

**UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y  
ELÉCTRICA**



**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE TUBERÍAS PARA DESPACHO  
DE ASFALTO 60/70 PEN SEGÚN NORMA ASME B31.3 EN LA  
REFINERÍA CONCHÁN DE PETROPERÚ S.A. – LIMA.”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**  
Para optar el Título Profesional de

**INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER**  
QUISPE JARA, JHON EDSON

**Villa El Salvador**  
**2018**

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo lo dedico en especial a mi madre que me guía desde el cielo, mi hija, mi familia y amigos que me apoyan en mi formación como profesional y como persona, en los buenos y malos momentos a lo largo de mi vida.

## **AGRADECIMIENTO**

A mis padres por su apoyo incondicional y a mis profesores de la UNTELS que me brindaron su apoyo y la formación académica como estudiante universitario.

# INDICE

<b>CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>14</b>
1.1. Descripción de la realidad problemática.....	14
1.2. Justificación del problema.....	15
1.3. Delimitación de la investigación.....	16
1.3.1. Teórica.....	16
1.3.2. Espacial.....	16
1.3.3. Temporal.....	16
1.4. Formulación del problema.....	16
1.4.1. Problema general.....	16
1.4.2. Problema específico.....	16
1.5. Objetivos.....	17
1.5.1. Objetivo general.....	17
1.5.2. Objetivo específico.....	17
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>18</b>
2.1. Antecedentes.....	18
2.2. Marco teórico.....	20
2.2.1. Sistema de tuberías.....	20
2.2.2. Aislamiento térmico de tuberías.....	29
2.2.3. Tanque de almacenamiento.....	31
2.2.4. Norma ASME.....	31
2.2.5. Norma API.....	31
2.2.6. Criterios de diseño de tuberías.....	32
2.3. Definición de términos básicos.....	42
<b>CAPÍTULO III: DESARROLLO DE LA METODOLOGIA.....</b>	<b>46</b>
3.1. Modelo de solución propuesto.....	46
3.1.1. Ubicación geográfica.....	46
3.1.2. Condiciones ambientales.....	47
3.2. Productos asfálticos.....	48
3.2.1. Asfalto 85/100.....	48
3.2.2. Asfalto 60/70.....	48
3.3. Facilidades e instalaciones existentes.....	48

3.3.1.	Tanques de almacenamiento de asfalto.....	48
3.3.2.	Bombas de asfalto .....	49
3.3.3.	Red de tuberías principales.....	50
3.3.4.	Sistema de vapor .....	52
3.3.5.	Sistema eléctrico.....	53
3.4	Capacidad actual de despacho de asfalto .....	53
3.5	Capacidad planeada del proyecto .....	53
3.6	Sistema futuro – Primera etapa .....	54
3.6.1.	Tanque de almacenamiento de asfalto .....	55
3.6.2.	Bombas de asfalto .....	55
3.6.3.	Red de tuberías principales.....	55
3.6.4.	Sistema de vapor .....	55
3.6.5.	Sistema eléctrico.....	56
3.7	Sistema futuro – Segunda etapa .....	56
3.7.1.	Tanque de almacenamiento de asfalto .....	56
3.7.2.	Bombas de asfalto .....	56
3.7.3.	Red de tuberías principales.....	57
3.7.4.	Sistema de vapor .....	58
3.7.5.	Sistema eléctrico.....	58
3.8	Diseño del sistema de tuberías.....	58
3.8.1.	Presión.....	58
3.8.2.	Temperatura .....	59
3.8.3.	Velocidad y caída de presión .....	59
3.9	Cálculo de espesor de pared de tuberías bajo presión interna .....	61
3.9.1.	Ejemplo de aplicación de “Cálculo de espesor de pared de tubería bajo presión interna” .....	66
3.10	Análisis de flexibilidad.....	68
3.10.1.	Condiciones de operación y criterios de diseño .....	69
3.10.2.	Cargas básicas .....	72
3.10.3.	Sismo .....	73
3.10.4.	Casos de combinaciones de cargas .....	77
3.11	Resultados del análisis de flexibilidad.....	85
3.11.1.	Cargas reactivas en las boquillas de las bombas.....	85
3.11.2.	Diseño de los resortes .....	87
3.11.3.	Esfuerzos en las tuberías.....	89

3.11.4.	Cargas reactivas en los soportes .....	90
3.11.5.	Desplazamiento en las tuberías .....	90
3.11.6.	Cargas reactivas en las boquillas de los tanques.....	92
3.11.7.	Conclusión sobre la performance del sistema de tuberías .....	97
3.12	Selección de bomba .....	98
3.12.1.	Dimensionamiento de la bomba .....	99
3.13	Selección de válvulas .....	101
3.14	Aislamiento térmico .....	101
3.15	Sistema de recubrimiento de tuberías .....	105
3.16	Instalación de tuberías y equipos .....	111
3.17	Especificación de soldadura de tuberías .....	113
3.18	Pruebas .....	116
3.18.1.	Ensayo de inspección visual (VT) .....	116
3.18.2.	Ensayo de líquidos penetrantes (PT) .....	116
3.18.3.	Ensayo de ultrasonido (UT).....	117
3.18.4.	Prueba hidrostática de válvulas .....	118
3.18.5.	Prueba hidrostática de tuberías .....	122
3.19	Programa de mantenimiento de la bomba .....	127
3.19.1.	Inspecciones de mantenimiento .....	127
3.20	Evaluación de costos.....	130
<b>CONCLUSIONES .....</b>		<b>138</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>		<b>139</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>		<b>140</b>
<b>FUENTES BIBLIOGRAFICAS .....</b>		<b>141</b>
<b>ANEXOS.....</b>		<b>142</b>
ANEXO N° 1: Catalogo de tuberías .....		143
ANEXO N° 2: Cargas transmitidas por el sistema de tuberías .....		149
ANEXO N° 3: Cargas actuantes para los diferentes casos de combinaciones de cargas .....		150
ANEXO N° 4: Valores máximos de los distintos tipos de esfuerzos .....		151
ANEXO N° 5: Cargas transmitidas a los soportes .....		156
ANEXO N° 6: Desplazamientos de traslación y rotación .....		163
ANEXO N° 7: Cargas transmitidas por el sistema de tuberías a las boquillas de los		

tanques.....	165
ANEXO N° 8: Valores límite para las cargas sobre las boquillas de los tanques	167
ANEXO N° 9: Valores límite para las cargas sobre las boquillas de los tanques	169
ANEXO N° 10: Aplicación combinada de la fuerza radial FR y el momento longitudinal ML.....	170
ANEXO N° 11: Aplicación combinada de la fuerza radial FR y el momento circunferencial MC .....	172
ANEXO N° 12: Datasheet electrobomba P-136A .....	173
ANEXO N° 13: Datasheet válvula de alivio.....	175
ANEXO N° 14: Datasheet válvula compuerta.....	176
ANEXO N° 15: Datasheet válvula check .....	177
ANEXO N° 16: Datos técnicos del aislamiento térmico .....	178
ANEXO N° 17: Procedimiento de pintado de tuberías.....	180
ANEXO N° 18: Hoja técnica Zinc Clad II y Sumaterm 550 HS .....	193
<b>PLANOS:</b> .....	<b>199</b>

## LISTADO DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación del proyecto.....	46
Figura 2: Ubicación del proyecto.....	47
Figura 3: Estructuras existentes a retirar.....	54
Figura 4: Curva de velocidades de diseño .....	60
Figura 5: Curva de aceleración de respuesta espectral de diseño.....	74
Figura 6: Parámetros SS y S1.....	75
Figura 7: Ubicación de resortes, trunnions y guías en descarga de bombas .....	79
Figura 8: Resorte de fabricante ANVIL.....	88
Figura 9: Instalación típica de resorte .....	88
Figura 10: Nomenclatura para Cargas Externas en Boquillas según API 650 .....	94
Figura 11: Sistemas de Coordenadas Locales de Tuberías según CAESAR II .....	95
Figura 12: Boquillas del tanque 9.....	96
Figura 13: Boquillas del tanque 3A.....	97
Figura 14: Arreglo para tres venas de calentamiento.....	104
Figura 15: Arreglo para dos venas de calentamiento .....	104
Figura 16: Arreglo para una vena de calentamiento.....	105
Figura 17: Inspección visual de juntas soldadas .....	116
Figura 18: Prueba de líquidos penetrantes .....	117
Figura 19: Prueba de ultrasonido en juntas soldadas .....	118
Figura 20: Prueba hidrostática de válvulas compuerta.....	121



## LISTADO DE TABLAS

Tabla N° 1: Característica ambientales.....	47
Tabla N° 2: Propiedades del asfalto 60/70 PEN .....	48
Tabla N° 3: Datos de los tanques 3A y 9 .....	49
Tabla N° 4: Datos de la bomba P-136 y P-137 .....	50
Tabla N° 5: Miles de barriles por día calendario .....	53
Tabla N° 6: Capacidad de despacho.....	54
Tabla N° 7: Presión de diseño .....	58
Tabla N° 8: Velocidades típicas de los líquidos en las tuberías de acero .....	59
Tabla N° 9: Valores de coeficiente “Y” .....	62
Tabla N° 10: Tolerancias de fabricación “Tf” .....	63
Tabla N° 11: Factor de junta “E” .....	64
Tabla N° 12: Factor de junta “E” .....	65
Tabla N° 13: Resumen del cálculo de espesores de pared de tubería .....	68
Tabla N° 14: Zonas analizadas del sistema de tuberías .....	69
Tabla N° 15: Cargas básicas consideradas para el análisis .....	72
Tabla N° 16: Combinaciones de cargas.....	78
Tabla N° 17: Equivalencias de Sistemas de Coordenadas .....	95
Tabla N° 18: Equivalencias de Sistemas de Coordenadas .....	102
Tabla N° 19: Cantidad de venas de calentamiento .....	103
Tabla N° 20: Tipos de preparación de superficie .....	106
Tabla N° 21: Tipos de preparación de superficie .....	106
Tabla N° 22: Tipo de preparación de superficie .....	107

Tabla N° 23: Sistema de pintura a aplicar.....	107
Tabla N° 24: Hoja técnica Zinc Clad II .....	108
Tabla N° 25: Hoja técnica Sumaterm 550 HS .....	108
Tabla N° 26: Prueba de presión según API598 .....	118
Tabla N° 27: Prueba de presión del cuerpo según API598 / ASME B16.34.....	119
Tabla N° 28: Prueba de presión de asiento trasero según API598 .....	120
Tabla N° 29: Prueba de presión de alta y baja según API598 .....	121
Tabla N° 30: Costo directo de suministro.....	130
Tabla N° 31: Costo directo de instalación .....	135
Tabla N° 32: Resumen de costos .....	137

## INTRODUCCIÓN

Desde sus inicios, los sistemas de tuberías han sido utilizados por diversos sectores industriales para el transporte de sólidos, líquidos y gases gracias a la eficiencia que han mostrado para la movilización de estos. Algunas de las aplicaciones más importantes las tenemos en: plantas generadoras de energía, las cuales utilizan los sistemas de tuberías para transportar vapor de agua, aire, gases de combustión, etc.; refinerías industriales de hidrocarburos, las cuales utilizan los sistemas de tuberías para el transporte de petróleo y sus derivados; industrias químicas, las cuales requieren transportar insumos químicos de alta peligrosidad; líneas de transporte de gas, aplicación que en los últimos años se encuentra en auge debido a la masificación del consumo del gas natural; plantas de refrigeración; transporte de sólidos y lodos, esta aplicación tiene importancia en la industria minera con el transporte y tratamiento de relaves; entre otros.

Debido a la diversidad de sus aplicaciones, las características de estos sistemas son muy variables y la selección del material de las tuberías es crucial para asegurar el correcto trabajo de los sistemas. Si bien el acero u otras aleaciones metálicas son la elección por excelencia, en las últimas décadas otros materiales, como los termoplásticos (PE, PEX, PVC, entre otros) están siendo utilizados para la fabricación de estos productos.

El diseño de estos sistemas comprende la confluencia del conjunto de especialidades para asegurar la funcionalidad de los mismos. Un completo diseño de sistemas de tuberías comprende cálculos hidráulicos, dimensionamiento de tuberías, determinación

de pérdidas, cálculo estructural de soportes, análisis térmico, deformaciones, análisis de estabilidad, entre otros.

Entre todos estos criterios de diseño, el presente trabajo desarrollará las consideraciones que se tiene que tener en cuenta para realizar el diseño de un sistema de tuberías.

Por esos motivos, se trabajara con la norma internacional ASME, utilizando los criterios de diseño para desarrollar un nuevo sistema de tuberías.

De esta manera, el siguiente trabajo tiene el objetivo principal diseñar un nuevo sistema de tuberías para ordenar y asegurar el despacho continuo de asfaltos en la Refinería Conchán de PETROPERU S.A.

El trabajo se desarrollará en tres (3) capítulos estructurados de la siguiente manera:

El primer capítulo contiene el planteamiento del problema, desarrollando la descripción de la realidad problemática, justificación del problema, delimitación del proyecto, formulación del problema y objetivos.

El segundo capítulo desarrolla el marco teórico, definiendo conceptos básicos relacionados al diseño de sistema de tuberías en general, tipos y clasificación de esfuerzos encontrados en los mismos, teoría de los criterios que se deben tener en cuenta para diseñar un sistema de tuberías.

En el tercer capítulo se llevara a cabo el desarrollo del trabajo de suficiencia profesional, realizando el modelo de solución propuesto y resultados aplicando la norma internacional ASME. Al finalizar el capítulo, se podrá obtener el nuevo diseño del sistema de tuberías.

Finalmente, el proyecto aporta los pasos en tener en cuenta para diseñar un nuevo sistema de tuberías para el despacho de asfalto.

## **CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1. Descripción de la realidad problemática**

En la actualidad la Refinería Conchán de Petroperú, se dedica a la refinación de crudo y la comercialización de sus productos derivados como el asfalto, en su planta ubicada en el kilómetro 26.5 de la antigua Panamericana Sur en el distrito de Lurín perteneciente al departamento de Lima.

La planta de procesos de la Refinería Conchán tiene la capacidad de producir hasta 20 000 barriles diarios de asfalto, en la actualidad se despacha diariamente un promedio de 2000 barriles, lo cual podría incrementar con un mejor sistema de despacho, ya que la demanda del mercado es un promedio de 5000 barriles diarios y con proyecciones a futuro de incrementar aún más.

Para el despacho de asfaltos 60/70 PEN y 85/100 PEN se utiliza un sistema de tuberías, bombas, válvulas entre otros accesorios para poder extraer el asfalto de los tanques 3A, 9 y 33 y llevarlos a la zona de despacho. Se cuenta con un sistema de tuberías antiguo en el cual las líneas de succión y descarga no son independientes, se tiene fuga en las uniones bridadas, problemas de acceso, como

también una bomba en mal estado, por ello demanda realizar una serie de maniobras de válvulas para realizar el despacho de asfaltos. Por lo tanto se necesita un nuevo diseño que cumpla con las expectativas de despacho de asfalto que requiere la empresa PETROPERU S.A., de tal manera que el nuevo sistema de tuberías de succión y descarga sea independiente, ordenado y facilite el despacho.

## **1.2. Justificación del problema**

El propósito de diseñar un nuevo sistema de tuberías, es poder ordenar y asegurar el despacho continuo de asfaltos, ya que el sistema anterior tiene muchas carencias para realizar los despachos y se encuentra deteriorado, ya que es un sistema que tiene 20 años de antigüedad y no fue diseñado proyectándose a futuro para mayores demandas de despacho de asfalto.

En la actualidad se despacha un promedio de 2000 barriles diarios y se proyecta con el nuevo sistema de tuberías aumentar el volumen de despacho, sobre todo en los meses con mayor demanda, ya que se tiene carencias para llegar a cumplir con los pedidos de los clientes, hasta el punto de cancelar pedidos.

Por lo tanto, con el nuevo sistema se mejorara el tiempo de atención de asfaltos al cliente, facilitara a los operadores realizar sus maniobras de válvulas para el despacho de asfaltos y evitar reclamos e insatisfacciones por parte de los clientes, debido al retraso o demora en la atención, especialmente en los

meses donde la demanda de asfaltos se incrementa lo cual implica perdida o migración de clientes a la competencia.

### **1.3. Delimitación de la investigación**

#### **1.3.1. Teórica**

El proyecto se desarrollara utilizando la norma internacional ASME, para el diseño de un nuevo sistema de tubería, analizando las condiciones de trabajo a tomar antes de diseñar el nuevo sistema.

#### **1.3.2. Espacial**

La zona del proyecto se ubica en la Refinería Conchán de PETROPERU S.A., a la altura de la antigua panamericana sur Km 26.5, distrito de Lurín, Provincia de Lima, departamento de Lima.

#### **1.3.3. Temporal**

La elaboración del proyecto de ingeniería comprende desde el 04 de Enero hasta el 5 de Octubre del 2018.

### **1.4. Formulación del problema**

#### **1.4.1. Problema general**

¿Cómo diseñar un sistema de tuberías?

#### **1.4.2. Problema específico**

- ¿Qué tipo de electrobomba se empleara para transportar el asfalto en el nuevo sistema de tuberías?
- ¿Qué tipo de válvulas seleccionaremos para el nuevo sistema de tuberías?



- ¿Qué tipo de recubrimiento protector se aplicara al nuevo sistema de tuberías?

## **1.5. Objetivos**

### **1.5.1. Objetivo general**

Diseñar un nuevo sistema de tuberías para ordenar y facilitar el despacho de asfaltos y que esta cumpla con la normativa internacional ASME B31.3.

### **1.5.2. Objetivo especifico**

- Seleccionar el tipo de electrobomba a utilizar para el despacho de asfaltos.
- Seleccionar las válvulas para el nuevo sistema de tubería.
- Seleccionar el tipo de recubrimiento protector para el nuevo sistema de tuberías.

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes

Rentería, M (2014), en su tesis titulada *“Diseño de Metodología para el Análisis de Flexibilidad en Sistema de Tuberías”*, para optar el título de Ingeniero Mecánico en la Pontificia Universidad Católica del Perú, resume que: “El análisis de flexibilidad es una de las disciplinas del diseño de sistemas de tuberías, se realiza en la etapa final de diseño y comprende principios de concentración de esfuerzos, expansiones térmicas y deformaciones elásticas. Este análisis es crítico en aplicaciones donde el fluido a transportar trabaja a condiciones extremas, como plantas térmicas y generadoras de energía, donde el sistema está sometido a altos gradientes de temperatura que conllevan a la generación de tensiones debido a expansiones o contracciones térmicas. El análisis teórico es de carácter limitativo debido al comportamiento aleatorio del sistema frente a ciertas condiciones de trabajo.

La estructura del trabajo consiste en cuatro capítulos, donde se desarrollarán los principios teóricos básicos de la generación de esfuerzos; el desarrollo de la metodología de diseño de los códigos según ASME; tipos, principios de funcionamiento y criterios de selección de soluciones constructivas para aliviar las tensiones generadas; y, finalmente, el desarrollo de un ejemplo de cálculo que ponga en práctica los conceptos vertidos en los capítulos anteriores, así como, la presentación de casos comunes que complementen las nociones básicas para brindar flexibilidad a sistemas de tuberías.”

Gumaro, L (2010), en su tesis titulada “*Manual de Análisis de Esfuerzos en Sistemas de Tuberías*”, para optar el título de Ingeniero Mecánico en el Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de México, tiene como objetivo: “Mostrar de manera introductoria los aspectos básicos en la elaboración de los Análisis de Esfuerzos de sistemas de tuberías, así como proporcionar los conocimientos básicos para la identificación y solución de aspectos de diseño en tubería crítica, utilizando información básica tal como:

- Condiciones de operación
- Conexión a equipo sensible
- Soportería, entre otros

La comprensión y aplicación de los métodos para el cálculo de esfuerzos y cargas generadas por un sistema de tuberías, deberá dar como resultado un diseño con la flexibilidad NECESARIA para un comportamiento mecánico adecuado, sin olvidar que dicho sistema deberá ser práctico y económico al construirse.”

## **2.2. Marco teórico**

### **2.2.1. Sistema de tuberías**

Definiremos tubería a un conjunto de tubos, conductos cerrados destinados al transporte de fluidos, y sus accesorios en forma eficiente siguiendo normas estandarizadas y cuya selección se realiza de acuerdo a las necesidades del trabajo que se va a realizar, estos pueden ser de distintos materiales. La gran mayoría de las tuberías actúa como conductos a presión es decir, sin superficie libre, con el fluido mojando toda su área transversal, a excepción de los desagües o alcantarillado donde el fluido trabaja con superficie libre, como canales.

La necesidad del uso de tuberías surge del hecho de que el punto de almacenamiento o generación de los fluidos se encuentra generalmente distante de los puntos de utilización o distribución.

Se usan para el transporte de todos los fluidos conocidos líquidos o gaseosos, para materiales pastosos o pulpa y para los fluidos en suspensión, en toda la gama de presiones que se usan en la industria, desde el vacío absoluto hasta presiones de hasta 4000 kg/cm<sup>2</sup>(400MPa) y desde cero absoluto hasta las temperaturas de fusión de los metales.

Su empleo se remonta a la antigüedad, pero su aplicación industrial y fabricación comercial recién se desarrolla a fines del siglo XIX por la

necesidad de que los materiales resistieran las crecientes presiones motivadas por la utilización del vapor.

### **2.2.1.1 Clasificación de tubos**

#### **a) Tubos metálicos**

##### **• Tubo ferroso**

**-Tubo de fundición.-** Se utiliza generalmente en el servicio de agua y desagüe, sobre todo cuando la tubería debe estar en contacto directo con la tierra.

**-Tubo de acero.-** Su uso común es en el transporte de agua, vapores, aceites, combustibles y gases. Se utiliza para altas temperaturas y presiones. Las tuberías con mayor capacidad condujeron al desarrollo de aceros con un mayor límite de fluencia.

**-Tubo de acero al carbón.-** Las tuberías de acero al carbono cuentan con innumerables propiedades que las hace ideales para diversas aplicaciones. Son altamente resistentes, maleables y de bajo costo. En comparación con el PVC, son mucho más resistentes y menos costosas que el acero inoxidable. Además, poseen una alta resistencia a la presión.

Estas tuberías son ideales para la conducción de fluidos, tales como agua, gas, vapor, aire, aceite, petróleo, productos derivados del petróleo, aguas tratadas, entre

otros. Además, también son utilizadas como soporte estructural de naves industriales y vialidades.

**Tipos:**

**Tubos de acero sin costura.-** Los tubos sin costura ofrecen mayor resistencia que aquellos con costura (soldados) debido a su microestructura más homogénea. Por eso se utilizan en condiciones de mayores exigencias, como las requeridas por la industria extractiva del petróleo, por ejemplo. Los tubos de acero al carbono sin costura son utilizados principalmente para la conducción de fluidos, gases y son capaces de soportar altos niveles de presión.

**Tubos de acero con costura.-** Los tubos de acero con costura, se fabrican a través del doblado de láminas y soldando las costuras. Los tubos de acero al carbono con costura son utilizados para elaborar estructuras livianas y no pueden ser sometidos a altas presiones.

**-Tubo de acero aleado.-** Acero aleado es una posible variedad de elementos químicos en cantidades en peso del 1,0 % al 50 % para mejorar sus propiedades mecánicas. Los aceros aleados se dividen en dos grupos: aceros de baja aleación y aceros de alta aleación. La distinción entre los dos varía: Smith and Hashemi sitúan la barrera en el 4

% en peso de aleantes, mientras que Degarmo lo define en el 8,0 %. La expresión acero aleado designa más comúnmente los de baja aleación.

Todo acero es en realidad una aleación, pero no todos los aceros son "aceros aleados". Los aceros más simples son hierro (Fe) (alrededor del 99 %) aleado con carbono (C) (alrededor del 0,1 -1 %, dependiendo del tipo). Sin embargo, el término "acero aleado" es el término estándar referido a aceros con otros elementos aleantes además del carbono, que típicamente son el manganeso (el más común), níquel, cromo, molibdeno, vanadio, silicio, y boro. Aleantes menos comunes pueden ser el aluminio, cobalto, cobre, cerio, niobio, titanio, tungsteno, estaño, zinc, plomo, y zirconio.

La mejora de propiedades de los aceros aleados se muestra a continuación, con respecto a los aceros al carbono: resistencia, dureza, tenacidad, resistencia al desgaste, templabilidad, y resistencia en caliente. Para alcanzar esas mejores propiedades el acero puede necesitar un tratamiento térmico.

Algunos de estos aceros aleados encuentran aplicaciones altamente exigentes, como en los álabes de turbina de un motor de reacción, en vehículos espaciales, y en reactores

nucleares. Debido a las propiedades ferromagnéticas del hierro, algunos aceros aleados tienen aplicaciones en donde su respuesta al magnetismo es muy importante, como puede ser un motor eléctrico o un transformador.

**-Tubos de acero inoxidable.-** En metalurgia, el acero inoxidable se define como una aleación de acero (con un mínimo del 10 % al 12 % de cromo contenido en masa). También puede contener otros metales, como por ejemplo molibdeno y níquel.

El acero inoxidable es un acero de elevada resistencia a la corrosión, dado que el cromo u otros metales aleantes que contiene, poseen gran afinidad por el oxígeno y reacciona con él formando una capa pasivadora, evitando así la corrosión del hierro (los metales puramente inoxidables, que no reaccionan con oxígeno son oro y platino, y de menor pureza se llaman resistentes a la corrosión, como los que contienen fósforo). Sin embargo, esta capa puede ser afectada por algunos ácidos, dando lugar a que el hierro sea atacado y oxidado por mecanismos intergranulares o picaduras generalizadas. Algunos tipos de acero inoxidable contienen además otros elementos aleantes; los principales son el níquel y el molibdeno.

- **Tubo no ferroso**



- Tubo de cobre y sus aleaciones
- Tubo de zinc y sus aleaciones
- Tubo de aluminio y sus aleaciones
- Tubo de plomo y sus aleaciones
- Tubos de aleación y níquel

#### **b) Tubos no metálicos**

- Tubos de madera
- Tubos de hormigón
- Tubos cerámicos
- Tubos de plásticos

### **2.2.1.2 Elementos y accesorios de un sistema de tuberías**

#### **a) Electrobomba**

Una bomba hidráulica es una máquina generadora que transforma energía, generalmente energía mecánica, en energía hidráulica del fluido incompresible que desplaza. Cuando esta bomba está accionada por un motor eléctrico se denomina electrobomba.

#### **b) Válvula compuerta**

Una válvula compuerta es definida como un elemento de una línea de tuberías, destinado a interrumpir o cortar el paso del flujo de un fluido en una línea.

#### **c) Válvula de alivio**

Las válvulas de alivio de presión, están diseñadas para aliviar la presión cuando un fluido supera un límite preestablecido. Su misión es evitar la explosión del sistema protegido o el fallo de un equipo o tubería por un exceso de presión.

**d) Termómetro bimetálico**

Es un instrumento utilizado para medir temperatura mediante la contracción y expansión de dos distintas aleaciones metálicas de alto y bajo coeficiente de dilatación.

**e) Manómetro**

Es un instrumento empleado para medir la presión de un fluido o gas en el interior de un circuito

**f) Válvula Check**

Es un tipo de válvula que permite al fluido fluir en una dirección pero cierra automáticamente para prevenir flujo en la dirección opuesta (contra flujo).

**g) Bridas**

Son aquellos elementos de una línea de cañería destinados a permitir la unión o ensamblado de las partes, sean estas tuberías, válvulas, bombas u otro equipo que forme parte de la línea.

- **Brida Welding Neck (con cuello para soldar de tope)**

El cuello cónico proporciona un refuerzo beneficioso bajo condiciones de esfuerzos laterales originados por las

dilataciones y contracciones propias de una línea de tubería. La unión brida-tubería es tan resistente como una unión por soldadura de tope entre dos tuberías. Es recomendable para usos a alta presión, alta o baja temperatura, alta carga y el transporte de líquidos inflamables o de alto costo en que las fugas deben mantenerse al mínimo.

- **Brida Slip On (deslizable)**

Favorito de muchos instaladores por su bajo costo inicial, no requerir un corte muy exacto en la longitud de la tuberías y la gran facilidad para alinear las líneas. Un cálculo teórico indica una resistencia mecánica, al trabajar bajo presión de  $2/3$  y bajo condiciones de fatiga de solo  $1/3$  respecto a una brida Welding Neck. Se utiliza en tuberías de diámetro mayor 2.5 pulgadas.

- **Brida Blind (ciego)**

Usados para cerrar un extremo de una línea de tuberías, válvulas u otro equipo. Están sujetos a una tensión muy superior a la de los otros tipos de bridas, es un esfuerzo de flexión en el centro de la brida, que puede ser tolerado sin peligro.

## **h) Codo**

Son accesorios de forma curva que se utilizan para cambiar la dirección del flujo de las líneas tantos grados (45°, 90° y 180°) como lo especifiquen los planos o dibujos de tuberías.

#### **i) Tee**

- **Tee recta**

Son las piezas que nos permiten desviar el fluido en 90° manteniendo la línea horizontal de la tubería constante, es decir, una desviación del mismo diámetro de la línea principal.

- **Tee reductora**

Son las piezas que nos permiten desviar el fluido en 90° disminuyendo el diámetro desde la línea horizontal de la tubería que se mantiene constante, es decir, una desviación distinta al diámetro de la línea principal.

#### **j) Reducciones**

- **Reducción concéntrica**

Son piezas que tienen como finalidad reducir el diámetro de la línea en forma paulatina manteniendo el centro geométrico de ella.

- **Reducción excéntrica**

Las reducciones excéntricas son similares en forma y finalidad a las concéntricas a excepción de que al reducir el diámetro de la línea no respeta la concetricidad

geométrica de la tubería, sino más bien, la línea horizontal más baja de ella.

#### **k) Cap (tapón)**

Tienen como finalidad poner fin temporal o definitivo a una línea de tubería. Su forma elipsoidal permite sellar de forma segura esta línea, ya que los fluidos que por ella transitan no encuentran fuerte oposición al llegar a la pieza.

#### **l) Cople de acero NPT/SW**

Cumplen la función de unir dos tuberías de la misma medida.

#### **m) Empaquetadura espirometálicas**

Las juntas espirometálicas se componen de un núcleo metálico externo, fabricado normalmente en Aceros Inoxidables del tipo (AISI-316L, AISI-304, AISI-321), con un material de relleno libre de amianto, como grafito y materiales cerámicos. El material de relleno le da resistencia a la junta de sellado, mientras que la camisa metálica o núcleo protege al material de relleno y resiste las presiones, las temperaturas y la corrosión.

### **2.2.2. Aislamiento térmico de tuberías**

El aislamiento es un factor que se debe tener muy en cuenta a la hora de diseñar las tuberías ya que permite evitar las pérdidas de energía y mantener la temperatura del fluido a la temperatura de operación. El aislamiento térmico es un material no muy económico, pero a la vez sale a cuenta ya que si no se dispone de un buen

aislamiento una vez el fluido llegue al equipo deseado las condiciones de temperatura no serán las deseadas y se tendrá que poner un equipo de frío o calentamiento para tener el fluido a la temperatura deseada para el proceso. Además del coste económico que supondría no tener un buen aislamiento térmico, también es un factor de seguridad para los operarios de la planta, ya que evita el riesgo de quemaduras graves.

### **2.2.2.1. Elementos del aislamiento térmico**

#### **a) Lana de roca (LR)**

Este tipo de material es perteneciente a la familia de lana mineral fabricada a partir de roca volcánica. Se utiliza principalmente como aislamiento térmico y como protección pasiva contra el fuego en la edificación, debido a su estructura fibrosa multidireccional, que le permite albergar aire relativamente inmóvil en su interior. La estructura de la lana de roca contiene aire seco y estable en su interior, por lo que actúa como obstáculo a las transferencias de calor caracterizándose por su baja conductividad térmica, aislando tanto de temperaturas bajas como altas.

#### **b) Cañuelas aislantes**

Son preformados en fibra de vidrio no tejidos, suministrados en dos medias cañas o en láminas con foil de aluminio y sin foil. Para aislar tuberías y equipos de altas temperaturas.

### **2.2.3. Tanque de almacenamiento**

Los tanques de almacenamiento son estructuras de forma cilíndrica, que son usadas para guardar o preservar líquidos combustibles, inflamables o gases a presión ambiente, por lo que en ciertos medios técnicos se les da el calificativo de tanques de almacenamiento atmosféricos.

### **2.2.4. Norma ASME**

ASME es el acrónimo de American Society of Mechanical Engineers (Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos). Es una asociación de profesionales, que ha generado un código de diseño, construcción, inspección y pruebas para equipos, entre otros, calderas y recipientes sujetos a presión. Este código tiene aceptación mundial y es usado en todo el mundo. Hasta el 2006, ASME tenía 120.000 miembros.

### **2.2.5. Norma API**

El American Petroleum Institute (API) es la asociación comercial más grande de Estados Unidos para la industria del petróleo y el gas natural. Afirma que representa a cerca de 650 corporaciones involucradas en la producción, refinamiento, distribución y muchos otros aspectos de la industria petrolera.

La asociación describe su misión de influir en la política pública en apoyo de una industria sólida y viable de petróleo y gas natural en los Estados Unidos. Sus principales funciones en nombre de la industria

incluyen abogacía, negociación y cabildeo con agencias gubernamentales, legales y reguladoras; Investigación sobre los efectos económicos, toxicológicos y ambientales; Establecimiento y certificación de estándares industriales; Y el alcance de la educación. API financia y realiza investigaciones relacionadas con muchos aspectos de la industria petrolera. El actual CEO y presidente es Jack Gerard.

#### **2.2.6. Criterios de diseño de tuberías**

Se deberá diseñar para las condiciones más severas esperadas lo cual deberá ser considerado en los casos de combinaciones de cargas.

Se deberá tomar en cuenta las siguientes cargas: peso propio de las tuberías, accesorios y aislamiento, presión interna, cargas térmicas derivadas de las dilataciones y contracciones, cargas externas, movimientos en conexiones a equipos y estructuras, sismo, viento, asentamientos diferenciales, vibraciones, etc. según sea aplicable.

Los casos de combinaciones de carga deberán incluir los casos de operación normal, diseño, cargas sostenidas y cargas ocasionales.

En caso de necesidad se podrá recurrir al uso de diseños más flexibles empleando lazos de dilatación, más codos, etc. pero evitando el uso de cold-springs y juntas de expansión: salvo autorización expresa, no se deberá considerar la utilización de cold-springs y juntas de expansión.



Para reducir la transmisión de cargas a las conexiones de equipos se podrá adoptar el uso de guías, topes y anclajes.

Cuando se determine que la tensión en uniones bridadas está por encima de los 750 kg/cm<sup>2</sup>, se deberá verificar especialmente las uniones donde ocurren tales tensiones ya sea mediante el método especificado en el ASME BPVC Sección VIII o por el método de la presión interna equivalente o por elementos finitos.

#### **2.2.6.1. Consideraciones generales**

##### **a) Tipo de análisis**

Se requerirá un análisis formal con uso de software especializado para el análisis de esfuerzos flexibilidad de tuberías.

##### **b) Tensiones**

Las tensiones básicas a considerar en el análisis de las tuberías son: tensiones circunferenciales, tensiones radiales, tensiones cortantes, tensiones longitudinales.

Estas tensiones son clasificadas como: primarias, aquellas producidas por las fuerzas actuantes (peso propio y presión interna) cuya característica principal es que permanecen en el tiempo, no tienen efecto de relajación, no son auto-limitantes y sus efectos deben ser comparados con el límite elástico del material para evitar que se produzca deformación plástica o rotura; ocasionales, aquellas producidas por fuerzas de

naturaleza ocasional (apertura de válvulas de alivio, sismo, viento, golpe de ariete, etc.), que son analizadas en forma individual y no simultánea, y que para su análisis el código de diseño permite incrementar los esfuerzos admisibles; secundarias, aquellas originadas por desplazamientos (dilatación y contracción térmicos, fricción, asentamientos, vibraciones, etc.), que actúan cíclicamente, pudiendo presentarse efecto de relajación y que por ello se admite comparar sus efectos con esfuerzos admisibles superiores al límite elástico del material.

La evaluación de las tensiones se hará en base a los procedimientos indicados en los códigos de diseño aplicables.

#### **c) Flexibilidad**

Se deberá dotar a las tuberías de suficiente flexibilidad para que puedan absorber los desplazamientos impuestos por los equipos conectados y las propias dilataciones y contracciones térmicas, de tal manera que las cargas transmitidas a los equipos conectados, anclajes y soportes no sean excesivas y no superen los límites admisibles.

#### **d) Rozamiento**

El efecto de las fuerzas de rozamiento no se debe tomar en cuenta en un análisis estático puesto que estas fuerzas desaparecen en cuanto la tubería alcanza su posición operativa;

pero sí deben ser tomadas en cuenta en un análisis dinámico especialmente cuando las tuberías están conectadas a equipos dinámicos cuyas cargas admisibles son bajas. La fuerza de rozamiento tampoco debe ser usada para contrarrestar las fuerzas sísmicas.

#### **e) Desplazamiento**

Cuando los desplazamientos son de 75 mm o más, se debe verificar las distancias entre las tuberías o entre las tuberías y válvulas, equipos y soportes para comprobar que no se tocan.

La flecha máxima será de  $L/200$  o 12,5 mm, el que sea menor, siendo L la distancia entre soportes.

### **2.2.6.2. Condiciones de diseño**

#### **a) Temperatura**

El análisis debe ser realizado para la mayor diferencia de temperatura esperada entre la temperatura de operación y la temperatura de instalación. También se debe realizar el análisis para la diferencia de temperatura entre la temperatura de diseño y la temperatura de instalación. Las temperaturas de diseño y de operación son las indicadas en la lista de líneas o en los diagramas de procesos. En caso de temperaturas mínimas se debe verificar el rango de ductilidad del material. Las tuberías que llevan traceado de vapor o eléctrico o son encamisadas con vapor, la temperatura de diseño debe ser aquella a la cual se

puede llegar en caso no circule fluido por la tubería o lo que es lo mismo, la temperatura de diseño será la mayor entre las temperaturas del trazado y la temperatura máxima de operación de la tubería.

**b) Presión**

Se tomará en cuenta la máxima presión esperada y la presión de diseño indicadas en la lista de líneas o en los diagramas de procesos.

**c) Sobrepresión dinámica**

En tramos largos con cambios de dirección se debe tener cuidado con la posibilidad de que se produzcan golpes de ariete por cierres repentinos de válvulas; en tales casos se debe considerar la ubicación de topes o anclajes que resistan las cargas y movimientos producido por la onda de presión. Igualmente se debe tener cuidado con las líneas que tienen válvulas de seguridad o flujo bifásico.

**d) Sismo**

Los movimientos laterales deben ser contenidos con el uso de guías y topes; se debe evitar el uso excesivo de soportes elásticos. Para una simulación estática se debe considerar la aceleración básica del terreno para calcular la aceleración sísmica equivalente mediante la norma de diseño sismo resistente nacional o mediante el ASCE 7.

Las fuerzas de rozamiento no deben ser usadas como compensación de las cargas sísmicas. Se debe tener en consideración los desplazamientos sísmicos máximos relativos entre las diferentes estructuras o equipos conectados a las tuberías. La simulación se hará considerando las tres direcciones ortogonales y sus combinaciones.

**e) Viento**

Se considerará cargas de viento para los sistemas de tuberías ubicados por encima de los 10 m sobre el nivel del piso, que estén fuera de edificios o fuera de racks de tuberías dentro de unidades de proceso.

Se considerará las fuerzas de viento en las direcciones ortogonales más desfavorables y sus combinaciones. Para una simulación estática se debe considerar la presión del viento mediante la norma de diseño nacional o mediante el ASCE 7.

Se debe tener en consideración los desplazamientos máximos relativos entre las diferentes estructuras o equipos conectados a las tuberías.

**f) Asentamientos diferenciales**

Se deberá tomar en cuenta los desplazamientos diferenciales entre equipos y estructuras conectados, cuando sean significativos, tanto los estructurales como los térmicos. Tomando en cuenta que los asentamientos de tanques se

producen durante la instalación y que los tanques son antiguos, se puede considerar que no hay asentamientos diferenciales con respecto a los tanques de almacenamiento.

