME, API and MSS.
- Meet the testing requirements of API 6D, API 598, and ASME B16.34
- Have a temperature range of -46°C (50° F) to +121°C (250° F).
- Are trunnion mounted, double block and bleed valves.
- Contain injection ports with double check valve in each flange.
- Contain four (4) ports to accommodate bleed valve, gauge or other accessories.
- Optional bleed valves & drain valves are available on request (not included in the quoted pig valve prices).
- Downstream pig stopper is included in all receiving valves. Optional upstream pig stopper is available on request for sending valves (not included in the quoted pig valve prices).

## 12.9 BOMBAS BOOSTER

Modelo: y tamaño. SCE-14x12x23 (A) o similar

- 1.- Servicio: Booster
- 2.- Producto a bombear: Petróleo crudo en estado líquido.
- 3.- Viscosidad del producto: Crudo COE 130 cSt Crudo NAPO 1600 cSt
- 4.- Gravedad específica: 0.85 para crudo COE y 0.98 para crudo NAPO
- 5.- Capacidad 12,000 Bbl/Hr. Mínimo para crudo COE  
6,000 Bbls/Hr Mínimo para crudo NAPO.
- 6.- Altura dinámica total mínima en metros: 100 m
- 7.- Presión de descarga 120 psig
- 8.- RPM: 1,800
- 9.- Presión de succión = 14 psig

	<i>“Servicio de Ingeniería para el Reemplazo de Tubería de 18” DIA de Productos Negros del Terminal Submarino de Refinería Conchán”</i>	<b>Proyectista</b>	<b>Página</b>	<b>Rev.</b>	<b>Fecha</b>
Refinería Conchán Jefatura Técnica Unidad Ingeniería de Procesos	<b>Manual de Construcción – Ingeniería de Detalle</b> <b>TEC6-IN-043-2016</b>		<b>18</b>	<b>0</b>	<b>22.06.17</b>

Materiales de construcción: API-S6

- Carcasa
- Impulsor
- Eje
- Succión: 14” y Descarga 14”

HP: 800

Base: Bastidor de acero al carbono.

Fases: 3/60/460



### 12.10 PLET (BASE METALICA DE SOPORTE Y ANCLAJE DE DUCTO SUBMARINO)

Soporte del extremo del ducto submarino de acero ASTM A36, con pintura para ambiente submarino y plataforma de trabajo, con 3 abrazaderas metálicas empernadas con protección de caucho de ¼”. Dispondrá de ánodos de sacrificio de zinc de 10 kg de peso cada uno; el distanciamiento entre cada ánodo será calculado para brindar la debida protección por un periodo de 30 años cuando menos.



El PLET se fijará al fondo marino mediante 4 pilotes de anclaje, de acero de 10” de diámetro, hincados hasta el rechazo. La profundidad mínima de penetración de los anclajes en el lecho marino es de 6 m.

### 13.0 LISTADO DE MATERIALES Y EQUIPOS:

ITEM	DESCRIPCION	UN	CANTIDAD
1	Tubería de acero de 18 pulgadas de diámetro nominal, sin costura o ERW, especificación API 5 L PSL2 – Cumpliendo el Anexo J de la norma API 5L - Grado X42 de 0.750” de espesor (SHC 60), extremos para soldar DRL (40 pies de longitud), debidamente protegida externamente por un recubrimiento tricapa de polietileno de alta densidad, de 2.2 mm de espesor, especificación DIN 30670	Un	75 (incluye 4 tubos adicionales)
2	Tubería de acero de 18 pulgadas de diámetro nominal, sin costura o ERW, especificación API 5 L Grado X42 de 0.375” de espesor, extremos para soldar DRL (40 pies de longitud), debidamente protegida externamente por un recubrimiento tricapa de polietileno de alta densidad, de 2.2 mm de espesor, especificación DIN 30670	Un	34 (incluye 4 tubos adicionales)
3	Tubería de acero de 14 pulgadas de diámetro nominal, sin costura o ERW, especificación API 5 L Grado X42 de 0.375” de espesor, extremos para soldar DRL (40 pies de longitud).	Un	2

	<i>“Servicio de Ingeniería para el Reemplazo de Tubería de 18” DIA de Productos Negros del Terminal Submarino de Refinería Conchán”</i>	<b>Proyectista</b>	<b>Página</b>	<b>Rev.</b>	<b>Fecha</b>
Refinería Conchán Jefatura Técnica Unidad Ingeniería de Procesos	<b>Manual de Construcción – Ingeniería de Detalle TEC6-IN-043-2016</b>		<b>19</b>	<b>0</b>	<b>22.06.17</b>

ITEM	DESCRIPCION	UN	CANTIDAD
4	Tubería de acero de 6 pulgadas de diámetro nominal, sin costura o ERW, especificación API 5 L Grado X42 de 0.375” de espesor, extremos para soldar DRL (40 pies de longitud).	Un	2
5	<b>BRIDAS:</b> Acero al carbono 18” ASTM A105 / ANSI B16.5 clase 150, W.N.R.F. (para soldar, con cara realzada).	Un	10
6	<b>BRIDAS:</b> Acero al carbono 16” ASTM A105 / ANSI B16.5 clase 300, W.N.R.F. (para soldar, con cara realzada).	Un	3
7	<b>BRIDAS:</b> Acero al carbono 16” ASTM A105 / ANSI B16.5 clase 150, W.N.R.F. (para soldar, con cara realzada).	Un	4
8	<b>BRIDAS:</b> Acero al carbono 14” ASTM A105 / ANSI B16.5 clase 150, W.N.R.F. (para soldar, con cara realzada).	Un	6
9	<b>BRIDAS:</b> Acero al carbono 12” ASTM A105 / ANSI B16.5 clase 150, W.N.R.F. (para soldar, con cara realzada).	Un	2
10	<b>BRIDAS:</b> Acero al carbono 6” ASTM A105 / ANSI B16.5 clase 150, W.N.R.F. (para soldar, con cara realzada).	Un	10
11	<b>REDUCCIONES</b> Acero al carbono 18”x16” 150 psi Norma de fabricación: ASTM A234 / ANSI B 16.9. (extremos biselados para soldar).	Un	3
12	<b>CODOS:</b> Acero al carbono de 18” x 90° de Radio largo, extremos biselados para soldar. Norma de fabricación: ASTM A234 / ANSI B 16.9	Un	6
13	<b>CODOS:</b> Acero al carbono de 18” x 45° de Radio largo, extremos biselados para soldar. Norma de fabricación: ASTM A234 / ANSI B 16.9	Un	4
14	<b>CODOS:</b> Acero al carbono de 14” x 90° de Radio largo, extremos biselados para soldar. Norma de fabricación: ASTM A234 / ANSI B 16.9	Un	2
15	<b>VÁLVULA BOLA SUBMARINA</b> 18” x 150 psi	Un	1
16	<b>VÁLVULA BOLA</b> 18” x 150 psi	Un	2
17	<b>VÁLVULA COMPUERTA</b> 14” x 150 psi	Un	2

	<i>“Servicio de Ingeniería para el Reemplazo de Tubería de 18” DIA de Productos Negros del Terminal Submarino de Refinería Conchán”</i>	<b>Proyectista</b>	<b>Página</b>	<b>Rev.</b>	<b>Fecha</b>
Refinería Conchán Jefatura Técnica Unidad Ingeniería de Procesos	<b>Manual de Construcción – Ingeniería de Detalle</b> <b>TEC6-IN-043-2016</b>		20	0	22.06.17

ITEM	DESCRIPCION	UN	CANTIDAD
18	<b>VÁLVULA COMPUERTA 6” x 150 psi</b>	Un	4
19	<b>PIG VALVE 16”x300 PSI, según especificación</b>	Un	2
20	<b>BOMBA BOOSTER según especificación</b>	Un	2
21	<b>PLET submarino para tubería de 18”</b>	Un	1

#### 14.0 SISTEMA DE PROTECCIÓN CATÓDICA POR CORRIENTE IMPRESA DUCTOS SUBMARINOS

##### A) OBJETIVO

Presentar el diseño del sistema de protección catódica para los ductos submarinos para la Modernización y Mejora Tecnológica del Sistema de Recepción en el Terminal.

##### B) ALCANCE

En este documento se describe el sistema adoptado para la protección catódica de las líneas submarinas. De igual forma se presentan los criterios y parámetros utilizados en el diseño y el desarrollo de los cálculos.



##### C) NORMAS Y CÓDIGOS APLICABLES

Las normas y códigos aplicables en este documento, se mencionan a continuación:

- a NACE (National Association Corrosion Engineers)
- b RP-0675, "Control of External Corrosion on Offshore Steel Pipelines"
- c RP-0169-2002, "Control of External Corrosion on Underground or Submerged Metallic Piping Systems".

##### D) DESCRIPCION DEL SISTEMA A PROTEGER

El sistema de ductos submarinos a proteger externamente mediante un sistema de protección catódica por corriente impresa consta de tres ductos submarinos de acero al carbono:

	<i>“Servicio de Ingeniería para el Reemplazo de Tubería de 18” DIA de Productos Negros del Terminal Submarino de Refinería Conchán”</i>	<b>Proyectista</b>	<b>Página</b>	<b>Rev.</b>	<b>Fecha</b>
Refinería Conchán Jefatura Técnica Unidad Ingeniería de Procesos	<b>Manual de Construcción – Ingeniería de Detalle TEC6-IN-043-2016</b>		<b>21</b>	<b>0</b>	<b>22.06.17</b>

- 1) Un ducto de 18" Ø de 857 metros de longitud, medido entre el punto terminal en el mar y el ingreso al canal de cruce con la carretera panamericana, donde se instalará la junta monolítica aislante de 18" de diámetro.
- 2) El tramo en agua entre el punto terminal en el mar y la línea de alta marea (LAM) tiene una longitud de 630 metros.
- 3) El tramo en tierra entre este último punto y el ingreso al canal de cruce tiene una longitud de 227 metros aproximadamente.

El sistema de corriente impresa propuesto tiene como ventajas principales la posibilidad de ser ajustable, condición que es requerida para contrarrestar los cambios que puedan sufrir tanto el suelo como el agua de mar de acuerdo con las estaciones climáticas y, por otra parte, la vida útil del mismo es superior a 30 años.

El sistema diseñado considera la utilización en playa de una cama ánodos enterrada bajo el nivel freático, con ánodos del tipo MMO (Mixed Metal Oxide), específicamente ánodos constituidos por un substrato de titanio de 99 % de pureza, en forma de barra, alambre o tubo, revestido con óxidos cerámicos metálicos mezclados, de alta capacidad conductora. Este tipo de ánodos permiten expectativas de vida elevadas.



Para tal efecto, será necesario instalar un lecho constituido por 6 ánodos de MMO de 1" de diámetro y 60" (1.524 m) de longitud cada uno, contenidos en un ambiente cilíndrico de 3" relleno con back fill, con una capacidad de drenaje nominal de 5 A cada uno. Estos ánodos estarán dispuestos en un lecho llano horizontal, instalados a una profundidad aproximada de 2.50 m, siempre y cuando se garantice que los ánodos quedarán bajo el nivel de agua en marea baja (considerando una resistividad de suelo máxima de 800 ohm.cm).

El primer ánodo que constituye el lecho, se instalará a aproximadamente a 20 m de separación de las tuberías y separados 2.5 metros entre sí. Los ánodos de la cama se instalarán de manera horizontal, colineales y con el eje longitudinal perpendicular al eje longitudinal de los ductos submarinos.

Los ánodos serán alimentados a través de un cable colector de calibre AWG # 21/0.

A fin de mantener la operatividad de todos los componentes del sistema, se instalará una caseta adecuada para proteger el Transformador/Rectificador (T/R) de las condiciones ambientales. El diseño contempla la utilización de un rectificador enfriado por aire, dotado con gabinete tipo NEMA 4X, de capacidad de salida de 60 A y 40 V y con alimentación AC de 240 V.

La corriente de retorno o negativa, se conducirá a través de un cable negativo AWG # 1/0 que irá directo desde el borne negativo del rectificador a una caja de paso de negativos, de la que saldrán dos cables AWG # 1/0, uno a la superficie de cada ducto. Esto permitirá balancear la corriente en los ductos por igual.

	<i>“Servicio de Ingeniería para el Reemplazo de Tubería de 18” DIA de Productos Negros del Terminal Submarino de Refinería Conchán”</i>	<b>Proyectista</b>	<b>Página</b>	<b>Rev.</b>	<b>Fecha</b>
Refinería Conchán Jefatura Técnica Unidad Ingeniería de Procesos	<b>Manual de Construcción – Ingeniería de Detalle TEC6-IN-043-2016</b>		<b>22</b>	<b>0</b>	<b>22.06.17</b>

Además, los ductos serán interconectadas con un “puente eléctrico”, por medio de un cable AWG # 1/0 empleando soldadura exotérmica.

#### **D.1. AISLAMIENTO ELÉCTRICO**

El diseño considera el aislamiento eléctrico del ducto, a fin de evitar la fuga de corriente de protección hacia otras estructuras, tanto en la zona de playa como en el extremo de mar (carga/descarga). A tal fin, se asume la instalación de una Junta Aislantes Monolítica que disponga de sellos herméticos rectangulares en forma de “U”.

Para garantizar la condición de aislamiento eléctrico que requiere el diseño, se hace necesario dotar al sistema de protección contra descargas atmosféricas y fallas a tierra, por esta razón, el diseño considera que se instalarán celdas de polarización en la junta monolíticas de la tubería.

#### **D.2. MONITOREO DEL SISTEMA**

El sistema será monitoreado a través de un punto de medición de potenciales ubicado en el lugar donde se entierran las tuberías (playa), a fin de verificar el nivel de protección, el cual deberá exhibir un potencial en “instant off” superior a - 0.850 V e inferior a - 1.150 V (para evitar el desprendimiento catódico). Adicionalmente deberá monitorearse los potenciales en la zona de Mar, utilizando buzos para el contacto con los ductos.

### **E) CRITERIOS ADOPTADOS PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA**

#### **E.1 CRITERIOS DE PROTECCIÓN**

Para garantizar el buen funcionamiento del sistema de protección catódica se recomienda el seguimiento de criterios aceptados internacionalmente por la NACE, los cuales se basan específicamente en el mantenimiento del potencial de la estructura protegida en relación con el electrolito, establecidos en la Norma NACE RP0169-2002, sección 6 (potencial medido en “instant off” mayor a - 0.850 V y menor a - 1.150 V).

#### **E.2 DENSIDAD DE CORRIENTE**

Se consideró un valor de densidad de corriente promedio de 60 mA/m<sup>2</sup> para la zona sumergida y 20 mA/m<sup>2</sup> para la zona enterrada en playa.



#### **E.3 ÁREA A PROTEGER**

Para la realización de los cálculos de la corriente requerida, se estimará un factor conservador de deterioro del revestimiento con daños de hasta 5%, lo que implica un porcentaje igual de área desnuda en la tubería.

#### **E.4 RESISTIVIDAD ADOPTADA**

Para los efectos del cálculo de la resistencia de la cama de ánodos, en la zona donde será instalada se considera, conservadoramente, valores de hasta 800 ohm-cm.



	<i>“Servicio de Ingeniería para el Reemplazo de Tubería de 18” DIA de Productos Negros del Terminal Submarino de Refinería Conchán”</i>	<b>Proyectista</b>	<b>Página</b>	<b>Rev.</b>	<b>Fecha</b>
Refinería Conchán Jefatura Técnica Unidad Ingeniería de Procesos	<b>Manual de Construcción – Ingeniería de Detalle</b> <b>TEC6-IN-043-2016</b>		<b>23</b>	<b>0</b>	<b>22.06.17</b>

Éste será el valor a considerarse para el diseño.

## E.5 CONTINUIDAD Y AISLAMIENTO ELÉCTRICO

El diseño asume que la tubería es eléctricamente continua y que no tiene contacto eléctrico con ninguna otra tubería o estructura metálica. En caso de existir algún tipo de discontinuidad debida a uniones o accesorios tales como válvulas, bombas, trampas, etc., se instalarán puentes eléctricos a fin de garantizar la continuidad.