### **2.2.6.3. Consideraciones con equipos**

#### **a) Bombas**

Se debe tomar en cuenta los desplazamientos operativos en las conexiones de succión y descarga indicados por el fabricante;

a falta de esta información se puede asumir que no hay desplazamientos para un cálculo con resultados conservadores.

Se debe tomar en cuenta las cargas límite operativas (fuerzas y momentos) en las conexiones de succión y descarga indicadas por el fabricante; a falta de esta información se debe usar las cargas límite prescritas en el estándar aplicable.

Considerando que se trata de bombas de desplazamiento positivo rotativas, el estándar aplicable es el API 676.

#### **b) Tanque de almacenamiento**

Se debe tomar en cuenta los desplazamientos operativos en las boquillas indicados por el constructor; a falta de esta información se debe realizar el cálculo en base al estándar aplicable.

Se debe tomar en cuenta las cargas límite operativas (fuerzas y momentos) en las boquillas indicadas por el constructor; a falta

de esta información se debe usar las cargas límite prescritas en el estándar aplicable.

Considerando que se trata de tanques de almacenamiento atmosférico, cilíndricos, verticales, soldados, con fondo plano directamente apoyado en el terreno, el estándar aplicable es el API 650. El anexo P del API 650 describe un procedimiento mandatorio para tanques con diámetro igual o superior a los 40 m; sin embargo también puede ser mandatorio si el propietario así lo especifica. Como no se tiene información sobre este requerimiento del propietario igual se asume como mandatorio del anexo P para un cálculo con resultados conservadores.

#### **2.2.6.4. Elementos para mitigar tensiones**

##### **a) Soportes**

Para un cálculo con resultados conservadores se puede obviar la rigidez de los soportes aun cuando no sean soportes rígidos.

Se debe considerar anclar las tuberías lo más cerca posible del límite de batería o válvula de aislamiento.

##### **b) Anclajes y topes**

Se debe anclar de preferencia en el límite de batería de los colectores.

##### **c) Ramales**

Se debe considerar los refuerzos de acuerdo con el código de diseño aplicable. Los factores de intensificación de esfuerzos para conexiones en ángulo recto serán iguales al valor SIF calculado; para otros ángulos se aplicará los siguientes factores: 1.25 para ángulos de 60°, 2.25 para ángulos de 45° y 3.50 para ángulos de 30°.

**d) Resortes**

Se debe evitar en lo posible el uso de resortes. En caso una distribución racional de soportes no sirva para evitar el uso de resortes, se proyectará el uso de resortes con las siguientes consideraciones. La precarga (carga de instalación en frío) del resorte será tal que, aun estando la tubería vacía y sin aislamiento o en su condición de la prueba hidrostática sin aislamiento o en su condición de operación llena de producto y con aislamiento, las cargas en los equipos y tensiones en las tuberías estén dentro del rango admisible. Para la prueba hidrostática, los resortes pueden ser bloqueados. Para rangos de más de 25% o desplazamientos de más de 50 mm se debe optar por resortes de carga constante.

**e) Placas deslizantes**

Se puede usar placas deslizantes en aquellos casos donde se prevea la transmisión de cargas excesivas a soportes o conexiones de equipos que provoquen tensiones inadmisibles en



tales elementos o cuando las dimensiones de tales elementos o sus cimentaciones resulten excesivas.

#### **2.2.6.5. Tipos de cargas**

##### **a) Sostenidas**

- Peso propio de tubería, accesorios y fluido
- Peso de aislamiento
- Presión interna y externa

##### **b) Ocasionales**

- Sismo
- Nieve
- Viento
- Sobrepresiones (golpes de ariete, apertura de válvulas de alivio, cierre o apertura rápida de válvulas, etc.)

##### **c) Térmicas**

- Desplazamiento por dilatación o contracción
- Fuerzas de rozamiento
- Asentamientos diferenciales entre equipos conectados y estructuras que soportan a las tuberías

##### **d) Prueba hidrostática**

#### **2.2.6.6. Combinaciones de cargas**

Se debe considerar como mínimo las siguientes combinaciones:

- Prueba hidráulica.

- Sostenido a condiciones de operación.
- Sostenido a condiciones de diseño.
- Ocasionales (no considerar cargas simultáneamente).
- Operación a condiciones de máxima presión y temperatura de operación.
- Operación a condiciones de presión y temperatura de diseño.
- Térmico a máxima temperatura de operación.
- Térmico a temperatura de diseño.

#### **2.2.6.7. Análisis de resultados**

##### **a) Tensiones en tuberías**

Las tensiones presentes en las tuberías y calculadas de acuerdo al código de diseño aplicable deberán ser comparadas con las correspondientes tensiones admisibles calculadas conforme al código de diseño aplicable.

##### **b) Cargas en conexiones a equipos**

- Para las bombas considerar el API 676.
- Para los tanques de almacenamiento considerar el Anexo P del API 650.

#### **2.3. Definición de términos básicos**

- **ASME:** American Society of Mechanical Engineers.
- **API:** American Petroleum Institute.
- **ASTM:** American Society for Testing and materials.

- **SSPC:** Society for Protective Coatings.
- **AWS:** American Welding Society.
- **NPT:** National Pipe Thread.
- **SW:** Socket Welding.
- **WPQ:** Welding Procedure Quality.
- **PQR:** Procedure Quality Register.
- **IVS:** Inspección visual de soldadura.
- **PT:** Prueba de líquidos penetrantes.
- **UT:** Prueba de ultrasonido.
- **Tanque:** Recipiente a presión en el cual se almacena hidrocarburos y sus derivados.
- **MB:** Miles de Barriles
- **MBDC:** Miles de barriles por día calendario.
- **Tubo:** Es aquel producto tubular de sección transversal constante y de material de uso común y por lo general se encuentra abierta por ambos extremos.
- **Norma:** Una norma es un documento que contiene definiciones requisitos para ser tenido en cuenta por diseñadores.

Las normas pueden partir desde unos pocos párrafos hasta cientos de páginas las cuales están escritas por expertos en la materia. Las normas son consideradas voluntarias debido a que sirven como lineamientos a seguir, pero no están forzadas por la ley.

- **Presión:** Se define como la capacidad de fuerza que se ejerce sobre una unidad de área de una sustancia, o sobre una superficie.
- **Presión hidrostática:** La presión en un determinado punto de un fluido en reposo es igual en todas las direcciones. Esto es así debido a que, si hubiera una diferente presión en una dirección que en otra, el fluido estaría en movimiento y no en reposo.
- **Caudal:** El caudal volumétrico o tasa de flujo de fluidos es el volumen de fluido que pasa por una superficie dada en un tiempo determinado.
- **Junta:** Lugar donde se funde y solidifica el metal de aporte con el metal base.
- **Unión tope:** Consiste en unir las chapas situadas en el mismo plano para chapas superiores a 6 mm o para soldar por ambos lados, hay que preparar los bordes, el objetivo de esta junta es la penetración completa.
- **Acero:** Aleación de hierro con pequeñas cantidades de carbono y que adquiere con el temple gran dureza y elasticidad.
- **Instalación:** Proceso en el cual se concreta las actividades planeadas para la ejecución del proyecto.
- **Suministro:** Materiales necesarios para realizar la las actividades de instalación del proyecto.
- **Planos:** Representación gráfica de lugares, diseños e información imprescindible para la ejecución del proyecto.
- **Prueba de líquidos penetrantes:** Procedimiento que indica el método y los criterios de aceptación para la examinación de tintes penetrantes visibles en aceros al carbono, aceros inoxidables, aceros de baja aleación y soldadura de

estos materiales. Este procedimiento está en concordancia con el código ASME, sección V, Artículo 6.

- **Prueba hidrostática:** Procedimiento usado para determinar la condición de un sistema para lo que está destinado por medio de la realización de pruebas físicas periódicas del sistema de protección de incendios tales como pruebas de flujo, pruebas de bombas de incendio, prueba de válvulas.

Estas pruebas se hacen después de la prueba de aceptación original a los intervalos específicos.

- **Sistema de pintura:** Se refiere al Tipo y número total de capas a aplicarse a un sustrato, en un orden predeterminado.
- **Registro:** Documento que provee evidencia objetiva de las actividades efectuadas o de los resultados obtenidos.
- **Registro de calidad:** Son el soporte, bien en papel, microfilm o archivo informático, donde se reflejan y anotan los resultados, de naturaleza variable, que son consecuencia directa o indirecta de la ejecución de actividades relacionadas con la calidad aplicada a la ejecución de la obra.

## CAPÍTULO III: DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA

### 3.1 Modelo de solución propuesto

#### 3.1.1. Ubicación geográfica

La Refinería Conchán está ubicada en el Distrito de Lurín, Provincia de Lima, Departamento de Lima, a 26.5 Km al sur de Lima.

Figura 1: Ubicación del proyecto



Fuente 1: Google Maps

Figura 2: Ubicación del proyecto



Fuente 2: Elaboración propia

### 3.1.2. Condiciones ambientales

La zona del proyecto a realizar en la Refinería Conchán opera en un emplazamiento físico con las siguientes características ambientales:

Tabla N° 1: Característica ambientales

<b>Características ambientales:</b>	
<b>Atmósfera</b>	Contaminada, polvorienta, húmeda, salina y erosiva
<b>Altitud</b>	5 a 10 m.s.n.m (área de tanques y bombas de asfalto)
<b>9Temperatura ambiente</b>	Mínima 13°C / Máxima 30°C
<b>Humedad relativa</b>	99%
<b>Velocidad del Viento</b>	10 a 18 KM/hr (diseño: 90 km/h)
<b>Sismicidad</b>	En la zona de mayor sismicidad del Perú (Zona 3 - Norma E-030)

Fuente 3: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrografía

## 3.2 Productos asfálticos

### 3.2.1. Asfalto 85/100

Este producto es más liviano que el Asfalto 60/70 por lo tanto no será el producto de diseño del sistema, por lo cual no se requiere presentar sus características.

### 3.2.2. Asfalto 60/70

Este es el producto de diseño, por lo tanto se presenta un estudio estadístico de sus características.

Tabla N° 2: Propiedades del asfalto 60/70 PEN

<b>PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS</b>	<b>MÉTODO ASTM</b>	<b>RESULTADO</b>
Gravedad API a 15.6 °C	D70	7.2
<b>Penetración a 25 °C, 100g, 5 s, 0.1mm</b>	D5	66
Punto de Inflamación, °C	D92	290
<b>Fluidez</b>		
Viscosidad Cinemática a 100 °C (cSt)	D2170	4207
Viscosidad Cinemática a 135 °C (cSt)	D2170	430

Fuente 4: Unidad de Ingeniería RFCO-PETROPERÚ S.A.

## 3.3 Facilidades e instalaciones existentes

### 3.3.1. Tanques de almacenamiento de asfalto

Los tanques 3A y 9 tienen la función de almacenar asfalto 60/70 y 85/100, respectivamente, proveniente de la producción de fondos de



la unidad de destilación al vacío bajo distintas condiciones de operación.

**Tabla N° 3:** Datos de los tanques 3A y 9

<b>Dimensiones</b>	<b>Tanque N°3A</b>	<b>Tanque N°9</b>
Altura, m	12.9	12.12
Diámetro, m	13.6	11.15
Capacidad, MB	11.3	7.5

**Fuente 5:** Unidad de Ingeniería RFCO-PETROPERÚ S.A.

El tanque N°3A tiene insertado un intercambiador de calor de succión para mantener el asfalto 60/70 a una temperatura aproximada de 350°F por medio del sistema de vapor de calentamiento, y un agitador para evitar la estratificación del producto durante el almacenamiento del producto.

El tanque N°9 está provisto con dos serpentines (1 inferior y 1 superior) de calentamiento con vapor saturado para mantener el asfalto 85/100 a una temperatura aproximada de 250°F.

### **3.3.2. Bombas de asfalto**

Las bombas de asfalto tienen la función de realizar el despacho de asfalto 60/70 ó 85/100 hacia los camiones cisterna y cilindros, ubicados en la planta de ventas.

**Tabla N° 4:** Datos de la bomba P-136 y P-137

<b>Características</b>	<b>Bomba P-136</b>	<b>Bomba P-137</b>
Tipo	Doble Tornillo	Engranaje
Capacidad, gpm	560	310
Presión Diferencial, psi	110	80
Potencia del Motor, HP	100	60
Plan API 11	Sí tiene	Sí tiene
Plan API 62	Sí tiene	No tiene

**Fuente 6:** Unidad de Ingeniería RFCO-PETROPERÚ S.A.

A continuación se describen los Planes API mostrados en la tabla.

- **Plan API 11:** Este plan incluye una recirculación de la descarga de la bomba hacia la cámara del sello para disipar el calor generado en el sello y mantener la presión en 25 psig o mayor que la presión de vapor del producto a las condiciones de operación y en consecuencia evitar el flashing.
- **Plan API 62:** Este plan incluye un sistema externo de vapor para mantener la temperatura del producto y evitar su solidificación cuando la bomba no se encuentre en operación.

### 3.3.3. Red de tuberías principales

El sistema de tuberías existentes se describe a continuación:

#### a) Tuberías de producción

Actualmente se cuenta con (3) tres tuberías aéreas desde las cuales se puede recibir producción de asfaltos desde de la planta de procesos hacia los tanques de almacenamiento 3A y 9. Las tuberías de producción son Línea Boscan de 6"Ø, Línea Asfalto de 4"Ø y Línea Residual de 4"Ø.

**b) Tuberías de succión**

Las tuberías de succión se utilizan independientemente en la operación, pero tienen la facilidad de interconectarse. La tubería de succión del tanque N°3A hacia la bomba P-137 tiene un tramo corto de 4"Ø y el tramo principal de 8"Ø. La tubería de succión del tanque N°9 hacia la bomba P-136 tiene un tramo de 4"Ø y el tramo principal de 8"Ø.

**c) Tuberías de descarga**

Las tuberías de descarga de 6"Ø están conformadas por un tramo aéreo y un tramo enterrado, los cuales conectan con el manifold de descarga de las bombas existentes.

**d) Tuberías de recirculación**

El tanque N°9 cuenta con una tubería de recirculación de 3"Ø proveniente del manifold de descarga de las bombas. El tanque N°3A cuenta con una tubería de recirculación que se extiende desde la descarga de la bomba P-137.

**e) Tuberías de despacho**

Se cuentan con (2) tuberías aéreas que inician en el manifold de descarga de las bombas hacia el despacho a camiones cisterna en el Puente de Despacho 13. Ambas tuberías cuentan con una derivación para el despacho a cilindros en la planta de ventas.

Las tuberías tienen tramos de 6"Ø y 4"Ø para el despacho de asfalto 60/70 (del tanque N°3A) y tramos de 6"Ø, 8"Ø y 4"Ø para el despacho de asfalto 85/100 (del tanque N°9).

Tuberías de conexión entre el tanque N°47 y los tanques N° 3A y 9 con tramos de 10"Ø y 6"Ø.

#### **3.3.4. Sistema de vapor**

El sistema de vapor en el área de las bombas de asfaltos está conformado por los sistemas de distribución de vapor saturado a una condición de 100psig y 200psig.

El servicio de vapor se utiliza para mantener la temperatura del producto contenido en las tuberías con venas de calentamiento y aislamiento térmico, y evitar que se solidifique el asfalto en el sello mecánico de la bomba P-136.

El condensado formado en el sistema de distribución de las tuberías y en la bomba existente de asfalto P-136 se direcciona hacia una poza de condensado existente, ubicado dentro del cubeto de las bombas P-136 y P-137.

### 3.3.5. Sistema eléctrico

El suministro de electricidad a los motores eléctricos de las bombas existentes tienen las siguientes características: Voltaje: 480V, Fases: 3 y Frecuencia: 60Hz.

### 3.4 Capacidad actual de despacho de asfalto

Tabla N° 5: Miles de barriles por día calendario

	VOLUMEN PROMEDIO (MBDC)			
	AÑO 2015	AÑO 2016	AÑO 2017	AÑO 2018
ENERO	1.34	1.95	1.68	1.99
FEBRERO	1.51	1.76	1.53	2.43
MARZO	1.65	1.71	1.17	1.69
ABRIL	1.86	1.65	1.33	1.43
MAYO	1.81	1.88	1.07	1.67
JUNIO	1.86	1.95	1.6	1.52
JULIO	1.91	1.63	1.52	2.59
AGOSTO	2.53	1.91	2.59	-
SEPTIEMBRE	2.55	2.2	2.21	-
OCTUBRE	2.54	1.92	2.76	-
NOVIEMBRE	2.27	2.52	3.22	-
DICIEMBRE	2.43	2.26	2.52	-

Fuente 7: Planta de ventas - PETROPERÚ S.A.

En la actualidad se despacha un promedio de 2000 barriles diarios.

### 3.5 Capacidad planeada del proyecto

- **Capacidad de despacho**

Con el nuevo sistema de tuberías y bomba se multiplicara por 10 el promedio diario de despacho de asfalto actual. Esto quiere decir que se pueden despachar hasta 20 000 barriles diarios.

Las condiciones de operación, se muestran a continuación:

**Tabla N° 6:** Capacidad de despacho

PARÁMETRO	RANGO
Temperatura de almacenamiento (°F)	200 a 300
Presión de almacenamiento(psia)	14.7
Caudal de vaciado(gpm)	560

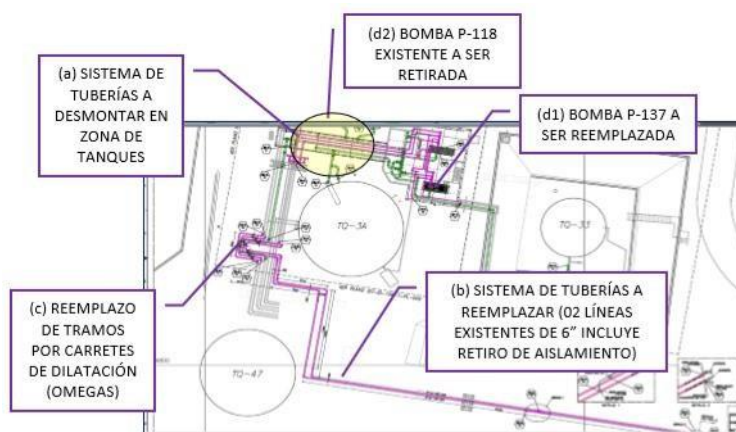
**Fuente 8:** Relevamiento de datos de campo PETROPERU

### 3.6 Sistema futuro – Primera etapa

La Primera Etapa del proyecto incluye lo siguiente:

- Reemplazo de la bomba existente P-137 por la nueva bomba P-136A.
- Reemplazar el tramo existente de las tuberías de succión por tubería nueva de 8"Ø con canaleta.
- Reemplazar el tramo existente de las tuberías de descarga por tubería nueva de 8"Ø con canaleta
- Retiro de la bomba existente P-118 y modificación del manifold de descarga con las facilidades operativas actuales.

**Figura 3:** Estructuras existentes a retirar



**Fuente 9:** Elaboración propia

### **3.6.1. Tanque de almacenamiento de asfalto**

Los tanques de almacenamiento de asfalto se mantendrán igual como en la operación actual.

### **3.6.2. Bombas de asfalto**

La nueva bomba de asfalto P-136A reemplazará la bomba existente P-137 y servirá para el despacho de asfalto 60/70 hacia la planta de ventas para la carga de camiones cisterna y llenado de cilindros. En la operación de despacho a cisternas la bomba operará sin recirculación, pero en el despacho a cilindros se utilizará la recirculación al tanque N°3A.

### **3.6.3. Red de tuberías principales**

Se modificará el arreglo de tuberías para el tramo enterrado de las líneas de succión y descarga de las bombas P-136 y P-136A, adecuándolas en canaletas, con la finalidad de tener acceso a las tuberías y facilitar la inspección de las mismas.

Se mantendrá las facilidades de recirculación de la bomba existente P-136 al tanque N°9 y de la nueva bomba P-136A al tanque N°3A, tal como se opera actualmente en la planta.

### **3.6.4. Sistema de vapor**

Se especificará el arreglo de las venas de calentamiento para las nuevas tuberías de succión y descarga de las bombas y verificará el requerimiento de vapor para las tuberías nuevas incluyendo el sello de vapor de la nueva bomba de asfalto P-136A.

### **3.6.5. Sistema eléctrico**

Se especificará un nuevo tablero eléctrico, asociado a la nueva bomba de asfalto P-136A en la sub-estación eléctrica, el cual será incorporado en el diagrama unifilar.

Se modificarán los buzones eléctricos existentes BE-01, BE-02, BE-03, BE-04 y BF-01 para la construcción de nuevos ductos eléctricos en la parte superior de los buzones mencionados, los cuales permitirán la instalación de los cables de fuerza y control de la nueva bomba P-136A.

Los buzones eléctricos que cuentan con ductos de reserva son los siguientes: BF-02, BF-03 y BD-05.2. Se deberá verificar la existencia de estos ductos de reserva. Revisar los planos TEC6-PR-18-300-136-002 y TEC6-PR-18-300-136-003.

## **3.7 Sistema futuro – Segunda etapa**

La segunda etapa del proyecto incluye en adición a lo mencionado en la primera etapa del proyecto, lo siguiente:

- Modificación y Reemplazo de sistema de tuberías de las bombas de asfaltos P-136 y P-136A.
- Trazado de una nueva tubería de 6"Ø desde el nuevo manifold de descarga para el ruteo de la recirculación de la bomba P-136 hacia el tanque N°9.

### **3.7.1. Tanque de almacenamiento de asfalto**

Los tanques de almacenamiento de asfalto se mantendrán igual como en la operación actual.

### **3.7.2. Bombas de asfalto**



La nueva bomba de asfalto P-136A se mantendrá igual como está descrito en la Primera Etapa del Proyecto.

### **3.7.3. Red de tuberías principales**

El sistema de tuberías para la Segunda Etapa del Proyecto se describe a continuación:

#### **a) Tuberías de producción**

Se mantendrá igual como en la Primera Etapa del Proyecto.

#### **b) Tuberías de succión**

Las tuberías de succión de las bombas P-136 y P-136A serán reemplazadas por nuevas tuberías de 8"Ø y serán ruteadas con canaleta. Se mantendrá las facilidades de interconexión entre las tuberías de succión de las bombas P-136 y P-136A con una nueva tubería de 8"Ø, así como también la interconexión con el Tanque N°47

#### **c) Tuberías de descarga**

Las tuberías de descarga de las bombas P-136 y P-136A serán reemplazadas por nuevas tuberías de 8"Ø y serán ruteadas con canaleta. Cada tubería de descarga mantendrá las facilidades de interconexión con la línea residual y línea boscan, como actualmente se tiene en Planta.

#### **d) Tuberías de recirculación**

La tubería de recirculación hacia el tanque N°9 será reemplazada por nueva tubería de 6"Ø desde el nuevo manifold de descarga de las bombas hasta el tanque N°9. Un tramo de la tubería de recirculación

hacia el tanque N°3A será reemplazada por nueva tubería de 6"Ø desde la tubería de descarga de la bomba P-136A hasta el punto de interconexión con el tramo enterrado de la tubería de recirculación.

#### e) Tuberías de alivio

Las tuberías de descarga de las válvulas de alivio serán reemplazadas por nuevas tuberías de 4"Ø y serán interconectadas con sus respectivas tuberías de recirculación.

#### 3.7.4. Sistema de vapor

Se especificará el arreglo de las venas de calentamiento para las nuevas tuberías de la segunda etapa del proyecto y se determinará el requerimiento de vapor incluyendo el sello de vapor de la nueva bomba de asfalto P-136A.

#### 3.7.5. Sistema eléctrico

El sistema eléctrico se mantendrá igual como lo descrito en la primera etapa del proyecto.

### 3.8 Diseño del sistema de tuberías

#### 3.8.1. Presión

Tabla N° 7: Presión de diseño

Fórmula según criterio de Diseño	Cálculo	Calificación
Presión de Operación Normal de los equipos ubicados en la succión + Columna Líquida Máxima + Presión Paro (shutoff) de la bomba	$= 0 + 1.2 * (180)$ $= 216 \text{ psi}$	<b>Clase 150#</b>

Fuente 10: Elaboración propia

### 3.8.2. Temperatura

Temperatura de diseño de tuberías:

- Temperatura máxima de operación + 50°F = 300°F

### 3.8.3. Velocidad y caída de presión

A continuación se indican los valores de referencia de velocidades y caídas de presión para diseño de tuberías de asfaltos:

**Tabla N° 8:** Velocidades típicas de los líquidos en las tuberías de acero

Nominal Pipe Sizes, In.	2 or less	3 to 10	10 to 20
Liquid and Line	Velocity, Ft/S	Velocity, Ft/S	Velocity, Ft/S
<b>Water</b>			
Pump suction	1 to 2	2 to 4	3 to 6
Pump discharge (long)	2 to 3	3 to 5	4 to 7
Discharge leads (short)	4 to 9	5 to 12	8 to 14
Boiler feed	4 to 9	5 to 12	8 to 14
Drains	3 to 4	3 to 5	—
Sloped sewer	—	3 to 5	4 to 7
<b>Hydrocarbon liquids</b> (Normal viscosities)			
Pump suction	1.5 to 2.5	2 to 4	3 to 6
Discharge header (long)	2.5 to 3.5	3 to 5	4 to 7
Discharge leads (short)	4 to 9	5 to 12	8 to 15
Drains	3 to 4	3 to 5	—
<b>Viscous oils</b>			
Pump suction, Medium viscosity	—	1.5 to 3	2.5 to 5
Tar and fuel oils	—	0.4 to 0.75	0.5 to 1
Discharge (short)	—	3 to 5	4 to 6
Drains	1	1.5 to 3	—

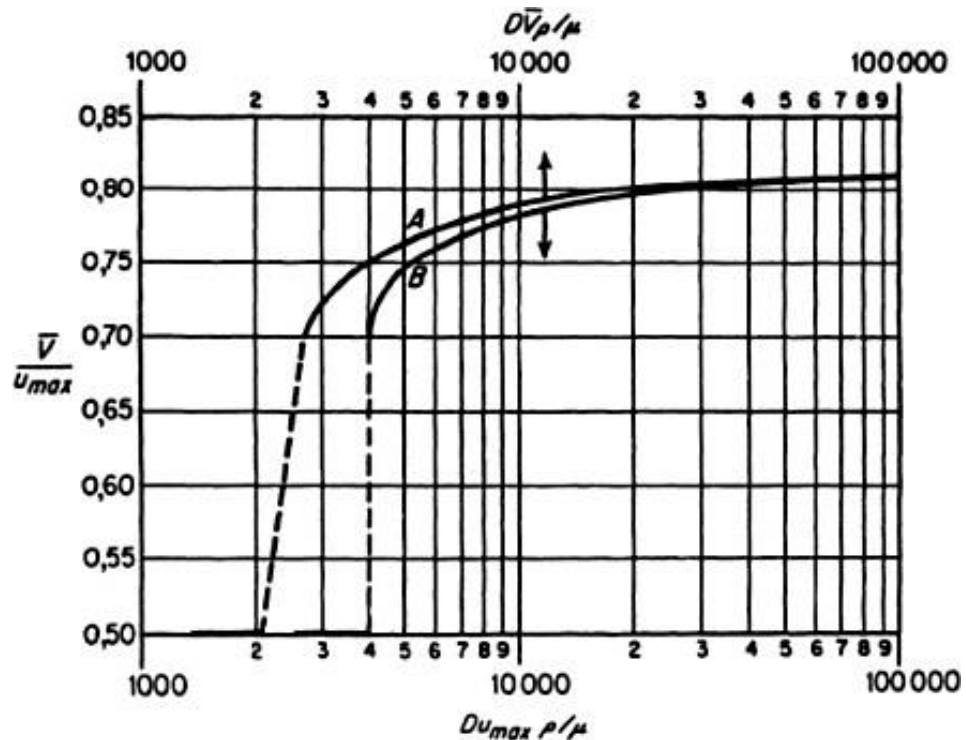
Fuente 11: Robert Kern.- Chemical Engineering Dec 23, 1974

Las caídas de presión en las tuberías de asfaltos serán las resultantes a las velocidades de referencia mostradas.

Además se debe aclarar que el dimensionamiento de las tuberías de Asfalto 60/70 se realizará con el criterio indicado en la Figura 4, que es una curva experimental que se utiliza para fijar las velocidades de diseño de todo tipo de tuberías. En el caso especial de tuberías de asfalto debe

observarse que por debajo del número de Reynolds de 2100 la relación de velocidad media a la velocidad máxima es un valor constante de 0.5, tal como se muestra a continuación.

Figura 4: Curva de velocidades de diseño



Fuente 12: Chemical Engineering Dec 23, 1974

En la Figura 4 se observa que para números de Reynolds menores de 2100, el valor de la relación de la velocidad media ( $\bar{V}$ ) y la velocidad máxima ( $V_{max}$ ) es 0.5; esto significa que si la velocidad máxima ( $V_{max}$ ) es 5 pies/seg; en el caso de diseño de la tubería de asfalto (cuyo número de Reynolds es menor de 2100); deberá utilizarse una velocidad de diseño ( $\bar{V}$ ) 0.5 veces menor (2.5 pies/seg).

O sea está bien fundamentado que las velocidades de diseño mostradas en la tabla III para líneas menores de 10" y para asfaltos de viscosidad media, son la mitad de las que normalmente se utilizan en tuberías de hidrocarburos líquidos y agua.

### 3.9 Cálculo de espesor de pared de tuberías bajo presión interna

Toda tubería que contenga un fluido a presión interna, está sometida a fuerzas de tensión, según sus acciones longitudinales y transversales, por tanto las paredes ha de resistir estas fuerzas para evitar que falle por presión.

Para determinar el espesor mínimo de pared requerido en tuberías, es necesario considerar la temperatura de diseño, erosión, corrosión y tolerancia de fabricación.

El código ASME B31.3 en su párrafo 304, presenta la forma para evaluar el espesor mínimo de pared que debe tener una tubería sometida a presión interna, este procedimiento solo es aplicable para tuberías que cumplan con las siguientes relaciones:

$$t < \frac{D}{6} \qquad \frac{P}{SE} < 0.385$$

A continuación se describen los pasos a seguir para determinar este espesor:

$$t = \frac{PD}{2(SE+PV)}$$

De donde:

**P=** Presión interna de diseño (**lbs/pulg<sup>2</sup>**).

**D=** Diámetro exterior de la tubería (**pulg.**).

**S**= Esfuerzo máximo permisible a la temperatura de diseño (**lbs/pulg<sup>2</sup>**),  
(por Código).

**E**= Factor de junta, (por Código).

**Y**= Factor de corrección (ver tabla) que depende del material, valido  
para **t < D/6**, si **t ≥ D/6**, usar:

$$Y = \frac{d}{D + d}$$

De donde:

**Tm** = Espesor minimo requerido (**pulg.**).

**T** = Espesor por presión (**pulg.**).

**C** = Suma de las tolerancias por corrosión y erosión (**pulg.**).

**Tn** = Espesor nominal (**pulg.**).

**Tf** = Tolerancias de fabricación (ver tabla).

**Tc** = Espesor comercial (**pulg.**).

**Tabla N° 9:** Valores de coeficiente “Y”

**Tabla 304.1.1** Valores de coeficiente Y para **t < D/6**

Materiales	Temperatura, °C (°F)					
	≤ 482 (900 y menores)	510 (950)	538 (1.000)	566 (1.050)	593 (1.100)	≤ 621 (1.150 y mayores)
Aceros Ferriticos	0,4	0,5	0,7	0,7	0,7	0,7
Aceros Austeniticos	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,7
Otos metales ductiles	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Hierro Fundido	0,0	...	...	...	...	...

**Fuente 13:** ASME B31.3 edición 2010

Tabla N° 10: Tolerancias de fabricación "Tf"

MATERIAL (ASTM)	RANGO DE DIÁMETROS		TOLERANCIA DE FABRICACIÓN
	DE	A	
A 53 B	½"	24"	12.50 %
A 106 B	½"	24"	12.50 %
A 120	1/8"	16"	12.50 %
A 134	16" Y MAYORES		0.010"
A 135	2"	30"	12.50 %
A 139	4"	92"	12.50 %
A 155	16" Y MAYORES		0.010" %
A 211	4"	48"	-
A 252	TODOS		12.50 %
A 269 TP304	¼"	½"	15 % < ¼"
A 269 TP304	¾"	8"	10 % > ¼"
A 269 TP316L	¼"	½"	15 % < ¼"
A 269 TP316L	¾"	8"	10 % > ¼"
A 312-TP304, TP304H, TP310, TP316L, TP321, TP347.	1/8"	30"	12.50 %
A 333 6	½"	24"	12.50 %
A 335-P5, P5B, P5C, FP5, P11, P22	½"	48"	12.50 %
A 336	-	-	-
A 358-TP304, TP310S, TP306L, TP321, TP347, TP348.	½"	48"	0.010"
A 369	TODOS		0.125"
A 376-TP304, TP321H	1/8"	48"	12.50 %
A 381	16" Y MAYORES		0.010"
A 405	TODOS		12.50 %
A 409-TP319, TP347, TP348.	14"	30"	0.018"
A 426	TODOS		0.063"
A 430	TODOS		0.125"
A 451	TODOS		0.063"
A 452	TODOS		0.125"
A 671-CA55, CB70.	16" Y MAYORES		0.010"
A 672-A55, B55, C55, B70, C70.	16" Y MAYORES		0.010"
A 691	16" Y MAYORES		0.010"
B 165	1/8"	8"	10 %
B 337-2	1/8"	30"	12.50 %
B 337-7	1/8"	30"	12.50 %
B 444	1/8"	5/8"	15 % < 5/8"
B 444	¾"	4 ½"	0 % > 5/8" < 4 ½"
B 444	5"	30"	12.50 % > 4 ½"
B 464	1/8"	30"	12.50 %
B 619	1/8"	8"	12.50 %
B 622	¼"	5/8"	12.50 % < 5/8"
B 622	¾"	3"	10 % > 5/8"
B 729	1/8"	5/8"	15 % < 5/8"
B 729	¾"	4 ½"	0 % > 5/8" < 4 ½"
B 729	5"	30"	12.50 % > 4 ½"

Fuente 14: ASME B31.3 edición 2010

Tabla N° 11: Factor de junta "E"

Tabla A-1B factores de calidad básicos para juntas longitudinales soldadas en tuberías, tubos y accesorios,  $E_j$   
 Estos factores de calidad son determinados de acuerdo con el párrafo 302.3.4(a), vea también párrafo 302.3.4(b) y  
 Tabla 302.3.4 para factores de calidad incrementados aplicables a casos especiales. Las especificaciones, excepto  
 API, son ASTM.

No. espec.	Clase (o tipo)	Descripción	$E_j(2)$	Notas, Apéndice A
<b>Acero carbono</b>				
API 5L	---	Tubería sin costura	1.00	---
		Tubería soldada por resistencia eléctrica	0.85	---
		Tubería soldada por fusión eléctrica, doble tope, cordón recto o en espiral	0.95	---
		Soldada a tope en homo	0.60	---
A 53	Tipo S	Tubería sin costura	1.00	---
	Tipo E	Tubería soldada por resistencia eléctrica	0.85	---
	Tipo F	Soldada a tope en homo	0.60	---
A 105	---	Forjas y accesorios	1.00	(9)
A 106	---	Tubería sin costura	1.00	---
A 134	---	Tubería soldada por fusión eléctrica, doble tope, cordón recto o en espiral	0.80	---
A 135	---	Tubería soldada por resistencia eléctrica	0.85	---
A 139	---	Tubería soldada por fusión eléctrica, doble tope, cordón recto o en espiral	0.80	---
A 179	---	Tubería sin costura	1.00	---
A 181	---	Forjas y accesorios	1.00	(9)
A 234	---	Accesorios con y sin costura	1.00	(16)
A 333	---	Tubería sin costura	1.00	---
		Tubería soldada por resistencia eléctrica	0.85	---
A 334	---	Tubo sin costura	1.00	---
A 350	---	Forjas y accesorios	1.00	(9)
A 369	---	Tubería sin costura	1.00	---
A 381	---	Tubería soldada por fusión eléctrica, radiografiados al 100%	1.00	(18)
		Tubería soldada por fusión eléctrica, radiografía por lotes	0.90	(18)
		Tubería soldada por fusión eléctrica, como se fabricó	0.85	---
A 420	---	Accesorios soldados, radiografiados al 100%	1.00	(16)
A 524	---	Tubería sin costura	1.00	---
A 587	---	Tubería soldada por resistencia eléctrica	0.85	---
A 671	12, 22, 32, 42, 52	Tubería soldada por fusión eléctrica, radiografiados al 100%	1.00	---
		Tubería soldada por fusión eléctrica, radiografía por lotes	0.85	---
A 672	12, 22, 32, 42, 52	Tubería soldada por fusión eléctrica, 100% radiografiado	1.00	---
		Tubería soldada por fusión eléctrica, radiografía por lotes	0.85	---
A 691	12, 22, 32, 42, 52	Tubería soldada por fusión eléctrica, 100% radiografiado	1.00	---
		Tubería soldada por fusión eléctrica, cordón doble a tope	0.85	---
<b>Acero de baja y media aleación</b>				
A 182	---	Forjas y accesorios	1.00	(9)
A 234	---	Accesorios con y sin costura	1.00	(16)
A 333	---	Tubería sin costura	1.00	---
		Tubería soldada por resistencia eléctrica	0.85	(7B)
A 334	---	Tubo sin costura	1.00	---
A 335	---	Tubería sin costura	1.00	---
A 350	---	Forjas y accesorios	1.00	---
A 369	---	Tubería sin costura	1.00	---
A 420	---	Accesorios soldados, 100% radiografiados	1.00	(16)
A 671	12, 22, 32, 42, 52	Tubería soldada por fusión eléctrica, 100% radiografiado	1.00	---
		Tubería soldada por fusión eléctrica, cordón doble a tope	0.85	(7B)

Fuente 15: ASME B31.3 edición 2010



Tabla N° 12: Factor de junta "E"

**Tabla A-1 Esfuerzos permitidos básicos en tensión para metales<sup>1</sup> (cont.)**

Los números en paréntesis se refieren a las notas para las Tablas del apéndice A; las especificaciones son ASTM a menos que se especifique de otra forma.

Material	No. de especific.	N.º P o N.º S (5)	Grado	No. UNS	Notas	Temp. mín. °F (6)	Min. esfuerzo especificado, ksi		Temp. mín. a 100	200	300
							Tensión	Elasticidad			
<b>Acero carbón tuberías y tubos (2)</b>											
A 285 Gr. A	A 134	1	...	...	(8b)(57)	B	45	24	15,0	14,7	14,2
A 285 Gr. A	A 672	1	A45	K01700	(57)(59)(67)	B	45	24	15,0	14,7	14,2
Soldadura a tope Smls y ERW	API 5L	S-1	A25	...	(8a)	-20	45	25	15,0	15,0	14,7
	API 5L	S-1	A25	...	(57)(59)	B	45	25	15,0	15,0	14,7
...	A 179	1	...	K01200	(57)(59)	-20	47	26	15,7	15,7	15,3
Tipo F	A53	1	A	K02504	(8a)(77)	20	48	30	16,0	16,0	16,0
...	A 139	S-1	A	...	(8b)(77)	A	48	30	16,0	16,0	16,0
...	A 587	1	...	K11500	(57)(59)	-20	48	30	16,0	16,0	16,0
...	A53	1	A	K02504	(57)(59)	B	48	30	16,0	16,0	16,0
...	A 106	1	A	K02501	(57)	B	48	30	16,0	16,0	16,0
...	A 135	1	A	...	(57)(59)	B	48	30	16,0	16,0	16,0
...	A 369	1	FPN	K02501	(57)	B	48	30	16,0	16,0	16,0
...	API 5L	S-1	A	...	(57)(59)(77)	B	48	30	16,0	16,0	16,0
A 285 Gr. B	A 134	1	...	...	(8b)(57)	B	50	27	16,7	16,5	15,9
A 285 Gr. B	A 672	1	A50	K02200	(57)(59)(67)	B	50	27	16,7	16,5	15,9
A 285 Gr. C	A 134	1	...	...	(8b)(57)	A	55	30	18,3	18,3	17,7
...	A 524	1	II	K02104	(57)	-20	55	30	18,3	18,3	17,7
...	A 333	1	I	K03008	(57)(59)	-50	55	30	18,3	18,3	17,7
...	A 334	1	I	K03008	(57)(59)	-50	55	30	18,3	18,3	17,7
A 285 Gr. C	A 671	1	CA55	K02801	(59)(67)	A	55	30	18,3	18,3	17,7
A 285 Gr. C	A 672	1	A55	K02801	(57)(59)(67)	A	55	30	18,3	18,3	17,7
A 516 Gr. 55	A 672	1	C55	K01800	(57)(67)	C	55	30	18,3	18,3	17,7
A 516 Gr. 60	A 671	1	CC60	K02100	(57)(67)	C	60	32	20,0	19,5	18,9
A 515 Gr. 60	A 671	1	CB60	K02401	(57)(67)	B	60	32	20,0	19,5	18,9
A 515 Gr. 60	A 672	1	B60	K02401	(57)(67)	B	60	32	20,0	19,5	18,9
A 516 Gr. 60	A 672	1	C60	K02100	(57)(67)	C	60	32	20,0	19,5	18,9
...	A 139	S-1	B	K03003	(8b)	A	60	35	20,0	20,0	20,0
...	A 135	1	B	K03018	(57)(59)	B	60	35	20,0	20,0	20,0
...	A 524	1	I	K02104	(57)	-20	60	35	20,0	20,0	20,0
...	A53	1	B	K03005	(57)(59)	B	60	35	20,0	20,0	20,0
...	A 106	1	B	K03006	(57)	B	60	35	20,0	20,0	20,0
...	A 333	1	6	K03006	(57)	-50	60	35	20,0	20,0	20,0
...	A 334	1	6	K03006	(57)	-50	60	35	20,0	20,0	20,0
...	A 369	1	FPB	K03006	(57)	-20	60	35	20,0	20,0	20,0
...	A 381	S-1	Y35	...	...	A	60	35	20,0	20,0	20,0
...	API 5L	S-1	B	...	(57)(59)(77)	B	60	35	20,0	20,0	20,0

Fuente 16: ASME B31.3 edición 2010

### 3.9.1. Ejemplo de aplicación de “Cálculo de espesor de pared de tubería bajo presión interna”

Datos:

- **Línea:** 10”Ø
- **Material:** ASTM A-106 Gr. B
- **Presión de Diseño (P):** 216 (lbs/pulg<sup>2</sup>)
- **Esfuerzo Máximo Permissible (S):** 20 000 (lbs/pulg<sup>2</sup>)
- **Factor de Junta (E):** 1.0
- **Tolerancia de Fabricación (Tf):** 12.50%
- **Corrosión Permissible (C):** 0.059 pulg.
- **Factor de Corrección (Y):** 0.4
- **Código:** ASME B31.3
- **Fluido:** ASFALTO 60/70 PEN

Condición inicial

$$\frac{P}{SE} < 0.385$$

Sustitución de datos:

$$216 / (20\ 000 \times 1) < 0.385$$

**0.0108 < 0.385 Por lo tanto OK**

Cálculo del espesor de tubería bajo presión interna:

$$t = \frac{PD}{2(SE + PY)}$$

Sustitución de datos:

$$t = \frac{216 \times 10.75}{2((20000 \times 1) + (216 \times 0.4))}$$

$$t = 0.058 \text{ pulg}$$

Cálculo del espesor mínimo requerido:

$$Tm = t + C$$

Sustitución de datos:

$$Tm = 0.058 + 0.059$$

$$Tm = 0.117 \text{ pulg}$$

Cálculo del espesor nominal:

$$Tn = Tm + Tf$$

Sustitución de datos:

$$Tn = 0.117 + (100\% - 12.5\%)$$

$$Tn = 0.134 \text{ pulg}$$

Entonces:

Como  $0.058 < (10.75 / 6)$  y según el anexo 1 el espesor es igual a 0.365 (STD), por tanto el espesor especificado es tres veces mayor al calculado lo cual se considera OK.

A continuación se presenta la hoja de trabajo en Excel que resume el cálculo de los diámetros faltantes.

**Tabla N° 13:** Resumen del cálculo de espesores de pared de tubería

Diámetro Nominal (pulg.)	Diámetro Exterior Real (pulg.)	Espesor por Presión (pulg.)	Espesor Nominal (pulg.)	Espesor de Especif. (pulg.)	Cédula
2"	2.375	0.013	0.082	0.154	STD
3"	3.5	0.019	0.089	0.216	STD
4"	4.5	0.024	0.095	0.237	STD
6"	6.625	0.036	0.109	0.280	STD
8"	8.625	0.046	0.120	0.322	STD
10"	10.75	0.058	0.134	0.365	STD

Fuente 16: Elaboración propia

### 3.10 Análisis de flexibilidad

En este estudio se presenta un análisis de flexibilidad formal, de acuerdo con el acápite 319.4 del ASME B31.3-2010.

Para realizar el análisis de flexibilidad así como para calcular las fuerzas y momentos en los soportes y equipos así como los desplazamientos se ha utilizado el software CAESAR II 2014 de Intergraph CADWorx & Analysis Solutions, Inc.

Para verificar las fuerzas y momentos en las boquillas de los tanques se ha utilizado el software TANK 2013 de Intergraph CADWorx & Analysis Solutions, Inc.

El procedimiento del análisis, mediante el software CAESAR II, consiste en definir: las condiciones de operación; las cargas actuantes; los casos de combinaciones de cargas; las ubicaciones, tipos y características de los soportes; los elementos de intensificación de esfuerzos en codos, tees, etc.; revisar las características de las tuberías y accesorios: material,

diámetro, espesor de pared, margen de corrosión, tolerancia de fabricación, aislamiento térmico; y definir otras condiciones de borde.

Una vez completado el modelo se corre el software CAESAR II y se analiza los resultados buscando no exceder los esfuerzos admisibles establecidos en el ASME B31.3 para las tuberías y los desplazamientos admisibles; las cargas actuantes sobre los soportes son utilizadas para verificar su diseño.

Los resultados son mostrados en la siguiente tabla.

**Tabla N° 14:** Zonas analizadas del sistema de tuberías

ITEM	DESCRIPCIÓN	HERRAMIENTA
1	Cargas en las boquillas de las bombas	CAESAR II
2	Cargas en los resortes	CAESAR II
3	Resumen de esfuerzos en las tuberías	CAESAR II
4	Reporte de casos de combinaciones de cargas	CAESAR II
5	Resumen de cargas en los soportes	CAESAR II
6	Desplazamiento en las tuberías	CAESAR II
7	Cargas en las boquillas de los tanques	CAESAR II
8	Cargas límite en las boquillas del tanque T-9	TANK
9	Nomogramas de cargas en las boquillas del tanque T-9	TANK
10	Cargas límite en las boquillas del tanque T-3A	TANK
11	Nomogramas de cargas en las boquillas del tanque T-3A	TANK

Fuente 17: Elaboración propia

### 3.10.1. Condiciones de operación y criterios de diseño

#### a) Temperatura

- Temperatura máxima de operación:  $T_1 = 120^{\circ}\text{C}$
- Temperatura de diseño:  $T_2 = 150^{\circ}\text{C}$
- Temperatura de instalación:  $T = 21^{\circ}\text{C}$  (temperatura ambiente)

## **b) Presión**

- **Presión en tuberías de descarga y alivio (aguas arriba de la válvula de alivio):**

- ✓ Presión máxima de operación:  $P1 = 8 \text{ bar}$
- ✓ Presión de diseño:  $P2 = 10 \text{ bar}$
- ✓ Presión de prueba hidrostática:  $HP = 15 \text{ bar}$

Equivale al 150% de la presión de diseño (según ASME B31.3, acápite 345.4.2).

- **Presión en tuberías de succión, retorno y alivio (aguas abajo de la válvula de alivio):**

- ✓ Presión máxima de operación:  $P1 = 1,2 \text{ bar}$
- ✓ Presión de diseño:  $P2 = 1,5 \text{ bar}$
- ✓ Presión de prueba hidrostática:  $HP = 2,25 \text{ bar}$

Equivale al 150% de la presión de diseño (según ASME B31.3, acápite 345.4.2).

## **c) Margen de corrosión**

Margen de corrosión: 1,5 mm

## **d) Gravedad específica del producto**

- Asfalto 60/70 PEN: 0.96 @ T1
- Asfalto 85/100 PEN: 0.96 @ T1
- Agua para la prueba hidrostática: 1.00 @ T

## **e) Código de diseño ASME B31.3**

Éste es el código aplicable de acuerdo con la reglamentación nacional.

**f) Material y espesor de la tubería**

ASTM A-106 Gr. B, espesor estándar. Se ha considerado este material por ser un material comercial, fácilmente disponible en el mercado y que satisface las especificaciones indicadas por el propietario; sus características mecánicas en todo el rango aplicable de temperaturas del metal: 60 ksi como mínima resistencia a la tracción especificada, 35 ksi como mínima resistencia a la fluencia especificada y 19,95 ksi como esfuerzo admisible básico en tensión, conforme se especifica en la Tabla A-1 del ASME B31.3-2010. La densidad del material de la tubería es 7830 kg/m<sup>3</sup>.

**g) Aislamiento térmico de las tuberías**

- Espesor del aislamiento térmico: 63.5 mm
- Material del aislamiento térmico: silicato de calcio
- Densidad del aislamiento térmico: 0.1842E-03 kg/cm<sup>3</sup>

**h) Cargas de viento**

No se ha considerado cargas de viento porque la velocidad del viento en la zona no es significativa y porque las tuberías estarán instaladas dentro de canaletas de tuberías o a menos de 10 metros sobre el nivel del terreno, y protegidas por las estructuras del entorno: tanques de almacenamiento y diques de las áreas estancas de los tanques de almacenamiento.

**i) Cargas de sismo**

Las cargas de sismo han sido modeladas en forma estática como una carga uniforme en tres vectores direccionales X, Y y Z que serán convenientemente combinados.

**j) Cargas externas**

No se ha considerado otras cargas externas aplicadas sobre las tuberías.

**3.10.2. Cargas básicas**

Las cargas básicas consideradas en el análisis están listadas en la siguiente tabla.

**Tabla N° 15:** Cargas básicas consideradas para el análisis

<b>CARGAS BÁSICAS</b>	
W	PESO DE TUBERÍA LLENA CON PRODUCTO
WW	PESO DE TUBERÍA LLENA CON AGUA (PRUEBA HIDROSTÁTICA)
WNC	PESO DE TUBERÍA VACÍA
H	CARGA INICIAL DE RESORTES
T1	TEMPERATURA MÁXIMA DE OPERACIÓN
T2	TEMPERATURA DE DISEÑO
P1	PRESIÓN MÁXIMA DE OPERACIÓN
P2	PRESIÓN DE DISEÑO
HP	PRESIÓN DE PRUEBA HIDROSTÁTICA
U1	CARGA UNIFORME DE SISMO EN LA DIRECCIÓN X (HORIZONTAL)
U2	CARGA UNIFORME DE SISMO EN LA DIRECCIÓN y (VERTICAL)
U3	CARGA UNIFORME DE SISMO EN LA DIRECCIÓN Z (HORIZONTAL)

**Fuente 18:** Elaboración propia

No se ha considerado fuerzas ni momentos externos; tampoco cargas de viento. La data para el cálculo sísmico será analizada en el acápite 3.9.3.

Para la carga muerta, se ha considerado el peso propio de la tubería: la densidad del material de la tubería está indicada en el acápite 3.9.1.f;



los pesos de las válvulas y accesorios de la tubería están en la base de datos del software CASESAR II.

Para la carga muerta también se ha considerado el peso propio de: aislamiento térmico; producto; y agua para la prueba hidrostática, las densidades correspondientes están indicadas en los acápites 3.9.1.d y 3.9.1.g.

### **3.10.3. Sismo**

Los sistemas de tuberías serán evaluados conforme a los requerimientos del ASCE/SEI 7-10 y el párrafo 301.5.3 del ASME B31.3, considerando el sismo como una carga uniforme estática.

#### **a) Aceleración de respuesta espectral de diseño**

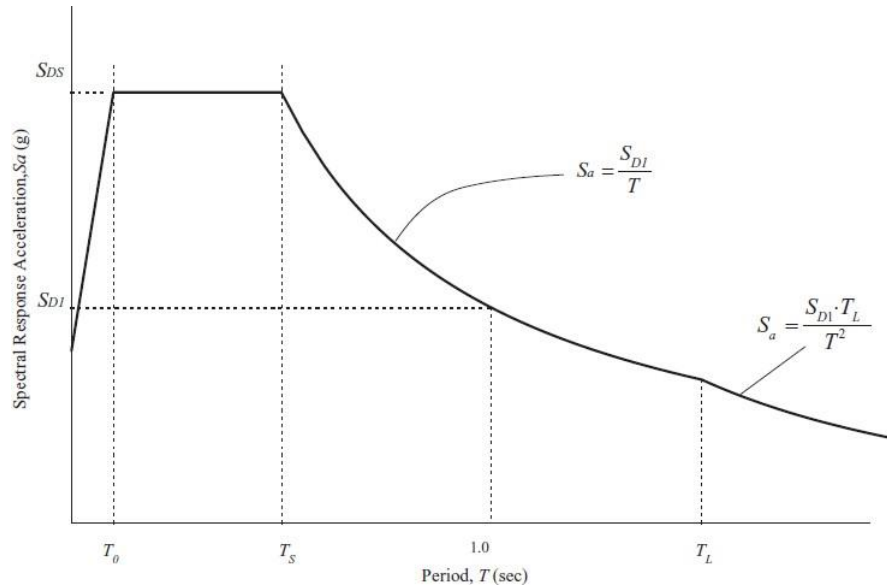
La curva de aceleración de respuesta espectral de diseño ( $S_a$ ) vs período ( $T$ ) es construida a partir de los parámetros de aceleración de respuesta espectral de diseño SDS y SD1 conforme se muestra en la Figura N° 5, donde:

$T_0$  : 0.2 SD1/SDS

$T_S$  : SD1/SDS

$T_L$  : es el periodo de transición (s) a partir del cual el espectro de diseño deja de ser controlado por velocidad ( $T < T_L$ ) y empieza a ser controlado por desplazamiento ( $T > T_L$ )

**Figura 5:** Curva de aceleración de respuesta espectral de diseño



**Fuente 19:** Unified Facilities Criteria 3-310-01, (edición 2017)

## **b) Parámetros de aceleración de respuesta espectral para Lima y Callao, SS y S1**

Estos parámetros pueden ser obtenidos en el sitio web de USGS Geologic Hazards Science Center, que es parte del United States Geological Survey, publica los parámetros SS y S1 requeridos para usar el International Building Code en cualquier parte del mundo, como se muestra en la Figura N° 6:

Para Lima y Callao, ubicadas en las coordenadas 12.0800°S, 77.0400°W, se tiene la siguiente información, proporcionada por la base de datos Unified Facilities Criteria 3-310-01, (edición 2017).

$$SS = 2.30 \text{ g}$$

$$S1 = 0.98 \text{ g}$$

Figura 6: Parámetros SS y S1



Fuente 20: Unified Facilities Criteria 3-310-01, (edición 2017)

### c) Categoría del riesgo

De acuerdo con la Tabla 1.5-1 del ASCE 7, a los sistemas de tuberías que son materia de este estudio les corresponde la Categoría I, considerando que representan un bajo riesgo para la vida humana en caso de una falla.

### d) Factor de importancia

Para cargas de sismo, de acuerdo con la Tabla 1.5-2 del ASCE 7, a los sistemas de tuberías les corresponde un factor de importancia de 1.00 por ser Categoría I.

#### **e) Clasificación del sitio**

El sitio puede ser clasificado como Clase A, B, C, D, E o F en base a las propiedades del suelo, siguiendo el procedimiento establecido en el Capítulo 20 del ASCE/SEI 7-10. Cuando las propiedades del suelo no son conocidas en suficiente detalle como para determinar la clasificación del sitio, se debe usar la Clase D, conforme se indica en el párrafo 11.4.2 del ASCE/SEI 7-10, a menos que la autoridad competente o un estudio geotécnico determinen la presencia de suelo Clase E o F.

#### **f) Factores de modificación de respuesta**

- $R_p$  : factor de modificación de respuesta para componentes no estructurales (componentes eléctricos y mecánicos)
- $a_p$  : factor de amplificación de respuesta para componentes no estructurales (componentes eléctricos y mecánicos)

Los valores de  $R_p$  y  $a_p$  para tuberías soldadas, diseñadas conforme a ASME B31, pueden ser obtenidos de la Tabla 13.6-1 del ASCE/SEI 7-10:

- $R_p = 12.0$
- $a_p = 2.5$

#### **g) Modelamiento estático de cargas sísmicas**

En base a la metodología del ASCE/SEI 7-10 Capítulo 13, el módulo ASCE Static Seismic Wizard del software CAESAR II, calcula los factores de gravedad que serán aplicados como cargas uniformemente distribuidas en las direcciones X y Z (horizontales) y Y (vertical). Los tres

vectores serán combinados convenientemente para abarcar todos los escenarios de sismo posibles.

#### **3.10.4. Casos de combinaciones de cargas**

En la Tabla N° 4 se muestra los casos de combinaciones de cargas considerados en esta memoria de cálculo y las verificaciones a realizar con cada uno de ellos.

Los casos L5/L6/L7/L24/L25 son usados para calcular los desplazamientos de las tuberías y verificar que estén por debajo de los límites admisibles para desplazamientos

Estos cinco casos también son usados para determinar las cargas sobre los soportes para diseñarlos estructuralmente y las cargas sobre los equipos para verificar que estén por debajo de los límites admisibles prescritos en el API 676 para las bombas y en el API 650 para los tanques de almacenamiento.

Los casos L5, L24 a L27 y L44 a L59 son usados para calcular los esfuerzos en las tuberías para verificar que estén por debajo de los límites admisibles prescritos en el ASME B31.3.

Los demás casos son usados para realizar cálculos auxiliares; todo lo cual se explica en mayor detalle a continuación.

Tabla N° 16: Combinaciones de cargas

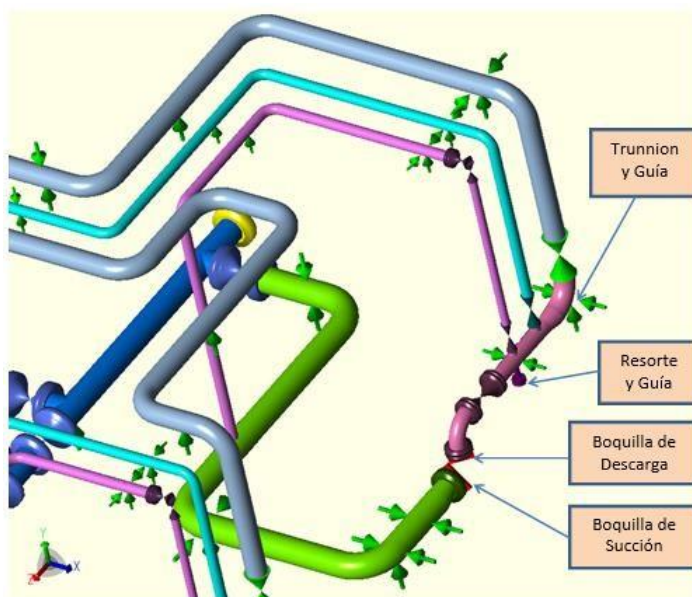
CASO	DEFINICIÓN	CODIFICACIÓN	TIPO	Desplazamiento	Cargas	Tensiones
L1	CASE 1 (HGR) L1=W	W	HGR			
L2	CASE 2 (HGR) L2=W+T1+P1	W+T1+P1	HGR			
L3	CASE 3 (HGR) L3=W+T2+P2	W+T2+P2	HGR			
L4	CASE 4 (HGR) L4=WNC+H	WNC+H	HGR			
L5	CASE 5 (HYD) L5=WW+HP+H	WW+HP+H	HYD	X	X	X
L6	CASE 6 (OPE) L6=W+T1+P1+H	W+T1+P1+H	OPE	X	X	
L7	CASE 7 (OPE) L7=W+T2+P2+H	W+T2+P2+H	OPE	X	X	
L8	CASE 8 (OPE) L8=W+T1+P1+H+U1+U2	W+T1+P1+H+U1+U2	OPE			
L9	CASE 9 (OPE) L9=W+T1+P1+H+U1+U2	W+T1+P1+H+U1+U2	OPE			
L10	CASE 10 (OPE) L10=W+T1+P1+H+U1-U2	W+T1+P1+H+U1-U2	OPE			
L11	CASE 11 (OPE) L11=W+T1+P1+H+U1-U2	W+T1+P1+H+U1-U2	OPE			
L12	CASE 12 (OPE) L12=W+T1+P1+H+U2+U3	W+T1+P1+H+U2+U3	OPE			
L13	CASE 13 (OPE) L13=W+T1+P1+H+U2-U3	W+T1+P1+H+U2-U3	OPE			
L14	CASE 14 (OPE) L14=W+T1+P1+H+U2+U3	W+T1+P1+H+U2+U3	OPE			
L15	CASE 15 (OPE) L15=W+T1+P1+H+U2-U3	W+T1+P1+H+U2-U3	OPE			
L16	CASE 16 (OPE) L16=W+T2+P2+H+U1+U2	W+T2+P2+H+U1+U2	OPE			
L17	CASE 17 (OPE) L17=W+T2+P2+H+U1+U2	W+T2+P2+H+U1+U2	OPE			
L18	CASE 18 (OPE) L18=W+T2+P2+H+U1-U2	W+T2+P2+H+U1-U2	OPE			
L19	CASE 19 (OPE) L19=W+T2+P2+H+U1-U2	W+T2+P2+H+U1-U2	OPE			
L20	CASE 20 (OPE) L20=W+T2+P2+H+U2+U3	W+T2+P2+H+U2+U3	OPE			
L21	CASE 21 (OPE) L21=W+T2+P2+H+U2-U3	W+T2+P2+H+U2-U3	OPE			
L22	CASE 22 (OPE) L22=W+T2+P2+H+U2+U3	W+T2+P2+H+U2+U3	OPE			
L23	CASE 23 (OPE) L23=W+T2+P2+H+U2-U3	W+T2+P2+H+U2-U3	OPE			
CASO	DEFINICIÓN	CODIFICACIÓN	TIPO	Desplazamiento	Cargas	Tensiones
L24	CASE 24 (SUS) L24=W+P1+H	W+P1+H	SUS	X	X	X
L25	CASE 25 (SUS) L25=W+P2+H	W+P2+H	SUS	X	X	X
L26	CASE 26 (EXP) L26=L6-L24	L6-L24	EXP			X
L27	CASE 27 (EXP) L27=L7-L25	L7-L25	EXP			X
L28	CASE 28 (OCC) L28=L8-L6	L8-L6	OCC			
L29	CASE 29 (OCC) L29=L9-L6	L9-L6	OCC			
L30	CASE 30 (OCC) L30=L10-L6	L10-L6	OCC			
L31	CASE 31 (OCC) L31=L11-L6	L11-L6	OCC			
L32	CASE 32 (OCC) L32=L12-L6	L12-L6	OCC			
L33	CASE 33 (OCC) L33=L13-L6	L13-L6	OCC			
L34	CASE 34 (OCC) L34=L14-L6	L14-L6	OCC			
L35	CASE 35 (OCC) L35=L15-L6	L15-L6	OCC			
L36	CASE 36 (OCC) L36=L16-L7	L16-L7	OCC			
L37	CASE 37 (OCC) L37=L17-L7	L17-L7	OCC			
L38	CASE 38 (OCC) L38=L18-L7	L18-L7	OCC			
L39	CASE 39 (OCC) L39=L19-L7	L19-L7	OCC			
L40	CASE 40 (OCC) L40=L20-L7	L20-L7	OCC			
L41	CASE 41 (OCC) L41=L21-L7	L21-L7	OCC			
L42	CASE 42 (OCC) L42=L22-L7	L22-L7	OCC			
L43	CASE 43 (OCC) L43=L23-L7	L23-L7	OCC			
L44	CASE 44 (OCC) L44=L24+L28	L24+L28	OCC			X
L45	CASE 45 (OCC) L45=L24+L29	L24+L29	OCC			X
L46	CASE 46 (OCC) L46=L24+L30	L24+L30	OCC			X
L47	CASE 47 (OCC) L47=L24+L31	L24+L31	OCC			X
L48	CASE 48 (OCC) L48=L24+L32	L24+L32	OCC			X
L49	CASE 49 (OCC) L49=L24+L33	L24+L33	OCC			X
L50	CASE 50 (OCC) L50=L24+L34	L24+L34	OCC			X
L51	CASE 51 (OCC) L51=L24+L35	L24+L35	OCC			X
L52	CASE 52 (OCC) L52=L25+L36	L25+L36	OCC			X
L53	CASE 53 (OCC) L53=L25+L37	L25+L37	OCC			X
L54	CASE 54 (OCC) L54=L25+L38	L25+L38	OCC			X
L55	CASE 55 (OCC) L55=L25+L39	L25+L39	OCC			X
L56	CASE 56 (OCC) L56=L25+L40	L25+L40	OCC			X
L57	CASE 57 (OCC) L57=L25+L41	L25+L41	OCC			X
L58	CASE 58 (OCC) L58=L25+L42	L25+L42	OCC			X
L59	CASE 59 (OCC) L59=L25+L43	L25+L43	OCC			X

Fuente 21: Elaboración propia

### a) Casos de cargas de resorte (HGR): L1 a L4

Se ha determinado la necesidad de usar soportes de carga variable, también llamados resortes, en las líneas de descarga de las bombas P-136 y P-136A, con la finalidad de controlar que las cargas verticales en las boquillas de descarga de las bombas estén por debajo de los valores límite prescritos en el API 676.

**Figura 7:** Ubicación de resortes, trunnions y guías en descarga de bombas



**Fuente 22:** Elaboración propia

En la Figura N° 7 se muestra esquemáticamente la descarga de la bomba P-136 de 6" Ø, que sale hacia arriba por la parte superior de la bomba y cambia de dirección con un codo de 90° a un tramo horizontal donde irá instalada una válvula de retención e irán conectadas las líneas de alivio y retorno de 4" Ø y la línea de descarga de 8" Ø.

Se ha determinado la necesidad de instalar un resorte más una guía axial en el tramo de tubería de 6" Ø, aguas abajo de la válvula de

retención, justo debajo de la tee donde se conecta la línea de alivio. La guía permite el desplazamiento axial.

También se ha determinado la necesidad de instalar un soporte rígido (trunnion) con guía axial en la parte inferior del codo de 90° de la línea de descarga de 8" Ø.

Los casos L1 a L4 son usados de manera auxiliar para diseñar los resortes y obtener su tipo, modelo y tamaño, del catálogo de un fabricante previamente seleccionado, así como las cargas de instalación inicial en frío de los resortes y las cargas de operación en caliente.

Con el caso L1 se obtiene las cargas muertas que resultarían de reemplazar cada resorte por un soporte rígido provisional y tratando de que las cargas verticales en las boquillas de descarga de las bombas sean nulas o mínimas (boquillas liberadas). Las cargas obtenidas en los soportes rígidos provisionales son designadas como cargas de diseño en caliente para los resortes.

Con el caso L2 se obtiene las cargas operativas y desplazamientos que resultan de aplicar al sistema la máxima temperatura de operación y la máxima presión de operación; este cálculo se realiza retirando los soportes rígidos provisionales y aplicando, en su lugar, las cargas de diseño en caliente previamente calculadas. Los desplazamientos verticales combinados con las cargas operativas, calculados en las ubicaciones de los resortes, sirven para calcular sus coeficientes de elasticidad y seleccionarlos del catálogo.



El caso L3 es similar al caso L2 pero los cálculos son realizados aplicando al sistema la temperatura de diseño y la presión de diseño.

El caso L4 se utiliza para determinar las cargas resultantes considerando las tuberías vacías, a la temperatura de instalación, y la aplicación de las cargas de instalación inicial en frío de los resortes.

**b) Casos de cargas de prueba hidrostática (HYD): L5**

El caso L5 es una variante de los casos de carga operativos L6 o L7 en donde se analiza el escenario de prueba hidrostática cuando la tubería está llena de agua, sin aislamiento térmico, a la temperatura de instalación, con la presión interna igual a la presión de prueba hidrostática y con las cargas de instalación inicial en frío de los resortes.

El caso de cargas de prueba hidrostática es usado para determinar los desplazamientos de las tuberías, las cargas reactivas en los equipos conectados, anclajes, soportes, guías y topes así como los esfuerzos en las tuberías.

La matriz de rigidez y los esfuerzos en la tubería se basan en su espesor nominal.

**c) Casos de cargas operativas (OPE): L6 y L7**

Los casos de cargas operativas son usados para determinar los desplazamientos de las tuberías y las cargas reactivas en los equipos conectados, anclajes, soportes, guías y topes.

Para los casos de combinaciones de cargas operativas, el código ASME B31.3 no impone límites para los esfuerzos en las tuberías (no establece esfuerzos admisibles).

Los casos de cargas operativas consideran las deformaciones térmicas producidas por el cambio de temperatura desde la temperatura de instalación  $T$  hasta la máxima temperatura de operación  $T1$  (caso L6) o hasta la temperatura de diseño  $T2$  (caso L7), de acuerdo con el párrafo 319.3.1 (b) del ASME B31.3.

Se incluye los efectos del peso propio,  $W$ , de tuberías, accesorios, válvulas, aislamiento y producto contenido, las cargas concentradas que ejercen los resortes,  $H$ , y la máxima presión de operación  $P1$  (caso L6) o la presión de diseño  $P2$  (caso L7). La matriz de rigidez y los esfuerzos en la tubería se basan en su espesor nominal.

**d) Casos de cargas operativas (OPE): L8 a L23**

Los casos L8 a L23 son usados de manera auxiliar para la simulación estática de los movimientos sísmicos.

En los casos L8 a L15 se combina el caso de carga operativa L6 (máximas temperatura y presión de operación) con movimientos sísmicos aplicados en las direcciones horizontales (ejes  $X$  y  $Z$ ) y vertical (eje  $Y$ ) y en ambos sentidos (positivo y negativo).

De igual manera para los casos L16 a L23, pero combinando sismo con el caso de carga operativa L7 (temperatura y presión de diseño).

U1 corresponde al vector sísmico en la dirección horizontal X en el sentido positivo; -U1 corresponde al sentido negativo. U3 corresponde al vector sísmico en la dirección horizontal Z en el sentido positivo; -U3 corresponde al sentido negativo. U2 corresponde al vector sísmico en la dirección vertical Y en el sentido positivo; -U2 corresponde al sentido negativo.

**e) Caso de cargas sostenidas (SUS): L24 y L25**

Los casos de cargas sostenidas son usados para determinar los desplazamientos de las tuberías y las cargas reactivas en los equipos conectados, anclajes, soportes, guías y topes así como los esfuerzos en las tuberías.

La suma de los esfuerzos longitudinales debido a cargas sostenidas, SL, tales como presión y peso en cualquier componente del sistema de tuberías no debe ser mayor que Sh que corresponde al esfuerzo admisible básico en tensión a la temperatura del metal en la condición de operación considerada, de acuerdo con el párrafo 302.3.5 del ASME B31.3.

El caso L24 considera las cargas sostenidas W (peso propio), H (cargas concentradas ejercidas por los resortes) y P1 (máxima presión de operación). Los casos de cargas sostenidas no incluyen los efectos térmicos. En el peso propio, W, se incluye los pesos de tuberías, accesorios, válvulas, aislamiento y producto contenido.

De manera similar, el caso L25 considera las W, H y P2 (presión de diseño).

Las propiedades nominales de la sección transversal de la tubería son usadas para generar la matriz de rigidez y calcular las cargas sostenidas, de acuerdo con el párrafo 319.3.5 del ASME B31.3. El espesor nominal de las tuberías menos el margen de corrosión es usado para determinar las propiedades de la sección transversal de la tubería que soporta las cargas sostenidas, de acuerdo con los párrafos 302.3.5 (c) y 320 del ASME B31.3.

**f) Caso de cargas por desplazamiento térmico (EXP): L26 y L27**

Los casos de cargas por desplazamiento térmico (o cargas de expansión) son usados para determinar los esfuerzos en las tuberías.

El caso L26 considera los efectos térmicos causados por la máxima temperatura de operación  $T_1$  para calcular los esfuerzos y compararlos con los esfuerzos admisibles prescritos por el código de diseño para este tipo de cargas, de acuerdo con el párrafo 302.3.5 del ASME B31.3.

De manera similar, el caso L27 considera los efectos térmicos causados por la temperatura de diseño  $T_2$ .

Se usa el espesor nominal de las tuberías para determinar la matriz de rigidez y los esfuerzos por desplazamiento térmico, de acuerdo con el párrafo 319.3.5 del ASME B31.3.

**g) Casos de cargas ocasionales (OCC): L28 y L43**

Los casos L28 a L43 son usados únicamente como casos auxiliares para filtrar las cargas operativas que no son de origen sísmico y luego

poder combinar las cargas sísmicas con las cargas sostenidas en los casos de cargas ocasionales L44 a L59.

#### **h) Casos de cargas ocasionales (OCC): L44 y L59**

Los casos de cargas ocasionales son usados para determinar los esfuerzos en las tuberías y compararlos con los esfuerzos admisibles prescritos por el código de diseño para este tipo de cargas, de acuerdo con el párrafo 302.3.6 del ASME B31.3.

Los casos L44 a L51 corresponden a las combinaciones de los casos de cargas sísmicas L28 a L35 con el caso de cargas sostenidas L24 (máxima temperatura de operación y máxima presión de operación).

Los casos L52 a L59 corresponden a las combinaciones de los casos de cargas sísmicas L36 a L43 con el caso de cargas sostenidas L25 (temperatura de diseño y presión de diseño).

Los casos de cargas ocasionales son el resultado de combinar los casos de cargas sostenidas con las cargas ocasionales como viento o sismo. De estas últimas sólo se ha considerado las cargas de sismo.

La suma de los esfuerzos longitudinales debido a las cargas sostenidas y los esfuerzos producidos por las cargas ocasionales (sismo) pueden ser tan altos como 1.33 veces el esfuerzo admisible. No es necesario considerar cargas ocasionales en combinación con las cargas debido a la prueba hidrostática.

### **3.11 Resultados del análisis de flexibilidad**

#### **3.11.1. Cargas reactivas en las boquillas de las bombas**

**a) Casos de combinaciones de cargas consideradas**

Los casos de combinaciones de cargas considerados para calcular las fuerzas y momentos externos, que actúan sobre las conexiones de entrada y salida de las bombas P-136 y P-136A, conforme se indicó en la Tabla N° 15, son L5/L6/L7/L24/L25.

**b) Fuerzas y momentos externos admisibles**

Por tratarse de bombas de desplazamiento positivo rotativas, el estándar que rige el diseño de las bombas P-136 y P-136A es el API 676.

Según dicho estándar, la magnitud de las fuerzas y momentos que pueden ser aplicados simultáneamente a las conexiones de entrada y salida, bajo las condiciones de operación, debe ser especificada por el vendedor (acápite 6.7 del API 676).

Sin embargo, como dicha información no está disponible (en el caso de la bomba existente P-136: el propietario no ha proporcionado la información; en el caso de la nueva bomba P-136A: aún no ha sido adquirida), el API 676 prescribe, en su Tabla 2, los valores que, como mínimo, deben soportar las conexiones de entrada y salida, en función del tamaño nominal de dichas conexiones.

**c) CAESAR II**

Los resultados obtenidos con el software CAESAR II están en el anexo 2, donde se reporta las cargas transmitidas por el sistema de

tuberías a las conexiones de entrada y salida de las bombas: fuerzas y momentos.

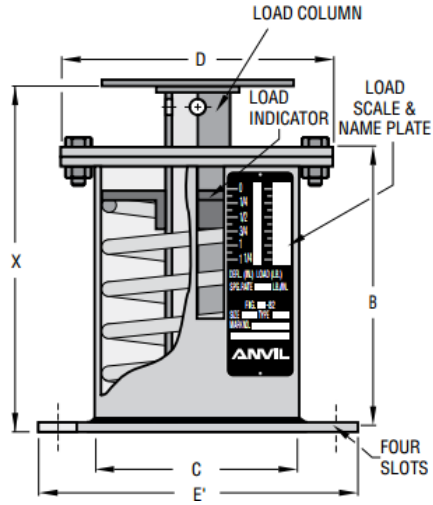
En el mismo anexo se muestra los valores límite prescrito por el API 676 y la comparación mediante el método SRSS con las cargas transmitidas por el sistema de tuberías. El método SRSS consiste en obtener la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de los cocientes entre cada una de las cargas aplicadas sobre la correspondiente carga límite; la raíz cuadrada debe ser menor que 1. El valor calculado del SRSS está por debajo de 1.

### **3.11.2. Diseño de los resortes**

Los resultados obtenidos para los resortes considerados en el sistema están indicados en el anexo 3, en el cual se indica las cargas actuantes para los diferentes casos de combinaciones de cargas analizados (L5/L6/L7/L24/L25), los movimientos vertical y lateral, el coeficiente de elasticidad y las cargas de instalación inicial en frío y las cargas de operación en caliente. También se indica los resortes seleccionados: del fabricante ANVIL, Fig. 82 Tipo F, tamaño 10, que se muestra en la siguiente figura:

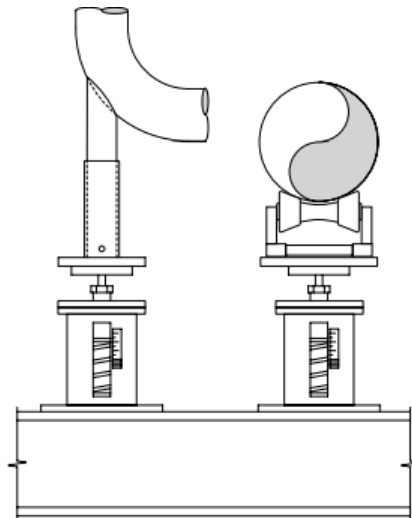
**Figura 8:** Resorte de fabricante ANVIL

**Fig. 82 Type F**



**Fuente 23:** Catálogo resortes ANVIL

**Figura 9:** Instalación típica de resorte



**Fuente 24:** Catálogo resortes ANVIL



### **3.11.3. Esfuerzos en las tuberías**

#### **a) Casos de combinaciones de cargas considerados**

Los casos de combinaciones de cargas considerados para analizar los esfuerzos en las tuberías, conforme se indicó en la Tabla N° 4, son L5, L24 a L27 y L44 a L59.

#### **b) Esfuerzos admisibles**

Los esfuerzos admisibles dependen del tipo de carga.

Los esfuerzos admisibles para cargas sostenidas (L24 y L25) y cargas de expansión (L26 y L27) se rigen por el acápite 302.3.5 del ASME B31.3.

Los esfuerzos admisibles para cargas ocasionales (L44 a L59) se rigen por el acápite 302.3.6 del ASME B31.3. Esto también aplica a las cargas de prueba hidrostática (L5).

#### **c) Resultados obtenidos CAESAR II**

Los resultados obtenidos con el software CAESAR II están en el anexo 4, donde se reporta, de manera segregada para cada uno de los casos de combinaciones de cargas analizados, los valores máximos de los distintos tipos de esfuerzos que se presentan en las tuberías (axial, flexión, torsión, circunferencial y máximo esfuerzo de intensificación) y en qué nodo ocurren dichos máximos.

También se reporta el máximo esfuerzo combinado (Code Stress) según el código de diseño, el correspondiente esfuerzo admisible (Allowable Stress) y el Ratio en porcentaje.

En todos los casos se verifica que los esfuerzos presentes en las tuberías están por debajo de los esfuerzos admisibles (Ratio < 100%).

#### **3.11.4. Cargas reactivas en los soportes**

##### **a) Casos de combinaciones de cargas considerados**

Los casos de combinaciones de cargas considerados para analizar las cargas reactivas en los soportes, conforme se indicó en la Tabla N° 15, son L5/L6/L7/L24/L25.

##### **b) Resultados obtenidos**

Se determinó las cargas reactivas sobre cada tipo de soporte a fin de proveer información al especialista estructural para que pueda elaborar el diseño de los soportes, pero el diseño estructural de los soportes no está dentro del alcance de esta memoria de cálculo.