Por otra parte, para los efectos de cálculo y filosofía de operación, el diseño asume por lo menos el aislamiento eléctrico de la tubería en el extremo de tierra, mediante la instalación de Juntas Aislantes Monolíticas.

## E.6 VIDA ÚTIL

La vida útil del sistema es superior a los 30 años.

## F) CÁLCULOS

### F.1 CÁLCULO DEL ÁREA A PROTEGER (en agua)

Para el cálculo del área de la parte submarina que se protegerá se utiliza la siguiente fórmula:

$$Area = A = \pi DL$$

Dónde:

D = Diámetro de la tubería

L = longitud del ducto (m)

Porcentaje máximo de deterioro del recubrimiento = 10%

DUCTO	DIAMETRO (m)	LONGITUD (m)	AREA (m2)	AREA A PROTEGER 10% (m2)
TRAMO MAR 18"Ø	0.4572	601	864	86.4
TRAMO EN TIERRA 18"Ø	0.4572	252.5	362.7	36.7

### F.2 CÁLCULO DE LA CORRIENTE REQUERIDA



Para el cálculo de la corriente se utiliza la siguiente expresión:

$$\text{Corriente Requerida} = A_p \times i$$

Donde:

$A_p$  = Área desnuda que se protege (m2)

$i$  = Densidad de corriente (mA/ m2)

	<i>“Servicio de Ingeniería para el Reemplazo de Tubería de 18” DIA de Productos Negros del Terminal Submarino de Refinería Conchán”</i>	Proyectista	Página	Rev.	Fecha
Refinería Conchán Jefatura Técnica Unidad Ingeniería de Procesos	<b>Manual de Construcción – Ingeniería de Detalle</b> <b>TEC6-IN-043-2016</b>		24	0	22.06.17

$i = 60 \text{ mA/m}^2$  (agua)

$i = 20 \text{ mA/m}^2$  (playa)

Las corrientes teóricas requeridas para la protección catódica de los ductos en estudio serán:

Ducto sumergido.....  $86.5 \text{ m}^2 \times 60 \text{ mA/m}^2 = 5,190 \text{ mA}$

Ducto en tierra.....  $36.7 \text{ m}^2 \times 20 \text{ mA/m}^2 = 734 \text{ mA}$

**TOTAL = 5,924 mA**

Usando un 50% de factor de seguridad:  $1.5 \times 5,924 / 1000 \text{ A} = 8.9 \text{ A} < 10 \text{ A} \dots (1)$

**Consideramos para dos ductos similares. que la corriente Total Requerida es = 20 A**

### F.3 RESISTENCIA DEL SISTEMA

#### F.3.1 Dimensionamiento de la cama de Ánodos

Tomando en consideración las cantidades de corriente calculadas se ha diseñado un lecho horizontal compuesto por ánodos horizontales, separados entre sí por 5 m, con una capacidad nominal de 5 A cada uno:

$20 / 5 \text{ A/ánodo} = 4$  Unidades. Se considera 6 unidades por seguridad en caso alguno de ellos sufra desconexión.

#### F.3.2 Resistencia de la cama de Ánodos

Para determinar la resistencia de un (1) ánodo horizontal se utiliza la fórmula de Dwight:

$$R = \frac{0.00159 \cdot \rho}{L} \cdot \left( \ln \frac{4 \cdot L^2 + 4 \cdot L \cdot \sqrt{S^2 + L^2}}{d \cdot S} + \frac{S}{L} - \frac{\sqrt{S^2 + L^2}}{L} - 1 \right)$$

Dónde:

$\rho$ : Resistividad del medio (Ohm-cm) = 800 ohm.cm

L: Longitud del ánodo (m) = 60" = 1.524 m

S: Doble de la profundidad de enterramiento (m) =  $2 \times 2.5 \text{ m} = 5 \text{ m}$

d: Diámetro del ánodo (m) = 3" = 0.0762 m



La resistencia de un ánodo horizontal en estas condiciones es:

**R(1 ánodo) = 2.82 ohm**

La resistencia de una cama de N = 6 ánodos horizontales es:

**R(6 ánodos) = F x (R(1 ánodo) /6)**

Dónde: F es un factor de corrección por interferencia, tal que:

	<i>“Servicio de Ingeniería para el Reemplazo de Tubería de 18” DIA de Productos Negros del Terminal Submarino de Refinería Conchán”</i>	Proyectista	Página	Rev.	Fecha
Refinería Conchán Jefatura Técnica Unidad Ingeniería de Procesos	<b>Manual de Construcción – Ingeniería de Detalle</b> <b>TEC6-IN-043-2016</b>		25	0	22.06.17

$$F = 1 + (\text{Resistividad} \times \ln(0.656 \times N)) / (3.1416 \times s \times R(1 \text{ ánodo}))$$

Dónde: s = distancia entre centros de dos ánodos horizontales consecutivos = 5 m = 500cm

Por lo tanto: **F = 1.373** y en consecuencia:

$$R(6 \text{ ánodos}) = 1.373 \times (2.82 \text{ ohm} / 6) = 0.64 \text{ ohm}$$

### F.3.3. Resistencia de los Cables y Resistencia del recubrimiento

Los cables a utilizar serán de calibre AWG #2 (35 mm<sup>2</sup>) para la alimentación positiva (+) y AWG #2 para el retorno negativo del circuito (-). El cable positivo tiene una longitud aproximada de 260 metros al primer ánodo y de 290 metros en total hasta el último ánodo. Por su parte, el cable negativo tendrá una longitud de 160 m aprox. hasta la caja de distribución de negativos, por lo tanto la resistencia total de los cables será:

$$\text{Resistencia de los cables AWG \#2 a } 20^{\circ}\text{C} = 0.0172 \Omega \text{ mm}^2/\text{m} \times 450 \text{ m} / 33.63 \text{ mm}^2 \text{ (s cable AWG \#2)} = 0.23 \text{ ohm}$$



Desde el Trafo-rectificador salen dos cables para alimentar cada uno a dos sectores de ánodos (50% cada uno). El primer sector, considerando 50% de carga adicional, 30 A estará a  $290 / 2 = 145 \text{ m}$  y el segundo con carga similar de 30 A estará a 290 m. Se determina el calibre para el cable de mayor longitud según cálculos siguientes:

ENTRADA DE DATOS	
Conductor de:	Cobre-20°
Sección:	35 mm <sup>2</sup>
Tensión y sistema:	230 V monofásico
Longitud de la Línea:	290 m
Carga en Amperios:	30 A
Cos fi:	1

RESULTADOS	
Caída de Tensión V <sub>0</sub> - V:	8.5 V
Tensión en la Carga V:	221.5 V
Caída de Tensión %:	3.7 %
Densidad de Corriente:	0.9 A/mm <sup>2</sup>
Potencia en el Origen P <sub>0</sub> :	6900 W
Pérdida de Potencia P <sub>p</sub> :	353.5 W
Potencia en la Carga P:	6646.5 W
Rendimiento %:	96.3 %

Para la resistencia del recubrimiento consideramos una resistencia específica de 104 ohm.m<sup>2</sup> (@ 1,000 ohm.cm) y un área total de 10,355 m<sup>2</sup>.

La resistencia del recubrimiento será:

	<i>“Servicio de Ingeniería para el Reemplazo de Tubería de 18” DIA de Productos Negros del Terminal Submarino de Refinería Conchán”</i>	<b>Proyectista</b>	<b>Página</b>	<b>Rev.</b>	<b>Fecha</b>
Refinería Conchán Jefatura Técnica Unidad Ingeniería de Procesos	<b>Manual de Construcción – Ingeniería de Detalle</b> <b>TEC6-IN-043-2016</b>		26	0	22.06.17

Recubrimiento = (30 ohm.cm/1,000 ohm.cm) x 104 ohm.m<sup>2</sup> / 10,355 m<sup>2</sup>

**Resistencia del Recubrimiento = 0.029 ohm <> 0.03 ohm**

#### **F.3.4. Resistencia Total del Sistema**

La resistencia total de cada uno de los sistemas se calcula de la siguiente manera:

**Resistencia Sistema = R lecho horizontal + R cables + R Recubrimiento**

**Resistencia Sistema = 0.32 + 0.23 + 0.03 = 0.58 Ohm**

### **G) DIMENSIONAMIENTO DEL RECTIFICADOR**

Para determinar el voltaje del rectificador se utiliza la Ley de Ohm, la cual se expresa de la siguiente manera:

$$V = I \cdot R$$

Dónde:

V : Voltaje (V)

I : Intensidad de corriente (A) (Incluyendo factor de seguridad, 50% - Ver (1) – Pág. 29)

R : Resistencia total del sistema (Ω)

$$V = 20 \times 0.58 = 12 \text{ V}$$

Por necesidad en los diseños con corriente impresa se aumenta en 3 V el voltaje para contrarrestar el efecto del “backvoltage” o voltaje de retorno, por lo que el voltaje final será de:



$$V_T = 15 \text{ V}$$

En conclusión, se requiere un rectificador de 20 A y 15 V mínimo. Para futuras ampliaciones y para guardar un margen de seguridad, consideramos un rectificador de 30 A y 20 V

### **H) ESPECIFICACION DE EQUIPOS Y MATERIALES.**

#### **H.1 ÁNODOS**

Los ánodos inertes serán de tipo MMO, contruidos a partir de un tubo / una barra de titanio puro, de 1 pulgada de diámetro y 3.28 pies de largo, revestidos de óxidos activados de iridio y tantalio, marca TELPRO ó similar; según especificación ASTM B348; el ánodo estará contenido dentro de un canister de diámetro 3” y 60” de largo. El conjunto estará relleno de coque calcinado de petróleo de baja resistividad.

	<i>“Servicio de Ingeniería para el Reemplazo de Tubería de 18” DIA de Productos Negros del Terminal Submarino de Refinería Conchán”</i>	<b>Proyectista</b>	<b>Página</b>	<b>Rev.</b>	<b>Fecha</b>
Refinería Conchán Jefatura Técnica Unidad Ingeniería de Procesos	<b>Manual de Construcción – Ingeniería de Detalle TEC6-IN-043-2016</b>		<b>27</b>	<b>0</b>	<b>22.06.17</b>

Los ánodos utilizados deberán garantizar el suministro de la cantidad de corriente nominal, los cuales deberán estar diseñados para una vida útil superior a 25 años para servicio en suelo o sumergido. De igual forma deberán estar en perfecto estado, sin roturas, cortes u otros que puedan interferir en el buen funcionamiento de los ánodos. El cable del ánodo también estará libre de daños superficiales o profundos, tales como, melladuras, raspaduras, rasguños, cortes, etc., en toda la longitud del cable.

Cada ánodo tendrá la cantidad de cable Un extremo con cable AWG N°8 HALAR, que permita alimentarlo directo desde la caja de distribución hasta su ubicación en la cama horizontal (6 pies como mínimo). El cable del ánodo individual, que va desde el ánodo al cable colector deberá ser del tipo HMWPE, clase B, hilado (de 7 hilos) especificación ASTM B8 AWG #8.

Los cables de cada ánodo particular deberán ser continuos y deberán presentar aislamiento libre de discontinuidades superficiales, cortes, o cualquier otro daño en toda la extensión del cable.

## **H.2. CABLES**

### **H.2.1. Cable Positivo**

El cable positivo colector que va desde la cama de ánodos al rectificador deberá ser cable de cobre AWG #2/0, tipo HMWPE.

### **H.2.2. Cable Negativo**

El cable negativo que va desde el rectificador hasta la caja de distribución de negativos junto a los ductos submarinos, deberá ser de cobre AWG #2/0, tipo HMWPE. El cable de la caja de negativos a los ductos deberá ser de cobre AWG #1/0, tipo HMWPE.



El cable negativo deberá ser continuo y deberá presentar aislamiento libre de discontinuidades superficiales, cortes o cualquier otro daño en la extensión total del mismo.

### **H.2.3. Cables de las estaciones de medición de potenciales.**

Los cables del poste de medición de potenciales, que van desde las superficies de los ductos submarinos hasta el poste de medición (del tipo estándar “T-3”), deberá ser cable tipo HMWPE, AWG #10.

## **H.3. ESTACIÓN DE MEDICIÓN DE POTENCIALES.**

La estación de medición de potenciales será del tipo “T-3” con su pedestal y serán colocados en tierra en las cercanías de los ductos tubería para facilitar el monitoreo de los potenciales de protección. En su parte interior tiene cinco tornillos para la fijación con terminales del cable que estará conectado a través de soldadura exotérmica sobre la superficie de cada uno de los ductos.

	<i>“Servicio de Ingeniería para el Reemplazo de Tubería de 18” DIA de Productos Negros del Terminal Submarino de Refinería Conchán”</i>	<b>Proyectista</b>	<b>Página</b>	<b>Rev.</b>	<b>Fecha</b>
Refinería Conchán Jefatura Técnica Unidad Ingeniería de Procesos	<b>Manual de Construcción – Ingeniería de Detalle</b> <b>TEC6-IN-043-2016</b>		28	0	22.06.17

## H.4. RECTIFICADOR

### H.4.1. Especificaciones Generales

El rectificador mencionado en esta especificación será de 20 V y 30 A y deberá cumplir con la Norma NEMA MR-20-1958, “UNIDADES RECTIFICADORAS DE PROTECCIÓN CATÓDICA”, además de lo que se establezca en este documento.

El rectificador y sus componentes deberán ser de un diseño probado. El fabricante deberá tener al menos, 1 año de operación comercial. La garantía deberá ser de, al menos, 1 año. El rectificador deberá cumplir con lo siguiente:



- Los elementos del rectificador deberán ser diodos de silicio
- Los rectificadores deberán generar el rango nominal de salida, de una manera continua, a una temperatura de 45° C, expuestos a la luz solar, durante el período de vida operativa.
- El rectificador deberá tener la capacidad de generar la salida de corriente nominal DC, en una situación de carga completa, aún con una caída de 10% en el voltaje AC de alimentación nominal.
- El rectificador deberá tolerar un incremento de 10% en la entrada nominal AC, sin que se presenten daños al transformador o al puente de rectificación.
- El rectificador deberá estar protegidos contra sobrecargas eléctricas en AC o DC.
- Los instrumentos de medición deberán ser análogos, de lectura directa sin switches, con un 2% de precisión y adaptables al uso en climas tropicales.
- El voltaje de salida DC deberá incrementarse en, al menos, 15 pasos a través de taps, hasta que generen incrementos iguales desde 5% hasta 100% de la capacidad nominal, sin daños a sus componentes.
- El rectificador deberá estar equipado con un puente externo eléctrico y shunt, para poder ejecutar medidas de control. Los shunts deberán tolerar la salida máxima DC del sistema.

### H.4.2. Especificaciones Particulares.

El rectificador será enfriado por aire, alimentado por corriente de entrada de 230/460VAC, Universal, modelo ASAI 50-30 o similar y tendrá una salida de 20 Voltios y 30 Amperios.

## H.5. CONEXIONES TIPO CABLE-CABLE Y CABLE-TUBERIA

Las conexiones cable a cable de diversos calibres AWG correspondientes a la protección catódica, en caso que sea requerido, se realizarán con empalmes de encapsulamiento de resina epóxica, impermeables, tipo Scotchcast 82-AX (cable a cable) ó 90-BX (derivación de cable colector a cable simple) de la 3M ó similar, según sea el uso que se necesite, para un tamaño máximo de cable AWG #2/0, el cual consta de un molde plástico de dos conchas transparentes que se ajustan entre sí alrededor de la conexión y con las aberturas necesarias para alojar el cable principal y el cable del ánodo o cualquier otro cable del sistema de protección.

	<i>“Servicio de Ingeniería para el Reemplazo de Tubería de 18” DIA de Productos Negros del Terminal Submarino de Refinería Conchán”</i>	<b>Proyectista</b>	<b>Página</b>	<b>Rev.</b>	<b>Fecha</b>
Refinería Conchán Jefatura Técnica Unidad Ingeniería de Procesos	<b>Manual de Construcción – Ingeniería de Detalle TEC6-IN-043-2016</b>		<b>29</b>	<b>0</b>	<b>22.06.17</b>

El juego de empalme constará además de resina epóxica Scotchcast N° 4 de la 3M o similar, de dos componentes, empacada en una bolsa plástica, en dos partes aisladas y de tiras de cinta adhesiva para sellar los orificios por donde pasarán los cables, durante la instalación de los mismos.

La resina epóxica de los empalmes deberá tener una fecha de vencimiento que alcance hasta el momento de su utilización. El Inspector revisará la caja de los empalmes para asegurarse de que no se haya vencido la fecha de utilización de la resina N° 4. Al momento de su utilización se mezclarán las dos partes de la resina contenida en la bolsa plástica y se verterá en el molde y deberá endurecerse en 20 minutos aproximadamente.

Las conexiones entre las tuberías y los cables se realizarán con soldadura exotérmica Thermoweld o similar, estas serán revestidas con “Thermocaps o handycaps”. Las conexiones del cable negativo se revestirán con cintas autovulcanizantes del tipo Scotch 23 y Vinílica Scotch 33 de la 3M o similar, aplicadas en dos capas alternas, para un total de cuatro (4) capas.

#### **H.6. SOLDADURA EXOTÉRMICA**

La soldadura para la conexión con el cable negativo, y el cable del punto de medición será por medio de soldadura exotérmica o similar a la estructura metálica de la tubería submarina.

#### **H.7. DEMARCADORES DE LA CAMA DE ANODOS**

Para la identificación de la cama de ánodos horizontales de los sistemas de protección catódica de las tuberías se utilizarán demarcadores cilíndricos de concreto de resistencia Rc= 100 kg/cm<sup>2</sup>. El cilindro de concreto tendrá las siguientes dimensiones: 0,20 m de diámetro x 0,40 m. de altura.

Los demarcadores no llevarán acero de refuerzo incorporado y serán situados uno en cada extremo del lecho, pintados de color amarillo y llevarán las siguientes letras en bajorrelieve, pintados de color negro: PC.



#### **H.8. CONCRETO PARA EL PUNTO DE MEDICIÓN, LOSA DEL RECTIFICADOR, MARCADORES Y RELLENO DE ZANJA.**

La resistencia al concreto para la base del rectificador y punto de medición será de 210 Kg/cm<sup>2</sup> mínimo después de 28 días, fabricado con cemento tipo V. El concreto para marcadores y relleno de zanja será de 100Kg/cm<sup>2</sup> mínimo.

#### **H.9 LISTA DE MATERIALES DE PROTECCIÓN CATÓDICA**

ITEM	DESCRIPCION	UN.	CANTIDAD
1	Rectificador enfriado por aire, 20V 30A	UN	1
2	Anodos MMO canister en 3"Ø x 60 with AWG #8 cable HALAR- Marca TELPRO o similar	UN	6
3	Cable HMWPE AWG# 2 (35 mm2)	UN	600





	<i>“Servicio de Ingeniería para el Reemplazo de Tubería de 18” DIA de Productos Negros del Terminal Submarino de Refinería Conchán”</i>	<b>Proyectista</b>	<b>Página</b>	<b>Rev.</b>	<b>Fecha</b>
Refinería Conchán Jefatura Técnica Unidad Ingeniería de Procesos	<b>Manual de Construcción – Ingeniería de Detalle TEC6-IN-043-2016</b>		<b>30</b>	<b>0</b>	<b>22.06.17</b>

ITEM	DESCRIPCION	UN.	CANTIDAD
4	Cable HMWPE AWG# 10 (6 mm2)	m	30
5	Cargas para soldadura exotérmica CA-15	UN	1
6	Cargas para soldadura exotérmica CA-65	UN	2
7	Molde conexión para cable-tubería	UN	4
8	Splice Kit 3M 90-B1	UN	12
9	Pernos partidos o conectores	UN	12
10	Handy Cap IP (no necesita primer)	UN	3
11	Poste de medición T-3	UN	2
12	Junta Aislante Monolítica Ø 18” ANSI 150 Nuovagiungas o similar	UN	1
13	Celdas de polarización vías de chispas Dehn	UN	4
14	Caja de paso de cables negativos	UN	2

**NOTAS:**

- 1) Las cantidades son referenciales. El Constructor definirá las cantidades exactas.
- 2) Si el sistema existente cumple con los requisitos de protección de los ductos submarinos puede seguir siendo empleado



	<i>“Servicio de Ingeniería para el Reemplazo de Tubería de 18” DIA de Productos Negros del Terminal Submarino de Refinería Conchán”</i>	<b>Proyectista</b>	<b>Página</b>	<b>Rev.</b>	<b>Fecha</b>
Refinería Conchán Jefatura Técnica Unidad Ingeniería de Procesos	<b>Manual de Construcción – Ingeniería de Detalle</b> <b>TEC6-IN-043-2016</b>		31	0	22.06.17

## 15.0 DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS A REALIZAR

**15.1 Trabajos terrestres:** Los trabajos terrestres comprenden todas las labores necesarias y suficientes para dejar las instalaciones listas para operar. A manera referencial, sin carácter limitativo, se listan a continuación los trabajos terrestres a ejecutar:

### 15.1.1 Instalaciones permanentes:

- ✓ Instalación del ducto submarino entre los 50 metros desde la LAM (línea de alta marea) hacia tierra y el ingreso a la alcantarilla de cruce con la carretera. El ducto se instalará enterrado a una profundidad mínima de 1.50 metros. Para tal efecto se instalará previamente el ducto enterrado a dicha profundidad. La tubería se dejará instalada y probada lista para su conexión con el tramo marino en lanzamiento. Cinco metros antes de la llegada a la entrada a la alcantarilla, el ducto aflorará a la superficie instalándose aéreo sobre soportes metálicos. Antes del ingreso a la alcantarilla se instalará una válvula de bola de 18” x 150 psi.
- ✓ Prefabricación del ducto para instalarse dentro de la alcantarilla: Antes del lanzamiento y montaje del tramo terrestre, se fabricará en tierra el tramo que se instalará dentro de la alcantarilla de cruce con la carretera panamericana. La longitud a prefabricar entre el ingreso y la orilla del mar es de 170 metros (la longitud de la alcantarilla es de 153.5 metros aproximadamente). El ducto se montará sobre polines para su lanzamiento hacia la alcantarilla.
- ✓ Retiro del ducto de 18” existente dentro de la alcantarilla: El ducto existente será cortado en los extremos y retirado por jalado desde la playa. Antes de ser jalado será inspeccionado en el interior de la alcantarilla a fin de comprobar que está liberado. Para ayudar al retiro se podrá instalar polines si fuera necesario, debajo del ducto existente a retirar.
- ✓ Retiro y reemplazo de los soportes del ducto dentro de la alcantarilla: Los soportes existentes serán retirados y luego de inspeccionados, se instalarán nuevos soportes rotativos con polines revestidos con caucho endurecido (dureza shore 60). Las bases para los nuevos soportes, en caso que los existentes estén deteriorados, serán de concreto armado tipo viguetas de 0.15 m x 0.15 m x 1.00 m con agujeros para pernos de anclaje. Cada soporte rotativo se montará sobre dos viguetas apoyadas en el suelo longitudinalmente a la alcantarilla. Estos trabajos deberán ser hechos con mucho cuidado, proveyendo al personal de los implementos de seguridad necesarios y mascarillas conectadas a un sistema de suministro de aire desde el exterior. Así mismo se retirará el ducto submarino existente entre la orilla y el ingreso a la alcantarilla existente.
- ✓ Lanzamiento del ducto dentro de la alcantarilla: Desde dentro de la refinería se instalará un cabo mensajero de polipropileno de 1” de diámetro conectado a un winche manual o motorizado (fijado al piso) hasta cruzar la alcantarilla por el lado de playa. El cabo es instalado en un cabezal de tiro soldador al



	<i>“Servicio de Ingeniería para el Reemplazo de Tubería de 18” DIA de Productos Negros del Terminal Submarino de Refinería Conchán”</i>	<b>Proyectista</b>	<b>Página</b>	<b>Rev.</b>	<b>Fecha</b>
Refinería Conchán Jefatura Técnica Unidad Ingeniería de Procesos	<b>Manual de Construcción – Ingeniería de Detalle</b> <b>TEC6-IN-043-2016</b>		32	0	22.06.17

tramo de ducto a lanzar. Desde tierra, el ducto es jalado por el winche con todo cuidado, debiendo ser inspeccionado durante su recorrido por dentro de la alcantarilla y apoyando el desplazamiento en caso surja algún inconveniente.

- ✓ Una vez que ha cruzado íntegramente la alcantarilla, se corta a la dimensión correcta y se instalan bridas de 18” en ambos extremos, dejándose el cruce terminado y listo para recibir el tramo de tierra hasta las bombas booster y el tramo hacia el mar.
- ✓ Montaje del ducto entre el ingreso a refinería y las bombas booster: Este tramo es aéreo montado sobre soportes metálicos, sobre el terreno, salvo en los cruces con las pistas, donde se instalará el ducto dentro de alcantarillas o culverts de paso sobre soportes. Antes de llegar a las succiones de las bombas booster, saldrán a superficie desde la alcantarilla final cerca a la caseta de bombas booster.
- ✓ Fabricación de caseta de bombas booster: Se construirá una caseta con bases de concreto armado lista para recibir las instalaciones de la bomba booster.
- ✓ Montaje de las bombas booster: Las bombas serán montadas siguiendo las recomendaciones del fabricante y para efectos de garantía se deberá requerir la presencia de un técnico del mismo.
- ✓ Instalación de tuberías: una vez montadas las bombas se instalarán las tuberías, accesorios, válvulas, PIGVALVE, etc. Para dejar lista para su operación mecánica. Asimismo se realizarán las instalaciones eléctricas necesarias para el funcionamiento de las bombas de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.
- ✓ Se realizan las pruebas de operación de las bombas booster según recomendaciones del fabricante.

#### 15.1.2 Instalaciones temporales:



- ✓ Prefabricación del ducto submarino: El ducto submarino será prefabricado en tierra para su lanzamiento al mar, sobre soportes compuestos de sacos de polipropileno rellenos con arena fina de playa, en cinco lingadas o varillones de 132 metros cada una. El ducto a lanzar tendrá una longitud total de 660 metros, entre el punto terminal en el mar y su llegada a tierra. Se harán las pruebas hidrostáticas o neumáticas de comprobación previa al lanzamiento. .
- ✓ Instalación de soportes rotativos: Se instalarán soportes rotativos para el lanzamiento distanciados cada 15 metros. Se fabricarán soportes de concreto simple con pernos de anclaje para la debida fijación del soporte rotativo.
- ✓ Instalación de cabezal de lanzamiento: En el extremo hacia mar, se instalará un cabezal flotador de lanzamiento compuesto por una cápsula de acero de 4 a 6 metros de longitud con válvula de inundación y cáncamo de tiro.
- ✓ Pontones de flotación: En el tramo de los primeros 300 metros, se instalarán flotadores al ducto para restarle peso durante el lanzamiento, aunque este

	<i>“Servicio de Ingeniería para el Reemplazo de Tubería de 18” DIA de Productos Negros del Terminal Submarino de Refinería Conchán”</i>	<b>Proyectista</b>	<b>Página</b>	<b>Rev.</b>	<b>Fecha</b>
Refinería Conchán Jefatura Técnica Unidad Ingeniería de Procesos	<b>Manual de Construcción – Ingeniería de Detalle</b> <b>TEC6-IN-043-2016</b>		33	0	22.06.17

será lanzado por el fondo. El peso sumergido del ducto vacío es de 37 kg/m. Los pontones o flotadores disminuirán el peso de los primeros 300 metros a 10 kg/m, por lo que será necesario instalar 1 pontón de levante de 500 kg cada 18 metros. Los pontones podrán ser de caucho con aire comprimido dentro a 50 psi para evitar su implosión a – 30 metros de profundidad.

**15.2 Trabajos marítimos:** Los trabajos marítimos constan de todas las labores necesarias y suficientes para dejar las instalaciones listas para operar en el mar, con el empleo de embarcaciones adecuadas para el lanzamiento e instalación del ducto submarino. Estos trabajos, sin carácter limitativo, son:

- ✓ Movilización de embarcaciones: Las embarcaciones se movilizarán días antes de los trabajos de lanzamiento del ducto al mar, fondeándose en el eje de lanzamiento previamente definido.
- ✓ Retiro el ducto existente: El ducto existente será retirado según procedimiento que se detalla en expediente aparte.
- ✓ Inspección submarina: previo al lanzamiento se realizará una inspección submarina en el eje de tendido del ducto en el mar a fin de comprobar que no se encuentren obstáculos en la ruta.
- ✓ Instalación del PLET: El PLET se instala en el extremo del ducto, ya que será lanzado simultáneamente con este.
- ✓ Paso del cabo mensajero: Para el lanzamiento, una vez fondeada la embarcación en su posición se pasa desde la barcaza los cabos mensajeros que traen a tierra el cabo de tiro de polipropileno de 3” de diámetro.
- ✓ Lanzamiento: Desde la barcaza se jalan cada una de las lingadas o varillones de lanzamiento soldándose entre sí conforme hagan su ingreso al mar.
- ✓ Fondeo del ducto: Una vez en posición, se abren las válvulas de inundación del cabezal flotador y del PLET para provocar el ingreso de agua dentro del ducto. El PLET queda fijado por el cable de la barcaza sobre el lecho marino.
- ✓ Instalación de pilotines de anclaje del PLET. Se instalan los pilotines de anclaje del PLET empleando sistema de air lift para provocar la penetración del pilotín en el lecho marino.
- ✓ Pre comisionamiento del ducto submarino: Se realiza la prueba hidrostática al ducto submarino (sin las mangueras) a 225 psi durante 4 horas.
- ✓ Se instalan las mangueras y demás accesorios.
- ✓ Comisionamiento del ducto submarino: se hace la prueba hidrostática a toda la instalación desde la succión de las bombas booster a 225 psi durante 8 horas.

	<i>“Servicio de Ingeniería para el Reemplazo de Tubería de 18” DIA de Productos Negros del Terminal Submarino de Refinería Conchán”</i>	<b>Proyectista</b>	<b>Página</b>	<b>Rev.</b>	<b>Fecha</b>
Refinería Conchán Jefatura Técnica Unidad Ingeniería de Procesos	<b>Manual de Construcción – Ingeniería de Detalle</b> <b>TEC6-IN-043-2016</b>		<b>34</b>	<b>0</b>	<b>22.06.17</b>

## 16.0 PLAN DETALLADO DE TRABAJOS – PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS DEL DUCTO SUBMARINO

Los trabajos a realizar para dejar listas las instalaciones de los ductos submarinos y del amarradero multiboyas, comprenden trabajos en el sector terrestre y trabajos en el sector marítimo.

### 16.1 PROCURA

La procura de los materiales, productos y componentes destinados a la construcción de las obras será el reflejo del que se tiene indicado en el presente documento de Ingeniería. Cualquier variación que requiera ser introducida a las especificaciones de los materiales, que se proponen en el presente documento deberá contar con la aprobación por escrito del Proyectista.

### 16.2 TRABAJOS EN EL SECTOR TIERRA

Sin carácter limitativo, los trabajos en el sector tierra comprenden las siguientes actividades:

- Instalaciones provisionales.
- Trazado de las instalaciones
- Habilitación de la rampa de lanzamiento.
- Prefabricación de los ductos submarinos para el lanzamiento.
- Fabricación y suministro de accesorios y equipamiento para el lanzamiento de los ductos submarinos.