Los resultados obtenidos con el software CAESAR II están en el anexo 5, donde se reporta las cargas transmitidas a los soportes por el sistema de tuberías.

Como parte de esta memoria de cálculo se presenta los planos: IDT-ID-106-T-PL-100A/B/C: SOPORTES: DISTRIBUCIÓN Y TIPIFICACIÓN donde los soportes están identificados mediante un número correlativo y un número de nodo y la codificación concerniente al tipo de soporte.

#### **3.11.5. Desplazamiento en las tuberías**

##### **a) Casos de combinaciones de cargas considerados**

Los casos de combinaciones de cargas considerados para analizar los desplazamientos en las tuberías, conforme se indicó en la Tabla N° 15, son L5/L6/L7/L24/L25.

#### **b) Desplazamientos admisibles**

El criterio para establecer los desplazamientos admisibles es que las tuberías no colisionen con otros componentes adyacentes: tuberías, válvulas, accesorios, equipos, estructuras. Si los desplazamientos calculados son superiores a 75 mm se debe comprobar la distancia requerida entre las tuberías y los componentes adyacentes.

La flecha (desplazamiento vertical) admisible en tuberías será igual a  $L/200$  o 12,5 mm, el que sea menor; como el máximo vano  $L$  es 6000 mm, la flecha admisible es 12,5 mm.

#### **c) Resultados obtenidos**

Los resultados obtenidos con el software CAESAR II están en el anexo 6.

El anexo 6 está dividido en cinco partes: 6.1, 6.2, 6.3, 6.4 y 6.5 que corresponden a los casos L5/L6/L7/L24/L25, respectivamente. Se presenta en el anexo los desplazamientos de traslación DX, DY Y DZ y de rotación RX, RY y RZ: Al principio de cada una de las partes del anexo se muestra los máximos desplazamientos y en qué nodo ocurren.

En todos los casos se verifica que los desplazamientos presentes en las tuberías están por debajo de los desplazamientos admisibles.

### **3.11.6. Cargas reactivas en las boquillas de los tanques**

#### **a) Casos de combinaciones de cargas considerados**

Los casos de combinaciones de cargas considerados para calcular las fuerzas y momentos externos, que actúan sobre las boquillas de los tanques de almacenamiento T-3A y T-9, conforme se indicó en la Tabla N° 15, son L5/L6/L7/L24/L25.

#### **b) Fuerzas y momentos externos admisibles**

Por tratarse de tanques de almacenamiento atmosférico de hidrocarburos, del tipo vertical, cilíndrico, sobre superficie, cerrado y soldado, el estándar que rige el diseño de los tanques T-3A y T-9 es el API 650.

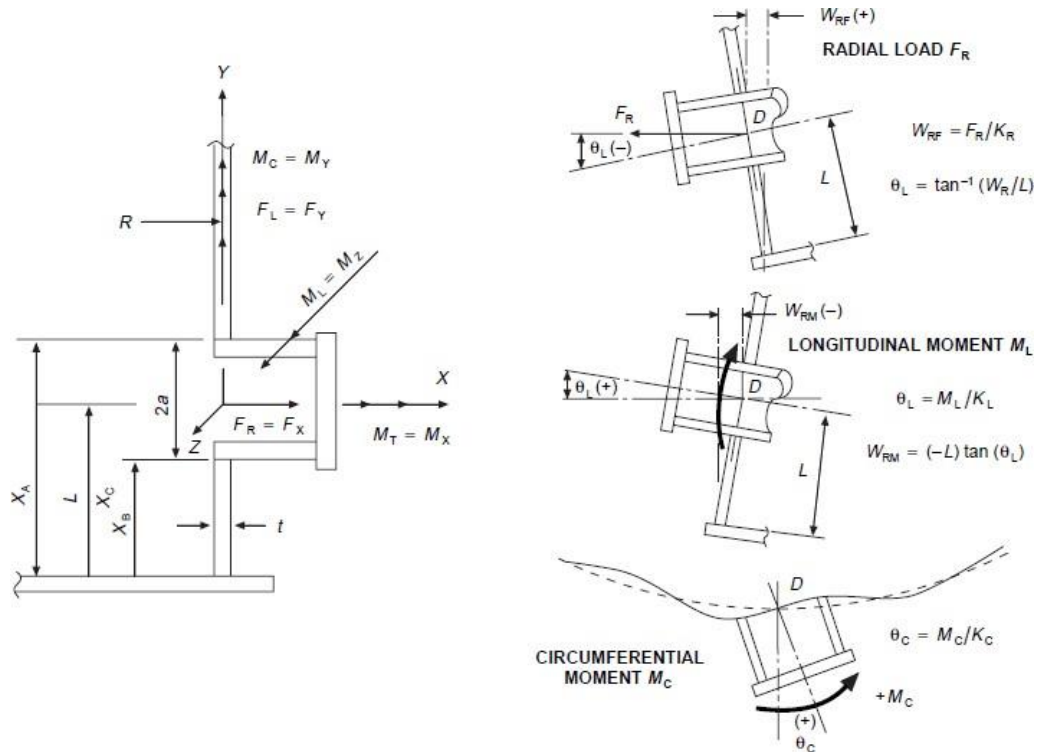
La magnitud de las fuerzas y momentos que pueden ser aplicados simultáneamente a las boquillas, bajo las condiciones de operación, son determinadas en base al Anexo P del API 650. Dicho anexo es mandatorio para tanques de diámetros de más de 36 m; para tanques de diámetros menores sólo es mandatorio si así está especificado por el propietario. Para un diseño con resultado conservador, en esta memoria de cálculo se ha considerado aplicar el Anexo P aunque no se tenga información respecto a si el propietario ha especificado el uso de dicho anexo.

En el Anexo P se presenta dos procedimientos diferentes para determinar las cargas externas en las boquillas del cilindro; el procedimiento de la sección P.2 se basa en cargas límite; la sección P.3 se basa en esfuerzos admisibles. En esta memoria de cálculo se ha usado la sección P.2 que representa la práctica aceptada para el diseño de las boquillas ubicadas en la mitad inferior del anillo inferior del cilindro.

Aunque las cargas que el sistema de tuberías impone al tanque constan de un conjunto de tres fuerzas primarias y tres momentos primarios, correspondientes a los ejes octogonales X, Y y Z, sólo la fuerza FR y dos momentos ML y MC, son normalmente considerados como causas significativas de deformación del cilindro.

FR es la fuerza radial, perpendicular a la superficie del cilindro (axial para la tubería); ML es el momento longitudinal, horizontal y tangente a la superficie del cilindro (horizontal y perpendicular para la tubería); MC es el momento circunferencial, vertical (perpendicular a la tubería). Esta nomenclatura se puede ver en la siguiente figura extraída del API 650.

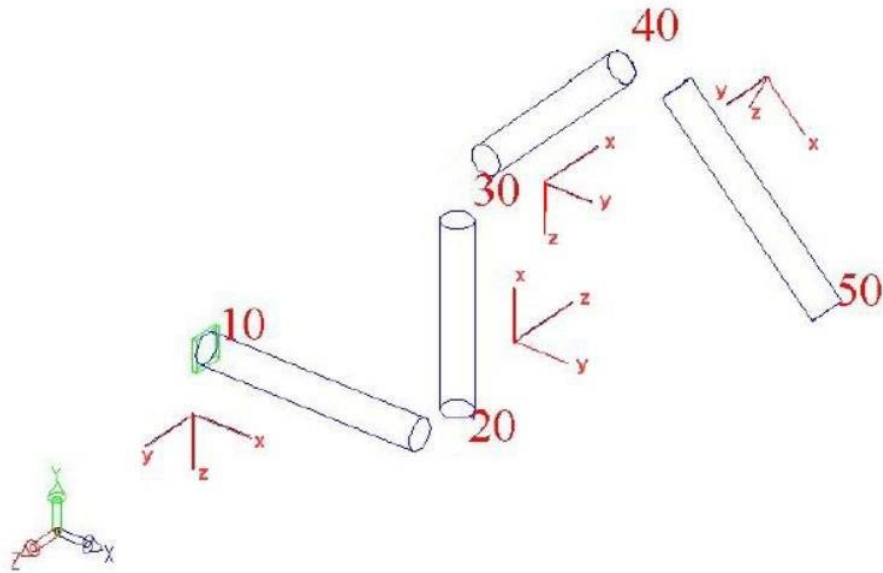
**Figura 10:** Nomenclatura para Cargas Externas en Boquillas según API 650



**Fuente 25:** API 650 (edición 2013)

Esta nomenclatura debe ser concordada con la nomenclatura usada por el software CAESAR II para definir el sistema local de coordenadas de tuberías. En la Figura N° 11 se muestra que los sistemas de coordenadas locales de las tuberías están definidos con los ejes x-y-z (nótese las letras minúsculas), a diferencia del sistema de coordenadas globales que está definido con los ejes X-Y-Z (nótese las mayúsculas).

**Figura 11:** Sistemas de Coordenadas Locales de Tuberías según CAESAR II



**Fuente 26:** Elaboración propia

Por tanto, se puede establecer la siguiente equivalencia en la Tabla N° 16, considerando que el sentido de la numeración de los nodos de las tuberías en el modelo 3D, correspondiente a la simulación en el software CAESAR II, va desde fuera del tanque hacia la pared del tanque.

**Tabla N° 17:** Equivalencias de Sistemas de Coordenadas

	Sistema de Coordenadas Locales para tuberías horizontales según software CAESAR II	Sistema de Coordenadas para cargas en boquillas según API 650 Annex P	Dirección, en el punto de aplicación, respecto a la pared del cilindro
Fuerza radial externa aplicada	fx	-F <sub>R</sub>	Horizontal, radial
Momento Longitudinal externo aplicado	my	-M <sub>L</sub>	Horizontal, tangencial
Momento Circunferencial externo aplicado.	mz	-M <sub>C</sub>	Vertical

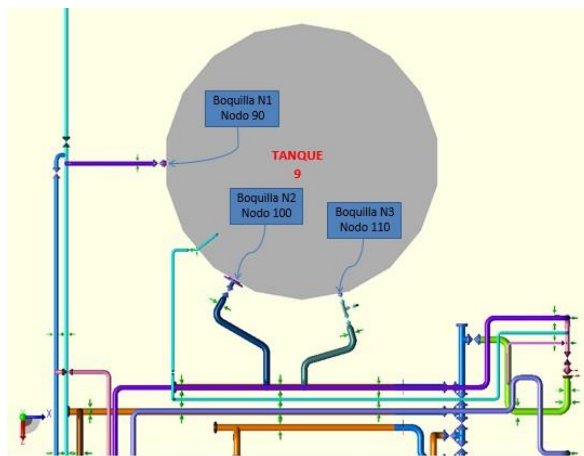
**Fuente 27:** Elaboración propia

### c) Resultados obtenidos

Los resultados obtenidos con el software CAESAR II están en el anexo 7, donde se reporta las cargas transmitidas por el sistema de tuberías a las boquillas de los tanques: fuerzas y momentos.

En la Figura N° 12 se muestra la distribución de las boquillas analizadas en el Tanque N° 9; los valores límite para las cargas sobre las boquillas de dicho tanque, calculados con el software TANK, como resultado de la aplicación del API 650, se muestran en el anexo 8.

**Figura 12:** Boquillas del tanque 9

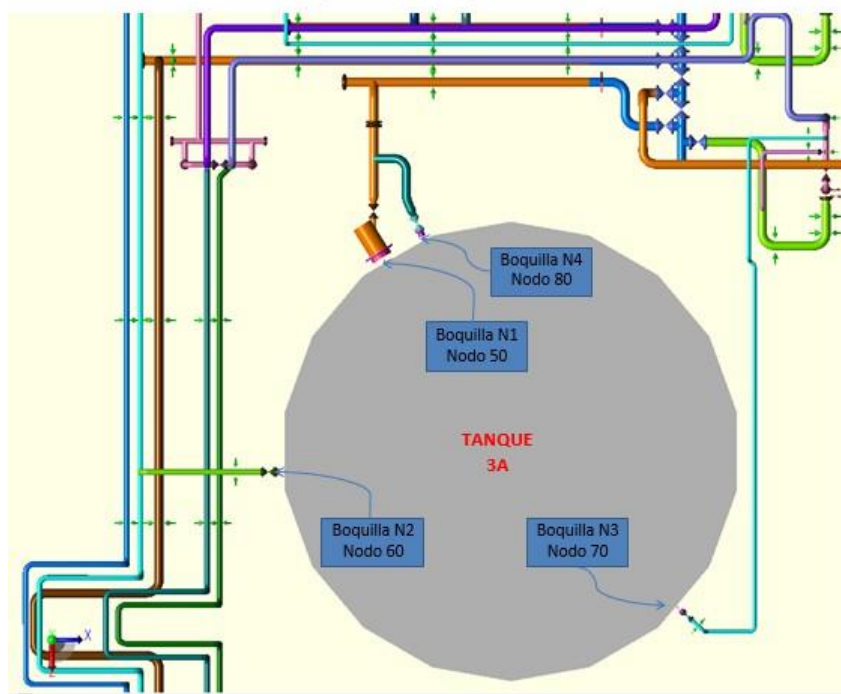


**Fuente 28:** Elaboración propia

En la Figura N° 13 se muestra la distribución de las boquillas analizadas en el Tanque N° 3A; los valores límite para las cargas sobre las boquillas de dicho tanque, calculados con el software TANK, como resultado de la aplicación del API 650, se muestran en el anexo 9.



**Figura 13:** Boquillas del tanque 3A



**Fuente 29:** Elaboración propia

El efecto de la aplicación combinada de la fuerza radial FR y el momento longitudinal ML debe ser verificado mediante la construcción del nomograma de la Figura P.5A del Anexo P del API 650; la aplicación combinada de la fuerza radial FR y el momento circunferencial MC debe ser verificada con el nomograma de la Figura P.5B.

Estas verificaciones están en el anexo 10 para el tanque T-9 y en el anexo 11 para el tanque T-3A.

En todos los casos, las cargas externas están por debajo de los valores límite.

### **3.11.7. Conclusión sobre la performance del sistema de tuberías**

El sistema de tuberías está correctamente diseñado de modo que se satisface los requisitos del código ASME B31.3, respecto a desplazamientos y esfuerzos admisibles.

Los esfuerzos calculados sobre las tuberías y sus componentes están al 62% de los esfuerzos admisibles correspondientes para las condiciones de máximas presión y temperatura de operación y a un nivel de 86% para las condiciones de presión y temperatura de diseño.

Los desplazamientos horizontales de las tuberías están por debajo de 23 mm en el eje X y 67 mm en el eje Z; y los verticales en el eje Y (flechas) por debajo de 7 mm.

Las cargas transmitidas a bombas y tanques están por debajo de los valores admisibles prescritos en sus respectivos códigos de diseño (API 676 y API 650, respectivamente).

Ver planos TEC6-PR-18-210-136-001, TEC6-PR-18-210-136-002, TEC6-PR-18-210-136-003 y TEC6-PR-18-210-136-005.

Se ha determinado los tipos y ubicaciones de los soportes y se ha calculado las cargas reactivas, que servirán para el diseño estructural de los soportes. Ver planos TEC6-PR-18-210-136-004, TEC6-PR-18-210-136-005, TEC6-PR-18-210-136-100A, TEC6-PR-18-210-136-100B y TEC6-PR-18-210-136-100C.

### **3.12 Selección de bomba**

#### **a) Flujo de diseño**

Son equipos existentes, cuyos flujos de diseño están indicados en la Tabla N° 4 (Bombas de asfalto).

#### **b) Válvula de control**

La pérdida de presión a través de las válvulas de control es función de las pérdidas dinámicas del sistema. Las válvulas de control se diseñarán en un rango de apertura normal del 75% a un mínimo del 20%.

#### **c) Cabezal neto de succión positiva (NPSH)**

Para las simulaciones de procesos y el respectivo cálculo del NPSHd se tomó el dato de la diferencia de alturas más crítica entre la boquilla del tanque T-3A y la succión de las bombas que es de 621 mm (1.9 pies).

#### **d) Altimetría de la ubicación de las bombas**

Se consideró que dicho valor es 10.0 m.s.n.m.

### **3.12.1. Dimensionamiento de la bomba**

Hallando la potencia del motor:

$$P_b = \rho \cdot g \cdot Q \cdot h_b = \gamma \cdot Q \cdot h_b$$

Donde:

$P_b$  : Potencia teórica (HP)

$\rho$  : Densidad (kg/m<sup>3</sup>)

$g$  : Gravedad (m/s<sup>2</sup>)

$\gamma$  : Peso específico (N/m<sup>3</sup>)

$Q$  : Caudal (m<sup>3</sup>/s)

$h_b$  : Altura dinámica de la bomba (metros)

Datos:

Peso específico	: 960 kg/m <sup>3</sup> a 150°C
Gravedad	: API 7.2 m/s <sup>2</sup>
Velocidad	: 0.762 m/s
Área	: 0.04 m <sup>2</sup> (tubería de 8"Ø)
Altura	: 0.621 m

Reemplazando:

$$P_b = 960 \times 7.2 \times 0.04 \times 0.621$$

$$P_b = 128 \text{HP}$$

Según el API 676 exige que la potencia nominal del motor sea al menos un 110% mayor a cualquier consumo de potencia que pueda requerir la bomba en cualquier punto de operación.

Entonces seleccionaremos una bomba de 150 HP

Las condiciones de diseño para la nueva bomba de asfalto P-136A serán las siguientes:

- El flujo de diseño de 560 gpm fue determinado en la ingeniería básica.
- Las condiciones de operación y propiedades de transporte para la nueva bomba corresponderán al flujo de diseño y a la temperatura de despacho de 250 °F que fue determinado en la ingeniería básica.
- Para la especificación de la nueva bomba P-136A se utilizará la norma API-676.

- Se adjunta la datasheet en el anexo 12.

### **3.13 Selección de válvulas**

#### **a) Válvula de alivio**

Se instalarán válvulas de alivio en la descarga de las bombas de desplazamiento positivo, con una sobrepresión del 10%; la contrapresión variable (Backpressure) será la altura del líquido en el tanque cuyo valor máximo aproximado, dependiendo de la altura máxima del líquido en el tanque será de 18 psig más la presión atmosférica (Total: 32.7 psig).

La datasheet de la válvula de alivio se encuentra en el anexo 13.

#### **b) Válvula compuerta**

Se instalarán válvulas compuerta de vástago ascendente con una presión de trabajo de 150 psig. El diámetro y espesor de las bridas según norma ANSI B16 Clase 150#. La datasheet de la válvula compuerta se encuentra en el anexo 14.

#### **c) Válvula check**

Se instalarán válvulas check de tipo lengüeta con una presión de trabajo de 150 psig. El diámetro y espesor de las bridas según norma ANSI B16 Clase 150#. La datasheet de la válvula check se encuentra en el anexo 15.

### **3.14 Aislamiento térmico**

#### **a) Espesor del aislamiento térmico**

Para determinar el espesor del aislante se tendrá en cuenta la especificación del estándar 1-14-0 de la UOP (“Steam Heat Tracing”) para aislamiento térmico externo de tuberías. A continuación se muestran las

tablas para determinar el espesor del aislante térmico (silicato de calcio) para conservación del calor y protección del personal.

**Tabla N° 18:** Equivalencias de Sistemas de Coordenadas

Diámetro Nominal, in	Temperatura, °F									
	70 - 300	301 - 400	401 - 600	601 - 800	801 - 1000	1001 - 1100	1101 - 1200	1201 - 1300	1301 - 1400	1401 - 1500
	Espesor del Aislamiento, in									
<b>2</b>	1 ½"	1 ½"	2	3	3 ½"	3 ½"	4	4	4 ½"	5
<b>3</b>	1 ½"	2	2 ½"	3 ½"	3 ½"	4	4	4 ½"	5	5 ½"
<b>4</b>	1 ½"	2	2 ½"	3 ½"	4	4	4 ½"	5	5 ½"	6
<b>6</b>	2	2	3	3 ½"	4	4 ½"	4 ½"	5	5 ½"	6
<b>8</b>	2	2 ½"	3	4	4 ½"	4 ½"	5	5 ½"	6	6 ½"
<b>10</b>	2	2 ½"	3	4	4 ½"	5	5	5 ½"	6	7
Una capa de aislamiento					Múltiples capas de aislamiento					

**Fuente 30:** Elaboración propia

Según los diámetros de tubería a utilizar y la temperatura de trabajo se seleccionará un aislamiento térmico de espesor de 2.5" (63.5 mm).

## b) Cantidad de venas

La cantidad de venas de calentamiento requeridos por una tubería que ha de ser calentada, se seleccionará de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla N° 19: Cantidad de venas de calentamiento

Diámetro de la Tubería	Vena de Calentamiento	
	Cantidad	Diámetro
Hasta 3"	1	3/4"
De 4" a 6"	2	
<b>De 8" a 10"</b>	<b>3</b>	

Fuente 31: Elaboración propia

## c) Longitud de las venas de calentamiento

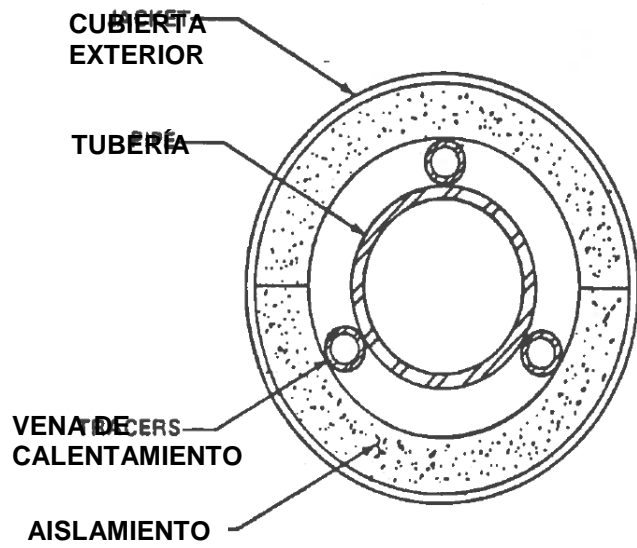
La longitud máxima de las venas de calentamiento de 3/4" será de 60m para vapor con una presión de 70psig ó mayor y 40m para vapor con una presión menor a 70psig.

## d) Arreglo de las venas de calentamiento

A continuación se muestran los siguientes arreglos de las venas de calentamiento de acuerdo al estándar de la compañía Universal Oil Products.

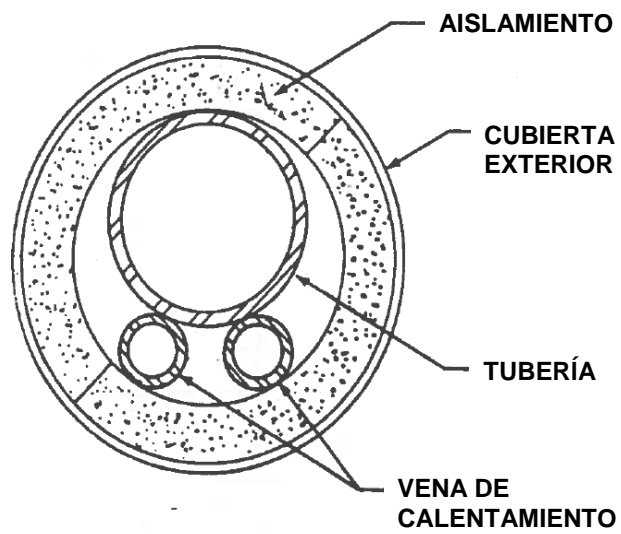
Nota: Se adjunta la hoja de datos técnicos del aislamiento térmico en el anexo 16.

**Figura 14:** Arreglo para tres venas de calentamiento



**Fuente 32:** Elaboración propia

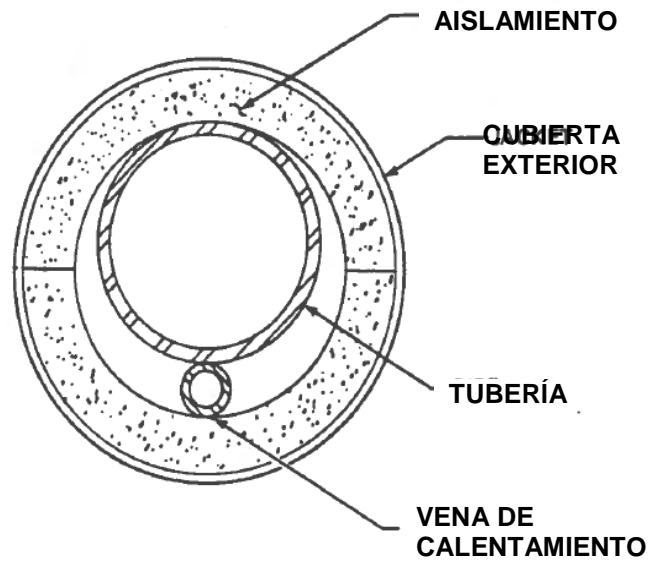
**Figura 15:** Arreglo para dos venas de calentamiento



**Fuente 33:** Elaboración propia



**Figura 16:** Arreglo para una vena de calentamiento



**Fuente 34:** Elaboración propia

### **3.15 Sistema de recubrimiento de tuberías**

Se utilizara un sistema de recubrimiento de 2 capas resistente a altas temperaturas con la marca Sherwin Williams, quien cumple con los estándares requeridos para la protección del sistema de tuberías a instalar.

#### **a) Normas y/o especificaciones aplicables**

- Norma NTP ISO 9001:2001, Sistema de Gestión de Calidad
- SSPC: Society for Protective Coatings
- ASTM: American Society for Testing and Materials

**Tabla N° 20:** Tipos de preparación de superficie

Organización	Norma	Descripción
SSPC	SP1	Solvent Cleaning
SSPC	SP2	Hand Tool Cleaning
SSPC	SP3	Power Tool Cleaning
SSPC	SP11	Power Tool Cleaning to Bare Metal
SSPC	SP5/NACE N°1	White Blast Cleaning
SSPC	AB2	Abrasive specification/Cleanliness of Recycled Ferrous Metallic Abrasives
SSPC	AB3	Abrasive specification/Newly Manufactured or Re-Manufactured Steel Abrasives
SSPC	Vis1	Guide and Reference Photographs for Steel Surfaces Prepared by Dry Abrasive Blast Cleaning
SSPC	Guide 15	Field Methods for Retrieval and Analysis of Soluble Salts on Steel and Other Nonporo.
SSPC	PA1	Shop, Field, and Maintenance Painting of Steel
SSPC	PA2	Measurement of Dry Coating Thickness With Magnetic Gages
SSPC	PA17	Procedure for Determining Conformance to Steel Profile/Surface Roughness/Peak Count Requirements
ASTM	D 1640	Standard Test Methods for Drying, Curing, or Film Formation of Organic Coatings
ASTM	D 3276	Standard Guide for Painting Inspectors (Metal Substrates)
ASTM	D 4228	Standard Practice for Qualification of Coating Applicators for Application of Coatings to Steel Surfaces

**Fuente 35:** Norma NACE / SSPC

**Tabla N° 21:** Tipos de preparación de superficie

ASTM	D 4285	Standard Test Method for Indicating Oil or Water in Compressed Air
ASTM	D 4940	Standard Test Method for Conductimetric Analysis of Water Soluble Ionic Contamination of Blasting Abrasives
ASTM	D 4417	Field Measurement of Surface Profile of Blast Cleaned Steel
ASTM	E 337	Measuring Humidity with a Psychrometer
ASTM	D 4414	Measurement of Wet Film Thickness by Notch Gages
ASTM	D 4541	Standard Test Method for Pull-Off Strength of Coatings Using Portable Adhesion Testers
ISO	8502-3	Loose particulate present on a steel surface prepared for painting arising from blast cleaning

**Fuente 36:** Norma NACE / SSPC

## b) Preparación de superficie

Tabla N° 22: Tipo de preparación de superficie

Tipo	Zona	Norma
Limpieza mediante Chorro abrasivo a metal blanco	Exterior	SSPC-SP5/NACE N°1

Perfil de Rugosidad: 1.5 – 2.5 mils

Fuente 37: Norma NACE / SSPC

## c) Sistema de pintura para exterior

Tabla N° 23: Sistema de pintura a aplicar

Capa	Pintura	EPS (mils)
Base	Zinc clad II	3.0 - 4.0
Acabado	Sumaterm 550 HS	1.0 - 2.0
EPS TOTAL (mils)		4.0 - 6.0

Fuente 38: Elaboración propia

Se adjunta procedimiento de trabajo y registros de pintura en el anexo

17.

## d) Hojas técnicas

- Zinc Clad II
- Sumaterm 550 HS

Se adjuntan hojas técnicas en el anexo 18.

**Tabla N° 24:** Hoja técnica Zinc Clad II

PRODUCTO	Diluyente	%Sólidos Volumen	Proporción de mezcla	Pot life a 25° C	Repintado a 25°C	
					min	máx
Zinc Clad II	P30	62±2	Kit de resina y filler de Zinc Clad II (1 galón)	5 horas	10 horas	Sin limite

Aplicación	% dilución vol.	Boquilla	Presión de atomización (psi)
Equipo Airless	Hasta 10%	0.017" - 0.019"	1800 - 2500
Equipo Convencional	Hasta 20%	FF o FX 704.	50
Brocha o rodillo	---	---	---

**Fuente 39:** Hojas técnicas Sherwin Williams

**Tabla N° 25:** Hoja técnica Sumaterm 550 HS

PRODUCTO	Diluyente	%Sólidos Volumen	Proporción de mezcla	Pot life 25° C	Repintado a 25°C	
					min	máx
Sumaterm 550 HS	P30 ó P33	55±2	1 galón	60 min	No es repintable	

Aplicación	% dilución vol.	Boquilla	Presión de atomización (psi)
Equipo Airless	No es necesario	0.011" - 0.015"	1800-2200
Equipo Convencional	No es necesario	FF-FX	50
Brocha o rodillo	No es necesario	---	---

**Fuente 40:** Hojas técnicas Sherwin Williams

### e) Limpieza previa (preparación de superficie)}

Eliminar mediante herramientas manuales y/o mecánicas de acuerdo a norma SSPC-SP2 y SSPC-SP3: escoria, salpicaduras de soldadura, rebabas de soldadura entre otros, así mismo si se encuentran filos cortantes deben ser redondeados.

- **SSPC-SP2:** Limpieza Manual: Deberá eliminarse de la superficie de acero todo el óxido de la laminación y la herrumbre que se encuentre sin adherir, al igual que la pintura vieja que no se encuentre firmemente adherida. Finalmente se limpiará la superficie con aire limpio y seco o un cepillo limpio. La superficie debe adquirir un suave brillo metálico. La limpieza se efectuará con herramientas manuales en buen estado, tales como: lijas, cepillos de acero y otros. SSPC-SP3: Limpieza Mecánica: Consiste en un raspado, cepillado o esmerilado con equipo motriz de una manera muy minuciosa. Se deberá eliminar todo el óxido de laminación, la herrumbre y la pintura que no se encuentre bien adherida. Al término de la limpieza la superficie deberá presentarse rugosa y con un claro brillo metálico. En este tipo de limpieza debe cuidarse de no pulir la superficie metálica a fin de lograr una buena adherencia de las pinturas a la base.
- **SSPC-SP1:** Limpieza con Solventes: Eliminar grasas, aceites, lubricantes de corte y toda otra presencia de material soluble de la superficie de acero utilizando para estos efectos algunos de los

siguientes métodos: escobillas o trapos limpios embebidos en solventes, pulverización de solventes clorados, detergentes alcalinos, etc. Esta limpieza se considera previa a todo tipo, ya no deben existir grasas o aceites sobre la superficie que se protegerá.

#### **f) Limpieza mediante chorro abrasivo**

- **SSPC-SP5:** Limpieza mediante Chorro Abrasivo a Metal Blanco: Limpieza que se logra haciendo impactar una partícula abrasiva sobre la superficie, que al chocar desprende las partículas extrañas a la base dejando una huella en la zona de impacto. El grado de metal blanco consiste en una limpieza de manera tal que la superficie se apreciará de un color gris blanco uniforme y metálico. La superficie mirada sin aumentos deberá estar libre de toda contaminación y apreciarse levemente rugosa para formar un perfil adecuado que permita un buen anclaje de los revestimientos.

#### **g) Condiciones ambientales**

Tener presente las condiciones ambientales para el pintado

- % Humedad Relativa < 85.0 %
- T ° superficie entre 10°C - 40 ° C
- T ° superficie – T ° rocío ≥ 3.0 ° C

Ciertos productos pueden presentar una limitación de condiciones ambientales diferente, consultar la hoja técnica del producto y al Departamento Técnico del proveedor.

Las condiciones ambientales deben ser tomadas en cuenta para toda aplicación de recubrimientos, el aplicar bajo condiciones ambientales no aptas, puede traer consecuencias de falla por desprendimiento, ampollamiento o un acabado diferente al esperado o cualquier otro defecto que disminuya la vida útil normal del recubrimiento.

### **3.16 Instalación de tuberías y equipos**

#### **a) Objetivo**

Esta especificación establece los requisitos generales para la ejecución de trabajos de instalación de tuberías, de sus accesorios y de los equipos relacionados con ellas.

#### **b) Campo de aplicación**

Esta especificación se aplica a las instalaciones de tuberías en plantas, oleoductos o gasoductos.

#### **c) Referencias**

Norma ANSI/ASME # B16.5: Pipe Flanges and Flanged Fittings.

Norma ANSI/ASME # B16.20: Ring-Joint Gaskets and Grooves for Steel Pipe Flanges.

Norma ANSI/ASME # B16.21: Nonmetallic Flat Gaskets for Pipe Flanges.

Norma ASTM # F-104: Standard Classification System for Nonmetallic Gasket Materials.

#### **d) Instalación**

Se verificará cada tubo antes de colocarlo, con la finalidad de asegurarse de su limpieza. Cuando los tapones de protección hayan sido removidos o

malogrados, cuando haya indicios de posible la tubería deberá ser limpiada antes de colocarla para el armado y soldadura. Esto se puede hacer mediante un trapeado adecuado y de ser necesario, mediante una limpieza con aire comprimido. La tubería se limpiará mediante una bolsa, de cuero o lona, parcialmente inflada; o cualquier dispositivo similar, la cual se irá jalando con una cuerda por dentro del tubo conforme se van colocando los sucesivos tramos de tubería. Los extremos abiertos de los tubos deberán ser taponados, al final de cada jornada de trabajo, con un tipo de sello que impida que el agua, tierra u otro material extraño penetre en la tubería. Los tapones en cuestión no se removerán hasta que el trabajo se reanude.

Deberá tenerse mucho cuidado con la manipulación de la tubería para evitar que se aplaste, distorsione, raye o sufra cualquier otro daño. En caso de que la tubería tenga cubierta protectora, pintura, cinta, etc., se tendrá especial cuidado en no dañarla. No se permitirá arrastrar o deslizar la tubería; y sus tapones protectores no se removerán mientras no esté lista para su inmediata instalación.

Cuando se indique pintura, la tubería deberá ser pintada de acuerdo a la recomendación del fabricante de pintura y según lo dispuesto en los planos y/o el expediente técnico.

Todas las soldaduras se harán de acuerdo con el Código ASME, Sec VIII, Div. 1, parte UW.

#### **e) Pruebas e inspecciones**



Se realizara el ensayo de líquidos penetrantes a cada junta después de realizar el pase de raíz y esta será inspeccionada por un inspector PT nivel 2.

Se realizara una inspección visual a cada junta soldada por parte de un Inspector IVS nivel 2.

Se realizara el ensayo de ultrasonido al 20% del total de las juntas soldadas y estas serán inspeccionadas por un inspector UT nivel 2.

Se realizarán pruebas hidrostáticas de las tuberías y válvulas tipo compuerta de acuerdo al instructivo Prueba hidrostática de tuberías y válvulas.

**f) Certificados de calidad**

Se mantendrá registros escritos de la inscripción de materiales, tuberías y equipos, con certificados de calidad y planilla de control dimensional. Se mantendrá registros de pruebas de ultrasonido y otros ensayos no destructivos indicados.

**3.17 Especificación de soldadura de tuberías**

**a) Objetivo**

Esta especificación establece los requisitos de ejecución de uniones soldadas a tope para tuberías de acero al carbono.

**b) Campo de aplicación**

Esta especificación se aplica a tuberías de acero al carbono para agua, vapor, gas, petróleo y derivados. No se aplica en oleoductos ni gasoductos.

**c) Referencias**

- Norma API 1104: Soldadura de tuberías e instalaciones relacionadas -
- ASNT1-RP SNT-TC-1A: Calificación de personal y certificación en NDT
- Norma ANSI/ASME B-31.3: ASME code for pressure piping. Chemical Plant and Petroleum Refinery Piping.
- Especificación Procedimiento de Soldadura del Proyecto (WPS)

#### **d) Requisitos**

##### **Materiales**

Tubería: Acero ASTM A-53 GrB - API-5L

Electrodos: ASTM A-233.

-Pase de raíz: Clase AWS E-6010.

-Caliente, Relleno y Acabado: Clase AWS E-6010 o E-7010

#### **e) Almacenamiento de electrodos**

Los electrodos deberán ser almacenados en lugares secos. Si el envase ha sido abierto, los electrodos que no se utilicen deberán mantenerse en un horno a temperatura no menor de 60°C.

#### **f) Personal**

Los trabajos de soldadura de tuberías solo podrán ser ejecutados por soldadores calificados.

#### **g) Equipos para Ejecución**

La soldadura de tuberías se ejecutará únicamente con equipos para soldar por arco eléctrico, de corriente continua.

#### **h) Preparación**

Los extremos de las tuberías a soldar deberán ser biselados por proceso mecánico (torno o similar) o con equipo de oxicorte. En caso de utilizarse equipo de oxicorte, se acabará la preparación con esmeril y escobilla metálica, para remover imperfecciones y obtener una superficie suave.

Inmediatamente antes de soldar, los bordes biselados deberán ser limpiados de óxido, grasa, pintura o cualquier otro material extraño, hasta obtener metal blanco brillante.

#### **i) Ejecución**

Los diámetros de electrodos y corrientes a utilizar, serán los indicados en la Especificación de Procedimiento de Soldadura (WPS), previamente establecido y calificado (PQR).

Se utilizará corriente continua con polaridad invertida (electrodo positivo).

Deberán usarse abrazaderas y/o sujetadores externos, a fin de prevenir posibles desalineamientos y/o deformaciones producidas por la soldadura. Estas no deben ser removidas hasta terminar el primer pase.

El número de pases será en función del espesor de pared de la tubería. Se utilizarán según las recomendaciones del WPS.

Durante la soldadura, la escoria que haya quedado, sobre el cordón deberá ser removida con esmeril o escobilla metálica, antes de aplicar el siguiente pase. Durante la preparación y ejecución de las juntas soldadas, deberá evitarse el olvido de objetos extraños dentro de la tubería, por lo tanto, deben ser inspeccionados previamente.

### 3.18 Pruebas

#### 3.18.1. Ensayo de inspección visual (VT)

Es uno de los métodos más rápidos, fácil de aplicar, económico y que normalmente no requiere ningún equipo especial.

Con la finalidad de determinar si el estado superficial de una soldadura es adecuado puede ser necesario el uso de herramientas tales como boroscopios, espejos de dentista, galgas de medición, etc

**Figura 17:** Inspección visual de juntas soldadas



**Fuente 41:** Elaboración propia

#### 3.18.2. Ensayo de líquidos penetrantes (PT)

Sirve para detectar discontinuidades que afloran a la superficie en solidos no porosos. Se utiliza un líquido que al aplicarlo sobre la superficie soldada, penetra por la capilaridad en las discontinuidades o fisuras. Posteriormente y una vez eliminado el exceso de penetrante de

la superficie de la muestra el líquido contenido en las discontinuidades exuda y puede ser observado en la superficie aplicando un revelador.

**Figura 18:** Prueba de líquidos penetrantes



**Fuente 42:** Elaboración propia

### 3.18.3. Ensayo de ultrasonido (UT)

Este ensayo consiste en aportar vibraciones sónicas de baja energía y alta frecuencia al interior de la pieza a ensayar. Estas vibraciones son alteradas o modificadas por la pieza. Detectando estos cambios en el equipo podremos detectar, localizar, identificar y medir discontinuidades en la soldadura.