### 16.3 TRABAJOS EN EL SECTOR MAR

- Inspección submarina
- Posicionamiento de embarcaciones en la zona marítima de los trabajos.
- Lanzamiento del ducto submarino
- Pre-comisionamiento del ducto submarino
- Instalación de mangueras y accesorios
- Comisionamiento integral de las instalaciones

## 17.0 DESCRIPCION DETALLADA DE LOS TRABAJOS EN EL SECTOR TIERRA PARA EL LANZAMIENTO DEL DUCTO SUBMARINO

### 17.1.-Instalaciones provisionales.

El Contratista construirá sus propias instalaciones provisionales para sus oficinas, almacenes, etc., en los lugares que sean permitidos por la municipalidad y Supervisión. El contratista deberá contar cuando menos con un almacén para guardar los materiales, una caseta de obras con oficinas y servicios higiénicos para su personal técnico, otra caseta de obra para oficina de la Supervisión un Servicio higiénico portátil para su

	<i>“Servicio de Ingeniería para el Reemplazo de Tubería de 18” DIA de Productos Negros del Terminal Submarino de Refinería Conchán”</i>	<b>Proyectista</b>	<b>Página</b>	<b>Rev.</b>	<b>Fecha</b>
Refinería Conchán Jefatura Técnica Unidad Ingeniería de Procesos	<b>Manual de Construcción – Ingeniería de Detalle</b> <b>TEC6-IN-043-2016</b>		<b>35</b>	<b>0</b>	<b>22.06.17</b>

personal técnico y otro para la supervisión. Igualmente debe contar con 1 servicio higiénico portátil (lavatorio, urinario y W.C.) para su personal de construcción por cada 20 trabajadores.

El Contratista dispondrá permanentemente de agua potable para el personal de obra en un lugar próximo a los trabajos. Deberá tener guardiana diurna y nocturna en el lugar de los trabajos, para las instalaciones propias y de los materiales suministrados por TRAFIGURA

### **17.2.-Limpieza y Trazado de las instalaciones.**

El Contratista de ser necesario eliminará previamente de la zona todo material proveniente de demoliciones y/o otras actividades y lo conducirá fuera de los campos a los botaderos permitidos por el municipio respectivo.

Luego de la limpieza el Contratista trazará topográficamente la rampa y el eje de lanzamiento y demás instalaciones que componen la obra. Igualmente antes de iniciar los trabajos deberá verificar las coordenadas de las boyas y de los puntos de inicio en tierra y de los puntos terminales de los ductos en el mar, señalizándolos debidamente.

### **17.3.-Habilitación de la Rampa de lanzamiento.**



Comprende las obras de movimiento de tierras, cortes, rellenos y perfilado del terreno a fin de dejar lista la rampa de lanzamiento. La rampa se habilitará de acuerdo a planos con las pendientes especificadas en estos y a lo indicado en los acápites precedentes. La rampa deberá ser capaz de permitir el desplazamiento de los vehículos, maquinarias y equipos de construcción.

La rampa tendrá una longitud total necesaria y suficiente para contener cinco varillones o lingadas de tuberías soldadas de 132 metros cada una. La rampa iniciará en la línea LAM y terminará a 150 metros de esta LAM hacia tierra, antes de llegar al inicio de la alcantarilla existente de cruce con la carreta panamericana.

La longitud total de la rampa de lanzamiento será de 150 metros y tendrá un ancho de 20 metros, tal que permita el ingreso de vehículos de doble tracción y maquinaria pesada.

### **17.4.- Construcción de bases de soportes rotativos.-**

Se construirán las bases de concreto para instalar 9 unidades de soportes rotativos tipo “V” y 2 del tipo “doble V”. Las bases serán construidas cada 15 mts. y siguiendo los ejes de lanzamiento y las pendientes indicados en planos. Si durante la construcción se debe hacer curvas verticales u horizontales, el radio de estas no podrán ser menores a 220 metros. Los niveles de apoyo de los soportes rotativos deberán proporcionar al ducto a lanzar un total apoyo a todo lo largo de este.

	<i>“Servicio de Ingeniería para el Reemplazo de Tubería de 18” DIA de Productos Negros del Terminal Submarino de Refinería Conchán”</i>	<b>Proyectista</b>	<b>Página</b>	<b>Rev.</b>	<b>Fecha</b>
Refinería Conchán Jefatura Técnica Unidad Ingeniería de Procesos	<b>Manual de Construcción – Ingeniería de Detalle TEC6-IN-043-2016</b>		36	0	22.06.17

Las bases dispondrán de pernos de anclaje para la fijación de los soportes rotativos.

#### **17.5.- Habilitación de camas para tuberías con soportes blandos con bolsas rellenas con arena.-**

Al costado de la rampa de lanzamiento a una distancia de 1 metro del eje de lanzamiento más cercano, se habilitará soportes blandos para depositar la tubería para su posterior alineamiento y soldadura conformando cuatro ejes de soldadura. Los soportes blandos serán confeccionados con sacos de polipropileno rellenos con arena fina de playa o de cantera. Cada soporte deberá permitir que el fondo de la tubería quede a cuando menos 50 centímetros sobre el terreno a fin de permitir una adecuada posición de soldadura. Cada soporte blando se distanciará del próximo en 10 metros y será conformado con una pila de cuando menos cuando menos 12 bolsas. Ver planos de construcción.

Alternativamente, se puede optar por emplear otro tipo de soporte blando o duro con protección de la superficie, tales como tacos de madera o tubos metálicos forrados con jebe, montados sobre caballetes, etc. De todas formas si no se emplea el apoyo con sacos, se debe solicitar autorización escrita de Proyectista para utilizar otro tipo de apoyo.



#### **17.6.- Suministro temporal e Instalación de soportes rotativos para el lanzamiento.-**

El contratista suministrará temporalmente e instalará los soportes rotativos según se indican en los planos no pudiéndolos sustituir por otros distintos salvo aprobación por escrito del Proyectista. Los soportes deben contactar con la tubería donde estos se encuentren; en caso no suceda esto con alguno de los soportes después de montados, se deberá calzar el soporte con lanas o elementos metálicos de tal forma de lograr este contacto. Para lograr un mejor acomodo de las tuberías sobre los soportes rotativos, principalmente en la zona de cambios de pendiente y en caso sea requerido, se alargarán los pernos de anclaje de las bases soldándoles la longitud extra necesaria. En estos casos, entre la base y el soporte rotatorio se instalarán elementos metálicos tipo perfiles "C" u otros aprobados por la Supervisión, a ambos lados de cada perno de anclaje, del tamaño necesario.

#### **17.7.-Tendido de tuberías sobre camas de prefabricación.-**

Las tuberías serán conducidas desde su lugar de entrega a su respectivo lugar de prefabricación. La carga y descarga se hará empleando camiones grúa o cargadores frontales y necesariamente eslingas de nylon o caucho de manera tal que la superficie de las tuberías no sean dañadas. Las tuberías serán acomodadas una seguida de la otra sobre la cama de prefabricado a lo largo de toda la rampa de lanzamiento.



	<i>“Servicio de Ingeniería para el Reemplazo de Tubería de 18” DIA de Productos Negros del Terminal Submarino de Refinería Conchán”</i>	<b>Proyectista</b>	<b>Página</b>	<b>Rev.</b>	<b>Fecha</b>
Refinería Conchán Jefatura Técnica Unidad Ingeniería de Procesos	<b>Manual de Construcción – Ingeniería de Detalle</b> <b>TEC6-IN-043-2016</b>		<b>37</b>	<b>0</b>	<b>22.06.17</b>

### **17.8.-Prefabricación del ducto para el lanzamiento (4 tramos).-**

Cada uno de los varillones serán prefabricados sobre la cama blanda de manera que quede lo más recto posible tanto en el plano vertical como en el plano horizontal. Las juntas soldadas no deberán presentar angulaciones como producto de un mal alineamiento. Si esto sucediera se deberá cortar la junta por cuenta del constructor. Los varillones deberán protegerse contra agentes de la intemperie, tales como la radiación solar, vientos con partículas de arenas, humedad etc. Con una cobertura de lona blanca.

Las tuberías serán soldadas siguiendo las normas API 1104 y ANSI/ASME B 31.4 y los electrodos a utilizar serán E-6010 para el pase en raíz de 1/8" y E-7010 1/8" á 3/16" para los pases en caliente, relleno y acabado. Cualquier cambio de los electrodos a utilizar deberá ser aprobado expresamente y por escrito por la Supervisión. En las Especificaciones Técnicas de Construcción se detalla el procedimiento a seguir. Se deberá tener especial cuidado a fin que la soldadura en la parte interna de la tubería no presente sobre espesores a fin de no crear vórtices indeseables durante el flujo del producto. La penetración de la soldadura no deberá sobrepasar de 1/16".

Cada ducto íntegramente prefabricado, tendrá una longitud de 132 metros aproximadamente. Será prefabricado necesariamente en cinco tramos de igual longitud aproximadamente.

El Contratista deberá dejar la boca de entrada / salida de cada uno de los cuatro varillones sin soldar y tapados conveniente para evitar ingreso de materiales u objetos extraños.

### **17.9.- Pruebas gammagráficas de las juntas soldadas de los varillones a lanzar.-**



Se tomarán placas gammagráficas radiadas por una pastilla de Iridio 192, según Norma API 1104 y ANSI/ASME B 31.4, en forma tal que cubra el 100% del perímetro del 100% de las Juntas. Estos ensayos no destructivos serán hechos por terceros, antes que sean revestidas las juntas exteriormente.

### **17.10.- Pruebas neumáticas de los varillones.-**

Cada uno de los 5 varillones que conforman el ducto serán probados neumáticamente durante 4 horas a una presión de 110 psi antes de ser lanzados al mar.

### **17.11.- Cobertura de juntas soldadas.**

Después de la realización exitosa de las pruebas neumáticas del ducto y de la toma de placas gammagráficas con resultados satisfactorios, las juntas se arenarán o limpiarán mecánicamente hasta los bordes extremos del recubrimiento a lo largo de todo el perímetro según especificación SSPC-SP5 (metal blanco) teniendo cuidado en no dañar

	<i>“Servicio de Ingeniería para el Reemplazo de Tubería de 18” DIA de Productos Negros del Terminal Submarino de Refinería Conchán”</i>	<b>Proyectista</b>	<b>Página</b>	<b>Rev.</b>	<b>Fecha</b>
Refinería Conchán Jefatura Técnica Unidad Ingeniería de Procesos	<b>Manual de Construcción – Ingeniería de Detalle</b> <b>TEC6-IN-043-2016</b>		38	0	22.06.17

el recubrimiento fijado en la tubería para lo cual el constructor usara una protección metálica flexible sobre el recubrimiento de cuando menos de 30 cm de ancho.

Se pintará la junta con el sistema de pintado SP-2888 o similar. Se podrá aplicar también una pintura metalizada de aluminio a presión.

### 17.12 Habilitación de flotadores en tierra

Se habitarán 25 flotadores con capacidad de flotación, íntegramente sumergidos de 500 kg. Capaces de resistir en superficie una presión interna de 50 psi. Cada uno de estos flotadores dispondrá de dos abrazaderas para tubería de 18” ajustados con pernos y alambre atortolado.

### 17.13 Construcción del PLET

El PLET se construirá en taller de acuerdo a planos de construcción. Siete días antes del lanzamiento será arenado y pintado con pintura epóxica marina dentro de los plazos especificado por el fabricante de la pintura. Un plazo muy corto no permitirá el adecuado fraguado y secado de la pintura. Un plazo muy largo dañará la pintura debido a que desde su terminación la pintura debe ser expuesta al ambiente marino en un plazo máximo (no mayor a 15 días después de terminada).



## 18.0 DESCRIPCION DETALLADA DE LOS TRABAJOS EN EL SECTOR MAR

### 18.1 Inspección submarina

Antes del lanzamiento de las tuberías submarinas, el Contratista mediante buzos especialistas, hará una inspección submarina a lo largo del área donde se instalarán las nuevas tuberías, a fin de detectar cualquier interferencia que impida el lanzamiento. Los obstáculos pequeños, capaces de retirarse con la mano de los buzos, deberán ser retirados por el Contratista. No se espera encontrar obstáculos mayores que requieran el empleo de equipos mayores para su retiro, pero en el poco probable caso que esto suceda, se comunicará a la Supervisión y al Proyectista para la solución correspondiente. En este sentido, se recomienda que la inspección submarina sea hecha al inicio de los trabajos a fin de tener los elementos de juicio oportunamente

### 18.2 Señalización del área marítima donde se instalaran los dos ductos y el punto terminal de los mismos

Con ayuda de una embarcación personal marino especializado y buzos con el uso de instrumentos GPS determinara físicamente el punto final de los ductos submarinos. Así mismo se determinará el punto de inicio en playa. Mediante el empleo de buzos, estos señalarán el punto terminal del nuevo ducto así como el punto inicial en playa. Demarcarán cada uno de estos con boyarines (el de mar) y con un hito el de tierra.

	<i>“Servicio de Ingeniería para el Reemplazo de Tubería de 18” DIA de Productos Negros del Terminal Submarino de Refinería Conchán”</i>	<b>Proyectista</b>	<b>Página</b>	<b>Rev.</b>	<b>Fecha</b>
Refinería Conchán Jefatura Técnica Unidad Ingeniería de Procesos	<b>Manual de Construcción – Ingeniería de Detalle TEC6-IN-043-2016</b>		<b>39</b>	<b>0</b>	<b>22.06.17</b>

### 18.3 Fondeo dela nave para inicio de las operaciones de lanzamiento

Para el inicio del lanzamiento de las líneas en forma simultánea, la barcaza de tiro se ha emplazado desde el día anterior, en una posición ubicada a unos 650 metros de la orilla en el eje de lanzamiento. Muy temprano por la mañana, se pasa el cabo de tiro a tierra desde la barcaza, mediante el apoyo de una lancha la misma que contiene los cabos mensajeros de polipropileno de ¼”, ½” y 1” de diámetro. La lancha se acerca lo más posible a la costa y desde este punto se entrega el cabo mensajero a un buzo quien lo conduce a tierra. En tierra el cabo mensajero es recogido por personal habilitado para tal fin y lo jala hacia tierra adentro hasta que el cabo de 1” llegue al punto donde se encuentra esperando un cargador frontal; se amarra el cable al cabezal de tiro y las líneas quedan listas para ser lanzadas al mar.

El día anterior al lanzamiento, la barcaza de tiro se posicionará en el mar, anclado al fondo mediante sus propias anclas, según se indica en planos a una distancia mínima de 650 metros de la playa, dirigido.

A partir del posicionamiento la barcaza mantendrá comunicación radial con el contratista en tierra, para coordinación de las próximas acciones

### 18.4 Instalación de cabezal de tiro



El cabezal de tiro tendrá una capacidad boyante de 1 tonelada y será capaz de resistir un esfuerzo de tiro de 40 toneladas como mínimo. El Contratista suministrará el cabezal de tiro de acuerdo a lo señalado en planos.

El cabezal de tiro será conectado a las líneas submarinas para lo cual el contratista confeccionara un manifold que permita conectar las dos líneas submarinas mediante bridas y al cabezal.

Se instalara con ayuda de un cargador frontal y las conexiones bridadas tendrán empaquetaduras del tipo espiro metálicas y pernos con anillos planos y tuercas

### 18.5 Paso del cabo mensajero

Muy temprano por la mañana, se pasa el cable de tiro a tierra desde la barcaza (el cable tendrá flotadores a fin de evitar que se fondee en el lecho marino), mediante el apoyo de una lancha la misma que contiene los cabos mensajeros de polipropileno de ¼”, ½” y 1” de diámetro. La lancha se acerca lo más posible a la costa y desde este punto se entrega el cabo mensajero a un buzo quien lo conduce a tierra. En tierra el cabo mensajero es recogido por personal habilitado para tal fin y lo jala hacia tierra adentro hasta que el cabo de 1” llegue al punto donde se encuentra esperando un cargador frontal; para traer a tierra todo el cabo de 1”, 3” y el cable de tiro que viene fijo a este último. Se amarra el cable al cabezal de tiro y la línea queda lista para ser lanzada al mar.

	<i>“Servicio de Ingeniería para el Reemplazo de Tubería de 18” DIA de Productos Negros del Terminal Submarino de Refinería Conchán”</i>	<b>Proyectista</b>	<b>Página</b>	<b>Rev.</b>	<b>Fecha</b>
Refinería Conchán Jefatura Técnica Unidad Ingeniería de Procesos	<b>Manual de Construcción – Ingeniería de Detalle</b> <b>TEC6-IN-043-2016</b>		<b>40</b>	<b>0</b>	<b>22.06.17</b>

## 18.6 Paso del cabo de tiro

El mismo día del lanzamiento se pasa el cable de tiro hacia tierra. En una lancha se lleva un rollo de 400 metros de cabo de nylon de 1/4” amarrado a otro rollo de 400 metros de cabo de nylon de 1/2”. Este último se encuentra amarrado a un cabo de polipropileno (flota) de 1”, de 500 m de longitud y este a otro cabo de polipropileno de 3” y de 500 m de longitud, el cual se encuentra fijado al cable de tiro de 1 1/4” de la barcaza.

En playa, un tractor tipo D-6 se encuentra cerca del anclaje de pase de cable, colocado en dirección sur. El macizo dispone de una polea de 10 toneladas como mínimo, capaz de alojar el cabo de 3” alrededor de la rueda. Se amarra el cable al cabezal de tiro y el ducto queda listo para ser lanzado al mar.

## 18.7 Lanzamiento de los ductos submarinos



Para el lanzamiento propiamente dicho el efecto, es necesario el trabajo conjunto de los contratistas de prefabricado de líneas y del Contratista para los trabajos marinos

El apoyo en tierra durante el lanzamiento, será dado por el contratista de fabricado de líneas en lo referente a la soldadura, prueba y recubrimiento de las juntas soldadas. El resto de actividades en tierra, será hecho con recursos del Contratista, las mismas que se describen a continuación sin carácter limitativo:

- Suministro de personal y maquinaria para el traslado de líneas de su posición de prefabricado al eje de lanzamiento y retenida (1 bulldozer de de 2 cargadores frontales de 3.5 y3 y 10 maniobristas).
- Suministro de personal y maquinaria para el montaje de conectores de las líneas (1 camión grúa de 10 toneladas y 20 maniobristas con herramientas).
- Suministro de personal, maquinaria y equipos para el recorrido de la rampa de lanzamiento para el cambio de polines de los soportes rotativos, si estos son afectados durante el lanzamiento.
- Suministro de personal, equipos y maquinarias para la instalación de los flotadores en las líneas durante el lanzamiento.
- Suministro e instalación de sistema de iluminación temporal en la zona de playa para el lanzamiento.

### Procedimiento:

- El winche de la barcaza inicia el tiro de las líneas “cobrando” el cable de 1 1/8”. En tierra se encontrará el especialista que dirigirá la maniobra dando instrucciones al personal embarcado.
- Los varillones que conforman la línea, irán saliendo hacia el mar en dirección a la barcaza de tiro.
- Cuando la cola de los primeros varillones ha llegado a la poza de soldadura (punto donde las colas de los varillones son soldados a las

	<i>“Servicio de Ingeniería para el Reemplazo de Tubería de 18” DIA de Productos Negros del Terminal Submarino de Refinería Conchán”</i>	<b>Proyectista</b>	<b>Página</b>	<b>Rev.</b>	<b>Fecha</b>
Refinería Conchán Jefatura Técnica Unidad Ingeniería de Procesos	<b>Manual de Construcción – Ingeniería de Detalle</b> <b>TEC6-IN-043-2016</b>		<b>41</b>	<b>0</b>	<b>22.06.17</b>

punta de los otros que son bajados a la rampa de lanzamiento), se detiene el lanzamiento y se procede a trasladar los segundos varillones a la rampa de lanzamiento conformada por los soportes rotativos.

- Los varillones son alineados y las juntas son soldadas, probadas y protegidas por el Contratista de prefabricación. La maquinaria para ayudar al alineamiento será la misma que se empleará para movilizar los varillones y que es suministrada por el Contratista, aunque para esta actividad estará bajo el mando del personal técnico del primero.
- Se prosigue con el lanzamiento de las líneas, hasta que las colas de estas, conformadas por los varillones antes soldados, lleguen a la poza de soldadura continuándose con el proceso anteriormente indicado.
- Se continúa con el proceso hasta disponerse de los varillones soldados completamente.

Durante todo el proceso, asistirán a las maniobras de lanzamiento un mínimo de 02 remolcadores de 250 HP para recorrer la línea y apoyar al lanzamiento en caso sea necesario.

### 18.8 Fondeo del ducto submarino

Cuando se ha concluido con el lanzamiento de todos los varillones que conforman las líneas submarinas y el punto troncal se encuentra en el punto señalizado como de instalación del anclaje se abren las válvulas de cabezal flotador y del PLET, inundándose las líneas con agua de mar. La línea se irá fondeando, mientras los remolcadores en la superficie mantienen vigilancia activa del hundimiento final largo de ellas.



### 18.9 Prueba hidrostática post lanzamiento (4 horas)

Terminado el lanzamiento, el contratista procederá a realizar una prueba hidrostática de las líneas a 225 psi durante 4 horas, con el cabezal flotador sin ser retirado, de acuerdo a Especificaciones.

Al mismo tiempo se retirarán los flotadores que han quedado sumergidos con el lanzamiento. Se instala el boyarín de marca del punto troncal cerca al punto terminal en el lugar señalado en planos.

### 18.10 Instalación de mangueras y boyarines de izado

El Contratista instalará las mangueras de 16” al ducto submarino según se indica en planos adjuntos, una vez que han sido conectadas entre sí. Las mangueras flotarán siendo lanzadas desde la barcaza, desde donde se inyecta el aire comprimido para la prueba neumática de tren de mangueras a 110 psi.

	<i>“Servicio de Ingeniería para el Reemplazo de Tubería de 18” DIA de Productos Negros del Terminal Submarino de Refinería Conchán”</i>	<b>Proyectista</b>	<b>Página</b>	<b>Rev.</b>	<b>Fecha</b>
Refinería Conchán Jefatura Técnica Unidad Ingeniería de Procesos	<b>Manual de Construcción – Ingeniería de Detalle</b> <b>TEC6-IN-043-2016</b>		<b>42</b>	<b>0</b>	<b>22.06.17</b>

Terminada la prueba, se abren las válvulas de inundación de uno de los extremo0s hasta que ingrese cierta cantidad de agua. Previamente el extremo que va hacia la brida del ducto submarino se conecta con un cabo hacia la brida terminal para sirva de guía. Se abre la válvula del otro extremo por donde saldrá el aire presionado por el agua ingresante al tren de mangueras, produciéndose el fondeo de todo el tren de mangueras.

Con el empleo de pontones y bolsas de refltamiento (aire) la manguera se aproxima a la brida terminal del ducto submarino, conectándose a esta. Se instala el boyarín de izado de mangueras.

#### **18.11 Comisionado de los ductos Prueba hidrostática de los ductos submarinos Pre-operación.**

El fin del Comisionamiento es de garantizar que los sistemas que conforman el proyecto, interactúen entre sí de acuerdo a los diseños, normas, requerimientos del cliente y recomendaciones de los fabricantes, estando expeditos para iniciar las actividades de Puesta en Marcha de la instalación.



Previamente El contratista probará todo el ducto de conformidad con el ANSI B31.4 y tal como está especificado en la presente.

La presión de prueba será de 1.5 veces la presión interna del diseño. Sí esta no se especifica, se hará a 225 psi.

### **19.0 REQUERIMIENTOS DE EMABARCACIONES Y PERSONAL MINIMO PARA EL LANZAMIENTO**

Para los trabajos de lanzamiento propiamente dicho, sin carácter limitativo, el Contratista dispondrá en la rampa de lanzamiento, como mínimo de lo siguiente:

- **Personal:**
  - 01 Ingeniero especialista en dirección técnica de lanzamientos de ductos submarinos de acero para hidrocarburos.
  - 01 Capataz especialista.
  - 12 ayudantes de apoyo
- **Maquinaria y equipos:**
  - 01 Bulldozer de 250 HP
  - 02 Cargadores frontal de 3 ½ y³
  - 01 Estrobo de acero de 1"Ø x 10 metros de longitud con gazas en ambos extremos.
  - 02 Eslingas de nylon de 5 tons cada una.
  - 01 grillete saca-vueltas giratorio de 2" de diámetro.
  - Herramientas de ajuste
  - 01 cabezal flotador de tiro.

	<i>“Servicio de Ingeniería para el Reemplazo de Tubería de 18” DIA de Productos Negros del Terminal Submarino de Refinería Conchán”</i>	<b>Proyectista</b>	<b>Página</b>	<b>Rev.</b>	<b>Fecha</b>
Refinería Conchán Jefatura Técnica Unidad Ingeniería de Procesos	<b>Manual de Construcción – Ingeniería de Detalle TEC6-IN-043-2016</b>		<b>43</b>	<b>0</b>	<b>22.06.17</b>

**Los trabajos incluidos en esta partida, sin carácter limitativo son:**

- Dirección técnica del lanzamiento
- Pase del cable de tiro a tierra
- Recepción del cabo mensajero para traer el cable de tiro a tierra.
- Instalación del cabezal de tiro en la brida del ducto a lanzar.
- Instalación del grillete saca-vueltas de tiro
- Instalación del cable de tiro en el cabezal de tiro.
- Retenida de cola con el cargador frontal y estrobo de retenida.
- Verificación en tierra de la correcta instalación de los soportes rotativos y comprobación de su funcionamiento correcto.
- Durante el lanzamiento deberá verificar que el desplazamiento del ducto sobre los polines de los soportes rotativos no dañe el revestimiento.
- Reparación del revestimiento de la tubería si sufriera algún daño durante el lanzamiento.

**Esta partida incluirá el suministro de los siguientes recursos como mínimo, si carácter limitativo:**



- **Personal embarcado:**

- 01 Ingeniero especialista en lanzamiento de ductos submarinos.
- 01 Capataz de maniobras.
- 06 tramoyistas embarcados.
- 04 buzos con tender
- 04 patrones de remolcador de bahía con 01 ayudante c/u.
- 02 operadores del winche de la barcaza.
- 01 Patrón de barcaza.

- **Embarcaciones y equipos:**

- 01 Barcaza con winche de 30 toneladas y con cabria. Incluirá 01 remolcador exclusivo para su desplazamiento.
- 02 Remolcadores de bahía de 200 HP c/u. como mínimo.
- 01 plataforma de buceo (lancha equipada para buceo)
- 01 Zodiac con motor fuera de borda.
- 01 compresor de 185 pcm como mínimo.
- Herramientas de ajuste.



	<i>“Servicio de Ingeniería para el Reemplazo de Tubería de 18” DIA de Productos Negros del Terminal Submarino de Refinería Conchán”</i>	<b>Proyectista</b>	<b>Página</b>	<b>Rev.</b>	<b>Fecha</b>
Refinería Conchán Jefatura Técnica Unidad Ingeniería de Procesos	<b>Manual de Construcción – Ingeniería de Detalle TEC6-IN-043-2016</b>		<b>44</b>	<b>0</b>	<b>22.06.17</b>

## 20.0 ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCION

### SOLDADURA A TOPE DE TUBERÍA

#### 1. OBJETIVO

Esta especificación establece los requisitos de ejecución de uniones soldadas a tope para tuberías biseladas de acero al carbono ASTM A 53, ASTM A 106 y API 5L.

#### 2. CAMPO DE APLICACION

Esta especificación se aplica a tuberías submarinas de acero al carbono y oleoductos.

#### 3. REFERENCIAS:



- 3.1 Norma API 1104
- 3.2 ANSI/ASME B31.4.
- 3.3 AWS Standard
- 3.4 API 5L PSL2 – ANEXO J

#### 4. PROCEDIMIENTOS GENERALES:

- a) Se alineará y soldará los tramos de los tubos entre sí para formar una tubería continua y todas las soldaduras tendrán la calidad requerida en estas Especificaciones para el prefabricado de varillones y de juntas de lanzamiento.
- b) Las definiciones relacionadas con la soldadura en esta especificación están hechas de conformidad con las definiciones estándar contenidas en el AWS Standard A 3.0-61 y A.3.0-69.
- c) Los términos generales usados en la presente especificación, están de acuerdo con el API Standard 1104.

##### 4.1 Limpieza de los tubos, Biselado y Cuidado de los extremos de los Tubos

- a) No se permitirá suciedad ni rezagos en la tubería.
- b) Antes del alineamiento, el interior de cada tubo será debidamente limpiado ya sea mediante el uso de un disco de banda de cuero o lona del diámetro apropiado o por otros métodos que sean aprobados.
- c) Inmediatamente antes del alineamiento de los tubos para su soldadura, los extremos biselados de cada tubo y el área inmediatamente adyacente a los mismos serán limpiados a fondo de pintura, óxidos, costras, suciedad u otras materias extrañas mediante el uso de cepillos de alambre motrices o lijadoras de disco motorizadas o mediante otros métodos que sean aprobados.
- d) Si los extremos de los tubos están abollados de manera que no puedan ser correctamente alineados y si el área abollada es poco extensa y acero no ha sido estirado, cortado o partido, el tubo podrá ser llevado a su forma mediante una gata apropiada e impactos debidamente aplicados utilizando



	<i>“Servicio de Ingeniería para el Reemplazo de Tubería de 18” DIA de Productos Negros del Terminal Submarino de Refinería Conchán”</i>	<b>Proyectista</b>	<b>Página</b>	<b>Rev.</b>	<b>Fecha</b>
Refinería Conchán Jefatura Técnica Unidad Ingeniería de Procesos	<b>Manual de Construcción – Ingeniería de Detalle</b> <b>TEC6-IN-043-2016</b>		<b>45</b>	<b>0</b>	<b>22.06.17</b>

un marrón achatador de bronce. Este procedimiento se empleará siempre y cuando la abolladura tenga una profundidad en su superficie no mayor a  $\frac{1}{4}$ ", en caso contrario se procederá a cortar la tubería a una distancia de 6" del punto donde termina la abolladura, proveyendo el bisel adecuado.

- e) Se volverá a cortar y biselar todos los extremos de tubos según sea necesario para mantener el espaciamiento y alineamiento correcto del tubo. No se procederá a ningún nuevo biselado; salvo cuando éstos sean requeridos debido a que el biselado original fuera dañado.
- f) Todos los biselados de la tubería de línea deben hacerse con maquina biseladora y soplete oxiacetilénico acabando manualmente el bisel. No se permitirá el biselado a mano.
- g) Todos los biseles de obra serán cortados y terminados en ángulos rectos al eje longitudinal del tubo en forma uniforme y si superficies ásperas, siendo su forma final igual al bisel original.
- h) Se utilizará una lijadora mecánica para darle al corte un acabado que deje un bisel y hombro similares al biselado de fábrica.

#### 4.2 Alineamiento del Tubo

- a) Todas las uniones serán alineadas con una abrazadera de alineamiento externo.
- b) Todas las uniones serán alineadas y soldadas con un espaciamiento uniforme de aproximadamente 1.6 mm. con un máximo de 2.4 mm.
- c) El máximo altibajo admitido es de 1.6 mm. y cualquier desviación mayor que ésta será espaciada uniformemente alrededor de la periferia o corregida con un marrón conveniente con cara de bronce o utilizando un achatador. El tubo no debe ser marcado por el martillo.
- d) Cuando se está alineando tubos con costura longitudinal o en espiral, el tubo será orientado de manera que cuando sea colocado en su posición final, la costura se hallará en la superficie superior de la tubería y dentro de un área de treinta (30) grados a cada lado del centro superior del tubo, salvo en las curvas verticales.
- e) En este último caso, la costura se hallará en el eje neutro de la curva tal como ha sido especificado en la sección “Doblado” de estas Especificaciones para el Tendido de la Tubería.

	<i>“Servicio de Ingeniería para el Reemplazo de Tubería de 18” DIA de Productos Negros del Terminal Submarino de Refinería Conchán”</i>	<b>Proyectista</b>	<b>Página</b>	<b>Rev.</b>	<b>Fecha</b>
Refinería Conchán Jefatura Técnica Unidad Ingeniería de Procesos	<b>Manual de Construcción – Ingeniería de Detalle</b> <b>TEC6-IN-043-2016</b>		<b>46</b>	<b>0</b>	<b>22.06.17</b>

- f) Para el caso de tubería con costura longitudinal, en el alineamiento normal de tramos rectos, las costuras consecutivas serán colocadas alternativamente a derecha e izquierda del eje vertical de manera que estén desplazadas una de la otra por lo menos 15 cms.
- g) El tubo será debidamente soportado para proporcionar un espacio libre adecuado entre la unión que será soldada y el terreno. El bisel deberá estar libre de suciedad y óxido.
- h) Para el alineamiento se podrá usar caballetes con tecles de 3 t, gatas, etc.