**Figura 19:** Prueba de ultrasonido en juntas soldadas



**Fuente 43:** Elaboración propia

#### 3.18.4. Prueba hidrostática de válvulas

Todas las válvulas serán probadas para verificar su buen estado antes de ser instaladas y puestas en servicio. La cantidad y tipo de pruebas que deben ser realizadas son las siguientes:

**Tabla N° 26:** Prueba de presión según API598

Tipo de Prueba	Tipo de Válvula				Fluido de Prueba
	Compuerta	Globo	Check	Bola	
Cuerpo	Requerida	Requerida	Requerida	Requerida	Agua, aire, gas inerte
Asiento trasero	Requerida	Requerida	N/A	N/A	
Cierre a Alta Presión	Opcional*	Requerida	Requerida	Opcional*	
Cierre a Baja Presión	Requerida	Opcional*	Opcional*	Requerida	Aire o gas inerte

**Fuente 44:** API 598

Cuando se utiliza líquido para realizar las pruebas la válvula debe estar esencialmente libre de aire. Todo recubrimiento de protección como pintura o grasa, que puede enmascarar defectos en las superficies de sellado debe ser retirada de las mismas.

La fuerza utilizada para cerrar las válvulas, en caso se requiera, no debe ser excesiva.

- **Prueba de cuerpo**

Esta prueba debe realizarse aplicando presión a la válvula completamente ensamblada y los extremos cerrados, la válvula debe estar parcialmente abierta y todos los empaques deben estar ajustados para mantener la presión de prueba, ningún sello que no sea ajustable (O-rings u otros) debe permitir fuga durante la prueba.

**Tabla N° 27:** Prueba de presión del cuerpo según API598 / ASME B16.34

Datos de Prueba	Tipo de Válvula Acero al Carbono A 216 GR. WCB	
	Clase 150	Clase 300
Presión	435 psi (30 bar)	1117 psi (77 bar)
Tiempo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• NPS ≤ 2" 15 segundos</li> <li>• 2 ½" ≤ NPS ≤ 8" 60 segundos</li> <li>• 10 ≤ NPS 180 segundos</li> </ul>	

Fuente 45: API 598 / ASME B16.34

- **Prueba de asiento trasero**

Esta prueba debe realizarse aplicando presión a la válvula completamente ensamblada y los extremos cerrados, la válvula debe estar completamente abierta y todos los empaques deben estar ajustados para mantener la presión de prueba, ningún sello que no sea ajustable (O-rings u otros) debe permitir fuga durante la prueba. Esta prueba debe

realizarse inmediatamente después de la prueba de cuerpo y todos los empaques deben ser reajustados después de la prueba.

**Tabla N° 28:** Prueba de presión de asiento trasero según API598

Datos de Prueba	Válvulas Excepto Mariposa y Check Acero al Carbono A 216 GR. WCB	
	Clase 150	Clase 300
Presión	313 psi (21.6 bar)	815 psi (56.2 bar)
Tiempo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ≤ 2" 15 segundos</li> <li>• 2 ½" – 14" 60 segundos</li> </ul>	

Fuente 46: API 598

- **Prueba de cierre de alta y baja presión**

Esta prueba debe realizarse con todas las superficies de sellado limpias y libres de aceite, grasa o cualquier tipo de sellante, para las válvulas cuyo diseño considera el sellado con aplicación de presión por cualquiera de los dos lados, deben realizarse dos pruebas sucesivas sellando alternadamente uno de los extremos de la válvula y dejando el otro abierto a la atmósfera.

En el caso de las válvulas de globo la presión debe aplicarse solo por el lado debajo del disco, para las válvulas check la presión debe aplicarse por el lado de aguas abajo.



Tabla N° 29: Prueba de presión de alta y baja según API598

Datos de Prueba	Tipo de Válvula Acero al Carbono A 216 GR. WCB			
	Compuerta, Globo y Bola	Mariposa	Check Clase 150	Check Clase 300
Presión (Alta)	<u>Clase 150</u> 313 PSI (21.6 bar) <u>Clase 300</u> 815 PSI (56.2 bar)	<u>Clase 150</u> 165 PSI (11 bar) <u>Clase 300</u> 330 PSI (23 bar)	313 PSI (21.6 bar)	815 PSI (56.2 bar)
Presión (Baja)	60-100 psi (4-7 bar)			
Tiempo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 ½" 15 segundos</li> <li>• 2 ½" – 6" 60 segundos</li> <li>• &gt;= 8" 120 segundos</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 ½" – 6" 60 segundos</li> <li>• &gt;= 8" 120 segundos</li> </ul>	

Fuente 47: API 598

• **Resultado**

Para dar satisfactorias las pruebas no se aceptarán fugas de ninguna magnitud ni en las pruebas con líquido ni con gases.

Figura 20: Prueba hidrostática de válvulas compuerta



Fuente 48: Elaboración propia

### **3.18.5. Prueba hidrostática de tuberías**

#### **a) Objetivo**

Este procedimiento tiene por finalidad estandarizar las pruebas hidrostáticas que se realizarán a las tuberías del servicio de la referencia.

#### **b) Alcance**

El presente procedimiento se aplica para tuberías de acero al carbono en líneas aéreas (entiéndase por líneas aéreas aquellas tuberías que no se encuentran sumergidas en el mar o enterradas) y un para tramos de Tubería enterrados.

#### **c) Referencias**

En relación con el presente procedimiento se encuentran las siguientes normas:

- API RP 1110 Pressure Testing of Liquids Petroleum Pipelines
- API RP 1111 Design, Construction, Operation and Maintenance of Offshore Hydrocarbon Pipelines
- ASME B31.4 Pipeline Transportation Systems for Liquid Hydrocarbons and Other Liquids

#### **d) Generalidades**

Para garantizar la estanqueidad de la tubería de acero al carbono que conforma la línea es necesario realizar pruebas hidrostáticas.

La prueba debe ser preferentemente realizada sin la presencia de accesorios en la línea de sin embargo en el caso de válvulas de

compuerta y de cierre rápido, estas pueden ser también comprendidas en la prueba como parte del sistema para lo cual debe verificarse que se encuentren completamente abiertas.

Todos los accesorios utilizados para la prueba hidrostática deben alcanzar o exceder la clase de presión a la que serán sometidos siendo el mínimo aceptable la clase 150.

#### **e) Términos / definiciones**

##### **Presión de Prueba**

Es la presión a la cual deben ser probadas las tuberías, la presión de operación que se tomará como referencia de diseño es de 150psi, por lo que corresponde una presión de prueba de 225psi, (1.5 veces la presión de diseño, siendo el mínimo 1.25 veces el recomendado por la norma ASME B31-4).

##### **Tiempos y Condiciones de Prueba**

Es la duración mínima que debe tener la prueba, la cual es de una hora para tuberías aéreas.

Durante las pruebas hidrostáticas, en caso de presentarse hechos no convencionales como: caídas de presión excesiva, subida de temperatura excesiva, fugas leves (corregidas en plena prueba), apertura/cierre de válvulas, purgas intermedias, etc. que provoquen variaciones de presión y temperatura, la prueba podrá extenderse hasta un máximo de 50% más del tiempo establecido (hora y media).

En caso que persistan los inconvenientes una vez superado este tiempo límite, se deberá dar por inválida la prueba y reiniciar todo el proceso nuevamente (desde el llenado de línea).

Inspeccionar previamente la correcta ubicación de las válvulas de venteo y la hermeticidad del sistema.

### **Llenado y Purga de la Línea**

Es el proceso de eliminación del aire, gases y vapores del interior de la línea mediante bombeo del líquido designado como fluido de prueba y la purga en el punto o puntos de mayor altitud de la tubería.

### **Presurización**

Es el proceso de elevación de la presión que se inicia luego del llenado y purga de la línea y termina cuando se ha alcanzado la presión de prueba.

### **Fluido de Prueba**

Para la prueba hidrostática de la línea, al no encontrarse cerca de zonas pobladas, el fluido designado puede ser agua.

## **f) Desarrollo de la prueba**

### **Preparación**

Antes del inicio de la prueba deberá efectuarse una inspección visual detallada a los tramos a probar, hasta que las condiciones lo permitan.

Se deberán retirar todos los accesorios que no se desee incluir en la prueba, así como las lengüetas de las válvulas check si las hubiera. En el extremo que delimita la tubería a ser sometida a la prueba debe

instalarse un manifold de prueba mediante el cual se procede a introducir agua y subir la presión considerando el control a través de manómetros. En el caso que la línea cuente con las conexiones requeridas se colocará, en lugar de la brida antes mencionada una brida ciega según sea el caso.

En los puntos de la línea existan nipples para la purga de aire (puntos más altos de la línea) deben retirarse dichos tapones e instalar válvulas, del mismo modo debe procederse a la instalación de los siguientes equipos e instrumentos de medición como mínimo:

- Equipo de Presurización.
- Manómetro – Certificado.

### **Llenado de Línea**

Para el llenado de la tubería se usara el agua, se abrirá totalmente la válvula de ingreso desde donde se llenará la línea a probar y en las conexiones bridadas restantes se colocará una brida ciega.

Se tendrán puntos de venteo que estarán ubicados en la parte superior de la tubería. El criterio para utilización de un venteo es colocarlo en los lugares en donde es probable que no sea posible desplazarse el aire durante el llenado de agua.

En cada punto de venteo se contará con un vigía, los cuales cerraran estos puntos conforme salga agua por ellos.

### **Presurización**

Llenada la línea se procede a presurizarla utilizando la bomba de alta presión hasta alcanzar la presión de prueba específica (225 psi). El punto de presurización se ubicará tomando en cuenta una zona con espacio suficiente para realizar la prueba.

Durante esta operación debe contabilizarse las presiones de inicio y fin de la operación.

### **Prueba**

Alcanzada la presión de prueba se da por iniciada la misma tomando pruebas con el manómetro cada 15 minutos llegando a completar las lecturas por la duración de la prueba que se realizará en una hora.

Durante el desarrollo de la prueba las lecturas de los instrumentos así como la hora en que fueron tomadas deben ser registradas en el protocolo de pruebas para su posterior análisis.

Se deberá recorrer la línea en busca de fugas en bridas o uniones soldadas.

### **Variaciones de Presión**

Las variaciones de presión son provocadas por alguna fuga de la línea.

En caso de una variación negativa en la presión cuando ésta llegue al 20% de la presión de prueba (es decir baje a 180 psi); la presión en la línea podrá ser incrementada hasta en tres oportunidades hasta alcanzar la presión de prueba, sin que esto prolongue la duración total de la prueba. Si por el contrario la presión se incrementara excediendo

el 10% de la presión de prueba (es decir que se incremente hasta 248 psi), ésta deberá aliviarse cuantas veces sea necesario hasta llegar a la presión de prueba.

### **Resultados**

Los resultados de la variación de presión y temperatura registrados en el protocolo de pruebas deben ser analizados para determinar si las variaciones de presión se encuentran dentro de los rangos normales y el resultado del análisis será consignado en el protocolo

## **3.19 Programa de mantenimiento de la bomba**

### **3.19.1. Inspecciones de mantenimiento**

El programa de mantenimiento incluye los siguientes tipos de inspecciones:

- Mantenimiento de rutina
- Inspecciones de rutina
- Inspecciones trimestrales
- Inspecciones anuales

Acorte los intervalos de inspección adecuadamente si el fluido bombeado es abrasivo o corrosivo, o si el entorno está clasificado como potencialmente explosivo.

#### **a) Mantenimiento de rutina**

Realice las siguientes tareas cuando lleve a cabo el mantenimiento de rutina:

- Lubrique los rodamientos.

- Inspeccione el mecánico

## **b) Inspecciones de rutina**

Realice las siguientes tareas cuando compruebe la bomba durante las inspecciones de rutina:

- Controle el nivel y el estado del aceite a través de la mirilla de vidrio del portacojinetes.
- Controle los ruidos inusuales, la vibración y las temperaturas de los cojinetes.
- Controle si la bomba y las tuberías tienen fugas.
- Analice la vibración.
- Inspeccione la presión de descarga.
- Inspeccione la temperatura.
- Controle si la cámara del sello y el prensaestopas tienen fugas.
- Asegúrese de que no haya fugas en el sello mecánico.
- Ajuste o reemplace la empaquetadura en la caja de empaque si observa fugas excesivas.

## **c) Inspecciones trimestrales**

Realice las siguientes tareas cada tres meses:

- Controle que la base y los pernos de sujeción estén ajustados.
- Controle el sello mecánico si la bomba estuvo sin funcionar y reemplácelo si es necesario.
- Cambie el aceite cada tres meses (2.000 horas de funcionamiento) como mínimo.



- Cambie el aceite con más frecuencia si hay condiciones atmosféricas adversas u otras condiciones que puedan contaminar o descomponer el aceite.
- Controle el alineamiento del eje y vuelva a alinearlos si es necesario.

**d) Inspecciones anuales**

Realice las siguientes inspecciones una vez al año:

- Controle la capacidad de la bomba.
- Controle la presión de la bomba.
- Controle la potencia de la bomba.
- Inspeccione todos los tapones y sellos en el extremo de alimentación.

Si el rendimiento de la bomba no satisface sus requisitos del proceso y los requisitos del proceso no cambiaron, realice los siguientes pasos:

1. Desmunte la bomba.
2. Inspecciónela.
3. Reemplace las piezas desgastadas.

### 3.20 Evaluación de costos

Tabla N° 30: Costo directo de suministro

COSTO DIRECTO DE SUMINISTRO		RESUPUESTO			
CÓDIGO	PARTIDA	UND	METRADO	P. UNITARIO (S./)	P. PARCIAL (S./)
01	<b>SUMINISTRO DE MATERIALES</b>				
01.01	<b>SUMINISTRO PARA SISTEMA DE TUBERÍAS (PIPING)</b>				
01.01.01	<b>TUBERÍAS Y ACCESORIOS DE SUCCIÓN, DESCARGA, RECIRCULACIÓN, VAPOR Y CONDENSADO</b>				
01.01.01.01	TUBERÍA ACERO SCH 40 DE 10" ASTM A-53 GrB / API 5L GrB - PSL1	M	144.00	192.00	27,648.00
01.01.01.02	TUBERÍA ACERO SCH 40 DE 8" ASTM A-53 GrB / API 5L GrB - PSL1	M	204.00	134.50	27,438.00
01.01.01.03	TUBERÍA ACERO SCH 40 DE 6" ASTM A-53 GrB / API 5L GrB - PSL1	M	54.00	89.30	4,822.20
01.01.01.04	TUBERÍA ACERO SCH 40 DE 4" ASTM A-53 GrB / API 5L GrB - PSL1	M	72.00	50.80	3,657.60
01.01.01.05	TUBERÍA ACERO SCH 40 DE 3" ASTM A-53 GrB / API 5L GrB - PSL1	M	90.00	35.70	3,213.00
01.01.01.06	TUBERÍA ACERO SCH 80 DE 2" ASTM A-53 GrB / API 5L GrB - PSL1	M	6.00	31.30	187.80
01.01.01.07	TUBERÍA ACERO SCH 80 DE 3/4" ASTM A-53 GrB / API 5L GrB - PSL1	M	1,152.00	8.30	9,561.60
01.01.01.08	BRIDA ACERO W.N.R.F. DE 10"x150# ASTM A-105	UND	35.00	172.60	6,041.00
01.01.01.09	BRIDA ACERO W.N.R.F. DE 8"x150# ASTM A-105	UND	10.00	118.90	1,189.00
01.01.01.10	BRIDA ACERO W.N.R.F. DE 6"x150# ASTM A-105	UND	48.00	71.60	3,436.80
01.01.01.11	BRIDA ACERO W.N.R.F. DE 4"x150# ASTM A-105	UND	22.00	47.30	1,040.60
01.01.01.12	BRIDA ACERO W.N.R.F. DE 3"x150# ASTM A-105	UND	33.00	32.30	1,065.90
01.01.01.13	BRIDA ACERO S.O.R.F. DE 2"x150# ASTM A-105	UND	4.00	14.50	58.00
01.01.01.14	BRIDA ACERO CIEGA R.F. DE 10"x150# ASTM A-105	UND	5.00	146.81	734.05
01.01.01.15	BRIDA ACERO CIEGA R.F. DE 6"x150# ASTM A-105	UND	2.00	62.00	124.00
01.01.01.16	CODO ACERO RL DE 10"x90° SCH 40 ASTM A-234 WPB	UND	30.00	164.30	4,929.00
01.01.01.17	CODO ACERO RL DE 8"x90° SCH 40 ASTM A-234 WPB	UND	21.00	94.60	1,986.60
01.01.01.18	CODO ACERO RL DE 6"x90° SCH 40 ASTM A-234 WPB	UND	33.00	48.80	1,610.40
01.01.01.19	CODO ACERO RL DE 4"x90° SCH 40 ASTM A-234 WPB	UND	21.00	17.40	365.40
01.01.01.20	CODO ACERO RL DE 3"x90° SCH 40 ASTM A-234 WPB	UND	23.00	10.90	250.70

01.01.01.21	CODO ACERO RL DE 10"x45° SCH 40 ASTM A-234 WPB	UND	8.00	87.10	696.80
01.01.01.22	CODO ACERO RL DE 8"x45° SCH 40 ASTM A-234 WPB	UND	4.00	52.50	210.00
01.01.01.23	CODO ACERO RL DE 6"x45° SCH 40 ASTM A-234 WPB	UND	1.00	27.30	27.30
01.01.01.24	CODO ACERO RL DE 4"x45° SCH 40 ASTM A-234 WPB	UND	3.00	10.24	30.72
01.01.01.25	CODO ACERO RL DE 3"x45° SCH 40 ASTM A-234 WPB	UND	1.00	6.00	6.00
01.01.01.26	TEE ACERO SCH 40 DE 10" ASTM A-234 WPB	UND	11.00	173.30	1,906.30
01.01.01.27	TEE ACERO SCH 40 DE 6" ASTM A-234 WPB	UND	7.00	59.50	416.50
01.01.01.28	TEE ACERO SCH 40 DE 4" ASTM A-234 WPB	UND	2.00	26.60	53.20
01.01.01.29	TEE ACERO SCH 40 DE 3" ASTM A-234 WPB	UND	10.00	16.90	169.00
01.01.01.30	TEE REDUCTORA ACERO SCH 40 DE 10"x4" ASTM A-234 WPB	UND	2.00	205.00	410.00
01.01.01.31	TEE REDUCTORA ACERO SCH 40 DE 8"x6" ASTM A-234 WPB	UND	4.00	105.70	422.80
01.01.01.32	TEE REDUCTORA ACERO SCH 40 DE 8"x3" ASTM A-234 WPB	UND	2.00	109.00	218.00
01.01.01.33	TEE REDUCTORA ACERO SCH 40 DE 6"x4" ASTM A-234 WPB	UND	3.00	50.50	151.50
01.01.01.34	TEE REDUCTORA ACERO SCH 40 DE 6"x3" ASTM A-234 WPB	UND	3.00	51.60	154.80
01.01.01.35	TEE REDUCTORA ACERO SCH 40 DE 4"x3" ASTM A-234 WPB	UND	2.00	24.40	48.80
01.01.01.36	TEE REDUCTORA ACERO SCH 40 DE 3"x2" ASTM A-234 WPB	UND	1.00	14.70	14.70
01.01.01.37	REDUCCIÓN CONCÉNTRICA ACERO SCH 40 DE 10"x6" ASTM A-234 WPB	UND	4.00	64.00	256.00
01.01.01.38	REDUCCIÓN CONCÉNTRICA ACERO SCH 40 DE 10"x4" ASTM A-234 WPB	UND	1.00	82.60	82.60
01.01.01.39	REDUCCIÓN CONCÉNTRICA ACERO SCH 40 DE 8"x6" ASTM A-234 WPB	UND	4.00	33.50	134.00
01.01.01.40	REDUCCIÓN CONCÉNTRICA ACERO SCH 40 DE 4"x3" ASTM A-234 WPB	UND	1.00	4.30	4.30
01.01.01.41	REDUCCIÓN CONCÉNTRICA ACERO SCH 40 DE 3"x2" ASTM A-234 WPB	UND	2.00	7.40	14.80
01.01.01.42	REDUCCIÓN EXCÉNTRICA ACERO SCH 40 DE 10"x8" ASTM A-234 WPB	UND	2.00	65.50	131.00
01.01.01.43	CAP ACERO SCH 40 DE 3" ASTM A-234 WPB	UND	10.00	4.00	40.00
<b>01.01.02</b>	<b>ACCESORIOS VARIOS (SISTEMA DE CONDENSADO, VENTEOS Y DRENAJES)</b>				
01.01.02.01	COPE ACERO DE 2"x3000# SW ASTM A-105	UND	2.00	17.10	34.20
01.01.02.02	COPE ACERO DE 3/4"x3000# SW ASTM A-105	UND	175.00	4.70	822.50

01.01.02.03	COPLE ACERO DE 3/4"x3000# NPT ASTM A-105	UND	75.00	9.50	712.50
01.01.02.04	CODO ACERO DE 3/4"x90°x3000# NPT ASTM A-105	UND	88.00	18.90	1,663.20
01.01.02.05	CODO ACERO DE 3/4"x45°x3000# NPT ASTM A-105	UND	6.00	11.30	67.80
01.01.02.06	TEE ACERO DE 2"x3000# NPT ASTM A-105	UND	2.00	73.50	147.00
01.01.02.07	TEE ACERO DE 3/4"x3000# NPT ASTM A-105	UND	38.00	60.00	2,280.00
01.01.02.08	TAPA ACERO HEMBRA DE 3/4"x3000# NPT ASTM A-105	UND	23.00	8.00	184.00
01.01.02.09	UNIÓN UNIVERSAL DE 3/4"x3000# NPT ASTM A-105	UND	66.00	18.70	1,234.20
<b>01.01.03</b>	<b>ESPARRAGOS Y EMPAQUETADURAS PARA SISTEMA DE TUBERÍAS</b>				
01.01.03.01	ESPÁRRAGOS ASTM A-193 GrB7 1 1/8"x6 1/4" + 02 TUERCAS ASTM A-194 Gr2H	UND	20.00	18.50	370.00
01.01.03.02	ESPÁRRAGOS ASTM A-193 GrB7 7/8"x4 3/4" + 02 TUERCAS ASTM A-194 Gr2H P/ BRIDA DE 10"	UND	360.00	5.70	2,052.00
01.01.03.03	ESPÁRRAGOS ASTM A-193 GrB7 3/4"x4 1/4" + 02 TUERCAS ASTM A-194 Gr2H P/ BRIDA DE 8"	UND	64.00	4.20	268.80
01.01.03.04	ESPÁRRAGOS ASTM A-193 GrB7 3/4"x4" + 02 TUERCAS ASTM A- 194 Gr2H P/ BRIDA DE 6"	UND	296.00	3.90	1,154.40
01.01.03.05	ESPÁRRAGOS ASTM A-193 GrB7 5/8"x3 3/4" + 02 TUERCAS 2H P/ BRIDA DE 4"	UND	144.00	2.90	417.60
01.01.03.06	ESPÁRRAGOS ASTM A-193 GrB7 5/8"x3 3/4" + 02 TUERCAS ASTM A-194 Gr2H P/ BRIDA DE 3"	UND	128.00	2.90	371.20
01.01.03.07	ESPÁRRAGOS ASTM A-193 GrB7 5/8"x3 1/4" + 02 TUERCAS ASTM A-194 Gr2H P/ BRIDA DE 2"	UND	24.00	2.70	64.80
01.01.03.08	EMPAQUETADURA ESPIROMETÁLICA RWI 10", RELLENO DE GRAFITO	UND	30.00	42.00	1,260.00
01.01.03.09	EMPAQUETADURA ESPIROMETÁLICA RWI 8", RELLENO DE GRAFITO	UND	8.00	38.00	304.00
01.01.03.10	EMPAQUETADURA ESPIROMETÁLICA RWI 6", RELLENO DE GRAFITO	UND	37.00	22.40	828.80
01.01.03.11	EMPAQUETADURA ESPIROMETÁLICA RWI 4", RELLENO DE GRAFITO	UND	18.00	19.60	352.80
01.01.03.12	EMPAQUETADURA ESPIROMETÁLICA RWI 3", RELLENO DE GRAFITO	UND	32.00	11.80	377.60
01.01.03.13	EMPAQUETADURA ESPIROMETÁLICA RWI 2", RELLENO DE GRAFITO	UND	6.00	9.80	58.80
01.01.03.14	EMPAQUETADURA DE FIBRA SINTÉTICA COMPRIMIDA DE 20"x3 MM ESPESOR TIPO CRANE O SIMILAR	UND	1.00	196.00	196.00

<b>01.01.04</b>	<b>AISLAMIENTO TÉRMICO DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS</b>					
01.01.04.01	AISLAMIENTO TÉRMICO TUBERÍA ACERO 10"	M	144.00	402.70	57,988.80	
01.01.04.02	AISLAMIENTO TÉRMICO ACCESORIOS ACERO 10"	UND	98.00	347.30	34,035.40	
01.01.04.03	AISLAMIENTO TÉRMICO VÁLVULAS 10"	UND	9.00	488.80	4,399.20	
01.01.04.04	AISLAMIENTO TÉRMICO TUBERÍA ACERO 8"	M	204.00	292.10	59,588.40	
01.01.04.05	AISLAMIENTO TÉRMICO ACCESORIOS ACERO 8"	UND	45.00	259.50	11,677.50	
01.01.04.06	AISLAMIENTO TÉRMICO VÁLVULAS 8"	UND	2.00	398.30	796.60	
01.01.04.07	AISLAMIENTO TÉRMICO TUBERÍA ACERO 6"	M	54.00	248.20	13,402.80	
01.01.04.08	AISLAMIENTO TÉRMICO ACCESORIOS ACERO 6"	UND	97.00	239.10	23,192.70	
01.01.04.09	AISLAMIENTO TÉRMICO VÁLVULAS 6"	UND	9.00	332.50	2,992.50	
01.01.04.10	AISLAMIENTO TÉRMICO TUBERÍA ACERO 4"	M	72.00	202.40	14,572.80	
01.01.04.11	AISLAMIENTO TÉRMICO ACCESORIOS ACERO 4"	UND	51.00	199.00	10,149.00	
01.01.04.12	AISLAMIENTO TÉRMICO VÁLVULAS 4"	UND	5.00	341.30	1,706.50	
01.01.04.13	AISLAMIENTO TÉRMICO TUBERÍA ACERO 3"	M	90.00	188.20	16,938.00	
01.01.04.14	AISLAMIENTO TÉRMICO ACCESORIOS ACERO 3"	UND	80.00	185.20	14,816.00	
01.01.04.15	AISLAMIENTO TÉRMICO VÁLVULAS 3"	UND	13.00	217.50	2,827.50	
<b>01.01.05</b>	<b>VÁLVULAS PARA SISTEMA DE SUCCIÓN</b>					
01.01.05.01	VALVULA COMPUERTA ACERO DE 10"x150# ASTM A-216 WCB	UND	9.00	3,942.00	35,478.00	
01.01.05.02	VALVULA COMPUERTA ACERO DE 6"x150# ASTM A-216 WCB	UND	2.00	1,860.00	3,720.00	
01.01.05.03	VALVULA COMPUERTA ACERO DE 4"x150# ASTM A-216 WCB	UND	1.00	1,164.00	1,164.00	
01.01.05.04	VALVULA COMPUERTA ACERO DE 3"x150# ASTM A-216 WCB	UND	1.00	841.00	841.00	
01.01.05.05	VALVULA COMPUERTA ACERO DE 2"x150# ASTM A-216 WCB	UND	2.00	514.00	1,028.00	
01.01.05.06	VALVULA COMPUERTA ACERO DE 3/4"x800# ASTM A-216 WCB	UND	19.00	236.00	4,484.00	
<b>01.01.06</b>	<b>VÁLVULAS PARA SISTEMA DE DESCARGA</b>					
01.01.06.01	VALVULA COMPUERTA ACERO DE 8"x150# ASTM A-216 WCB	UND	2.00	2,960.00	5,920.00	
01.01.06.02	VALVULA COMPUERTA ACERO DE 6"x150# ASTM A-216 WCB	UND	3.00	1,860.00	5,580.00	
01.01.06.03	VALVULA COMPUERTA ACERO DE 4"x150# ASTM A-216 WCB	UND	2.00	1,164.00	2,328.00	
01.01.06.04	VALVULA COMPUERTA ACERO DE 3/4"x800# ASTM A-216 WCB	UND	14.00	236.00	3,304.00	
01.01.06.05	VALVULA CHECK ACERO DE 6"Ø x 150# ASTM A-216 WCB	UND	2.00	1,790.00	3,580.00	

<b>01.01.07</b>	<b>VÁLVULAS PARA SISTEMA DE RECIRCULACIÓN</b>				
01.01.07.01	VALVULA COMPUERTA ACERO DE 6"x150# ASTM A-216 WCB	UND	2.00	1,860.00	3,720.00
01.01.07.02	VALVULA COMPUERTA ACERO DE 4"x150# ASTM A-216 WCB	UND	2.00	1,164.00	2,328.00
01.01.07.03	VALVULA COMPUERTA ACERO DE 3"x150# ASTM A-216 WCB	UND	2.00	848.00	1,696.00
01.01.07.04	VALVULA COMPUERTA ACERO DE 3/4"x800# ASTM A-216 WCB	UND	5.00	236.00	1,180.00
<b>01.01.08</b>	<b>VÁLVULAS PARA SISTEMA DE ALIVIO</b>				
01.01.08.01	VALVULA COMPUERTA ACERO DE 3"x150# ASTM A-216 WCB	UND	2.00	848.00	1,696.00
01.01.08.02	VÁLVULA DE ALIVIO DE 4"x3" x150# RF	UND	2.00	3,240.00	6,480.00
<b>01.01.09</b>	<b>VÁLVULAS PARA SISTEMA DE VAPOR Y CONDENSADO</b>				
01.01.09.01	VALVULA COMPUERTA ACERO DE 3"x150# ASTM A-216 WCB	UND	8.00	848.00	6,784.00
01.01.09.02	VALVULA COMPUERTA ACERO DE 2"x150# ASTM A-216 WCB	UND	1.00	514.00	514.00
01.01.09.03	VALVULA COMPUERTA ACERO DE 3/4"x800# ASTM A-216 WCB	UND	97.00	236.00	22,892.00
<b>01.01.10</b>	<b>EQUIPOS PARA SISTEMA DE PROCESOS Y TUBERÍAS</b>				
01.01.10.01	BOMBA DE 150 HP, 1800 RPM, 560 GPM, PARA TRANSFERENCIA DE ASFALTO	UND	1.00	393,820.00	393,820.00
01.01.10.02	MANOMETRO 4.5" , RANGO DE -14.7 A 30 PSIG	UND	2.00	222.00	444.00
01.01.10.03	MANOMETRO 4.5" , RANGO DE 0 A 300 PSIG	UND	4.00	222.00	888.00
01.01.10.04	TERMÓMETRO BIMETÁLICO 1/2"Ø x 6" LONG. , DIAL 5" , RANGO 0° a 600°F , (ESCALA DOBLE °C Y °F) Y TERMOPOZO CONEXIÓN 3/4"Ø NPT A TUBERÍA	UND	2.00	960.00	1,920.00
01.01.10.05	TRAMPAS TERMODINAMICAS DE 3/4"Ø (PARA VAPOR Y CONDENSADO)	UND	22.00	1,240.00	27,280.00
<b>06.01.11</b>	<b>EQUIPOS VARIOS PARA SISTEMA DE TUBERÍAS</b>				
06.01.11.01	SOPORTE TIPO RESORTE (ANVIL Fig. 82 Type F ó Similar)	UND	2.00	540.00	1,080.00
	<b>TOTAL DE COSTO DIRECTO DE INSTALACIÓN</b>			<b>S/.</b>	<b>929,413.67</b>

Fuente 49: Elaboración propia

Tabla N° 31: Costo directo de instalación

COSTO DIRECTO DE INSTALACIÓN		PRESUPUESTO			
CÓDIGO	PARTIDA	UND	METRADO	P. UNITARIO (S./)	P. PARCIAL (S./)
<b>0.2</b>	<b>RETIRO DE ESTRUCTURAS, EQUIPOS Y TUBERIAS</b>				
02.01.01	DEMOLICIÓN Y DESMONTAJE DE ESTRUCTURAS EXISTENTES (INC. TRANSPORTE)	glb	1.00	54,240.00	54,240.00
02.01.02	DESMONTAJE DE EQUIPOS Y TUBERIAS EXISTENTES (INC. TRANSPORTE)	glb	1.00	30,680.00	30,680.00
02.01.03	LIMPIEZA Y LAVADO DE TUBERIAS CON PRODUCTOS (ASFALTOS Y OTROS)	glb	1.00	15,200.00	15,200.00
<b>02.01</b>	<b>SUMINISTRO, FABRICACIÓN E INSTALACIÓN DE ESTRUCTURAS METÁLICAS</b>				
02.01.01	SUMINISTRO, FABRICACIÓN E INSTALACIÓN DE PASARELAS Y ESCALERAS METÁLICAS	kg	4,660.00	13.20	61,512.00
02.01.02	SUMINISTRO, FABRICACIÓN E INSTALACIÓN DE SOPORTES METÁLICOS	kg	5,160.00	13.20	68,112.00
02.01.03	ARENADO DE ESTRUCTURAS METÁLICAS	m2	300.00	23.80	7,140.00
02.01.04	PINTADO DE ESTRUCTURAS METALICAS	m2	300.00	52.80	15,840.00
<b>03</b>	<b>TRABAJOS METALMECANICOS Y PIPING</b>				
<b>03.01</b>	<b>INSTALACION DEL SISTEMA DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS</b>				
03.01.01	INSTALACIÓN DE TUBERÍA ACERO 10" (INC. ACCESORIOS)	m	168.50	104.40	17,591.40
03.01.02	INSTALACIÓN DE TUBERÍA ACERO 8" (INC. ACCESORIOS)	m	213.00	81.60	17,380.80
03.01.03	INSTALACIÓN DE TUBERÍA ACERO 6" (INC. ACCESORIOS)	m	73.40	71.40	5,240.76
03.01.04	INSTALACIÓN DE TUBERÍA ACERO 4" (INC. ACCESORIOS)	m	79.65	58.80	4,683.42
03.01.05	INSTALACIÓN DE TUBERÍA ACERO 3" (INC. ACCESORIOS)	m	102.00	53.40	5,446.80
03.01.06	INSTALACIÓN DE TUBERÍA ACERO 2" (INC. ACCESORIOS)	m	2.00	45.60	91.20
03.01.07	INSTALACIÓN DE TUBERÍA ACERO 3/4" (INC. ACCESORIOS)	m	1,152.00	40.80	47,001.60
03.01.08	UNIÓN SOLDADA DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS 10" (BISELADO, ALINEAMIENTO Y SOLDADO)	jta	143.00	306.00	43,758.00
03.01.09	UNION SOLDADA DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS 8" (BISELADO, ALINEAMIENTO Y SOLDADO)	jta	84.00	234.60	19,706.40
03.01.10	UNION SOLDADA DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS 6" (BISELADO, ALINEAMIENTO Y SOLDADO)	jta	128.00	189.00	24,192.00
03.01.11	UNION SOLDADA DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS 4" (BISELADO, ALINEAMIENTO Y SOLDADO)	jta	79.00	141.00	11,139.00

03.01.12	UNION SOLDADA DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS 3" (BISELADO, ALINEAMIENTO Y SOLDADO)	jta	35.00	112.80	3,948.00
03.01.13	UNION SOLDADA DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS 2" (SW, ALINEAMIENTO Y SOLDADO)	jta	6.00	81.60	489.60
03.01.14	UNION SOLDADA DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS 3/4" (SW, ALINEAMIENTO Y SOLDADO)	jta	230.00	63.00	14,490.00
<b>03.02</b>	<b>INSTALACIÓN DE AISLAMIENTO TÉRMICO EN SISTEMA DE TUBERÍAS</b>				
03.02.01	INSTALACIÓN DE AISLAMIENTO TÉRMICO TUBERÍA ACERO 10"	M	144.00	282.90	40,737.60
03.02.02	INSTALACIÓN DE AISLAMIENTO TÉRMICO ACCESORIOS ACERO 10"	UND	98.00	253.30	24,823.40
03.02.03	INSTALACIÓN DE AISLAMIENTO TÉRMICO VÁLVULAS 10"	UND	9.00	417.50	3,757.50
03.02.04	INSTALACIÓN DE AISLAMIENTO TÉRMICO TUBERÍA ACERO 8"	M	204.00	210.30	42,901.20
03.02.05	INSTALACIÓN DE AISLAMIENTO TÉRMICO ACCESORIOS ACERO 8"	UND	45.00	193.50	8,707.50
03.02.06	INSTALACIÓN DE AISLAMIENTO TÉRMICO VÁLVULAS 8"	UND	2.00	342.40	684.80
03.02.07	INSTALACIÓN DE AISLAMIENTO TÉRMICO TUBERÍA ACERO 6"	M	54.00	180.00	9,720.00
03.02.08	INSTALACIÓN DE AISLAMIENTO TÉRMICO ACCESORIOS ACERO 6"	UND	97.00	175.90	17,061.91
03.02.09	INSTALACIÓN DE AISLAMIENTO TÉRMICO VÁLVULAS 6"	UND	9.00	282.30	2,540.70
03.02.10	INSTALACIÓN DE AISLAMIENTO TÉRMICO TUBERÍA ACERO 4"	M	72.00	149.10	10,735.20
03.02.11	INSTALACIÓN DE AISLAMIENTO TÉRMICO ACCESORIOS ACERO 4"	UND	51.00	148.40	7,568.40
03.02.12	INSTALACIÓN DE AISLAMIENTO TÉRMICO VÁLVULAS 4"	UND	5.00	267.50	1,337.50
03.02.13	INSTALACIÓN DE AISLAMIENTO TÉRMICO TUBERÍA ACERO 3"	M	90.00	137.10	12,339.00
03.02.14	INSTALACIÓN DE AISLAMIENTO TÉRMICO ACCESORIOS ACERO 3"	UND	80.00	135.30	10,824.00
03.02.15	INSTALACIÓN DE AISLAMIENTO TÉRMICO VÁLVULAS 3"	UND	13.00	254.70	3,311.10
<b>03.03</b>	<b>INSTALACIÓN DE VÁLVULAS Y EQUIPOS EN SISTEMA DE TUBERÍAS</b>				
03.03.01	INSTALACIÓN DE VÁLVULAS 10"	und	9.00	579.60	5,216.40
03.03.02	INSTALACIÓN DE VÁLVULAS 8"	und	2.00	447.60	895.20
03.03.03	INSTALACIÓN DE VÁLVULAS 6"	und	9.00	314.40	2,829.60
03.03.04	INSTALACIÓN DE VÁLVULAS 4"	und	5.00	208.80	1,044.00
03.03.05	INSTALACIÓN DE VÁLVULAS 3"	und	13.00	151.80	1,973.40
03.03.06	INSTALACIÓN DE VÁLVULAS 2"	und	3.00	92.40	277.20
03.03.07	INSTALACIÓN DE VÁLVULAS 3/4"	und	135.00	38.40	5,184.00
03.03.08	INSTALACIÓN DE BOMBA P-136A (INC. ACCESORIOS)	und	1.00	5,642.00	5,642.00
03.03.09	INSTALACIÓN DE MÁNOMETROS (INC. ACCESORIOS)	und	12.00	51.60	619.20
03.03.10	INSTALACIÓN DE TERMÓMETRO BIMETÁLICO Y TERMOPOZO (INC. ACCESORIOS)	und	2.00	51.60	103.20



03.03.11	INSTALACIÓN DE TRAMPAS PARA SISTEMA DE VAPOR Y CONDENSADO (INC. ACCESORIOS)	und	22.00	61.20	1,346.40
03.03.12	INSTALACIÓN DE SOPORTES TIPO RESORTES (INC. ACCESORIOS)	und	2.00	75.00	150.00
<b>03.04</b>	<b>ARENADO Y PINTADO DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS</b>				
03.04.01	ARENADO DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS	m2	485.00	23.80	11,543.00
03.04.02	PINTADO DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS	m2	485.00	52.80	25,608.00
<b>03.05</b>	<b>CONTROL DE CALIDAD Y PRUEBAS EN SISTEMA DE TUBERÍAS</b>				
03.05.01	PRUEBAS RADIOGRAFICAS DE SOLDADURAS (POR JUNTAS)	und	75.00	246.00	18,450.00
03.05.02	PRUEBA HIDROSTATICA TUBERÍAS > 4" Y <= 10"	m	454.90	8.60	3,912.14
03.05.03	PRUEBA HIDROSTATICA TUBERÍAS > 2 Y <= 4"	m	183.65	7.10	1,303.92
03.05.04	PRUEBA HIDRÁULICA DE VÁLVULAS > 4" Y <= 10"	und	25.00	620.00	15,500.00
03.05.05	PRUEBA HIDRÁULICA DE VÁLVULAS > 2" Y <= 4"	und	21.00	230.00	4,830.00
03.05.06	PRUEBAS DE TINTES PENETRANTES	glb	1.00	6,430.00	6,430.00
	<b>TOTAL DE COSTO DIRECTO DE INSTALACIÓN</b>			<b>S/.</b>	<b>777,790.45</b>

Fuente 50: Elaboración propia

Tabla N° 32: Resumen de costos

RESUMEN DE COSTOS			
PARTIDA		PRESUPUESTO	
		UND	P. PARCIAL (S/.)
COSTO DIRECTO DE SUMINISTRO		S/.	929,413.67
COSTO DIRECTO DE INSTALACIÓN		S/.	777,790.45
TOTAL DEL COSTO DIRECTO		S/.	1,707,204.12
GASTOS GENERALES DE COSTO DE INSTALACIÓN	15.00%	S/.	116,668.57
UTILIDAD DE COSTO DE INSTALACIÓN	10.00%	S/.	77,779.05
SUB TOTAL		S/.	1,901,651.74
IGV	18.00%	S/.	342,297.31
<b>TOTAL DE COSTO</b>		<b>S/.</b>	<b>2,243,949.05</b>

Fuente 51: Elaboración propia

## CONCLUSIONES

- Se diseñó un nuevo sistema de tuberías en base a la norma ASME B31.3 de tal manera que esta facilite su operación para el operador y cumpla con las demandas de despacho de asfaltos. En conjunto con la bomba nueva se multiplicara por 10 el volumen de despacho promedio diario, llegando a poder despachar 20 000 barriles diarios.
- Se seleccionó la electrobomba, considerando las condiciones de operación y que abastezca el despacho de asfaltos que tiene proyectado PETROPERU, ya sea diario, mensual o anual. Dando como resultado de selección una electrobomba de 150 HP con una capacidad de 560 gpm respecto a la norma API 676.
- Se realizó la selección de válvulas compuerta, alivio y check para el respectivo funcionamiento del nuevo sistema de tuberías respecto a la norma ASME B16.34.
- Se seleccionó el recubrimiento de las tuberías considerando las temperaturas de trabajo que se va a realizar en el despacho de asfaltos con respecto a la norma SSPC y NACE.