### 4.3 Procedimiento de Soldadura

#### 4.3.1 Método de Soldadura

- a) Las soldaduras serán ejecutadas por el método descendente utilizando el proceso de arco metálico protegido.
- b) Los electrodos que se emplearán para soldar las tuberías, se conformarán con las siguientes clases y tamaños:

c) Electrodo: Cordón de Soldadura      Clase                      Tamaño

Pases:



- Inicial o de raíz	E-6010	1/8 pulg.
- Pasada en caliente	E-7010	1/8 ó 5/32 pulg.
- Pasada en relleno	E-7010	5/32 pulg.

#### 4.3.2 Punteado

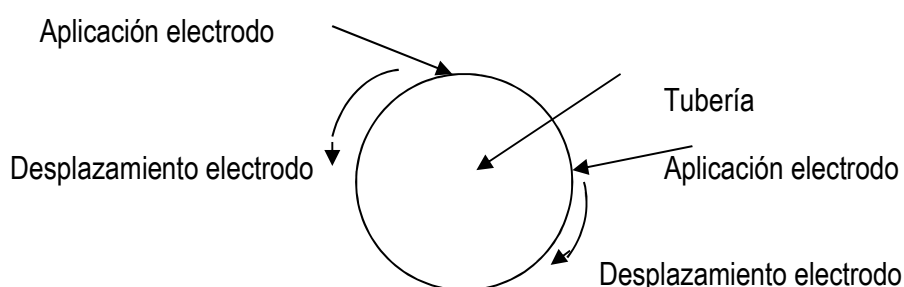
- a) Si se utiliza el punteado (en enlaces y accesorios), será considerado como parte del pase inicial y deberá satisfacer todos los requisitos de calidad de la soldadura, requeridos en estas Especificaciones para el Tendido de la Tubería.
- b) El punteado de pinzas de puesta a tierra o de los casquetes de cierre nocturnos queda prohibido.

#### 4.3.3 Pase Inicial o de raíz

- a) El pase inicial o de raíz, será depositado de manera de fundir completamente los bordes salientes del bisel de los tubos.

	<i>“Servicio de Ingeniería para el Reemplazo de Tubería de 18” DIA de Productos Negros del Terminal Submarino de Refinería Conchán”</i>	<b>Proyectista</b>	<b>Página</b>	<b>Rev.</b>	<b>Fecha</b>
Refinería Conchán Jefatura Técnica Unidad Ingeniería de Procesos	<b>Manual de Construcción – Ingeniería de Detalle</b> <b>TEC6-IN-043-2016</b>		<b>47</b>	<b>0</b>	<b>22.06.17</b>

- b) Habrá una penetración completa con un refuerzo interno promedio de 1.6 mm. y máximo de 3.2 mm.
- c) El tubo no será movido durante la ejecución del pase inicial.
- d) Los soldadores de este pase no repararán ningún defecto; éstos serán reparados por los soldadores de la pasada en caliente.





#### 4.3.4 Pasada en Caliente

- a) Por lo menos dos soldadores serán usados simultáneamente en la pasada en caliente.
- b) Para los tubos, el tiempo entre la terminación del cordón inicial y el comienzo de la pasada en caliente no excederá de los 5 minutos.
- c) Terminado el pase de raíz, el cordón será limpiado y esmerilado, rehaciendo la forma del bisel sin crear fisuras ni agujeros en este.
- d) La pasada en caliente quedará completamente fusionada al cordón inicial, previamente esmerilado, tal como se ha indicado.
- e) La pasada en caliente quedará completamente fusionada al cordón inicial y a los tubos adyacentes.
- f) No se dejará soldadura sin terminar para el día siguiente.

#### 4.3.5 Pasada de Relleno y acabado

- a) Al terminar el pase en caliente, se procederá a limpiar el cordón con escobillado eléctrico, hasta dejarla libre de impurezas, no se debe aplicar disco de desbaste, salvo que exista una imperfección notoria.
- b) Seguidamente se procederá a aplicar los pases de relleno.

	<i>“Servicio de Ingeniería para el Reemplazo de Tubería de 18” DIA de Productos Negros del Terminal Submarino de Refinería Conchán”</i>	<b>Proyectista</b>	<b>Página</b>	<b>Rev.</b>	<b>Fecha</b>
Refinería Conchán Jefatura Técnica Unidad Ingeniería de Procesos	<b>Manual de Construcción – Ingeniería de Detalle</b> <b>TEC6-IN-043-2016</b>		<b>48</b>	<b>0</b>	<b>22.06.17</b>

- c) Cada pasada de relleno será concluida antes que se comience la siguiente pasada, salvo que puede utilizarse en pasadas de alisamiento para rellenar las zonas bajas.
- d) El comienzo de relleno será hecho en zig-zag solapando en forma completa el reborde previo.
- e) Estos pases podrán ser hechos con un solo soldador.
- f) La soldadura terminada tendrá un refuerzo de 0.8 a 1.6 mm. por encima de la superficie de la tubería y no será más de 3.2 mm. más ancho que la ranura original.
- g) Poros superficiales y socavaciones pueden ser inmediatamente reparados por soldadura.
- h) La soldadura completada será cepillada y limpiada a fondo para ser inspeccionada.

#### **4.4 Limpieza de Soldadura**

- a) Toda la escoria, nudos de metal de aporte y defectos superficiales serán eliminados entre pasadas.
- b) La limpieza puede hacerse con herramientas manuales o mecánicas.
- c) No se permitirá la limpieza con llama de gas.

#### **4.5 Marcación de Soldaduras**



- a) Todas las soldaduras serán marcadas por los soldadores con lápiz de pintura o crayón impermeable de acuerdo con los números que se les asigne al momento de ser aprobados.
- b) Si se retira cualquier soldador, su número será anulado y no será duplicado en el proyecto.
- c) No se permitirá estampado con punzón.

#### **4.6 Norma de Calidad de las Soldaduras**

- a) Salvo que sea requerido de otra forma en la presente Especificación, todas las soldaduras igualarán o superarán las exigencias de las Normas para Soldadura en Obra de Tuberías API Estándar 1104 y B31.4.

#### **4.7 Equipo, Herramientas y Suministros para Soldaduras**

- a) Todas las máquinas de soldar, abrazaderas de alineamiento, máquinas biseladoras, sopletes de corte y todo otro equipo, herramientas y suministros utilizados en conexión con el trabajo de soldadura serán mantenidos en buenas condiciones mecánicas de manera de producir soldaduras sanas.

	<i>“Servicio de Ingeniería para el Reemplazo de Tubería de 18” DIA de Productos Negros del Terminal Submarino de Refinería Conchán”</i>	<b>Proyectista</b>	<b>Página</b>	<b>Rev.</b>	<b>Fecha</b>
Refinería Conchán Jefatura Técnica Unidad Ingeniería de Procesos	<b>Manual de Construcción – Ingeniería de Detalle</b> <b>TEC6-IN-043-2016</b>		<b>49</b>	<b>0</b>	<b>22.06.17</b>

- b) Las máquinas de soldar tendrán controles adecuados para la obtención de ajustes de corrientes para todas las exigencias de la soldadura de tuberías.
- c) Se proporcionará suficientes medidores, portátiles o permanentes, para calibrar las máquinas y para regular los voltajes y amperajes como resulte necesario.
- d) Las pinzas de puesta a tierra serán de un diseño tal que sean seguras y no produzcan arcos a la tubería y con un área de contacto tan grande como sea practicable.

#### **4.8 Calidad y Protección de la Varilla de Soldar**



- a) Todos los electrodos para soldar suministrados y utilizados serán de una calidad y tipo aprobado y adecuado para la soldadura de tuberías.
- b) Se guardará y transportará los electrodos en recipientes y hornos adecuados para evitar la humedad y otras causas de deterioro.
- c) El almacenamiento una vez abierta la lata de los electrodos, será hecha en hornos a 70° C de temperatura.
- d) Todos los electrodos que se hallen deteriorados, defectuosos o dañados de cualquier manera serán rechazados o prohibido su uso en la tubería.

#### **4.9 Soldadura en el Campo**

- a) Pase de Raíz (A)- Se utilizarán dos soldadores soldando en cuadrantes opuestos al mismo tiempo.
- b) Pase en Caliente (B) - Se utilizará dos soldadores, de preferencia distintos al pase de raíz, soldando en cuadrantes opuestos al mismo tiempo.
- c) Pase de Relleno y acabado (C)- Se ejecutará con un soldador distinto a los anteriores.
- d) En todo momento habrán disponibles en cada frente de soldadura como mínimo 2 soldadores para el pase “A”, 2 soldadores para el pase “B” y 1 soldador para los pases “C”.

#### **4.10 Prueba e Inspección de Soldadura de Campo**

Durante todo el proceso de soldadura de tuberías, se deberá realizar como mínimo las siguientes inspecciones:

	<i>“Servicio de Ingeniería para el Reemplazo de Tubería de 18” DIA de Productos Negros del Terminal Submarino de Refinería Conchán”</i>	<b>Proyectista</b>	<b>Página</b>	<b>Rev.</b>	<b>Fecha</b>
Refinería Conchán Jefatura Técnica Unidad Ingeniería de Procesos	<b>Manual de Construcción – Ingeniería de Detalle</b> <b>TEC6-IN-043-2016</b>		<b>50</b>	<b>0</b>	<b>22.06.17</b>

- a) Inspección visual de las partes preparadas (limpieza, espacio libre, acabado de bisels, etc.).
- b) Control de la secuencia de la soldadura. La soldadura podrá ser inspeccionada mediante tintes penetrantes.
- c) Inspección gammagráfica del 10% de las soldaduras tipo spot check. Las juntas soldadas durante el lanzamiento del ducto submarino, serán radiografiadas al 100%.
- d) Se emplearán medios que considere deseables para ensayar el trabajo de los soldadores y en cualquier momento podrá utilizar pruebas destructivas o no destructivas para determinar la calidad de las soldaduras producidas, a costo del propietario. Si los soldadores tienen certificación API o ASME, para soldadura de tuberías y/o recipientes a presión, con vigencia de tres meses como máximo, no será necesaria la prueba de soldadores, pero si haber ensayado soldadura en tubería similar un día antes de la ejecución de los trabajos.
- e) De realizarse las pruebas gamma-gráficas se realizarán siguiendo los procedimientos indicados en la norma API 1104.

#### **4.11 Soldadura durante Mal Tiempo**

- a) La soldadura no será realizada cuando las condiciones de tiempo no son satisfactorias y pueden perjudicar la calidad de las soldaduras.
- b) El Contratista por lo regular, proporcionará rompevientos en la zona de las soldaduras, salvo que el viento reinante no perjudique al proceso de soldadura, a criterio del Supervisor.



#### **4.12 Formación de Arco**

No se permitirá que ningún electrodo de soldadura o puesta a tierra forme arco con la tubería salvo en el bisel mismo que se está soldando.

#### **4.13 Eliminación de los Materiales de Soldadura**

- a) Será responsabilidad del Contratista asegurarse que los trabajadores no eliminen los topos de las varillas de soldar dentro de la trinchera o dentro del material de relleno.



	<i>“Servicio de Ingeniería para el Reemplazo de Tubería de 18” DIA de Productos Negros del Terminal Submarino de Refinería Conchán”</i>	<b>Proyectista</b>	<b>Página</b>	<b>Rev.</b>	<b>Fecha</b>
Refinería Conchán Jefatura Técnica Unidad Ingeniería de Procesos	<b>Manual de Construcción – Ingeniería de Detalle TEC6-IN-043-2016</b>		<b>51</b>	<b>0</b>	<b>22.06.17</b>

- b) Cada soldador dispondrá de un bolso de cuero para depositar los electrodos o parte de estos desechados.
- c) El incumplimiento de esta disposición dará lugar a paralizar los trabajos.

#### **4.14 Transición**



- a) Con relación a los extremos de la tubería donde ocurra un cambio en el espesor de las paredes, será responsabilidad el Contratista fresar el interior del extremo de tubería de pared pesada para que coincida con el extremo de tubería de pared delgada.

#### **4.15 Parte diario**

- a) El Parte Diario de Progreso preparado por el Contratista incluirá el avance de la operación de soldadura, por soldador.

#### **4.16 Reparación de Soldadura**

- a) Sólo se permitirá una sola reparación en cada junta soldada de la tubería.
- b) En caso de que esta reparación arroje defectos descalificadores de la junta, debidamente probados mediante radiografías, se procederá a cortar la junta y restituirla con un carrete de cuando menos de 1.50 m de longitud.

	<i>“Servicio de Ingeniería para el Reemplazo de Tubería de 18” DIA de Productos Negros del Terminal Submarino de Refinería Conchán”</i>	<b>Proyectista</b>	<b>Página</b>	<b>Rev.</b>	<b>Fecha</b>
Refinería Conchán Jefatura Técnica Unidad Ingeniería de Procesos	<b>Manual de Construcción – Ingeniería de Detalle</b> <b>TEC6-IN-043-2016</b>		<b>52</b>	<b>0</b>	<b>22.06.17</b>

## ESTRUCTURAS METALICAS

### 1. GENERALIDADES:

Estas especificaciones gobiernan la construcción de estructuras o piezas metálicas que no sean tanques, instalación de tuberías, piezas, equipos o estructuras especiales.

Los planos de construcción y/o montaje darán información completa sobre la ubicación de la estructura o pieza, las dimensiones, secciones, niveles y posición de los diferentes elementos de la estructura, así mismo aparecerán debidamente acotadas, la distancia entre ejes y los diferentes niveles.

Los planos podrán indicar, cuando sea conveniente, información sobre bases de diseño, cargas aplicadas y esfuerzos permisibles.

En general se utilizarán notaciones, abreviaturas y símbolos aceptados y conocidos, y que permitan distinguir entre ejecución en taller o en obra en cuanto sea necesario. Siempre que se utilicen notaciones, abreviaturas y símbolos particulares, estos quedarán inequívocamente explicados en los planos correspondientes.

### 2. MATERIALES

Salvo mención expresa en contrario, que aparecerá en los planos correspondientes, los materiales corresponderán a las siguientes normas de la ASTM, salvo indicación en contrario.

2.01 Acero en perfiles o barras redondas o cuadradas, A 36

2.02 Planchas de acero:

- a. Lisas, A 283, grado C ó A 36
- b. Estriadas, A 36

2.03 Acero fundido ASTM A 27, grado 65-35

2.04 Acero forjado ASTM A 235, clase C1, F ó G

2.05 Acero para pernos:



- a. pernos negros, A 307
- b. pernos de alta resistencia, A 325
- c. pernos ASTM A 193 Gr. 7 con tuercas A 194 Gr. 2H submarinos

2.05 Electrodo para soldadura, A 233 de las series E60XX o 70XX, la que sea más adecuada para la aplicación proyectada.

### 3. FABRICACION:

#### 3.01 Acero estructural

- a. Todas las piezas metálicas deberán estar debidamente identificadas antes de su empleo y una vez reservada o fabricada para su uso serán marcadas para facilitar su ensamblaje o erección en obra. No se utilizarán



	<i>“Servicio de Ingeniería para el Reemplazo de Tubería de 18” DIA de Productos Negros del Terminal Submarino de Refinería Conchán”</i>	<b>Proyectista</b>	<b>Página</b>	<b>Rev.</b>	<b>Fecha</b>
Refinería Conchán Jefatura Técnica Unidad Ingeniería de Procesos	<b>Manual de Construcción – Ingeniería de Detalle</b> <b>TEC6-IN-043-2016</b>		<b>53</b>	<b>0</b>	<b>22.06.17</b>

piezas no identificables en partes estructurales. Estas piezas podrán utilizarse en partes de poca importancia o no estructurales, siempre que estén libres de imperfecciones superficiales.

- b. Las piezas roladas serán aceptadas dentro de las tolerancias prescritas para su fabricación. No se aceptará el enderezamiento de piezas excesivamente dañadas. Si es necesario enderezar el materia se emplearán métodos que no dañen el metal o incorporen esfuerzos residuales excesivos.
- c. Todas las piezas metálicas se depositarán sobre plataformas, caballetes o cualquier otro dispositivo que las separe del suelo natural, debidamente protegidas del polvo, lluvia u otro agente agresivo al material.
- d. El corte a soplete se hará preferentemente a máquina. Los bordes cortados a soplete que estarán sujetos a esfuerzos importantes, o sobre los cuales se depositará soldadura, deben quedar libres de estrías. Cualquier estría que quede del corte se eliminara por esmerilado. Todas las esquinas entrantes se redondearán para que queden libres de muescas, hasta conseguir un radio no menor de 1/2".
- e. No es necesario cepillar o terminar los bordes de las planchas o perfiles que sean cortados con cizalla o soplete a no ser que se indique específicamente en los planos o se incluya en una estipulación de preparación de borde para soldadura.
- f. Salvo indicación expresa en contrario en los planos correspondientes, los empalmes de elementos rolados serán al tope y con completa penetración.
- g. Las piezas terminadas estarán libres de torceduras, dobleces y uniones abiertas. Serán rechazadas las piezas que presenten dobleces o desviaciones exageradas.
- h. La tolerancia en la longitud será de: 1/16" para elementos no menores de 30'-0"; 1/8" para elementos mayores de 30'-0"
- i. Los elementos fabricados en taller y que queden finalmente expuestos a la intemperie, serán entregados con la primera capa de imprimante.

### 3.02 Pernos



- a. En ausencia de cualquier indicación en los planos correspondientes, el diámetro de los alojamientos para pernos no podrá ser más de 1/16" mayor al diámetro nominal de los pernos.

	<i>“Servicio de Ingeniería para el Reemplazo de Tubería de 18” DIA de Productos Negros del Terminal Submarino de Refinería Conchán”</i>	<b>Proyectista</b>	<b>Página</b>	<b>Rev.</b>	<b>Fecha</b>
Refinería Conchán Jefatura Técnica Unidad Ingeniería de Procesos	<b>Manual de Construcción – Ingeniería de Detalle</b> <b>TEC6-IN-043-2016</b>		<b>54</b>	<b>0</b>	<b>22.06.17</b>

- b. Los alojamientos para pernos podrán punzonarse en planchas de espesor de espesor no mayor de 3/4". Para espesores mayores serán taladros o sub-punzonados y escareados. El punzón para el sub-punzonado será 1/16"del diámetro nominal del perno.
- c. Las piezas a empernarse se colocarán estrechamente en contacto durante la colocación y fijación de los pernos. Cualquier desviación que ocurra durante el ensamble no deberá distorsionar el metal o ensanchar los alojamientos. Se rechazarán todas las piezas que presenten una mala coincidencia entre alojamientos.
- d. Las superficies de contacto a ensamblarse, deberán estar libres de escamas, excepto las escamas de laminado firmemente adheridas; suciedad, escamas sueltas, rebabas y otros defectos que pudieran un contacto firme de las partes. Las superficies de contacto, para juntas tipo fricción, estarán libres de aceite pintura, laca o galvanizado.
- e. Cuando se usen pernos de alta resistencia, las superficies de las partes conectadas en contacto con la cabeza o tuerca del perno, no tendrán una inclinación de más de 1:20 con respecto a un plano perpendicular al eje del perno, cuando la superficie de la parte conectada con pernos de alta resistencia tenga una inclinación de más de 1:20, se empleará una arandela biselada para compensar esta falta de paralelismo, las partes conectadas por pernos de alta resistencia quedarán firmemente unidas una vez ensambladas y no estarán separadas por empaquetaduras o cualquier otro material interpuesto que sea compresible.
- f. Todos los pernos de alta resistencia se ajustarán hasta conseguir una tracción en el perno, no menor que la carga de prueba dada en la especificación ASTM, aplicable a este tipo de perno. El ajuste se hará por llaves calibradas o por el método de vuelta de tuerca.
- g. Los pernos ajustados por medio de llaves calibradas (torquímetros) se instalarán colocando una arandela endurecida debajo del elemento girado al ajustar; sea ésta la tuerca o la cabeza del perno. No se necesitan arandelas endurecidas cuando los pernos son ajustados por el método de vuelta de tuerca.
- h. Para el caso específico del PLET, se utilizarán pernos o espárragos A 193 Gr. B7 y tuercas A 194 Gr. 2H

### 3.03 Soldaduras

- a) Las soldaduras las efectuarán solamente operarios calificados que hayan aprobado la prueba de soldadores cuyas especificaciones se incluyen en



	<i>“Servicio de Ingeniería para el Reemplazo de Tubería de 18” DIA de Productos Negros del Terminal Submarino de Refinería Conchán”</i>	<b>Proyectista</b>	<b>Página</b>	<b>Rev.</b>	<b>Fecha</b>
Refinería Conchán Jefatura Técnica Unidad Ingeniería de Procesos	<b>Manual de Construcción – Ingeniería de Detalle TEC6-IN-043-2016</b>		<b>55</b>	<b>0</b>	<b>22.06.17</b>

este tomo de especificaciones técnicas. Soldadores no calificados podrán hacer puntos de soldadura de fijación o de cobertura que no estén sometidos a esfuerzos.



- b) La superficie a soldarse, estarán libres de escamas de óxido sueltas, escoria, óxido, grasa, pintura y cualquier otra materia extraña, excepto la escama de laminado que no pueda removerse con el cepillo de alambre.
- c) No se ejecutarán soldaduras si la temperatura del metal base es inferior a 0°F. A temperaturas entre 32° F y 0°F, la superficie de las áreas a soldarse se calentará a temperaturas sensibles a la mano en un círculo de 3 pulg. del punto donde se empezará a soldar.
- d) Si el metal base tiene un espesor inferior a 1 1/2" en el punto a soldarse, la temperatura en el área adyacente a la soldadura será por lo menos de 70°F.
- e) La soldadura será conforme a las instrucciones del fabricante, relativas a voltaje y amperaje (y polaridad en caso de ser corriente directa) recomendados y la selección del electrodo más adecuado para tal uso, y la posición de soldado.
- f) No se harán soldaduras de filete menores de 3/16".
- g) La secuencia de soldadura será la indicada en los planos. En ausencia de tales indicaciones será tal que no introducirá esfuerzos residuales o distorsiones excesivas.
- h) Las soldaduras de filetes se prolongarán en las esquinas, por lo menos dos veces el tamaño nominal del filete.
- i) Las superficies a soldarse con filetes deberán estar en estrecho contacto, siendo la máxima separación permisible de 3/16". En estos casos el tamaño del filete se incrementará en la distancia de la separación.

#### 4. MONTAJE:

- 4.01 La estructura metálica será montada correctamente y a plomo, de acuerdo a los planos.
- 4.02 Para esto podrá usarse arriostramientos o estructuras auxiliares temporales para aliviar de cargas a la estructura durante su montaje o como plataforma de trabajo.
- 4.03 Si estos arriostramientos o estructuras auxiliares son metálicas, su construcción se ceñirá igualmente a estas especificaciones.

	<i>“Servicio de Ingeniería para el Reemplazo de Tubería de 18” DIA de Productos Negros del Terminal Submarino de Refinería Conchán”</i>	<b>Proyectista</b>	<b>Página</b>	<b>Rev.</b>	<b>Fecha</b>
Refinería Conchán Jefatura Técnica Unidad Ingeniería de Procesos	<b>Manual de Construcción – Ingeniería de Detalle TEC6-IN-043-2016</b>		<b>56</b>	<b>0</b>	<b>22.06.17</b>

- 4.04 Cualquier conexión temporal de los arriostramientos o estructuras auxiliares con la estructura en construcción, que no fuese prevista en el diseño, evitará causar daños que puedan afectar su comportamiento.
- 4.05 Se empezarán a fijar permanentes y a depositar cordones de soldaduras, una vez comprobado el correcto alineamiento de la estructura, de acuerdo a los planos.

	<i>“Servicio de Ingeniería para el Reemplazo de Tubería de 18” DIA de Productos Negros del Terminal Submarino de Refinería Conchán”</i>	<b>Proyectista</b>	<b>Página</b>	<b>Rev.</b>	<b>Fecha</b>
Refinería Conchán Jefatura Técnica Unidad Ingeniería de Procesos	<b>Manual de Construcción – Ingeniería de Detalle TEC6-IN-043-2016</b>		<b>57</b>	<b>0</b>	<b>22.06.17</b>

## PRUEBAS DE SOLDADORES

### 1. GENERALIDADES

Todo trabajo de soldadura que deba ser realizado por el Contratista será hecho por soldadores debidamente calificados según el procedimiento que se describe a continuación.

El número y tipo de pruebas serán los que se indican en estas especificaciones, salvo en el caso en que la Supervisión estime repetir algunas de éstas o realizar otro tipo de prueba, para lo cual el Contratista deberá proveer lo necesario.

La calificación de un soldador no supone que necesariamente podrá realizar cualquier tipo de trabajo de soldadura, sino solamente aquellos que haya sido aprobado.

### 2. TIPOS DE PRUEBA

Los ensayos se realizarán en los siguientes tipos de costura:

- a) **Horizontal** : Cuando la prueba se encuentra en el plano vertical la costura según una horizontal y el electrodo se aplica lateralmente.
- b) **Vertical**: Cuando la prueba se encuentra en el plano vertical, el electrodo se aplica lateralmente, y la costura es vertical.
- c) **Sobrecabeza**: La probeta está en el plano horizontal y el electrodo se aplica desde abajo a la costura.

Todas estas soldaduras se harán por una sola cara.



Sobre cada una de estas muestras se realizarán dos ensayos de doblaje alternando la posición de la raíz de la soldadura. Para el efecto se utilizarán un mandril o pieza similar de dimensiones aprobadas por la Supervisión y en que se deberá forzar el émbolo de una gata hasta que la curvatura de la muestra adopte una forma de U, aproximadamente.

### 3. PREPARACION DE LAS MUESTRAS

Se cortará una plancha de acero de la misma calidad del acero que se va a soldar, de 8” de largo por 4” de ancho y de 3/8” de espesor. Esta plancha así preparada se cortará empleando equipo de oxicorte en cuatro tiras de 1” de ancho x 8” de largo. Las dos tiras centrales serán las que se utilizarán en las pruebas de doblado.

Las tiras así obtenidas se cortan por la mitad pudiendo emplearse máquina de cortar o equipo de oxicorte, obteniéndose dos tiras de 1” x 4”. A estas tiras así obtenidas, se le harán los chaflanes en el lado donde han sido cortadas.



	<i>“Servicio de Ingeniería para el Reemplazo de Tubería de 18” DIA de Productos Negros del Terminal Submarino de Refinería Conchán”</i>	<b>Proyectista</b>	<b>Página</b>	<b>Rev.</b>	<b>Fecha</b>
Refinería Conchán Jefatura Técnica Unidad Ingeniería de Procesos	<b>Manual de Construcción – Ingeniería de Detalle TEC6-IN-043-2016</b>		<b>58</b>	<b>0</b>	<b>22.06.17</b>

El chaflán se hará con esmeril y deberá tener en la parte baja, una parte vertical de 1/16” de altura, a partir de este punto se seguirá haciendo el chaflán con una inclinación de 30° con la vertical, hasta terminar el espesor de 3/8” de la muestra.

#### 4. SOLDADURA DE LAS MUESTRAS

Las muestras se soldarán colocando las tiras en la posición que se quiera hacer la prueba horizontal, vertical o de cabeza, las dos partes de la tira deben estar perfectamente alineadas de tal forma que formen un plano como si no hubieran sido cortadas por la mitad. La separación entre las partes verticales del chaflán debe ser de 1/8”. Luego se procederá a soldar la muestra tal como se ha descrito anteriormente.

El cordón de soldadura una vez terminado debe ser cuidadosamente esmerilado hasta obtener una superficie pareja



#### 5. RESULTADO DE LAS PRUEBAS:

La soldadura debe estar libre de rajaduras, falta de penetración, quemaduras y otros defectos.

Las rajaduras sobre el lado final de la soldadura no deberán exceder de 1/32"en profundidad.

La prueba de doblaje se considerará aceptable si el metal de la soldadura o entre la soldadura y el material de la plancha no se presenta rajadura que exceda de 1/8"en cualquier dirección.

Las rajaduras que se originan a lo largo de los bordes de muestra durante la prueba y menores de 1/4" no se tomarán en cuenta.

	<i>“Servicio de Ingeniería para el Reemplazo de Tubería de 18” DIA de Productos Negros del Terminal Submarino de Refinería Conchán”</i>	<b>Proyectista</b>	<b>Página</b>	<b>Rev.</b>	<b>Fecha</b>
Refinería Conchán Jefatura Técnica Unidad Ingeniería de Procesos	<b>Manual de Construcción – Ingeniería de Detalle TEC6-IN-043-2016</b>		<b>59</b>	<b>0</b>	<b>22.06.17</b>

## PRUEBAS HIDROSTATICAS

El contratista probará todo el ducto de conformidad con el ANSI B31.4, con el API RP 1111, con el API 1010 y tal como está especificado en la presente Especificación.

La presión de prueba será de 1.25 veces la presión máxima de operación (MPO) y como máximo 225 p.s.i.

El Contratista verificará primero la tubería mediante soplado con aire comprimido para determinar si existen obstrucciones en la sección de tuberías.

El Contratista someterá a procedimiento de prueba a la aprobación de la Supervisión por lo menos 30 días antes de iniciar los trabajos. Dicho procedimiento incluirá la ubicación propuesta y la fuente del agua de prueba, el equipo se empleará, el programa de la prueba y otros datos pertinentes.

El Contratista suministrará agua limpia y fresca bajo presión y todo el equipo, instrumentos y materiales, mano de obra, servicios, supervisión y provisiones que se requieran para las operaciones de calibración y prueba hidrostática. Incluye análisis químicos de muestras de toda el agua que se usará y el suministro de aditivos anticorrosivos e inhibidores en las cantidades requeridas.

Los siguientes instrumentos de prueba estarán incluidos en la ubicación del lugar de pruebas:



- 1 Registrador de presión y temperatura Manógrafo / termógrafo
- Dos (2) manómetros
- Dos (2) termómetros para medición de la temperatura del líquido de prueba junto a cada manómetro, mediante el empleo de Termopozos.

Los Registradores graficarán continuamente las presiones y temperaturas durante toda la duración de la prueba. El elemento sensor del registrador de temperatura estará al costado de la tubería en una ubicación donde no haya ningún revestimiento pegado.

Los instrumentos que registran las presiones tendrán sus respectivos certificados de calibración emitidos por una Universidad de prestigio.

La tubería podrá ser probada con agua de mar, siempre que antes de la operación se lave con agua dulce. Se deberá extraer la totalidad del aire que pueda contener el ducto para efectuar la prueba hidrostática.

Las presiones tal como están especificadas serán verificadas en todo momento mediante el seguimiento permanente de los instrumentos registradores de presiones y temperaturas.

	<i>“Servicio de Ingeniería para el Reemplazo de Tubería de 18” DIA de Productos Negros del Terminal Submarino de Refinería Conchán”</i>	<b>Proyectista</b>	<b>Página</b>	<b>Rev.</b>	<b>Fecha</b>
Refinería Conchán Jefatura Técnica Unidad Ingeniería de Procesos	<b>Manual de Construcción – Ingeniería de Detalle TEC6-IN-043-2016</b>		<b>60</b>	<b>0</b>	<b>22.06.17</b>

El período de prueba hidrostática de los tramos de prefabricación en tierra antes del lanzamiento será de 1 hora. Después de haber sido lanzados los ductos submarinos, se hará una prueba hidrostática solo al ducto lanzado durante 4 horas. Finalmente se hará una prueba hidrostática pre-operación durante 8 horas incluyendo los accesorios y las mangueras. pro-operativa será de 8 horas, incluyendo las mangueras y el tramo terrestre hasta el distribuidor. La presión interior debe mantenerse en la tubería y deberá estar en función del incremento o disminución de la temperatura del agua.