## RECOMENDACIONES

- Al suministrar los equipos para el sistema de tuberías (válvulas, bridas, codo, etc.), corroborar las coladas impresas en el equipo o accesorios con su respectivo certificado de calidad.
- Al suministrar las tuberías, verificar que los espesores sean los solicitados y el certificado de calidad sea el correspondiente.
- Realizar los ensayos correspondientes a las juntas de soldadura. (líquidos penetrantes, inspección visual, ultrasonido) para asegurar una buena calidad en las juntas de soldadura.
- Realizar las pruebas hidrostáticas a las válvulas y tuberías para corroborar su hermeticidad cuando el sistema se ponga en marcha.
- Verificar el torque de las uniones bridadas para evitar fugas.
- Realizar el plan de mantenimiento para la bomba suministrada, para obtener un buen rendimiento y evitar paradas imprevistas.
- Al realizar dichas recomendaciones anteriormente se garantizara la calidad del producto y que el proceso para el despacho sea confiable.

## BIBLIOGRAFÍA

- Rentería, M (2014). *Diseño de Metodología para el Análisis de Flexibilidad en Sistema de Tuberías*. Tesis de grado. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Gumaro, L (2010). *Manual de Análisis de Esfuerzos en Sistemas de Tuberías*. Tesis de grado. Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de México.
- Provoste, J (2006). *Análisis Estático y Dinámico de un Sistema de Piping*. Tesis de grado. Universidad del Bío de Chile.
- ASME B31.3 (2010), Tuberías de proceso
- API 650 (2013), Welded Tanks for Oil Storage, 12th Edition
- API 676 (2013), Positive Displacement Pump-Rotary
- SSPC: Society for Protective Coatings

## FUENTES BIBLIOGRAFICAS

- Elementos de un sistema de tuberías, JNACEROS - encontrado el 12 de mayo de 2018 en:

**<http://www.jnaceros.com.pe>**

- Catálogo de tuberías, VEMACERO – encontrado el 25 de mayo de 2018 en:

**<http://www.vemacero.com.pe>**

- Hojas técnicas se pintura, Sherwin Williams – encontrado 3 de mayo de 2018 en:

**<https://www.sherwin-williams.com>**

# **ANEXOS**

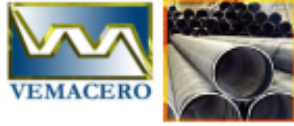
# ANEXO N° 1: Catalogo de tuberías



TUBERIA DE ACERO AL CARBONO  
API 5L / ASTM A53 / A106

[www.vemacero.com](http://www.vemacero.com)

Diámetro Nominal NPS		Diámetro Exterior Real		Espesor de Pared		Identificación		Peso del Tubo		ASTM A53 PRESION DE PRUEBA			
Pulgadas in.	Milímetros mm.	(in.)	mm.	(in.)	(mm.)	Weight Class	Schedule	lb/ft	kg/m	Grado A		Grado B	
										psi	Kg/cm2	psi	Kg/cm2
1/2	15	0.840	21.3	0.109	2.77	STD	40	0.85	1.27	700	49	700	49
				0.147	3.73	XS	80	1.09	1.62	850	60	850	60
3/4	20	1.050	26.7	0.113	2.87	STD	40	1.13	1.69	700	49	700	49
				0.154	3.91	XS	80	1.47	2.20	850	60	850	60
1	25	1.315	33.4	0.133	3.38	STD	40	1.68	2.50	700	49	700	49
				0.179	4.55	XS	80	2.17	3.24	850	60	850	60
1-1/4	32	1.660	42.2	0.140	3.56	STD	40	2.27	3.39	1200	84	1300	91
				0.191	4.85	XS	80	3.00	4.47	1800	127	1900	134
1-1/2	40	1.900	48.3	0.145	3.68	STD	40	2.72	4.05	1200	84	1300	91
				0.200	5.08	XS	80	3.63	5.41	1800	127	1900	134
2	50	2.375	60.3	0.154	3.91	STD	40	3.65	5.44	2300	162	2500	176
				0.218	5.54	XS	80	5.02	7.48	2500	176	2500	176
2-1/2	65	2.875	73	0.203	5.16	STD	40	5.79	8.63	2500	176	2500	176
				0.276	7.01	XS	80	7.66	11.41	2500	176	2500	176
				0.375	9.52	-	160	-	-	2500	176	2500	176
				0.552	14.02	XXS	-	-	-	2500	176	2500	176
3	80	3.500	88.9	0.125	3.18	-	-	4.51	6.72	1290	91	1500	105
				0.156	3.96	-	-	5.57	8.29	1600	112	1870	131
				0.188	4.78	-	-	6.65	9.92	1930	136	2260	159
				0.216	5.49	STD	40	7.58	11.29	2220	156	2500	176
				0.250	6.35	-	-	8.68	12.93	2500	176	2500	176
				0.281	7.14	-	-	9.66	14.40	2500	176	2500	176
				0.300	7.62	XS	80	10.25	15.27	2500	176	2500	176
4	100	4.500	114.3	0.125	3.18	-	-	5.84	8.71	1000	70	1170	82
				0.156	3.96	-	-	7.24	10.78	1250	88	1460	103
				0.188	4.78	-	-	8.66	12.91	1500	105	1750	123
				0.219	5.56	-	-	10.01	14.91	1750	123	2040	143
				0.237	6.02	STD	40	10.79	16.07	1900	134	2210	155
				0.250	6.35	-	-	11.35	16.90	2000	141	2330	164
				0.281	7.14	-	-	12.66	18.87	2250	158	2620	184
				0.312	7.92	-	-	13.98	20.78	2500	176	2800	197
				0.337	8.56	XS	80	14.98	22.32	2700	190	2800	197
				0.438	11.13	-	120	19.00	28.32	2800	197	2800	197
				0.531	13.49	-	160	22.51	33.54	2800	197	2800	197
0.674	17.12	XXS	-	27.54	41.03	2800	197	2800	197				
5	125	5.563	141.3	0.188	4.78	-	-	10.79	16.09	1220	86	1420	100
				0.219	5.56	-	-	12.50	18.61	1420	100	1650	116
				0.258	6.55	STD	40	14.62	21.77	1670	117	1950	137
				0.281	7.14	-	-	15.85	23.62	1820	128	2120	149
				0.312	7.92	-	-	17.50	26.05	2020	142	2360	166
				0.344	8.74	-	-	19.17	28.57	2230	157	2600	183
				0.375	9.52	XS	80	20.78	30.94	2430	171	2800	197
6	150	6.625	168.3	0.188	4.78	-	-	12.92	19.27	1020	72	1190	84
				0.219	5.56	-	-	14.98	22.31	1190	84	1390	98
				0.250	6.35	-	-	17.02	25.36	1360	96	1580	111
				0.280	7.11	STD	40	18.97	28.26	1520	107	1780	125
				0.312	7.92	-	-	21.04	31.32	1700	120	1980	139
				0.344	8.74	-	-	23.08	34.39	1870	131	2180	153
				0.375	9.52	-	-	25.02	37.28	2040	143	2380	167
				0.432	10.97	XS	80	28.57	42.56	2350	165	2740	193
				0.562	14.27	-	120	36.39	54.20	2800	197	2800	197
				0.719	18.26	-	160	45.35	67.56	2800	197	2800	197
				0.864	21.95	XXS	-	53.16	79.22	2800	197	2800	197



TUBERIA DE ACERO AL CARBONO  
API 5L / ASTM A53 / A106

[www.vemacero.com](http://www.vemacero.com)

Diámetro Nominal NPS		Diámetro Exterior Real		Espesor de Pared		Identificación		Peso del Tubo		ASTM A53 PRESION DE PRUEBA			
Pulgadas in.	Milímetros mm.	(in.)	mm.	Pulgadas (in.)	Milímetros (mm.)	Weight Class	Schedule	Dble	kg/m	Grado A		Grado B	
										psi	Kg/cm2	psi	Kg/cm2
8	200	8.625	219,1	0.188	4.78	-	-	16.94	25.26	780	55	920	65
				0.203	5.16	-	-	18.26	27.22	850	60	1000	70
				0.219	5.56	-	-	19.66	29.28	910	64	1070	75
				0.250	6.35	-	20	22.36	33.31	1040	73	1220	86
				0.277	7.04	-	30	24.70	36.81	1160	82	1350	95
				0.312	7.92	-	-	27.70	41.24	1300	91	1520	107
				0.322	8.18	<b>STD</b>	<b>40</b>	28.55	42.55	1340	94	1570	110
				0.344	8.74	-	-	30.42	45.34	1440	101	1680	118
				0.375	9.52	-	-	33.04	49.20	1570	110	1830	129
				0.406	10.31	-	60	35.64	53.08	1700	120	2000	141
				0.438	11.13	-	-	38.30	57.08	1830	129	2130	150
				0.500	12.70	<b>XS</b>	<b>80</b>	43.39	64.64	2090	147	2430	171
				0.594	15.09	-	100	50.95	75.92	2500	176	2800	197
				0.719	18.26	-	120	60.71	90.44	2800	197	2800	197
				0.812	20.62	-	140	67.76	100.92	2800	197	2800	197
				0.875	22.22	<b>XXS</b>	-	72.42	107.88	2800	197	2800	197
0.906	23.01	-	160	74.69	111.27	2800	197	2800	197				
10	250	10.750	273,0	0.188	4.78	-	-	21.21	31.62	630	44	730	51
				0.203	5.16	-	-	22.87	34.08	680	48	800	56
				0.219	5.56	-	-	24.63	36.67	730	51	860	60
				0.250	6.35	-	20	28.04	41.75	840	59	980	69
				0.279	7.09	-	-	31.20	46.49	930	65	1090	77
				0.307	7.80	-	30	34.24	51.01	1030	72	1200	84
				0.344	8.74	-	-	38.23	56.96	1150	81	1340	94
				0.365	9.27	<b>STD</b>	<b>40</b>	40.48	60.29	1220	86	1430	101
				0.438	11.13	-	-	48.19	71.87	1470	103	1710	120
				0.500	12.70	<b>XS</b>	<b>60</b>	54.71	81.52	1670	117	1950	137
				0.594	15.09	-	80	64.43	95.97	1990	140	2320	163
				0.719	18.26	-	100	77.03	114.70	2410	169	2800	197
				0.844	21.44	-	120	89.29	133.00	2800	197	2800	197
				1.000	25.40	<b>XXS</b>	<b>140</b>	104.13	155.09	2800	197	2800	197
				1.125	28.57	-	160	115.65	172.21	2800	197	2800	197
				12	300	12.750	323,8	0.203	5.16	-	-	27.20	40.55
0.219	5.56	-	-					29.31	43.63	620	44	720	51
0.250	6.35	-	20					33.38	49.71	710	50	820	58
0.281	7.14	-	-					37.42	55.75	790	56	930	65
0.312	7.92	-	-					41.45	61.69	880	62	1030	72
0.330	8.38	-	30					43.77	65.18	930	65	1090	77
0.344	8.74	-	-					45.58	67.90	970	68	1130	79
0.375	9.52	<b>STD</b>	-					49.52	73.78	1060	75	1240	87
0.406	10.31	-	<b>40</b>					53.52	79.70	1150	81	1340	94
0.438	11.13	-	-					57.59	85.82	1240	87	1440	101
0.500	12.70	<b>XS</b>	-					65.42	97.43	1410	99	1650	116
0.562	14.27	-	60					73.15	108.92	1590	112	1850	130
0.688	17.28	-	80					88.63	132.04	1940	136	2270	160
0.844	21.44	-	100					107.32	159.86	2390	168	2780	195
1.000	25.40	<b>XXS</b>	<b>120</b>					125.49	186.91	2800	197	2800	197
1.125	28.57	-	140					139.68	208.00	2800	197	2800	197
1.312	33.32	-	160	160.27	238.68	2800	197	2800	197				





**TUBERIA DE ACERO AL CARBONO  
API 5L / ASTM A53 / A106**

[www.vemacero.com](http://www.vemacero.com)

Diámetro Nominal NPS		Diámetro Exterior Real		Espesor de Pared		Identificación		Peso del Tubo		ASTM A53 PRESION DE PRUEBA			
Pulgadas in.	Milímetros mm.	(in.)	mm.	Pulgadas (in.)	Milímetros (mm.)	Weight Class	Schedule	lb/ft	kg/m	Grado A		Grado B	
										psi	Kg/cm2	psi	Kg/cm2
14	350	14.000	355,6	0.250	6.35	-	10	36.71	54.69	640	45	750	53
				0.281	7.14	-	-	41.17	61.35	720	51	840	59
				0.312	7.92	-	20	45.61	67.90	800	56	940	66
				0.344	8.74	-	-	50.17	74.76	880	62	1030	72
				0.375	9.52	<b>STD</b>	30	54.57	81.25	960	67	1120	79
				0.438	11.13	-	<b>40</b>	63.44	94.55	1130	79	1310	92
				0.469	11.91	-	-	67.78	100.94	1210	85	1410	99
				0.500	12.70	<b>XS</b>	-	72.09	107.39	1290	91	1500	105
16	400	16.000	406,4	0.250	6.35	-	10	42.05	62.64	560	39	660	46
				0.281	7.14	-	-	47.17	70.30	630	44	740	52
				0.312	7.92	-	20	52.27	77.83	700	49	820	58
				0.344	8.74	-	-	57.52	85.71	770	54	900	63
				0.375	9.52	<b>STD</b>	30	62.58	93.17	840	59	980	69
				0.438	11.13	-	-	72.80	108.49	990	70	1150	81
				0.469	11.91	-	-	77.79	115.86	1060	75	1230	86
				0.500	12.70	<b>XS</b>	<b>40</b>	82.77	123.30	1120	79	1310	92
18	450	18.000	457.2	0.250	6.35	-	10	47.39	70.60	500	35	580	41
				0.281	7.14	-	-	53.18	79.24	560	39	660	46
				0.312	7.92	-	20	58.94	87.75	620	44	730	51
				0.344	8.74	-	-	64.87	96.66	690	49	800	56
				0.375	9.52	<b>STD</b>	-	70.59	105.10	750	53	880	62
				0.406	10.31	-	-	76.29	113.62	810	57	950	67
				0.438	11.13	-	30	82.15	122.43	880	62	1020	72
				0.469	11.91	-	-	87.81	130.78	940	66	1090	77
0.500	12.70	<b>XS</b>	-	93.45	139.20	1000	70	1170	82				
20	500	20.000	508.0	0.250	6.35	-	10	52.73	78.55	450	32	520	37
				0.281	7.14	-	-	59.18	88.19	510	36	590	41
				0.312	7.92	-	-	65.60	97.67	560	39	660	46
				0.344	8.74	-	-	72.21	107.60	620	44	720	51
				0.375	9.52	<b>STD</b>	20	78.60	117.02	680	48	790	56
				0.406	10.31	-	-	84.96	126.53	730	51	850	60
				0.438	11.13	-	-	91.51	136.37	790	56	920	65
				0.469	11.91	-	-	97.83	145.70	850	60	950	67
0.500	12.70	<b>XS</b>	30	104.13	155.12	900	63	1050	74				
24	600	24.000	609.6	0.250	6.35	-	10	63.41	94.46	380	27	440	31
				0.281	7.14	-	-	71.18	106.08	420	30	490	34
				0.312	7.92	-	-	78.93	117.51	470	33	550	39
				0.344	8.74	-	-	86.91	129.50	520	37	600	42
				0.375	9.52	<b>STD</b>	20	94.62	140.88	560	39	660	46
				0.406	10.31	-	-	102.31	152.37	610	43	710	50
				0.438	11.13	-	-	110.22	164.26	660	46	770	54
				0.469	11.91	-	-	117.86	175.54	700	49	820	58
0.500	12.70	<b>XS</b>	-	125.49	186.94	750	53	880	62				
0.562	14.27	-	30	140.68	209.50	840	59	980	69				

Tolerancias dimensionales:

Espesor: ±12.5% de espesor nominal en cualquier punto del tubo.

Peso: ±10% del paquete de tubos con diámetro menor o igual a 4" (114,3mm) o tubos individuales con diámetro nominal mayor a 4" (114,3mm)

Diámetro externo: Para diámetro menores o iguales a 1-1/2" (48,3mm) +0,016 pulg (+0,40mm)

Para diámetro mayores o iguales a 2" (60,3mm): ± 1%



TUBERIA DE ACERO AL CARBONO  
API 5L / ASTM A53 / A106

[www.vemacero.com](http://www.vemacero.com)

### Normas de Fabricación ASTM A53

Los tubos para conducción de fluidos tales como agua, vapor, gas y aire a altas presiones, son fabricados bajo la norma **ASTM A 53**. Estos tubos son aptos para operaciones que involucran doblado, rebordeado y cualquier otra formación en frío.

Para validar las exigencias de las normas de fabricación el fabricante realiza ensayos y verificación en los tubos procesados en sus instalaciones. En el caso de conducción de fluidos se realizan ensayos dependiendo de la designación comercial del tubo.

Para Designaciones Comerciales Mayores a 50 DNH (1) (2 *NPS*(2)): ensayo de aplastamiento, ensayo de tracción para determinar propiedades mecánicas, análisis químico, ensayo de ultrasonido al cordón de soldadura, verificación dimensional del tubo, ensayo gravimétrico, ensayo metalográfico, prueba hidrostática, ensayo no destructivo e Inspección visual.

Para Designaciones Comerciales Menores o Iguales a 50 DN (2 *NPS*): ensayo de expansión, ensayo de doblado, ensayo de tracción para determinar propiedades mecánicas, análisis químico, verificación dimensional del tubo, prueba hidrostática, ensayo gravimétrico, ensayo metalográfico, ensayo no destructivo e Inspección visual.

### Condiciones de Extremos

Biselados o Refrentados.

Roscados (según norma ANSI B1.20.1).

### Acabados

Negro (acabado de laminación o con protección de aceite inhibidor de la oxidación).

Galvanizado (recubiertos de Zinc).

Barnizado (película protectora para conservación de los tubos en traslados bajo condiciones especiales o por requerimientos del cliente).

El galvanizado del tubo en su superficie interna y externa se realiza a través de un proceso de inmersión en caliente ("Hot-Dip")

(1) DN: Designación comercial del producto en milímetros.

(2) *NPS*: Designación comercial del producto en pulgadas.



TUBERIA DE ACERO AL CARBONO  
API 5L / ASTM A53 / A106

[www.vemacero.com](http://www.vemacero.com)

### Propiedades Mecánicas

Norma de Fabricación	Grado del Acero	Limite de Fluencia		Resistencia a la Tracción			
		Mpa	psi	Mínimo		Máximo	
				Mpa	psi	Mpa	psi
ASTM A53 Tipo E (ERW)	A	205	30,000	330	48,000	--	--
	B	240	35,000	415	60,000	--	--

### Requerimientos Químicos

Norma de Fabricación	Grado del Acero	Porcentaje Máximo de los Elementos			
		C	Mn	P	S
		Carbono	Manganeso	Fósforo	Azufre
ASTM A53 Tipo E (ERW)	A	0,25	0,95	0,05	0,045
	B	0,30	1,20	0,05	0,045



TUBERIA DE ACERO AL CARBONO  
API 5L / ASTM A53 / A106

[www.yemacero.com](http://www.yemacero.com)

## Normas de Fabricación API 5L

### Normas de Fabricación

Los tubos de línea se fabrican de acuerdo a la norma API 5L, 43ª edición, sin embargo, a solicitud del cliente y previo acuerdo con **Industrias Unicon, C.A.**, se pueden satisfacer requerimientos especiales y/o adicionales, así como normas específicas del cliente.

### Nivel de Especificación de Producto

La norma API 5L establece dos niveles de especificación de producto, PSL 1 y PSL 2 (Product Specification Level, PSL por sus siglas en inglés). Estas dos designaciones definen diferentes niveles de requerimientos de especificaciones técnicas.

### Requerimientos Químicos por Colada y Análisis de Producto en Porcentaje en Peso

PSL 1						
Grado	C Carbono % Máximo <sup>a</sup>	Mn Manganeso % Máximo <sup>a</sup>	P Fósforo % Máximo	S Azufre % Máximo	Ti Titanio % Máximo	Otros % Máximo
B	0,26	1,20	0,030	0,030	0,04	b, c, d
X42	0,26	1,40	0,030	0,030	0,04	c, d
X52	0,26	1,40	0,030	0,030	0,04	c, d
X60 <sup>f</sup>	0,26	1,40	0,030	0,030	0,04	c, d

PSL 2						
Grado	C Carbono % Máximo <sup>a</sup>	Mn Manganeso % Máximo <sup>a</sup>	P Fósforo % Máximo	S Azufre % Máximo	Ti Titanio % Máximo	Otros % Máximo
B	0,22	1,20	0,025	0,015	0,04	d, e
X42	0,22	1,30	0,025	0,015	0,04	c, d
X52	0,22	1,40	0,025	0,015	0,04	c, d
X60 <sup>f</sup>	0,22	1,40	0,025	0,015	0,04	c, d

#### Notas:

a) Por cada reducción de 0,01% por debajo del máximo contenido de carbono especificado, se permite un incremento de 0,05% por encima del contenido máximo de Mn especificado, hasta un máximo de 1,50% para los grados X42 a X52 y hasta un máximo de 1,65% para el grado X60.

b) La suma de Columbium (Niobio) y Vanadio no debe exceder de 0,03% excepto que, por acuerdo entre el fabricante y el comprador, se establezca una alternativa máxima.

c) A juicio de **Industrias Unicon, C.A.**, se pueden utilizar Columbium (Niobio), Vanadio o una combinación de éstos.

d) La suma de Columbium (Niobio), Vanadio y Titanio no debe exceder de 0,15%.

e) La suma de Columbium (Niobio) y Vanadio no debe exceder de 0,06% excepto que, por acuerdo entre el fabricante y el comprador, se establezca una alternativa máxima.

f) Otras composiciones químicas pueden ser suministradas previo acuerdo entre la acería e **Industrias Unicon, C.A.**

Fuente: API 5L, 43a edición, y catálogo Industrias Unicon, C.A. Petróleo v1.0

## ANEXO N° 2: Cargas transmitidas por el sistema de tuberías

CAESAR II 2014 Ver.7.00.00.2800, (Build 140416) Date: JUN 9, 2015 Time: 16:43

Job Name: BOMBAS-ASFALTO

Licensed To: DEMEM S.A.

NOZZLE CHECK REPORT: Nozzle Loads Screening

Various Load Cases

Node	fa N.	fb N.	fc N.	Forces Check	ma N.m.	mb N.m.	mc N.m.	Moments Check
<b>LOAD CASE DEFINITION KEY</b>								
CASE 5 (HYD) WW+HP+H								
CASE 6 (OPE) W+T1+P1+H								
CASE 7 (OPE) W+T2+P2+H								
CASE 24 (SUS) W+P1+H								
CASE 25 (SUS) W+P2+H								
<b>10 (8" P-136)</b>								
	SRSS Method							
Limits	2669	2669	2669		1356	1356	1356	
5(HYD)	4	-14	-791	0	218	159	-3	0.199
6(OPE)	-1020	117	181	0.391	189	-871	8	0.657
7(OPE)	-1450	167	528	0.581	167	-1213	13	0.903
24(SUS)	4	-15	-855	0.32	234	173	-3	0.214
25(SUS)	4	-15	-855	0.32	234	173	-3	0.214
<b>20 (6" P-136)</b>								
	SRSS Method							
Limits	2002	2002	2002		1017	1017	1017	
5(HYD)	411	-61	-26	0	29	207	28	0.207
6(OPE)	205	-370	135	0.222	340	-84	483	0.587
7(OPE)	-290	-394	-283	0.282	384	-158	555	0.681
24(SUS)	241	-62	-24	0.125	30	180	29	0.182
25(SUS)	241	-62	-24	0.125	30	180	29	0.182
<b>30 (8" P-136A)</b>								
	SRSS Method							
Limits	2669	2669	2669		1356	1356	1356	
5(HYD)	-7	-8	-687	0	132	128	-1	0.135
6(OPE)	1301	-56	-49	0	147	-843	-5	0.631
7(OPE)	865	-41	299	0.343	121	-1186	-4	0.879
24(SUS)	-7	-9	-736	0.276	142	138	-2	0.146
25(SUS)	-7	-9	-736	0.276	142	138	-2	0.146
<b>40 (6" P-136A)</b>								
	SRSS Method							
Limits	2002	2002	2002		1017	1017	1017	
5(HYD)	460	-32	-76	0	21	232	25	0.231
6(OPE)	45	-98	-534	0	269	43	476	0.539
7(OPE)	-268	-62	-985	0.511	308	28	568	0.636
24(SUS)	359	-29	-79	0.184	18	222	21	0.22
25(SUS)	359	-29	-79	0.184	18	222	21	0.22

### ANEXO N° 3: Cargas actuantes para los diferentes casos de combinaciones de cargas

CAESAR II 2014 Ver.7.00.00.2800, (Build 140416) Date: JUN 9, 2015 Time: 16:43  
 Job:: BOMBAS-ASFALTO  
 Licensed To:: DEMEM S.A.

HANGER REPORT  
 (TABLE DATA FROM DESIGN RUNS)

NO. NODE	FIG. REQD NO.	VERTICAL SIZE	MOVEMENT (mm.)	HOT LOAD ( N.)	THEORETICAL INSTALLED LOAD ( N.)	ACTUAL INSTALLED LOAD ( N.)	SPRING RATE ( N./cm.)	HORIZONTAL MOVEMENT (mm.)
19140	1 82 ANVIL	10	0.274	6031.	6056.	5792.	911.	1.716
							LOAD VARIATION =	0%
							HARDWARE WEIGHT =	250.
** VARIABLE SUPPORT SPRING DESIGNED ..... SHORT RANGE								
MINIMUM ALLOWED SINGLE SPRING LOAD ..... ( N.)								4047.882
MAXIMUM ALLOWED SINGLE SPRING LOAD ..... ( N.)								6939.227
RECOMMENDED INSTALLATION CLEARANCE ..... (mm.)								252.412
20140	1 82 ANVIL	10	0.255	6134.	6157.	5893.	911.	1.722
							LOAD VARIATION =	0%
							HARDWARE WEIGHT =	250.
** VARIABLE SUPPORT SPRING DESIGNED ..... SHORT RANGE								
MINIMUM ALLOWED SINGLE SPRING LOAD ..... ( N.)								4047.882
MAXIMUM ALLOWED SINGLE SPRING LOAD ..... ( N.)								6939.227
RECOMMENDED INSTALLATION CLEARANCE ..... (mm.)								252.412

RESTRAINT SUMMARY EXTENDED REPORT: Loads On Hangers

Various Load Cases

Node	Load Case	FX N.	FY N.	FZ N.	MX N.m.	MY N.m.	MZ N.m.	DX mm.	DY mm.	DZ mm.
------	-----------	-------	-------	-------	---------	---------	---------	--------	--------	--------

LOAD CASE DEFINITION KEY

- CASE 5 (HYD) WW+HP+H
- CASE 6 (OPE) W+T1+P1+H
- CASE 7 (OPE) W+T2+P2+H
- CASE 24 (SUS) W+P1+H
- CASE 25 (SUS) W+P2+H

Filters Used:

Node Number >= 2000 and <= 32000

Show All Restraints

19140	Rigid GUI; Prog Design VSH									
5(HYD)	221	-5792	0	0	0	0	0	0.148	0.017	
6(OPE)	-904	-5783	0	0	0	0	0	0.247	-1.289	
7(OPE)	-1471	-5781	0	0	0	0	0	0.273	-1.716	
24(SUS)	211	-5793	0	0	0	0	0	0.144	0.016	
25(SUS)	211	-5793	0	0	0	0	0	0.144	0.016	
MAX	-1471/L7	-5793/L24					-0.000/L7	0.273/L7	-1.716/L7	
20140	Prog Design VSH; Rigid GUI									
5(HYD)	311	-5894	0	0	0	0	0	0.138	0.016	
6(OPE)	768	-5883	0	0	0	0	0	0.263	-1.291	
7(OPE)	598	-5884	0	0	0	0	0	0.254	-1.722	
24(SUS)	318	-5895	0	0	0	0	0	0.126	0.014	
25(SUS)	318	-5895	0	0	0	0	0	0.126	0.014	
MAX	768/L6	-5895/L24					0.000/L6	0.263/L6	-1.722/L7	

## ANEXO N° 4: Valores máximos de los distintos tipos de esfuerzos

CAESAR II 2014 Ver.7.00.00.2800, (Build 140416) Date: JUN 9, 2015 Time: 16:43

Job Name: BOMBAS-ASFALTO

Licensed To: DEMEM S.A.

STRESS SUMMARY REPORT: Highest Stresses Mini Statement

Various Load Cases

### LOAD CASE DEFINITION KEY

CASE 5 (HYD) WW+HP+H  
CASE 24 (SUS) W+P1+H  
CASE 25 (SUS) W+P2+H  
CASE 26 (EXP) L26=L6-L24  
CASE 27 (EXP) L27=L7-L25  
CASE 44 (OCC) L44=L24+L28  
CASE 45 (OCC) L45=L24+L29  
CASE 46 (OCC) L46=L24+L30  
CASE 47 (OCC) L47=L24+L31  
CASE 48 (OCC) L48=L24+L32  
CASE 49 (OCC) L49=L24+L33  
CASE 50 (OCC) L50=L24+L34  
CASE 51 (OCC) L51=L24+L35  
CASE 52 (OCC) L52=L25+L36  
CASE 53 (OCC) L53=L25+L37  
CASE 54 (OCC) L54=L25+L38  
CASE 55 (OCC) L55=L25+L39  
CASE 56 (OCC) L56=L25+L40  
CASE 57 (OCC) L57=L25+L41  
CASE 58 (OCC) L58=L25+L42  
CASE 59 (OCC) L59=L25+L43

Piping Code: B31.3 = B31.3 -2012, Jan 10, 2013

CODE STRESS CHECK PASSED : LOADCASE 5 (HYD) WW+HP+H

Highest Stresses: ( KPa ) LOADCASE 5 (HYD) WW+HP+H  
Ratio (%): 13.7 @Node 25100  
Code Stress: 33121.8 Allowable Stress: 241316.5  
Axial Stress: 9428.5 @Node 20158  
Bending Stress: 28476.1 @Node 25100  
Torsion Stress: 5033.6 @Node 25060  
Hoop Stress: 18589.7 @Node 19220  
Max Stress Intensity: 33438.9 @Node 25100

CODE STRESS CHECK PASSED : LOADCASE 24 (SUS) W+P1+H

Highest Stresses: ( KPa ) LOADCASE 24 (SUS) W+P1+H  
Ratio (%): 27.8 @Node 25100  
Code Stress: 38393.9 Allowable Stress: 137881.5  
Axial Stress: 6592.1 @Node 20518  
Bending Stress: 35005.8 @Node 25100  
Torsion Stress: 6204.6 @Node 25060  
Hoop Stress: 12320.9 @Node 19220  
Max Stress Intensity: 38393.9 @Node 25100

CODE STRESS CHECK PASSED : LOADCASE 25 (SUS) W+P2+H

Highest Stresses: ( KPa ) LOADCASE 25 (SUS) W+P2+H  
Ratio (%): 28.6 @Node 26600  
Code Stress: 39485.8 Allowable Stress: 137881.5  
Axial Stress: 8083.7 @Node 20518  
Bending Stress: 35005.8 @Node 25100  
Torsion Stress: 6204.6 @Node 25060  
Hoop Stress: 15401.1 @Node 19220  
Max Stress Intensity: 39485.8 @Node 26600

CODE STRESS CHECK PASSED : LOADCASE 26 (EXP) L26=L6-L24

Highest Stresses: ( KPa ) LOADCASE 26 (EXP) L26=L6-L24  
Ratio (%): 62.1 @Node 30300  
Code Stress: 211440.1 Allowable Stress: 340226.8  
Axial Stress: 11424.0 @Node 30520  
Bending Stress: 200039.0 @Node 30300  
Torsion Stress: 63805.0 @Node 12000  
Hoop Stress: 0.0 @Node 2020  
Max Stress Intensity: 253448.4 @Node 30300

CODE STRESS CHECK PASSED : LOADCASE 27 (EXP) L27=L7-L25

Highest Stresses: ( KPa ) LOADCASE 27 (EXP) L27=L7-L25  
Ratio (%): 86.1 @Node 30300  
Code Stress: 292787.1 Allowable Stress: 340209.8  
Axial Stress: 15640.2 @Node 30520  
Bending Stress: 276704.5 @Node 30300  
Torsion Stress: 88117.9 @Node 12000  
Hoop Stress: 0.0 @Node 2020  
Max Stress Intensity: 350766.6 @Node 30300

CODE STRESS CHECK PASSED : LOADCASE 44 (OCC) L44=L24+L28

Highest Stresses: ( KPa ) LOADCASE 44 (OCC) L44=L24+L28  
Ratio (%): 52.5 @Node 18100  
Code Stress: 96233.4 Allowable Stress: 183382.4  
Axial Stress: 6672.1 @Node 20518  
Bending Stress: 94731.6 @Node 18100  
Torsion Stress: 17837.3 @Node 17260  
Hoop Stress: 12320.9 @Node 19220  
Max Stress Intensity: 101442.9 @Node 20599

CODE STRESS CHECK PASSED : LOADCASE 45 (OCC) L45=L24+L29

Highest Stresses: ( KPa ) LOADCASE 45 (OCC) L45=L24+L29  
Ratio (%): 51.6 @Node 18100  
Code Stress: 94687.2 Allowable Stress: 183382.4  
Axial Stress: 7536.1 @Node 20540  
Bending Stress: 93187.4 @Node 18100  
Torsion Stress: 18705.1 @Node 17260  
Hoop Stress: 12320.9 @Node 19220  
Max Stress Intensity: 99301.6 @Node 20599



CODE STRESS CHECK PASSED : LOADCASE 46 (OCC) L46=L24+L30

Highest Stresses: ( KPa ) LOADCASE 46 (OCC) L46=L24+L30  
Ratio (%): 52.4 @Node 18100  
Code Stress: 96101.8 Allowable Stress: 183382.4  
Axial Stress: 6552.6 @Node 26699  
Bending Stress: 94600.0 @Node 18100  
Torsion Stress: 17809.8 @Node 17260  
Hoop Stress: 12320.9 @Node 19220  
Max Stress Intensity: 101983.1 @Node 20599

CODE STRESS CHECK PASSED : LOADCASE 47 (OCC) L47=L24+L31

Highest Stresses: ( KPa ) LOADCASE 47 (OCC) L47=L24+L31  
Ratio (%): 51.6 @Node 18100  
Code Stress: 94681.9 Allowable Stress: 183382.4  
Axial Stress: 7527.8 @Node 20540  
Bending Stress: 93182.3 @Node 18100  
Torsion Stress: 17853.0 @Node 17260  
Hoop Stress: 12320.9 @Node 19220  
Max Stress Intensity: 98796.9 @Node 20599

CODE STRESS CHECK PASSED : LOADCASE 48 (OCC) L48=L24+L32

Highest Stresses: ( KPa ) LOADCASE 48 (OCC) L48=L24+L32  
Ratio (%): 44.1 @Node 26699  
Code Stress: 80890.2 Allowable Stress: 183382.4  
Axial Stress: 7064.7 @Node 19760  
Bending Stress: 74619.1 @Node 26699  
Torsion Stress: 16418.2 @Node 17278  
Hoop Stress: 12320.9 @Node 19220  
Max Stress Intensity: 81033.3 @Node 26699

CODE STRESS CHECK PASSED : LOADCASE 49 (OCC) L49=L24+L33

Highest Stresses: ( KPa ) LOADCASE 49 (OCC) L49=L24+L33  
Ratio (%): 42.3 @Node 26699  
Code Stress: 77652.7 Allowable Stress: 183382.4  
Axial Stress: 6809.4 @Node 19019  
Bending Stress: 71445.6 @Node 26699  
Torsion Stress: 14759.2 @Node 17260  
Hoop Stress: 12320.9 @Node 19220  
Max Stress Intensity: 77853.9 @Node 26699

CODE STRESS CHECK PASSED : LOADCASE 50 (OCC) L50=L24+L34

Highest Stresses: ( KPa ) LOADCASE 50 (OCC) L50=L24+L34  
Ratio (%): 42.5 @Node 26699  
Code Stress: 77987.2 Allowable Stress: 183382.4  
Axial Stress: 7090.5 @Node 19760  
Bending Stress: 71790.9 @Node 26699  
Torsion Stress: 16443.6 @Node 17260  
Hoop Stress: 12320.9 @Node 19220  
Max Stress Intensity: 78131.9 @Node 26699

CODE STRESS CHECK PASSED : LOADCASE 51 (OCC) L51=L24+L35

Highest Stresses: ( KPa ) LOADCASE 51 (OCC) L51=L24+L35  
Ratio (%): 42.5 @Node 26699  
Code Stress: 78026.4 Allowable Stress: 183382.4  
Axial Stress: 6624.5 @Node 28000  
Bending Stress: 71806.2 @Node 26699  
Torsion Stress: 14690.5 @Node 17260  
Hoop Stress: 12320.9 @Node 19220  
Max Stress Intensity: 78227.7 @Node 26699

CODE STRESS CHECK PASSED : LOADCASE 52 (OCC) L52=L25+L36

Highest Stresses: ( KPa ) LOADCASE 52 (OCC) L52=L25+L36  
Ratio (%): 53.1 @Node 18099  
Code Stress: 97344.9 Allowable Stress: 183382.4  
Axial Stress: 8163.9 @Node 20518  
Bending Stress: 95620.6 @Node 18100  
Torsion Stress: 17578.5 @Node 17260  
Hoop Stress: 15401.1 @Node 19220  
Max Stress Intensity: 104295.1 @Node 20599

CODE STRESS CHECK PASSED : LOADCASE 53 (OCC) L53=L25+L37

Highest Stresses: ( KPa ) LOADCASE 53 (OCC) L53=L25+L37  
Ratio (%): 51.7 @Node 18100  
Code Stress: 94894.2 Allowable Stress: 183382.4  
Axial Stress: 9041.9 @Node 20540  
Bending Stress: 93227.1 @Node 18100  
Torsion Stress: 19415.5 @Node 17260  
Hoop Stress: 15401.1 @Node 19220  
Max Stress Intensity: 103700.4 @Node 20599

CODE STRESS CHECK PASSED : LOADCASE 54 (OCC) L54=L25+L38

Highest Stresses: ( KPa ) LOADCASE 54 (OCC) L54=L25+L38  
Ratio (%): 53.0 @Node 18099  
Code Stress: 97211.3 Allowable Stress: 183382.4  
Axial Stress: 8017.3 @Node 20518  
Bending Stress: 95489.7 @Node 18100  
Torsion Stress: 17589.7 @Node 17260  
Hoop Stress: 15401.1 @Node 19220  
Max Stress Intensity: 104774.7 @Node 20599

CODE STRESS CHECK PASSED : LOADCASE 55 (OCC) L55=L25+L39

Highest Stresses: ( KPa ) LOADCASE 55 (OCC) L55=L25+L39  
Ratio (%): 51.7 @Node 18100  
Code Stress: 94871.0 Allowable Stress: 183382.4  
Axial Stress: 9033.1 @Node 20540  
Bending Stress: 93204.3 @Node 18100  
Torsion Stress: 18303.7 @Node 17260  
Hoop Stress: 15401.1 @Node 19220  
Max Stress Intensity: 103166.6 @Node 20599

Highest Stresses: ( KPa ) LOADCASE 56 (OCC) L56=L25+L40  
Ratio (%): 45.4 @Node 26699  
Code Stress: 83164.1 Allowable Stress: 183382.4  
Axial Stress: 8544.1 @Node 19760  
Bending Stress: 75523.5 @Node 26699  
Torsion Stress: 15835.9 @Node 31320  
Hoop Stress: 15401.1 @Node 19220  
Max Stress Intensity: 83301.1 @Node 26699

CODE STRESS CHECK PASSED : LOADCASE 57 (OCC) L57=L25+L41

Highest Stresses: ( KPa ) LOADCASE 57 (OCC) L57=L25+L41  
Ratio (%): 41.9 @Node 26699  
Code Stress: 76797.8 Allowable Stress: 183382.4  
Axial Stress: 8160.6 @Node 19019  
Bending Stress: 69205.3 @Node 26699  
Torsion Stress: 16368.1 @Node 26860  
Hoop Stress: 15401.1 @Node 19220  
Max Stress Intensity: 77056.6 @Node 26699

CODE STRESS CHECK PASSED : LOADCASE 58 (OCC) L58=L25+L42

Highest Stresses: ( KPa ) LOADCASE 58 (OCC) L58=L25+L42  
Ratio (%): 43.7 @Node 26699  
Code Stress: 80059.9 Allowable Stress: 183382.4  
Axial Stress: 8564.1 @Node 19760  
Bending Stress: 72496.0 @Node 26699  
Torsion Stress: 15460.9 @Node 17260  
Hoop Stress: 15401.1 @Node 19220  
Max Stress Intensity: 80209.5 @Node 26699

CODE STRESS CHECK PASSED : LOADCASE 59 (OCC) L59=L25+L43

Highest Stresses: ( KPa ) LOADCASE 59 (OCC) L59=L25+L43  
Ratio (%): 42.1 @Node 26699  
Code Stress: 77259.5 Allowable Stress: 183382.4  
Axial Stress: 8038.5 @Node 19220  
Bending Stress: 72386.0 @Node 31320  
Torsion Stress: 16044.0 @Node 26860  
Hoop Stress: 15401.1 @Node 19220  
Max Stress Intensity: 77517.6 @Node 26699

## ANEXO N° 5: Cargas transmitidas a los soportes

CAESAR II 2014 Ver.7.00.00.2800, (Build 140416) Date: JUN 9, 2015 Time: 16:43

Job Name: BOMBAS-ASFALTO

Licensed To: DEMEM S.A.

RESTRAINT SUMMARY EXTENDED REPORT: Loads On Restraints

Various Load Cases

Node	Load Case	FX N.	FY N.	FZ N.	MX N.m.	MY N.m.	MZ N.m.	DX mm.	DY mm.	DZ mm.
LOAD CASE DEFINITION KEY										
CASE 5 (HYD) WW+HP+H										
CASE 6 (OPE) W+T1+P1+H										
CASE 7 (OPE) W+T2+P2+H										
CASE 24 (SUS) W+P1+H										
CASE 25 (SUS) W+P2+H										
Filters Used:										
Node Number >= 2000 and <= 32000										
Show All Restraints										
2040	Rigid +Y									
	5(HYD)	0	-2542	0	0	0	0	0.002	0	0.002
	6(OPE)	0	-2679	0	0	0	0	0.709	0	-5.716
	7(OPE)	0	-2749	0	0	0	0	0.92	0	-7.68
	24(SUS)	0	-2621	0	0	0	0	0.002	0	0.002
	25(SUS)	0	-2621	0	0	0	0	0.002	0	0.002
	MAX		-2749/L7					0.920/L7	-0.000/L7	-7.680/L7
2140	Rigid +Y									
	5(HYD)	0	-8472	0	0	0	0	0	0	0.002
	6(OPE)	0	-8118	0	0	0	0	2.749	0	-3.007
	7(OPE)	0	-7982	0	0	0	0	3.649	0	-4.085
	24(SUS)	0	-8808	0	0	0	0	0	0	0.002
	25(SUS)	0	-8808	0	0	0	0	0	0	0.002
	MAX		-8808/L24					3.649/L7	-0.000/L24	-4.085/L7
2340	Rigid +Y									
	5(HYD)	0	-11881	0	0	0	0	-0.005	0	0.002
	6(OPE)	0	-8162	0	0	0	0	3.763	0	-0.776
	7(OPE)	0	-6769	0	0	0	0	5.037	0	-1.125
	24(SUS)	0	-12253	0	0	0	0	-0.005	0	0.002
	25(SUS)	0	-12253	0	0	0	0	-0.005	0	0.002
	MAX		-12253/L24					5.037/L7	-0.000/L24	-1.125/L7
2540	Rigid +Y									
	5(HYD)	0	-5454	0	0	0	0	-0.006	0	0.002
	6(OPE)	0	-6548	0	0	0	0	4.885	0	1.371
	7(OPE)	0	-6829	0	0	0	0	6.639	0	1.724
	24(SUS)	0	-5675	0	0	0	0	-0.006	0	0.002
	25(SUS)	0	-5675	0	0	0	0	-0.006	0	0.002
	MAX		-6829/L7					6.639/L7	-0.000/L7	1.724/L7
2840	Rigid ANC									
	5(HYD)	-303	-4989	26	-191	48	1579	0	0	0
	6(OPE)	24060	-7616	-18409	10307	31993	4852	0	0	0
	7(OPE)	31231	-8404	-25269	13717	43468	5931	0	0	0
	24(SUS)	-291	-5283	26	-181	50	1700	0	0	0
	25(SUS)	-291	-5283	26	-181	50	1700	0	0	0
	MAX	31231/L7	-8404/L7	-25269/L7	13717/L7	43468/L7	5931/L7	0.000/L7	-0.000/L7	-0.000/L7
2960	Rigid Y									
	5(HYD)	0	-5519	0	0	0	0	-0.002	0	-0.002
	6(OPE)	0	-7093	0	0	0	0	0.998	0	-0.934
	7(OPE)	0	-7508	0	0	0	0	1.346	0	-1.289
	24(SUS)	0	-5846	0	0	0	0	-0.002	0	-0.002
	25(SUS)	0	-5846	0	0	0	0	-0.002	0	-0.002
	MAX		-7508/L7					1.346/L7	-0.000/L7	-1.289/L7
3260	Rigid ANC									
	5(HYD)	-158	-5012	-86	869	-106	1620	0	0	0
	6(OPE)	2761	-5629	9844	-493	18175	1556	0	0	0
	7(OPE)	4018	-5732	13329	-972	24259	1503	0	0	0
	24(SUS)	-194	-5310	-110	966	-145	1716	0	0	0
	25(SUS)	-194	-5310	-110	966	-145	1716	0	0	0
	MAX	4018/L7	-5732/L7	13329/L7	-972/L7	24259/L7	1716/L24	0.000/L7	-0.000/L7	0.000/L7

4120	Rigid Y; Rigid GUI								
5(HYD)	0	-12032	1208	0	0	0	0	0	0
6(OPE)	0	-20390	20902	0	0	0	-5.73	0	0
7(OPE)	0	-22590	27164	0	0	0	-7.606	0	0
24(SUS)	0	-12878	1293	0	0	0	0	0	0
25(SUS)	0	-12878	1293	0	0	0	0	0	0
MAX		-22590/L7	27164/L7				-7.606/L7	-0.000/L7	0.000/L7
4280	Rigid Y; Rigid GUI								
5(HYD)	0	-2456	-1	0	0	0	0	0	0
6(OPE)	0	-177	-960	0	0	0	-10.342	0	0
7(OPE)	0	674	-1246	0	0	0	-13.728	0	0
24(SUS)	0	-2613	-11	0	0	0	0	0	0
25(SUS)	0	-2613	-11	0	0	0	0	0	0
MAX		-2613/L24	-1246/L7				-13.728/L7	-0.000/L24	-0.000/L7
5000	Rigid Y; Rigid GUI								
5(HYD)	0	-5063	-4	0	0	0	-0.002	0	0
6(OPE)	0	-2961	1713	0	0	0	-4.652	0	0
7(OPE)	0	-2124	2254	0	0	0	-6.154	0	0
24(SUS)	0	-5389	-4	0	0	0	-0.002	0	0
25(SUS)	0	-5389	-4	0	0	0	-0.002	0	0
MAX		-5389/L24	2254/L7				-6.154/L7	-0.000/L24	0.000/L7
5040	Rigid Y; Rigid GUI								
5(HYD)	0	-4108	-1	0	0	0	-0.002	0	0
6(OPE)	0	-14979	-8263	0	0	0	-9.172	0	0
7(OPE)	0	-18639	-10921	0	0	0	-12.154	0	0
24(SUS)	0	-4376	0	0	0	0	-0.002	0	0
25(SUS)	0	-4376	0	0	0	0	-0.002	0	0
MAX		-18639/L7	-10921/L7				-12.154/L7	-0.000/L7	-0.000/L7
5080	Rigid Y; Rigid GUI								
5(HYD)	0	-3452	9	0	0	0	-0.002	0	0
6(OPE)	0	-409	800	0	0	0	-13.362	0	0
7(OPE)	0	2294	1073	0	0	0	-17.716	0	0
24(SUS)	0	-3649	8	0	0	0	-0.002	0	0
25(SUS)	0	-3649	8	0	0	0	-0.002	0	0
MAX		-3649/L24	1073/L7				-17.716/L7	-0.000/L24	0.000/L7
6000	Rigid Y; Rigid GUI								
5(HYD)	0	-5030	261	0	0	0	0	0	0
6(OPE)	0	-5356	-36315	0	0	0	-5.775	0	0
7(OPE)	0	-5329	-48313	0	0	0	-7.665	0	0
24(SUS)	0	-5437	349	0	0	0	0	0	0
25(SUS)	0	-5437	349	0	0	0	0	0	0
MAX		-5437/L24	-48313/L7				-7.665/L7	-0.000/L24	-0.000/L7
6160	Rigid +Y								
5(HYD)	0	-1739	0	0	0	0	-0.001	0	0.058
6(OPE)	0	-5533	0	0	0	0	-8.497	0	-9.347
7(OPE)	0	-6663	0	0	0	0	-11.278	0	-12.432
24(SUS)	0	-2080	0	0	0	0	-0.001	0	0.081
25(SUS)	0	-2080	0	0	0	0	-0.001	0	0.081
MAX		-6663/L7					-11.278/L7	-0.000/L7	-12.432/L7
7040	Rigid GUI								
5(HYD)	17	0	0	0	0	0	0	-0.001	0
6(OPE)	6351	0	0	0	0	0	0	-0.021	0.672
7(OPE)	8673	0	0	0	0	0	0	-0.027	0.892
24(SUS)	19	0	0	0	0	0	0	-0.001	0
25(SUS)	19	0	0	0	0	0	0	-0.001	0
MAX	8673/L7						0.000/L7	-0.027/L7	0.892/L7
7060	Rigid GUI; Rigid +Y								
5(HYD)	-1	-1647	0	0	0	0	0	0	0
6(OPE)	-3984	-2580	0	0	0	0	0	0	1.237
7(OPE)	-5631	-2845	0	0	0	0	0	0	1.641
24(SUS)	-2	-1736	0	0	0	0	0	0	0
25(SUS)	-2	-1736	0	0	0	0	0	0	0
MAX	-5631/L7	-2845/L7					-0.000/L7	-0.000/L7	1.641/L7

Node	Load Case	FX N.	FY N.	FZ N.	MX N.m.	MY N.m.	MZ N.m.	DX mm.	DY mm.	DZ mm.	
7140	Rigid GUI w/gap; Rigid +Y										
	5(HYD)	0	-3533	0	0	0	0	0	0	0.003	
	6(OPE)	0	-4206	0	0	0	0	-2.527	0	-1.238	
	7(OPE)	0	-4383	0	0	0	0	-3.361	0	-1.713	
	24(SUS)	0	-3815	0	0	0	0	0	0	0.003	
	25(SUS)	0	-3815	0	0	0	0	0	0	0.003	
	MAX		-4383/L7					-3.361/L7	-0.000/L7	-1.713/L7	
7280	Rigid Y										
	5(HYD)	0	-4562	0	0	0	0	0.002	0	0.003	
	6(OPE)	0	-5012	0	0	0	0	2.4	0	-5.65	
	7(OPE)	0	-4901	0	0	0	0	3.163	0	-7.582	
	24(SUS)	0	-4863	0	0	0	0	0.002	0	0.003	
	25(SUS)	0	-4863	0	0	0	0	0.002	0	0.003	
	MAX		-5012/L6					3.163/L7	-0.000/L6	-7.582/L7	
8040	Rigid GUI										
	5(HYD)	22	0	0	0	0	0	0	-0.001	0	
	6(OPE)	-2254	0	0	0	0	0	0	-0.021	0.673	
	7(OPE)	-1618	0	0	0	0	0	0	-0.028	0.893	
	24(SUS)	24	0	0	0	0	0	0	-0.001	0	
	25(SUS)	24	0	0	0	0	0	0	-0.001	0	
	MAX	-2254/L6						-0.000/L6	-0.028/L7	0.893/L7	
8060	Rigid GUI; Rigid +Y										
	5(HYD)	-7	-1559	0	0	0	0	0	0	0	
	6(OPE)	11506	-1919	0	0	0	0	0	0	1.238	
	7(OPE)	13941	-2148	0	0	0	0	0	0	1.643	
	24(SUS)	-7	-1652	0	0	0	0	0	0	0	
	25(SUS)	-7	-1652	0	0	0	0	0	0	0	
	MAX	13941/L7	-2148/L7					0.000/L7	-0.000/L7	1.643/L7	
8140	Rigid +Y; Rigid GUI w/gap										
	5(HYD)	0	-2119	0	0	0	0	0	0	-0.002	
	6(OPE)	0	-3996	16742	0	0	0	-1.728	0	1	
	7(OPE)	0	-4160	23875	0	0	0	-2.333	0	1	
	24(SUS)	0	-2273	0	0	0	0	0	0	-0.002	
	25(SUS)	0	-2273	0	0	0	0	0	0	-0.002	
	MAX		-4160/L7	23875/L7				-2.333/L7	-0.000/L7	1.000/L6	
8280	Rigid Y										
	5(HYD)	0	-3381	0	0	0	0	-0.006	0	-0.001	
	6(OPE)	0	-4174	0	0	0	0	6.394	0	-2.535	
	7(OPE)	0	-4006	0	0	0	0	8.603	0	-3.686	
	24(SUS)	0	-3587	0	0	0	0	-0.007	0	-0.001	
	25(SUS)	0	-3587	0	0	0	0	-0.007	0	-0.001	
	MAX		-4174/L6					8.603/L7	-0.000/L6	-3.686/L7	
12100	Rigid +Y; Rigid GUI w/gap										
	5(HYD)	0	-2134	0	0	0	0	0	0	-0.028	
	6(OPE)	0	-1164	35503	0	0	0	-8.696	0	5	
	7(OPE)	0	-940	51623	0	0	0	-11.515	0	5	
	24(SUS)	0	-2022	0	0	0	0	0	0	-0.034	
	25(SUS)	0	-2022	0	0	0	0	0	0	-0.034	
	MAX		-2134/L5	51623/L7				-11.515/L7	-0.000/L5	5.000/L6	
13000	Rigid +Y										
	5(HYD)	0	-3491	0	0	0	0	0.017	0	-0.001	
	6(OPE)	0	-9470	0	0	0	0	1.963	0	-1.711	
	7(OPE)	0	-11416	0	0	0	0	2.639	0	-2.34	
	24(SUS)	0	-3660	0	0	0	0	0.018	0	-0.001	
	25(SUS)	0	-3660	0	0	0	0	0.018	0	-0.001	
	MAX		-11416/L7					2.639/L7	-0.000/L7	-2.340/L7	
13080	Rigid +Y										
	5(HYD)	0	-2757	0	0	0	0	0.013	0	0.008	
	6(OPE)	0	-2276	0	0	0	0	-6.276	0	-0.175	
	7(OPE)	0	-2067	0	0	0	0	-8.325	0	-0.308	
	24(SUS)	0	-2934	0	0	0	0	0.013	0	0.009	
	25(SUS)	0	-2934	0	0	0	0	0.013	0	0.009	
	MAX		-2934/L24					-8.325/L7	-0.000/L24	-0.308/L7	

Node	Load Case	FX N.	FY N.	FZ N.	MX N.m.	MY N.m.	MZ N.m.	DX mm.	DY mm.	DZ mm.
13140		Rigid +Y								
	5(HYD)	0	-4244	0	0	0	0	0	0	0.015
	6(OPE)	0	-2020	0	0	0	0	-4.59	0	1.762
	7(OPE)	0	-1187	0	0	0	0	-6.092	0	2.307
	24(SUS)	0	-4515	0	0	0	0	0	0	0.016
	25(SUS)	0	-4515	0	0	0	0	0	0	0.016
	MAX		-4515/L24					-6.092/L7	-0.000/L24	2.307/L7
13160		Rigid ANC								
	5(HYD)	73	-2203	19	54	51	1485	0	0	0
	6(OPE)	10591	-2667	2501	1605	6275	2004	0	0	0
	7(OPE)	14089	-2776	3307	2117	8258	2147	0	0	0
	24(SUS)	77	-2344	20	57	54	1580	0	0	0
	25(SUS)	77	-2344	20	57	54	1580	0	0	0
	MAX	14089/L7	-2776/L7	3307/L7	2117/L7	8258/L7	2147/L7	0.000/L7	-0.000/L7	0.000/L7
15200		Rigid X; Rigid GUI w/gap; Rigid +Y								
	5(HYD)	-129	0	0	0	0	0	0	0	-0.019
	6(OPE)	-183	0	0	0	0	0	0	2.662	-3.47
	7(OPE)	-60	0	-100	0	0	0	0	3.685	-4
	24(SUS)	-128	-147	0	0	0	0	0	0	-0.019
	25(SUS)	-128	-147	0	0	0	0	0	0	-0.019
	MAX	-183/L6	-147/L24	-100/L7				-0.000/L6	3.685/L7	-4.000/L7
15300		Rigid +Y								
	5(HYD)	0	-2182	0	0	0	0	0.04	0	0.111
	6(OPE)	0	0	0	0	0	0	-2.325	3.117	-2.493
	7(OPE)	0	0	0	0	0	0	-3.025	4.297	-2.762
	24(SUS)	0	-2415	0	0	0	0	0.042	0	0.123
	25(SUS)	0	-2415	0	0	0	0	0.042	0	0.123
	MAX		-2415/L24					-3.025/L7	4.297/L7	-2.762/L7
16200		Rigid GUI w/gap; Rigid X; Rigid +Y								
	5(HYD)	-66	0	0	0	0	0	0	0.039	0.014
	6(OPE)	-210	0	-94	0	0	0	0	2.677	-4
	7(OPE)	-54	0	-292	0	0	0	0	3.725	-4
	24(SUS)	-74	0	0	0	0	0	0	0.016	0.006
	25(SUS)	-74	0	0	0	0	0	0	0.016	0.006
	MAX	-210/L6		-292/L7				-0.000/L6	3.725/L7	-4.000/L6
16280		Rigid +Y								
	5(HYD)	0	-587	0	0	0	0	0.009	0	0.043
	6(OPE)	0	0	0	0	0	0	-2.54	1.156	-5.892
	7(OPE)	0	0	0	0	0	0	-3.351	2.58	-6.55
	24(SUS)	0	-693	0	0	0	0	0.012	0	0.048
	25(SUS)	0	-693	0	0	0	0	0.012	0	0.048
	MAX		-693/L24					-3.351/L7	2.580/L7	-6.550/L7
17040		Rigid X; Rigid GUI w/gap; Rigid +Y								
	5(HYD)	-42	-910	0	0	0	0	0	0	-0.373
	6(OPE)	-606	0	-351	0	0	0	0	1.818	-4
	7(OPE)	-736	0	-765	0	0	0	0	2.542	-4
	24(SUS)	-38	-1144	0	0	0	0	0	0	-0.392
	25(SUS)	-38	-1144	0	0	0	0	0	0	-0.392
	MAX	-736/L7	-1144/L24	-765/L7				-0.000/L7	2.542/L7	-4.000/L6
17080		Rigid +Y								
	5(HYD)	0	-945	0	0	0	0	0.072	0	-0.112
	6(OPE)	0	-419	0	0	0	0	-4.676	0	-5.575
	7(OPE)	0	-34	0	0	0	0	-6.136	0	-6.102
	24(SUS)	0	-1095	0	0	0	0	0.034	0	-0.148
	25(SUS)	0	-1095	0	0	0	0	0.034	0	-0.148
	MAX		-1095/L24					-6.136/L7	-0.000/L24	-6.102/L7
17140		Rigid +Y								
	5(HYD)	0	-876	0	0	0	0	2.014	0	0.084
	6(OPE)	0	-1513	0	0	0	0	5.481	0	-5.061
	7(OPE)	0	-1768	0	0	0	0	6.701	0	-6.174
	24(SUS)	0	-1041	0	0	0	0	2.336	0	0.042
	25(SUS)	0	-1041	0	0	0	0	2.336	0	0.042
	MAX		-1768/L7					6.701/L7	-0.000/L7	-6.174/L7

Node	Load Case	FX N.	FY N.	FZ N.	MX N.m.	MY N.m.	MZ N.m.	DX mm.	DY mm.	DZ mm.
17180		Rigid +Y								
	5(HYD)	0	-794	0	0	0	0	1.477	0	0.097
	6(OPE)	0	-1040	0	0	0	0	6.791	0	-2.123
	7(OPE)	0	-1099	0	0	0	0	8.874	0	-2.286
	24(SUS)	0	-939	0	0	0	0	1.703	0	0.056
	25(SUS)	0	-939	0	0	0	0	1.703	0	0.056
	MAX		-1099/L7					8.874/L7	-0.000/L7	-2.286/L7
17200		Rigid +Y								
	5(HYD)	0	-1068	0	0	0	0	0.609	0	0.097
	6(OPE)	0	-1239	0	0	0	0	8.788	0	2.491
	7(OPE)	0	-1251	0	0	0	0	11.956	0	3.838
	24(SUS)	0	-1250	0	0	0	0	0.685	0	0.057
	25(SUS)	0	-1250	0	0	0	0	0.685	0	0.057
	MAX		-1251/L7					11.956/L7	-0.000/L7	3.838/L7
17220		Rigid +Y								
	5(HYD)	0	-605	0	0	0	0	0.051	0	0.097
	6(OPE)	0	-852	0	0	0	0	8.583	0	7.106
	7(OPE)	0	-816	0	0	0	0	11.47	0	9.961
	24(SUS)	0	-745	0	0	0	0	0.01	0	0.057
	25(SUS)	0	-745	0	0	0	0	0.01	0	0.057
	MAX		-852/L6					11.470/L7	-0.000/L6	9.961/L7
17300		Rigid +Y; Rigid GUI								
	5(HYD)	32	-878	-36	0	0	0	-0.002	0	-0.002
	6(OPE)	-525	-38	585	0	0	0	6.541	0	5.873
	7(OPE)	-804	0	895	0	0	0	8.687	0.234	7.8
	24(SUS)	32	-854	-35	0	0	0	-0.002	0	-0.002
	25(SUS)	32	-854	-35	0	0	0	-0.002	0	-0.002
	MAX	-804/L7	-878/L5	895/L7				8.687/L7	0.234/L7	7.800/L7
18040		Rigid GUI w/gap; Rigid X; Rigid +Y								
	5(HYD)	-38	-322	0	0	0	0	0	0	-0.381
	6(OPE)	-259	0	0	0	0	0	0	2.429	-2.731
	7(OPE)	-339	0	0	0	0	0	0	3.217	-3.429
	24(SUS)	-30	-497	0	0	0	0	0	0	-0.364
	25(SUS)	-30	-497	0	0	0	0	0	0	-0.364
	MAX	-339/L7	-497/L24					-0.000/L7	3.217/L7	-3.429/L7
18080		Rigid +Y								
	5(HYD)	0	-786	0	0	0	0	0.044	0	-0.267
	6(OPE)	0	-782	0	0	0	0	-2.68	0	-1.88
	7(OPE)	0	-710	0	0	0	0	-3.581	0	-2.361
	24(SUS)	0	-905	0	0	0	0	0.042	0	-0.256
	25(SUS)	0	-905	0	0	0	0	0.042	0	-0.256
	MAX		-905/L24					-3.581/L7	-0.000/L24	-2.361/L7
18120		Rigid Y								
	5(HYD)	0	-763	0	0	0	0	0.15	0	-0.194
	6(OPE)	0	-911	0	0	0	0	-4.111	0	0.202
	7(OPE)	0	-924	0	0	0	0	-5.534	0	0.366
	24(SUS)	0	-907	0	0	0	0	0.144	0	-0.187
	25(SUS)	0	-907	0	0	0	0	0.144	0	-0.187
	MAX		-924/L7					-5.534/L7	-0.000/L7	0.366/L7
18140		Rigid +Y; Rigid GUI								
	5(HYD)	0	-913	-6	0	0	0	0.15	0	0
	6(OPE)	0	-1106	-1	0	0	0	-8.427	0	0
	7(OPE)	0	-1114	2	0	0	0	-11.263	0	0
	24(SUS)	0	-1073	-6	0	0	0	0.144	0	0
	25(SUS)	0	-1073	-6	0	0	0	0.144	0	0
	MAX		-1114/L7	-6/L5				-11.263/L7	-0.000/L7	-0.000/L5
18160		Rigid +Y; Rigid GUI								
	5(HYD)	0	-1059	1	0	0	0	0.15	0	0
	6(OPE)	0	-1234	24	0	0	0	-13.044	0	0
	7(OPE)	0	-1230	30	0	0	0	-17.391	0	0
	24(SUS)	0	-1249	1	0	0	0	0.144	0	0
	25(SUS)	0	-1249	1	0	0	0	0.144	0	0
	MAX		-1249/L24	30/L7				-17.391/L7	-0.000/L24	0.000/L7



Node	Load Case	FX N.	FY N.	FZ N.	MX N.m.	MY N.m.	MZ N.m.	DX mm.	DY mm.	DZ mm.
18170	Rigid +Y; Rigid GUI									
	5(HYD)	0	-548	-6	0	0	0	0.15	0	0
	6(OPE)	0	-801	193	0	0	0	-17.661	0	0
	7(OPE)	0	-853	258	0	0	0	-23.519	0	0
	24(SUS)	0	-642	-9	0	0	0	0.144	0	0
	25(SUS)	0	-642	-9	0	0	0	0.144	0	0
	MAX		-853/L7	258/L7				-23.519/L7	-0.000/L7	0.000/L7
18280	Rigid Y									
	5(HYD)	0	-964	0	0	0	0	0.288	0	-0.034
	6(OPE)	0	-1005	0	0	0	0	-16.799	0	-1.798
	7(OPE)	0	-966	0	0	0	0	-22.424	0	-2.375
	24(SUS)	0	-1124	0	0	0	0	0.315	0	-0.041
	25(SUS)	0	-1124	0	0	0	0	0.315	0	-0.041
	MAX		-1124/L24					-22.424/L7	-0.000/L24	-2.375/L7
18300	Rigid +Y									
	5(HYD)	0	-736	0	0	0	0	-0.153	0	-0.034
	6(OPE)	0	-684	0	0	0	0	-11.314	0	-6.414
	7(OPE)	0	-625	0	0	0	0	-14.956	0	-8.5
	24(SUS)	0	-862	0	0	0	0	-0.184	0	-0.041
	25(SUS)	0	-862	0	0	0	0	-0.184	0	-0.041
	MAX		-862/L24					-14.956/L7	-0.000/L24	-8.500/L7
18420	Rigid +Y									
	5(HYD)	0	-1756	0	0	0	0	-0.23	0	-0.157
	6(OPE)	0	-6238	0	0	0	0	-8.706	0	-4.714
	7(OPE)	0	-7577	0	0	0	0	-11.462	0	-6.194
	24(SUS)	0	-2146	0	0	0	0	-0.271	0	-0.185
	25(SUS)	0	-2146	0	0	0	0	-0.271	0	-0.185
	MAX		-7577/L7					-11.462/L7	-0.000/L7	-6.194/L7
18440	Rigid GUI									
	5(HYD)	-1	0	3	0	0	0	-0.172	-0.003	-0.086
	6(OPE)	98	0	-197	0	0	0	-7.943	0.567	-3.972
	7(OPE)	131	0	-262	0	0	0	-10.473	0.754	-5.236
	24(SUS)	-2	0	4	0	0	0	-0.202	-0.003	-0.101
	25(SUS)	-2	0	4	0	0	0	-0.202	-0.003	-0.101
	MAX	131/L7		-262/L7				-10.473/L7	0.754/L7	-5.236/L7
18460	Rigid GUI; Rigid GUI									
	5(HYD)	2	0	6	0	0	0	0	-0.019	0
	6(OPE)	-133	0	-68	0	0	0	0	5.111	0
	7(OPE)	-177	0	-93	0	0	0	0	6.791	0
	24(SUS)	3	0	8	0	0	0	0	-0.023	0
	25(SUS)	3	0	8	0	0	0	0	-0.023	0
	MAX	-177/L7		-93/L7				-0.000/L7	6.791/L7	-0.000/L7
18480	Rigid GUI; Rigid GUI									
	5(HYD)	0	0	2	0	0	0	0	-0.026	0
	6(OPE)	-1794	0	1479	0	0	0	0	9.665	0
	7(OPE)	-2382	0	1962	0	0	0	0	12.838	0
	24(SUS)	0	0	3	0	0	0	0	-0.032	0
	25(SUS)	0	0	3	0	0	0	0	-0.032	0
	MAX	-2382/L7		1962/L7				-0.000/L7	12.838/L7	0.000/L7
18580	Rigid ANC									
	5(HYD)	1	-268	-3	6	1	8	0	0	0
	6(OPE)	1832	3631	-1428	-2050	-50	-2597	0	0	0
	7(OPE)	2432	4922	-1895	-2724	-67	-3451	0	0	0
	24(SUS)	1	-315	-4	7	1	10	0	0	0
	25(SUS)	1	-315	-4	7	1	10	0	0	0
	MAX	2432/L7	4922/L7	-1895/L7	-2724/L7	-67/L7	-3451/L7	0.000/L7	0.000/L7	-0.000/L7
19140	Rigid GUI; Prog Design VSH									
	5(HYD)	221	-5792	0	0	0	0	0	0.148	0.017
	6(OPE)	-904	-5783	0	0	0	0	0	0.247	-1.289
	7(OPE)	-1471	-5781	0	0	0	0	0	0.273	-1.716
	24(SUS)	211	-5793	0	0	0	0	0	0.144	0.016
	25(SUS)	211	-5793	0	0	0	0	0	0.144	0.016
	MAX	-1471/L7	-5793/L24					-0.000/L7	0.273/L7	-1.716/L7

Node	Load Case	FX N.	FY N.	FZ N.	MX N.m.	MY N.m.	MZ N.m.	DX mm.	DY mm.	DZ mm.
19239		Rigid GUI; Rigid +Y								
	5(HYD)	-372	-1663	0	0	0	0	0	0	-0.004
	6(OPE)	1963	-4481	0	0	0	0	0	0	-2.392
	7(OPE)	2737	-4618	0	0	0	0	0	0	-3.175
	24(SUS)	-392	-1867	0	0	0	0	0	0	-0.004
	25(SUS)	-392	-1867	0	0	0	0	0	0	-0.004
	MAX	2737/L7	-4618/L7					0.000/L7	-0.000/L7	-3.175/L7
19540		Rigid +Y; Rigid X								
	5(HYD)	400	0	0	0	0	0	0	0.146	-0.465
	6(OPE)	1687	0	0	0	0	0	0	2.935	-4.755
	7(OPE)	2091	0	0	0	0	0	0	3.846	-6.187
	24(SUS)	424	0	0	0	0	0	0	0.159	-0.466
	25(SUS)	424	0	0	0	0	0	0	0.159	-0.466
	MAX	2091/L7						0.000/L7	3.846/L7	-6.187/L7
19580		Rigid +Y								
	5(HYD)	0	-4876	0	0	0	0	0.053	0	-0.471
	6(OPE)	0	-3496	0	0	0	0	2.385	0	-7.246
	7(OPE)	0	-2922	0	0	0	0	3.195	0	-9.508
	24(SUS)	0	-5275	0	0	0	0	0.063	0	-0.474
	25(SUS)	0	-5275	0	0	0	0	0.063	0	-0.474
	MAX		-5275/L24					3.195/L7	-0.000/L24	-9.508/L7
19680		Rigid Y								
	5(HYD)	0	-3051	0	0	0	0	0.229	0	-0.257
	6(OPE)	0	-3866	0	0	0	0	4.185	0	-4.869
	7(OPE)	0	-4058	0	0	0	0	5.583	0	-6.418
	24(SUS)	0	-3311	0	0	0	0	0.25	0	-0.261
	25(SUS)	0	-3311	0	0	0	0	0.25	0	-0.261
	MAX		-4058/L7					5.583/L7	-0.000/L7	-6.418/L7
19700		Rigid +Y; Rigid GUI								
	5(HYD)	0	-2674	-85	0	0	0	0.229	0	0
	6(OPE)	0	-2971	-920	0	0	0	-0.126	0	0
	7(OPE)	0	-2937	-1186	0	0	0	-0.138	0	0
	24(SUS)	0	-2902	-87	0	0	0	0.25	0	0
	25(SUS)	0	-2902	-87	0	0	0	0.25	0	0
	MAX		-2971/L6	-1186/L7				0.250/L24	-0.000/L6	-0.000/L7
19720		Rigid +Y; Rigid GUI								
	5(HYD)	0	-3029	79	0	0	0	0.23	0	0
	6(OPE)	0	-2097	-1776	0	0	0	-4.737	0	0
	7(OPE)	0	-1932	-2468	0	0	0	-6.259	0	0
	24(SUS)	0	-3277	85	0	0	0	0.25	0	0
	25(SUS)	0	-3277	85	0	0	0	0.25	0	0
	MAX		-3277/L24	-2468/L7				-6.259/L7	-0.000/L24	-0.000/L7
19740		Rigid +Y; Rigid GUI								
	5(HYD)	0	-2673	-109	0	0	0	0.23	0	0
	6(OPE)	0	-5464	4975	0	0	0	-9.349	0	0
	7(OPE)	0	-5746	6867	0	0	0	-12.379	0	0
	24(SUS)	0	-2919	-123	0	0	0	0.25	0	0
	25(SUS)	0	-2919	-123	0	0	0	0.25	0	0
	MAX		-5746/L7	6867/L7				-12.379/L7	-0.000/L7	0.000/L7
19780		Rigid +Y								
	5(HYD)	0	-2750	0	0	0	0	0.325	0	-0.004
	6(OPE)	0	0	0	0	0	0	-5.113	0.317	6.691
	7(OPE)	0	0	0	0	0	0	-6.717	0.677	9.015
	24(SUS)	0	-2946	0	0	0	0	0.347	0	-0.009
	25(SUS)	0	-2946	0	0	0	0	0.347	0	-0.009
	MAX		-2946/L24					-6.717/L7	0.677/L7	9.015/L7
20140		Prog Design VSH; Rigid GUI								
	5(HYD)	311	-5894	0	0	0	0	0	0.138	0.016
	6(OPE)	768	-5883	0	0	0	0	0	0.263	-1.291
	7(OPE)	598	-5884	0	0	0	0	0	0.254	-1.722
	24(SUS)	318	-5895	0	0	0	0	0	0.126	0.014
	25(SUS)	318	-5895	0	0	0	0	0	0.126	0.014
	MAX	768/L6	-5895/L24					0.000/L6	0.263/L6	-1.722/L7

## ANEXO N° 6: Desplazamientos de traslación y rotación

Node	DX mm.	DY mm.	DZ mm.	RX deg.	RY deg.	RZ deg.
2860	-	-0.0140	-	-0.0004	0.0001	0.0032
2880	-0.0020	-0.0170	0.0020	-0.0001	-0.0001	0.0005
2900	-0.0020	-0.0180	0.0010	-0.0001	-0.0001	0.0004
2920	-0.0020	-0.0200	0.0010	-0.0001	-0.0001	0.0004
2940	-0.0020	-0.0210	-	-0.0001	-0.0001	0.0004
2960	-0.0020	-	-0.0020	-0.0004	-	0.0024
2980	-0.0020	-0.0260	-0.0020	-0.0005	-	0.0048
3000	-0.0050	-0.0060	0.0010	0.0009	-0.0002	0.0011
3020	-0.0050	-0.0080	0.0010	0.0009	-0.0002	0.0010
3040	-0.0050	-0.0140	-0.0010	0.0009	-0.0003	0.0010
3060	-0.0050	-0.0160	-0.0010	0.0009	-0.0003	0.0010
3080	-0.0060	-0.0610	0.0020	0.0013	-	0.0048
3100	-0.0060	-0.0690	0.0020	0.0013	-	0.0048
3120	-0.0060	-0.0980	0.0020	0.0013	-	0.0048
3140	-0.0060	-0.1060	0.0020	0.0013	-	0.0048
3160	-0.0060	-0.1480	0.0020	0.0021	-	0.0040
3179	-0.0060	-0.1500	0.0010	0.0042	-0.0002	-0.0004
3180	-0.0050	-0.1200	0.0010	0.0070	-0.0003	-0.0023
3200	-0.0020	-0.0530	0.0010	0.0069	-0.0003	-0.0033
3219	-	-0.0200	-	0.0037	-0.0002	-0.0028
3220	-	-0.0050	-	0.0015	-	-0.0007
3240	-	-0.0050	-	0.0015	-	-0.0007
3260	-	-	-	-	-	-
3280	-	-0.0130	-0.0010	0.0001	-0.0001	0.0030
4000	-0.0010	-0.1280	0.0080	-0.0040	-0.0001	-0.0050
4040	-0.0010	-0.1080	0.0080	-0.0042	-0.0001	-0.0054
4080	-0.0010	-0.0820	0.0070	-0.0043	-0.0003	-0.0063
4120	-	-	-	-0.0046	-0.0002	-0.0018
4160	-	-0.0070	-	-0.0048	-	0.0014
4200	-	-0.0180	0.0010	-0.0048	-	0.0019
4240	-	-0.0280	0.0010	-0.0048	-	0.0027
4280	-	-	-	-0.0048	-	-0.0048
4320	-	0.0160	-	-0.0048	-	-0.0047
4360	-	0.0270	-	-0.0048	-	-0.0047
5000	-0.0020	-	-	-0.0013	-	-0.0026
5040	-0.0020	-	-	-0.0020	-	0.0006
5080	-0.0020	-	-	-0.0027	-	-0.0015
5120	-0.0020	0.0030	-	-0.0027	-	-0.0008
5160	-0.0020	0.0040	-	-0.0027	-	-0.0003
5200	-0.0020	0.0040	-	-0.0027	-	-
5240	-0.0020	0.0030	0.0010	-0.0027	-	0.0001
5280	-0.0020	0.0030	0.0010	-0.0027	-	0.0001
6000	-	-	-	0.0009	0.0011	-0.0024
6040	-0.0010	-0.0110	0.0390	0.0012	0.0014	-0.0001
6080	-0.0010	-0.0100	0.0440	0.0012	0.0013	-0.0007
6120	-0.0010	-0.0070	0.0490	0.0012	0.0013	-0.0008
6160	-0.0010	-	0.0580	0.0012	0.0013	-0.0008
6200	-0.0010	0.0020	0.0620	0.0012	0.0013	-0.0007
6240	-0.0010	0.0040	0.0650	0.0012	0.0013	-0.0007
7000	-	-	-	-	-	-
7020	-	-0.0010	-	0.0001	-	0.0003
7040	-	-0.0010	-	-	-	0.0007
7060	-	-	-	-0.0001	-	0.0013
7079	-	-0.0020	-	-0.0009	-	0.0013
2840	-	-	-	-	-	-