NO SE PERMITIRA EL AÑADIDO O RETIRO DEL AGUA DEL INTERIOR DEL DUCTO EN PRUEBA. Se deberá tener cuidado en considerar la presión de inicio de la prueba. Si se está en un día frío la presión inicial podrá ser la presión de prueba considerada, pero si el día es caluroso se puede iniciar con una presión inferior a la presión nominal de prueba. La presión registrada deberá marcar el algún momento de la prueba, la presión nominal de prueba: 225 psi.

Se incluirán los gráficos de los registradores, los valores de las lecturas horarios de temperatura y presión tomados de los manómetros y termómetros, e informes completos que incluya cualquier escape o rotura si la hubiera, todo lo cual será debidamente atestado por los representantes de la Supervisión



En caso de fuga o falla durante la realización de la prueba, ésta será reparada por el Contratista, volviendo a realizar la prueba hidrostática.

- Se verificará que, durante la prueba, las presiones no aumenten en forma excesiva, como consecuencia de variaciones de la temperatura ambiental.
- Después de la prueba, todas las tuberías deberán ser drenadas, abriendo todos los tubos de ventilación, a fin de evitar la producción de un vacío excesivo, que pueda ser perjudicial.
- Para los casos que se indique en los planos o bases, se realizará el procedimiento de secado establecido en dicho documento.
- Finalmente se retirará todas las conexiones temporales, dejándose la tubería en condiciones operativas.

#### **Registro de pruebas:**



Se llevará registros precisos de las pruebas efectuadas, incluyendo la siguiente información:

- Identificación de la tubería.
- Tipo de prueba.
- Presión de prueba.
- Fecha y hora.
- Descripción de fugas observadas y cómo fueron reparadas.
- Firma del Ing. Residente, el Propietario y el Supervisor o Inspector.



	<i>“Servicio de Ingeniería para el Reemplazo de Tubería de 18” DIA de Productos Negros del Terminal Submarino de Refinería Conchán”</i>	<b>Proyectista</b>	<b>Página</b>	<b>Rev.</b>	<b>Fecha</b>
Refinería Conchán Jefatura Técnica Unidad Ingeniería de Procesos	<b>Manual de Construcción – Ingeniería de Detalle TEC6-IN-043-2016</b>		61	0	22.06.17

## 21.0 CRONOGRAMA DE CONSTRUCCION





	<i>“Servicio de Ingeniería para el Reemplazo de Tubería de 18” DIA de Productos Negros del Terminal Submarino de Refinería Conchán”</i>	<b>Proyectista</b>	<b>Página</b>	<b>Rev.</b>	<b>Fecha</b>
Refinería Conchán Jefatura Técnica Unidad Ingeniería de Procesos	<b>Manual de Construcción – Ingeniería de Detalle TEC6-IN-043-2016</b>		63	0	22.06.17

## 22.0 ANEXOS



	<i>“Servicio de Ingeniería para el Reemplazo de Tubería de 18” DIA de Productos Negros del Terminal Submarino de Refinería Conchán”</i>	<b>Proyectista</b>	<b>Página</b>	<b>Rev.</b>	<b>Fecha</b>
Refinería Conchán Jefatura Técnica Unidad Ingeniería de Procesos	<b>Manual de Construcción – Ingeniería de Detalle TEC6-IN-043-2016</b>		64	0	22.06.17

# ANEXO 1: MEMORIAS DE CÁLCULO DE CONSTRUCCIÓN



	<i>“Servicio de Ingeniería para el Reemplazo de Tubería de 18” DIA de Productos Negros del Terminal Submarino de Refinería Conchán”</i>	<b>Proyectista</b>	<b>Página</b>	<b>Rev.</b>	<b>Fecha</b>
Refinería Conchán Jefatura Técnica Unidad Ingeniería de Procesos	<b>Manual de Construcción – Ingeniería de Detalle TEC6-IN-043-2016</b>		65	0	22.06.17

# 1.A ESFUERZOS DE MOMENTOS FLECTORES Y ESFUERZOS CORTANTES EN LA TUBERÍA.

	"Servicio de Ingeniería para el Reemplazo de Tubería de 18" DIA de Productos Negros del Terminal Submarino de Refinería Conchán"	Proyectista	Página	Rev.	Fecha
Refinería Conchán Jefatura Técnica Unidad Ingeniería de Procesos	Manual de Construcción – Ingeniería de Detalle TEC6-IN-043-2016		66	0	22.06.17

## ESFUERZOS POR MOMENTOS FLCTORES Y ESFUERZOS CORTANTE EN LA TUBERIA

### DETERMINACION DE LUCES LIBRES MAXIMAS ENTRE APOYOS

#### Ducto 18" en tierra lleno de agua dulce(PH)

Peso propio del ducto vacío en superficie ( $\omega$ ) de tablas de tuberías	138.2000	lb/pie	205.64	kg/m
Area de flujo (de tablas de tuberías) Af	213.8000	pulg2	0.1379	m2
Peso del agua interior (PH)- Densidad = 1	137.9352	kg/m		
Peso del ducto en tierra lleno de agua dulce ( $\omega$ )	343.5768	kg/m		
Módulo de sección del ducto de acero (z)	168.30	pulg3		
SMYS del material del ducto API 5 L Gr. B	42,000.00	psi		
Factor de disminución de resistencia	0.50			
Esfuerzo máximo admisible considerado 50% SMYS ( $\sigma$ )	21,000.00	psi		

#### MOMENTOS DE FLEXION ADMISIBLES

Mu admisible (considerando tramo empotrado en extremos) = $\sigma \cdot z$	3,534,300.00	lb - pulg
Mu admisible =	40,805.10	kg-m



$$Luz\ máxima\ entre\ apoyos\ extremos\ apoyo\ viga\ continuas\ (L) = \sqrt{10 \times Mu\ adm / \omega}$$

Luz máxima admisible entre apoyos en el ducto lleno de agua dulce en tierra L =	34.46	m
CONSIDERAMOS UNA LUZ ENTRE APOYOS MAXIMA DE	15.00	m

### ESFUERZOS CORTANTES

#### Ducto 18" en tierra lleno de agua dulce(PH) L =

	15.00	m		
Peso propio del ducto vacío en superficie ( $\omega$ ) de tablas de tuberías	138.2000	lb/pie	205.64	kg/m
Area de flujo (de tablas de tuberías) Af	213.8000	pulg2	0.1379	m2
Peso del agua interior (PH)- Densidad = 1	137.9352	kg/m		
Peso del ducto en tierra lleno de agua dulce ( $\omega$ )	343.5768	kg/m		
Peso para la máxima luz considerada	5,153.65	kg		
Cortante	2,834.5087	kg	6,235.92	lbs
Area de metal pugl2)	40.64	pulg2		
Esfuerzo Unitario	153.4429	psi	<< $\sigma$	OK

	<i>“Servicio de Ingeniería para el Reemplazo de Tubería de 18” DIA de Productos Negros del Terminal Submarino de Refinería Conchán”</i>	<b>Proyectista</b>	<b>Página</b>	<b>Rev.</b>	<b>Fecha</b>
Refinería Conchán Jefatura Técnica Unidad Ingeniería de Procesos	<b>Manual de Construcción – Ingeniería de Detalle TEC6-IN-043-2016</b>		67	0	22.06.17

## 1.B ESTABILIDAD Y RESISTENCIA DE LAS BASES DE LOS POLINES.



"Servicio de Ingeniería para el  
Reemplazo de Tubería de 18" DIA de  
Productos Negros del Terminal  
Submarino de Refinería Conchán"

Proyectista

Página

Rev.

Fecha

Refinería Conchán  
Jefatura Técnica  
Unidad Ingeniería  
de Procesos

Manual de Construcción – Ingeniería de  
Detalle  
TEC6-IN-043-2016



68

0

22.06.17

#### ESTABILIDAD Y RESISTENCIA DE LAS BASES DE LOS POLINES

##### PROCESO DE LANZAMIENTO

Carga sobre cada soporte rotatorio DUCTO VACIO

Tramo sobre cada soporte 15.00 m

Peso unitario del ducto vacío 205.64 kg/m

Peso del ducto vacío por tramo 3084.624 kg

Carga sobre cada soporte por la tubería	3,084.62 kg
---	-------------

Capacidad portante del suelo	1.00 kg/cm <sup>2</sup>
------------------------------	-------------------------

Peso propio del soporte rotativo	80.00 kg
----------------------------------	----------

peso de la base de concreto: 1.00x0.60 x 0.60 m <sup>3</sup>	864.00 kg
--	-----------

peso total sobre el suelo	4,028.62 kg
---------------------------	-------------

Carga unitaria transmitida al suelo	0.40 kg/cm <sup>2</sup> OK
-------------------------------------	----------------------------

##### ESTABILIDAD CONTRA EL VUELCO

Coefficiente de fricción del polín  $\mu_p$  = 0.1

Fuerza horizontal aplicada por la tubería PP x  $\mu_p$  308.46 kg

Momento de vuelco =	308.46 kg-m
---------------------	-------------

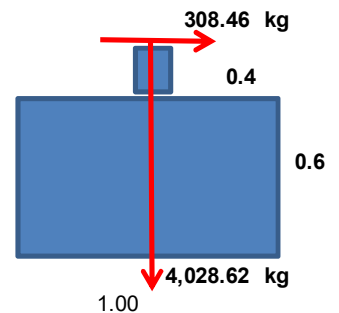
Momento estabilizante =	2,014.31 kg-m OK
-------------------------	------------------



##### DESLIZAMIENTO

Fuerza de fricción actuante 308.46 kg



Coefficiente de fricción base-suelo  $\mu_s$  = 0.5

fuerza fricción estabilizante =	2,014.31 kg-m OK
---------------------------------	------------------



	<i>“Servicio de Ingeniería para el Reemplazo de Tubería de 18” DIA de Productos Negros del Terminal Submarino de Refinería Conchán”</i>	<b>Proyectista</b>	<b>Página</b>	<b>Rev.</b>	<b>Fecha</b>
Refinería Conchán Jefatura Técnica Unidad Ingeniería de Procesos	<b>Manual de Construcción – Ingeniería de Detalle TEC6-IN-043-2016</b>		69	0	22.06.17

## 1.C FLOTABILIDAD DEL DUCTO SUBMARINO.

	<p align="center"><i>“Servicio de Ingeniería para el Reemplazo de Tubería de 18” DIA de Productos Negros del Terminal Submarino de Refinería Conchán”</i></p>	<b>Proyectista</b>	<b>Página</b>	<b>Rev.</b>	<b>Fecha</b>
Refinería Conchán Jefatura Técnica Unidad Ingeniería de Procesos	<b>Manual de Construcción – Ingeniería de Detalle TEC6-IN-043-2016</b>		70	0	22.06.17

### **Análisis de flotabilidad del ducto submarino**

#### **DUCTO DE 18" DE DIÁMETRO VACÍO**

##### **DATOS**

Densidad agua de mar ( $\rho$ )

Diámetro exterior de la tubería

Espesor de la tubería

	1025	kg/m <sup>3</sup>	
	18	pulg	0.4572 m
	0.75	pulg	0.019050 m
<b>Peso propio del ducto de acero</b>	138.20	lb/pie	205.64 kg/m
<b>PINTURA EXTERNA</b>			
Espesor de la película de pintura	2.20	mm	
Densidad de la pintura	960.00	kg/m <sup>3</sup>	
Diámetro medio del ducto pintado	0.4594	m	
Volumen de película de pintura x metro lineal de ducto	0.0032	m <sup>3</sup>	
<b>Peso del recubrimiento de pintura exterior</b>			3.05 kg/m
<b>PESO TOTAL DEL DUCTO VACÍO</b>			208.69 kg/m

Diámetro externo del ducto incluyendo la pintura

Empuje por sumergencia en agua de mar

**Peso resultante del ducto sumergido VACÍO**

0.46160 m

171.5321 kg/m



-37.16 kg/m

**EL DUCTO NO FLOTA VACÍO**

#### **Lanzamiento por el fondo sin asistencia de flotabilidad**



longitud total del ducto a lanzar      860      m  
Coeficiente de fricción ducto-suelo marino      0.7  
Peso en el fondo del ducto submarino      -22.37 t

**Esfuerzo de tiro      27.96 toneladas**
**CONSIDERAMOS LANZAMIENTO POR EL FONDO**
**CONSIDERAR WINCHE DE 30 T COMO MÍNIMO**

	<i>“Servicio de Ingeniería para el Reemplazo de Tubería de 18” DIA de Productos Negros del Terminal Submarino de Refinería Conchán”</i>	<b>Proyectista</b>	<b>Página</b>	<b>Rev.</b>	<b>Fecha</b>
Refinería Conchán Jefatura Técnica Unidad Ingeniería de Procesos	<b>Manual de Construcción – Ingeniería de Detalle TEC6-IN-043-2016</b>		71	0	22.06.17

## 1.D RADIO DE CURVATURA ELÁSTICA DE LA TUBERÍA.



	<p>“Servicio de Ingeniería para el Reemplazo de Tubería de 18” DIA de Productos Negros del Terminal Submarino de Refinería Conchán”</p>	<b>Proyectista</b>	<b>Página</b>	<b>Rev.</b>	<b>Fecha</b>
Refinería Conchán Jefatura Técnica Unidad Ingeniería de Procesos	<b>Manual de Construcción – Ingeniería de Detalle TEC6-IN-043-2016</b>		72	0	22.06.17

## VERIFICACION DE RADIOS MINIMOS DE GIRO DE LA TUBERIA

**Tubería de acero 18" DE DIÁMETRO:**

$$R_b = \frac{E \cdot DO}{2 \times S} \quad \text{De la fórmula de la elástica de la tubería}$$

E = 29,500,000.00 psi

DO = 18 pulg

S = 31,500.00 psi

Min de: 0.5 x U

U = 60000 psi

**Rb(L) = 214.09 m**

0.75 x SMYS

SMYS

42000 psi



### RADIO DE CURVATURA MINIMO DEL DUCTO TENDIDO EN EL LECHO MARINO

*En este caso el radio de curvatura mínimo será el resultante del que produzca un esfuerzo máximo del 45% del esfuerzo de cedencia elástica (SMYS)*

**Rb(T) : 356.81 m**

Durante el lanzamiento, el ducto submarino no deberá tener un radio de curvatura menor a 220 metros. En su posición de tendido definitivo, la curvatura del ducto, tanto en el plano vertical como en el horizontal podrá tener una curvatura deberá tener un radio mayor a 360 metros.

Estas magnitudes deberán ser respetadas durante el lanzamiento y durante el tendido definitivo del ducto submarino.

	<i>“Servicio de Ingeniería para el Reemplazo de Tubería de 18” DIA de Productos Negros del Terminal Submarino de Refinería Conchán”</i>	<b>Proyectista</b>	<b>Página</b>	<b>Rev.</b>	<b>Fecha</b>
Refinería Conchán Jefatura Técnica Unidad Ingeniería de Procesos	<b>Manual de Construcción – Ingeniería de Detalle TEC6-IN-043-2016</b>		73	0	22.06.17

## ANEXO 2

# PLANOS DE LA INGENIERÍA DE DETALLE

PLANO	DESCRIPCION
TEC6-IN-30-100-043-001	UBICACIÓN
TEC6-IN-30-200-043-002	TRAZADO DEL DUCTO EN EL MAR
TEC6-IN-30-212-043-003	ESTRUCTURA DEL PLET
TEC6-IN-30-212-043-004	SPOOL PIG VALVE
TEC6-IN-30-200-043-005	TRAZADO DEL DUCTO EN TIERRA
TEC6-IN-30-160-043-006	DETALLES DE CRUCE POR LA ALCANTARILLA
TEC6-IN-30-212-043-007	DETALLE DE INSTALACIONES EM BOMBAS BOOSTER
TEC6-IN-30-160-043-008	CASETA DE BOMBAS BOOSTER