Node	DX mm.	DY mm.	DZ mm.	RX deg.	RY deg.	RZ deg.
7080	-	-0.0040	-	-0.0018	0.0001	0.0004
7100	-	-0.0040	-	-0.0018	0.0001	0.0004
7120	-	-0.0010	0.0020	-0.0046	0.0001	-0.0002
7140	-	-	0.0030	-0.0050	0.0001	0.0001
7159	-	-0.0210	0.0030	-0.0061	-	0.0024
7160	-	-0.0530	0.0030	-0.0044	-	0.0016
7180	-	-0.0530	0.0030	-0.0044	-	0.0016
7200	-	-0.0980	0.0030	-0.0016	-	0.0003
7220	0.0020	-0.0530	0.0030	0.0040	-	-0.0020
7239	0.0020	-0.0240	0.0030	0.0052	-	-0.0027
7240	0.0020	-0.0030	0.0030	0.0041	-	-0.0006
7260	0.0020	-0.0030	0.0030	0.0041	-	-0.0006
7280	0.0020	-	0.0030	0.0037	-	-
8000	-	-	-	-	-	-
8020	-	-	-	-	-	0.0002
8040	-	-0.0010	-	-	-	0.0004
8060	-	-	-	-	-	0.0008
8079	-	-0.0030	-	-	-	0.0008
8080	-	-0.0050	-	-0.0006	-0.0001	0.0001
8100	-	-0.0050	-	-0.0006	-0.0001	-
8120	-	-0.0020	-0.0020	-0.0017	-0.0001	-0.0004
8140	-	-	-0.0020	-0.0019	-0.0001	-0.0003
8159	-	-0.0070	-0.0020	-0.0024	-	0.0005
8160	-	-0.0180	-0.0020	-0.0018	0.0001	0.0001
8180	-	-0.0190	-0.0020	-0.0018	0.0001	0.0001
8200	-0.0010	-0.0370	-0.0020	-0.0011	0.0001	-0.0007
8220	-0.0050	-0.0260	-0.0020	0.0017	0.0002	-0.0022
8239	-0.0060	-0.0120	-0.0020	0.0016	0.0002	-0.0023
8240	-0.0060	-0.0010	-0.0010	0.0004	0.0001	-0.0002
8260	-0.0060	-0.0010	-0.0010	0.0004	0.0001	-0.0002
8280	-0.0060	-	-0.0010	-	0.0001	0.0003
12000	0.0040	-0.2610	-0.0470	-0.0167	-0.0005	0.0003
12040	-	-0.2530	-0.0990	-0.0128	-0.0019	0.0037
12080	-	-0.2530	-0.0990	-0.0128	-0.0019	0.0038
12100	-	-	-0.0280	-0.0031	-0.0013	-0.0025
12120	-	-0.1020	-0.0120	-0.0003	-0.0012	-0.0101
12160	-	-0.1180	-0.0100	-0.0003	-0.0012	-0.0101
12200	-	-0.1660	-0.0040	-0.0003	-0.0012	-0.0101
12240	-	-0.1820	-0.0020	-0.0002	-0.0012	-0.0100
12999	-	-0.0080	-0.0020	0.0008	-0.0009	-0.0032
13000	0.0170	-	-0.0010	0.0007	-0.0011	-0.0035
13038	0.0410	-	0.0040	0.0007	-0.0012	-0.0035
13039	0.0540	-0.0020	0.0070	0.0007	-0.0014	-0.0033
13040	0.0530	-0.0040	0.0080	-	-0.0018	-0.0032
13080	0.0130	-	0.0080	0.0005	-0.0018	-0.0034
13118	0.0090	-0.0020	0.0080	0.0007	-0.0018	-0.0034
13119	0.0020	-0.0190	0.0110	0.0025	-0.0011	-0.0037
13120	-	-0.0380	0.0140	0.0019	-0.0003	-0.0015
13140	-	-	0.0150	0.0012	0.0002	-0.0003
13160	-	-	-	-	-	-
15000	0.0170	0.1480	0.0210	0.0004	0.0002	-0.0023
15040	0.0590	0.1420	-0.0460	-0.0069	0.0059	0.0147
15080	-	0.1420	-0.0740	-0.0070	0.0059	0.0149
15120	-	0.0990	-0.0570	-0.0070	0.0059	0.0150

## ANEXO N° 7: Cargas transmitidas por el sistema de tuberías a las boquillas de los tanques.

CAESAR II 2014 Ver.7.00.00.2800, (Build 140416) Date: JUN 9, 2015 Time: 16:43

Job Name: BOMBAS-ASFALTO

Licensed To: DEMEM S.A.

TANK NOZZLES REPORT: Loads on restraints

Various Load Cases

Node	Load Case	fx = - FR Radial Load	my = - ML Longitudinal Moment	mz = - MC Circumferential Moment
		N.	N.m.	N.m.

**LOAD CASE DEFINITION KEY**

CASE 5 (HYD) WW+HP+H

CASE 6 (OPE) W+T1+P1+H

CASE 7 (OPE) W+T2+P2+H

CASE 24 (SUS) W+P1+H

CASE 25 (SUS) W+P2+H

50 (T3A-N1)		Flex X; Rigid RX; Rigid Y; Flex RY; Rigid X; Flex RX		
	5(HYD)	-439	1574	70
	6(OPE)	10134	4948	-2576
	7(OPE)	13639	5979	-3448
	24(SUS)	-578	1800	90
	25(SUS)	-578	1800	90
	MAX	13639/L7	5979/L7	-3448/L7
60 (T3A-N2)		Flex X; Rigid RX; Rigid Y; Flex RY; Rigid Z; Flex RZ		
	5(HYD)	-1	-46	4
	6(OPE)	3775	178	-314
	7(OPE)	5151	237	-176
	24(SUS)	0	-4	4
	25(SUS)	0	-4	4
	MAX	5151/L7	237/L7	-314/L6
70 (T3A-N3)		Flex X; Rigid RX; Rigid Y; Flex RY; Rigid X; Flex RX		
	5(HYD)	15	-35	0
	6(OPE)	-192	160	-36
	7(OPE)	-297	156	-49
	24(SUS)	16	0	0
	25(SUS)	16	0	0
	MAX	-297/L7	160/L6	-49/L7
80 (T3A-N4)		Flex X; Rigid RX; Rigid Y; Flex RY; Rigid X; Flex RX		
	5(HYD)	332	27	8
	6(OPE)	13978	36	-435
	7(OPE)	18410	35	-581
	24(SUS)	437	38	9
	25(SUS)	437	38	9
	MAX	18410/L7	38/L24	-581/L7

Node	Load Case	fx = - FR Radial Load N.	my = - ML Longitudinal Moment N.m.	mz = - MC Circumferential Moment N.m.
90 (T9-N1)		Flex X; Rigid RX; Rigid Y; Flex RY; Rigid Z; Flex RZ		
	5(HYD)	-17	-26	0
	6(OPE)	875	145	117
	7(OPE)	1229	159	155
	24(SUS)	-17	-2	0
	25(SUS)	-17	-2	0
	MAX	1229/L7	159/L7	155/L7
100 (T9-N2)		Flex X; Rigid RX; Rigid Y; Flex RY; Rigid X; Flex RX		
	5(HYD)	365	-263	0
	6(OPE)	7285	-1388	-57
	7(OPE)	9500	-2464	-74
	24(SUS)	377	31	-1
	25(SUS)	377	31	-1
	MAX	9500/L7	-2464/L7	-74/L7
110 (T9-N3)		Flex X; Rigid RX; Rigid Y; Flex RY; Rigid X; Flex RX		
	5(HYD)	378	14	3
	6(OPE)	4878	30	-128
	7(OPE)	6366	31	-172
	24(SUS)	390	28	4
	25(SUS)	390	28	4
	MAX	6366/L7	31/L7	-172/L7

## ANEXO N° 8: Valores límite para las cargas sobre las boquillas de los tanques

TANK 2013, API-650/653 Analysis

Licensee: DEMEM S.A.

Job: T-9

Date: Jun 9,2015

Time: 5:27p

ID: \*\*\*\*\*

### NOZZLE FLEXIBILITIES & LOADS - Appendix P

API-650 11th Edition, Addendum 3, Aug. 2011

	DESIGN	TEST	USER
DATA FOR NOZZLE: N3			
Radial Stiffness (N./cm. )	0.32529E+06	0.32529E+06	0.32529E+06
Long. Bending Stiff(N.m./deg )	14609.	14609.	14609.
Circ. Bending Stiff(N.m./deg )	15080.	15080.	15080.
Radial Deflection (mm. )	10.035	10.035	10.035
Long. Rotation (deg. )	-0.48886E-02	-0.48886E-02	-0.48886E-02
Radial Force Multp (1/N. )	0.37257E-04	0.37257E-04	0.37257E-04
Long. Moment Multp (1/N.m. )	0.29748E-03	0.29748E-03	0.29748E-03
Circ. Moment Multp (1/N.m. )	0.10539E-03	0.10539E-03	0.10539E-03
Radial Force Limit (N. )	2684.1	2684.1	2684.1
+Long. Moment Limit(N.m. )	336.16	336.16	336.16
-Long. Moment Limit(N.m. )	-336.16	-336.16	-336.16
Circ. Moment Limit (N.m. )	948.83	948.83	948.83
DATA FOR NOZZLE: N1			
Radial Stiffness (N./cm. )	0.25626E+06	0.25626E+06	0.25626E+06
Long. Bending Stiff(N.m./deg )	21136.	21136.	21136.
Circ. Bending Stiff(N.m./deg )	12515.	12515.	12515.
Radial Deflection (mm. )	10.030	10.030	10.030
Long. Rotation (deg. )	-0.12403E-01	-0.12403E-01	-0.12403E-01
Radial Force Multp (1/N. )	0.38782E-04	0.38782E-04	0.38782E-04
Long. Moment Multp (1/N.m. )	0.22728E-03	0.22728E-03	0.22728E-03

TANK 2013, API-650/653 Analysis

Licensee: DEMEM S.A.

ID: \*\*\*\*\*

Job: T-9

Date: Jun 9,2015

Time: 5:27p

Circ. Moment Multp (1/N.m. ) 0.10868E-03 0.10868E-03 0.10868E-03

Radial Force Limit (N. ) 2578.5 2578.5 2578.5

+Long. Moment Limit(N.m. ) 439.98 439.98 439.98

-Long. Moment Limit(N.m. ) -439.98 -439.98 -439.98

Circ. Moment Limit (N.m. ) 920.11 920.11 920.11

DATA FOR NOZZLE: N2

Radial Stiffness (N./cm. ) 0.21432E+06 0.21432E+06 0.21432E+06

Long. Bending Stiff(N.m./deg ) 0.11327E+06 0.11327E+06 0.11327E+06

Circ. Bending Stiff(N.m./deg ) 35020. 35020. 35020.

Radial Deflection (mm. ) 9.9407 9.9407 9.9407

Long. Rotation (deg. ) 0.12025E-01 0.12025E-01 0.12025E-01

Radial Force Multp (1/N. ) 0.22072E-04 0.22072E-04 0.22072E-04

Long. Moment Multp (1/N.m. ) 0.63743E-04 0.63743E-04 0.63743E-04

Circ. Moment Multp (1/N.m. ) 0.74159E-04 0.74159E-04 0.74159E-04

Radial Force Limit (N. ) 4530.6 4530.6 4530.6

+Long. Moment Limit(N.m. ) 1568.8 1568.8 1568.8

-Long. Moment Limit(N.m. ) -1568.8 -1568.8 -1568.8

Circ. Moment Limit (N.m. ) 1348.5 1348.5 1348.5



## ANEXO N° 9: Valores límite para las cargas sobre las boquillas de los tanques

TANK 2013, API-650/653 Analysis

Licensee: DEMEM S.A.

Job: T-3A

Date: Jun 9,2015

Time: 5:18p

ID: \*\*\*\*\*

NOZZLE FLEXIBILITIES & LOADS - Appendix P

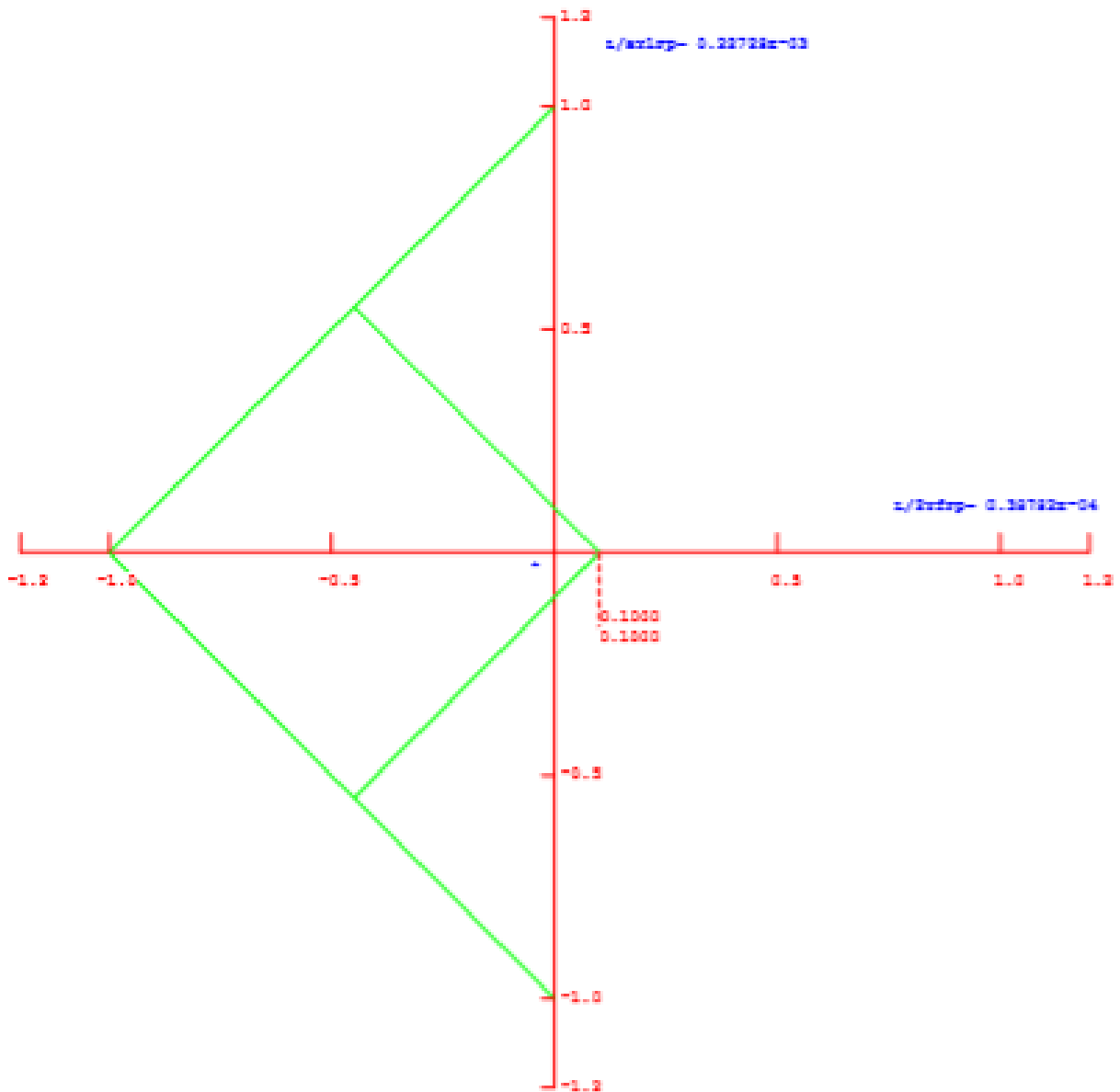
API-650 11th Edition, Addendum 3, Aug. 2011

	DESIGN	TEST	USER
DATA FOR NOZZLE:	N1		
Radial Stiffness (N./cm. )	0.18241E+06	0.18241E+06	0.18241E+06
Long. Bending Stiff(N.m./deg )	0.14522E+06	0.14522E+06	0.14522E+06
Circ. Bending Stiff(N.m./deg )	51673.	51673.	51673.
Radial Deflection (mm. )	12.542	12.542	12.542
Long. Rotation (deg. )	0.23408E-01	0.23408E-01	0.23408E-01
Radial Force Multp (1/N. )	0.15563E-04	0.15563E-04	0.15563E-04
Long. Moment Multp (1/N.m. )	0.38347E-04	0.38347E-04	0.38347E-04
Circ. Moment Multp (1/N.m. )	0.45141E-04	0.45141E-04	0.45141E-04
Radial Force Limit (N. )	6425.4	6425.4	6425.4
+Long. Moment Limit(N.m. )	2607.8	2607.8	2607.8
-Long. Moment Limit(N.m. )	-2607.8	-2607.8	-2607.8
Circ. Moment Limit (N.m. )	2215.3	2215.3	2215.3
DATA FOR NOZZLE:	N2		
Radial Stiffness (N./cm. )	0.22251E+06	0.22251E+06	0.22251E+06
Long. Bending Stiff(N.m./deg )	20595.	20595.	20595.
Circ. Bending Stiff(N.m./deg )	15281.	15281.	15281.
Radial Deflection (mm. )	12.586	12.586	12.586
Long. Rotation (deg. )	0.23353E-01	0.23353E-01	0.23353E-01
Radial Force Multp (1/N. )	0.29942E-04	0.29942E-04	0.29942E-04
Long. Moment Multp (1/N.m. )	0.17167E-03	0.17167E-03	0.17167E-03

## ANEXO N° 10: Aplicación combinada de la fuerza radial FR y el momento longitudinal ML

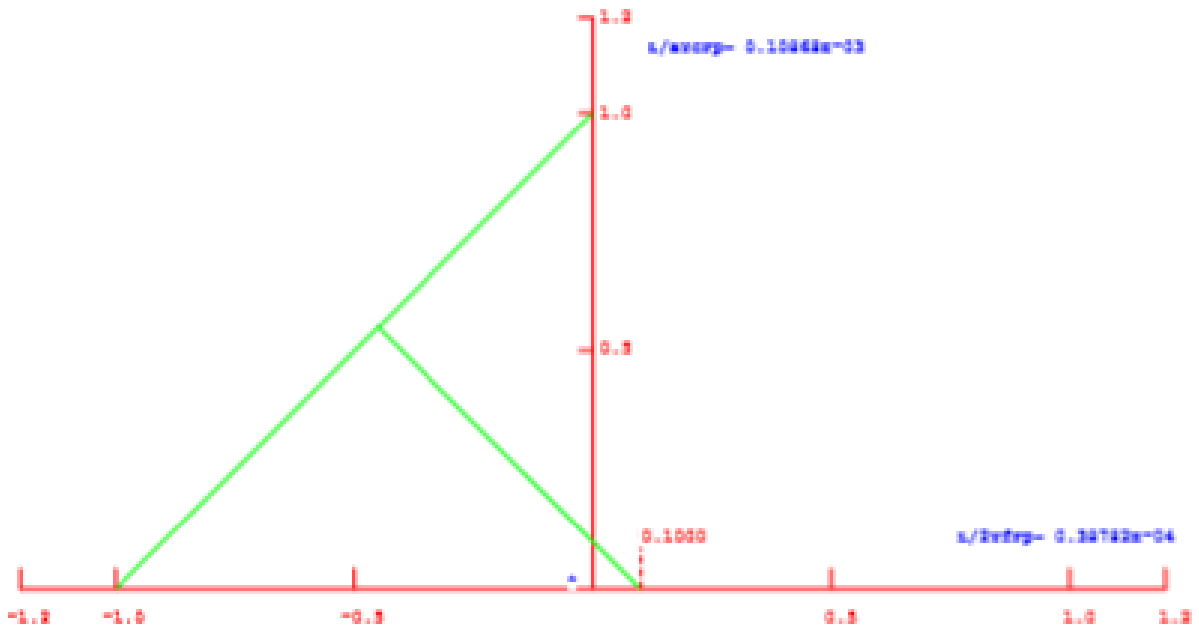
plot of: rr & ml  
model #2: ml  
user defined thickness  
force units are: n.  
moment units are: n.m.  
Course 1 thickness: 2.0000 mm.  
interaction point at:  
x=-0.047  
y=-0.035

ANEXO 9  
1/8



plot of: vx a m  
course #2: m1  
user defined thickness  
force units are: N.  
moment units are: N.m.  
Course 1 thickness: 2.0000 mm.  
interaction point is:  
x=0.047  
y= 0.017

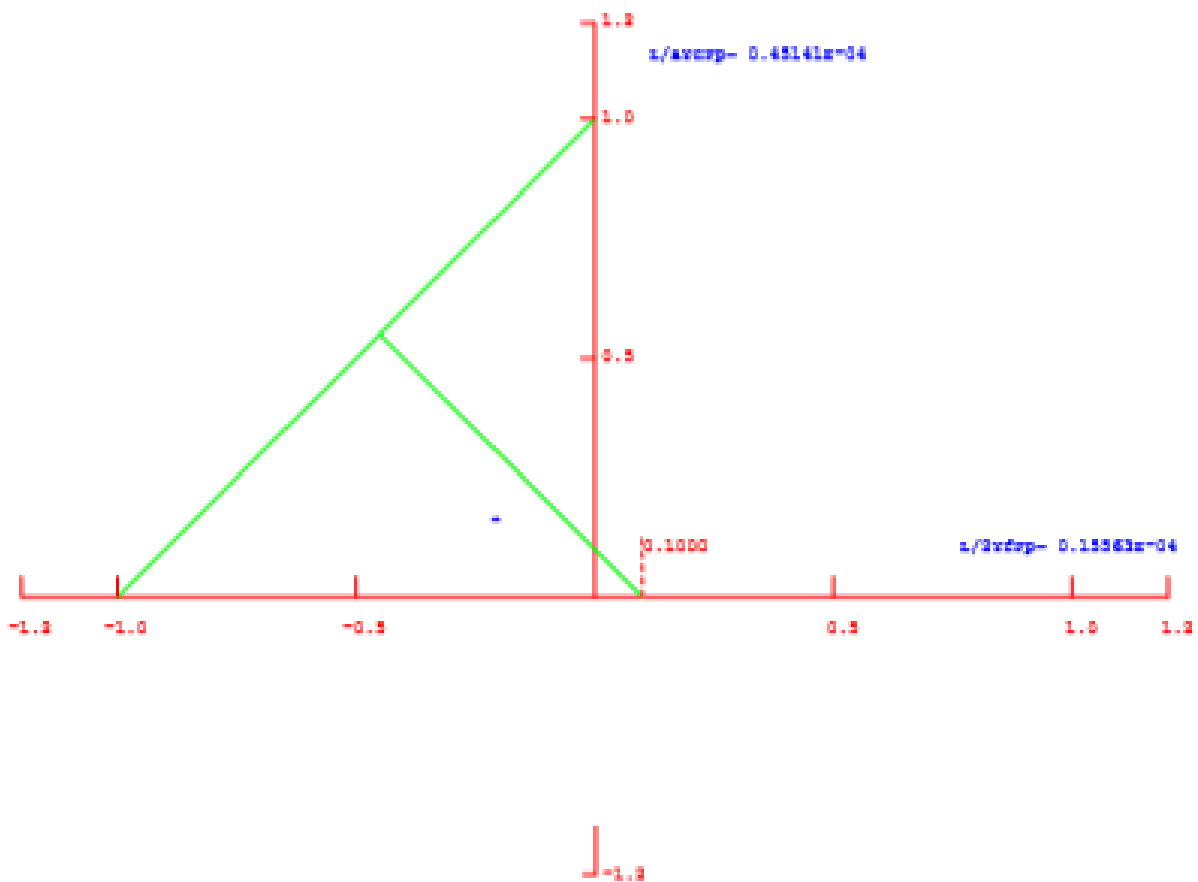
ANEXO B  
28



# ANEXO N° 11: Aplicación combinada de la fuerza radial FR y el momento circunferencial MC

```
plot of: w1 a mm  
model #1: w1  
user defined thickness  
force units are: N.  
moment units are: N.m.  
Course 1 thickness: 2.0000 mm.  
integration points at:  
n=0.919  
m= 0.180
```

ANEXO 11  
28



**ANEXO N° 12: Datasheet electrobomba P-136A**

<b>DATASHEET - ROTARY PUMP</b>					
1	Applicable to: <input checked="" type="radio"/> Proposal <input type="radio"/> Purchase <input type="radio"/> As Built				
2	For	Refinería Conchán		Unit	Asphalt Plant
3	Site	Lurín - Peru		No. Of Pumps Required	01
4	Service	Asphalt 60/70 Dispatch Pump		Size and Type	Note 1
5	Manufacturer	Note 1		Serial No.	Note 1
6	Note: <input type="checkbox"/> Indicates information to be completed by Purchaser <input type="checkbox"/> By Manufacturer				
GENERAL					
8	No. Motor Driven	1	Other Driver Type	No	
9	Pump Item No's	BOMBA P-136A	Pump Item No's	NO	
10	Motor Item No's	MP-136A	Driver Item No's	NO	Gear Item No's
11	Motor Provided By	Note 1	Driver Provided By	NO	Gear Provided By
12	Motor Mounted By	Purchaser	Driver Mounted By	NO	Gear Mounted By
13	Motor Datasheet No.	Note 1	Driver Datasheet No.	NO	Gear Datasheet No.
O OPERATING CONDITIONS			O LIQUID		
15	● Capacity @ PT (gpm):		● Type or name of Liquid		
16	@ Max. viscosity	560	Min. Viscosity	Asphalt 60/70	
17	● Discharge Pressure (psig):		● Pumping Temperature (°F):		
18	Maximum	173	Minimum	60	Normal 250    Max. 300    Min. 230
19	● Suction Pressure (psig):		● Specific Gravity		
20	Maximum	-7.7	Minimum	-4.3	Max. 0.96    Min. -
21	● Differential Pressure (psi):		● Specific Heat (BTU/lb.°F)		
22	Maximum	180	Minimum	40	0.51
23	● NPSH available (ft)		● Viscosity (cP)		
24	16.8		Max. 1919    Min. 907.7		
25	● Hydraulic HP		<input type="checkbox"/> Corrosive/Erosive Agents    NO <input type="checkbox"/> Chloride Concentration (ppm)    NO <input type="checkbox"/> H <sub>2</sub> S Concentration		
			Liquids: <input type="checkbox"/> Toxic <input type="checkbox"/> Flammable    ● Other    Note 2		
O PERFORMANCE			O SITE AND UTILITY DATA		
26	<input type="checkbox"/> Rated Capacity (gpm)		Location <input type="checkbox"/> Indoor    ● Outdoor		
27	<input type="checkbox"/> NPSH Required (ft)		<input type="checkbox"/> Heated <input type="checkbox"/> Unheated <input type="checkbox"/> Under Roof		
28	<input type="checkbox"/> Rated Speed (rpm)		● Electrical Area Class    1    Group    D    Div.    2		
29	<input type="checkbox"/> Displacement (gpm)		● Winterization Req'd <input type="checkbox"/> Tropicalization Req'd		
30	<input type="checkbox"/> Volumetric Efficiency (%)		Site Data		
31	O CONSTRUCTION				
32	Connections	Size	ANSI Rating	Facing	Position
33	Suction (Note 1)	6"	125	FF	END
34	Discharge (Note 1)	6"	125	FF	TOP
35	Gland Flush				
36	Drains				
37	Vents				
38	Jacket				
39	Pump Type:				
40	<input type="checkbox"/> Internal Gear	<input checked="" type="checkbox"/> Twin Screw	<input type="checkbox"/> Vane		
41	<input type="checkbox"/> External Gear	<input type="checkbox"/> Three-Screw	<input type="checkbox"/> Progressing Cavity		
42	Gear Type:				
43	<input type="checkbox"/> Spur	<input type="checkbox"/> Helical			
44	<input type="checkbox"/> Other:	Note 1			
			Voltage    460 Hertz    60 Phase    3 Cooling Water    Inlet    Return    Design    Max. Δ Temp. (°F) Press (psig) Source Instrument Air    Max    Min Pressure (psig)    120    60		
O APPLICABLE SPECIFICATIONS:					
API 676 Positive Displacement Pumps - Rotary					
<input checked="" type="checkbox"/> Governing Specification (if Different)					
Remarks:    Note 6					

## DATASHEET - ROTARY PUMP

	CONSTRUCTION (CONTINUED)	MATERIALS
1		
2	Casing	<input checked="" type="checkbox"/> Casing <u>Cast Iron</u>
3	<input type="checkbox"/> Maximum Allowable Press. <u>Note 1</u> psig @ _____ °F	<input type="checkbox"/> Stator _____
4	<input type="checkbox"/> Hydrostatic Test Pressure <u>Note 1</u> psig	<input type="checkbox"/> End Plates _____
5	<input checked="" type="checkbox"/> Steam Jacket Pressure <u>100</u> psig @ <u>338</u> °F	<input type="checkbox"/> Rotor(s) <u>Note 1</u>
6	Rotor Mount <input type="checkbox"/> Between Bearings <input type="checkbox"/> Overhung	<input type="checkbox"/> Vanes _____
7	Timing Gears <input checked="" type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> NO	<input checked="" type="checkbox"/> Shaft <u>Note 1</u>
8	Bearing Type <input type="checkbox"/> <u>Note 1</u>	<input checked="" type="checkbox"/> Sleeves <u>Note 1</u>
9	<input type="checkbox"/> Thrust _____	<input type="checkbox"/> Gland(s) _____
10	Lubrication Type <input type="checkbox"/> Constant Level Oilers	<input checked="" type="checkbox"/> Bearing Housing <u>Note 1</u>
11	<input checked="" type="checkbox"/> Pumped Fluid <input type="checkbox"/> Ring Oil <input type="checkbox"/> Oil Mist	<input checked="" type="checkbox"/> Timing Gears <u>Note 1</u>
12	<input type="checkbox"/> External <input type="checkbox"/> Oil Flood <input type="checkbox"/> Grease	<input type="checkbox"/> Special Material Tests _____
13	<input type="checkbox"/> Lubricant Type _____	<input type="checkbox"/> Low Ambient Temp. Materials Tests _____
14	<input checked="" type="checkbox"/> Mechanical Seals:	
15	<input type="checkbox"/> Manufacturer and Model <u>Note 1</u>	
16	<input type="checkbox"/> Manufacturer Code <u>Note 1</u>	
17	<input checked="" type="checkbox"/> API Seal Flush Plan <u>Note 3</u>	
18	<input type="checkbox"/> API 610 Seal Code _____	
19	<input type="checkbox"/> Packing <input type="checkbox"/> Lantern Ring	
20	<input type="checkbox"/> Manufacturer and type _____	
21	<input type="checkbox"/> No. of Rings _____	
22		
23	<b>DRIVE MECHANISM</b>	
24	<input type="checkbox"/> Direct Coupled <input type="checkbox"/> V-Belt <input checked="" type="checkbox"/> Gear	
25	<input type="checkbox"/> Coupling Manufacturer _____	
26		
27	<b>DRIVER</b>	
28	<input checked="" type="checkbox"/> Motor <u>Induction</u>	
29	<input type="checkbox"/> Manufacturer <u>by vendor</u>	
30	<input type="checkbox"/> Type <u>by vendor</u>	
31	<input type="checkbox"/> Frame No. <u>by vendor</u>	
32	<input type="checkbox"/> Constant Speed _____	
33	<input checked="" type="checkbox"/> Variable Speed <u>Note 6</u>	
34	<input type="checkbox"/> kW _____ RPM _____ <u>Note 1</u>	
35	<input checked="" type="checkbox"/> Volts <u>460</u> Phase <u>3</u>	
36	<input checked="" type="checkbox"/> Hertz <u>60</u> Service Factor <u>1.15</u>	
37	<input checked="" type="checkbox"/> Enclosure <u>NEMA 7 - TEFC - Explosion Proof</u>	
38	<input checked="" type="checkbox"/> <u>Premium efficiency operation</u>	
39	<input type="checkbox"/> Steam Turbine _____	
40	<input type="checkbox"/> Other (See Separate Datasheets) _____	
41		
42	<b>OTHER PURCHASER REQUIREMENTS</b>	
43	Nameplate Units <input checked="" type="checkbox"/> US Customary <input type="checkbox"/> SI	
44	<input checked="" type="checkbox"/> Relief Valves by pump Mfr. <input type="checkbox"/> Internal <input type="checkbox"/> External	
45	Piping for Seal Flush furnished by:	
46	<input type="checkbox"/> Pump Vendors <input checked="" type="checkbox"/> Others	
47	Piping for Cooling/Heating furnished by:	
48	<input type="checkbox"/> Pump Vendor <input type="checkbox"/> Others	
49	<input type="checkbox"/> Provide Technical Data Manual	
50		
		<b>QA INSPECTION AND TEST</b>
		<input checked="" type="checkbox"/> Compliance with Inspectors Check List
		<input type="checkbox"/> Certification of Materials
		<input type="checkbox"/> Final Assembly Clearances
		<input type="checkbox"/> Surface and Subsurface Examinations
		<input type="checkbox"/> Radiography _____
		<input type="checkbox"/> Ultrasonic _____
		<input type="checkbox"/> Magnetic Particle _____
		<input type="checkbox"/> Liquid Penetrant _____
		<input checked="" type="checkbox"/> Cleanliness Prior to Final Assembly
		<input type="checkbox"/> Hardness of Parts, Welds & Heat Affected Zones
		<input type="checkbox"/> Furnish Procedures for Optional Tests
		Tests                      Req'd      Wit      Obs
		Hydrostatic              ●              ○              ○
		Mechanical Run        ●              ○              ○
		Performance            ●              ○              ○
		NPSH                      ●              ○              ○
		<b>PREPARATION FOR SHIPMENT</b>
		<input type="checkbox"/> Domestic <input checked="" type="checkbox"/> Export <input type="checkbox"/> Export Boxing Req'd.
		<input type="checkbox"/> Outdoor Storage More than 6 Months
		<b>WEIGHTS (lb)</b>
		<input type="checkbox"/> Pump <u>Note 1</u> <input type="checkbox"/> Base <u>Note 1</u>
		<input type="checkbox"/> Gear <u>Note 1</u> <input type="checkbox"/> Driver <u>Note 1</u>
		<b>BASEPLATE</b>
		<input checked="" type="checkbox"/> By Pump Manufacturer <input type="checkbox"/> Suitable for Epoxy Grout
		<input type="checkbox"/> Extended for _____
		<input type="checkbox"/> Subsole plates by Pump Manufacturer
		<input type="checkbox"/> Drain-Rim <input type="checkbox"/> Drain-Pan

## ANEXO N° 13: Datasheet válvula de alivio

### DATASHEET - PRESSURE RELIEF VALVE

VALVE BODY				PERFORMANCE CHARACTERISTICS			
1				43			
2	Body type	Standard		44	Max inlet press at temp	180 psig	At 250°F
3	Nozzle style	Full Nozzle		45	Max back press at temp	37.5 psig	At 250°F
4	Valve nominal size	3L4		46	Min working temperature	230°F	Max 300°F
5	Inlet conn nominal size	3"	Rating 150#	47	Set pressure LRL	213 psig	URL 216 psig
6	Inlet conn termn type	Flanged	Style RF	48	Rated relieving capacity	448 gpm	At 250°F
7	Outlet conn nominal size	4"	Rating 150#	49	Rated coef of discharge	By Vendor	
8	Outlet conn termn type	Flanged	Style RF	50	Rated seat leakage rate	By Vendor	
9	Body/Cylinder material	SA216-WCB Carbon Steel		51	Actual discharge area	By Vendor	
10	Nozzle/Base material	316SS		52			
11	Bolting material	316SS		53			
12	Separable flange matl	-		54			
13	Gasket/O ring material	-		55			
14				56			
15				57			
PROCESS CONNECTION AND CASE				ACCESORIES			
16				58	Silencer	-	
17	Trim type	Contoured Trim		59	Weatherhood	-	
18	Seat style	Metal		60	Drip pan elbow	-	
19	Orifice designation	L	Effective area 2.85 in <sup>2</sup>	61	Bugproof vent	-	
20	Blowdown type	Quick		62			
21	Disc holder material	316SS		63			
22	Disc insert material	316SS		64	SPECIAL REQUIREMENTS		
23	Guide material	ASTM A297 Gr. HE SST		65	Custom tag Note 3	PSV-136A	
24	O ring/Soft seat matl	-		66	Reference specification	-	
25	Adjusting ring material	316SS		67	Special preparation	-	
26				68	Compliance standard	API 520/521/526	
27				69	Construction code	ASME	
28				70	Certification	UV Stamp	
SPRING AND BONNET				71	Special inspection	-	
29	Bonnet type	Conventional		72	Service design	-	
30	Bonnet style	Closed		73			
31	Lifting device type	Note 1		74			
32	Cap type	Screwed		75	PHYSICAL DATA		
33	Restricted lift style	-		76	Estimated weight	By Vendor	
34	Bonnet/Yoke material	SA216-WCB Carbon Steel		77	Overall height	By Vendor	
35	Spring material	Chrome Steel		78	Dismantle clearance	By Vendor	
36	Spring washer/Step matl	Carbon Steel		79	Inlet center-to face lg	By Vendor	
37	Adjusting screw/Bolt matl	316SS		80	Mfr reference dwg	By Vendor	
38	Stem/Spindle material	416SS		81			
39	Cap material	Carbon Steel		82			
40	Gasket/O ring matl	316SS		83			
41				84			
42							
CALIBRATIONS AND TEST				INPUT OR SETPOINT			
85				86			
87	PSV-136A	CDTP-Setpoint		87	LRV	216 psig	URV
88	PSV-136A	Blowdown-Setpoint		88		Note 2	
89				89			

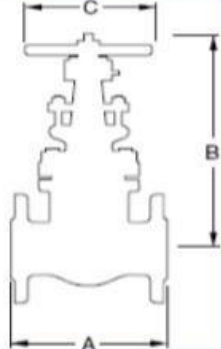

## ANEXO N° 14: Datasheet válvula compuerta

DATOS :				
1 Ubicación	Sistema de succión de Bomba	Sistema de descarga de Bomba	Sistema de recirculación de producto	Sistema de Alivio
2 Cantidad y tamaños	9 de 10"	2 de 8"	2 de 6"	2 de 3"
	2 de 6"	3 de 6"	2 de 4"	
	1 de 4"	2 de 4"	2 de 3"	
	1 de 3"	14 de 3/4"	5 de 3/4"	
	2 de 2"			
	19 de 3/4"			

GENERALIDADES :		
3 Servicio	Recepción y despacho de Producto	
4 Fabricante y/o Proveedor	CRANE, WALWORTH ó Similar	
5 Norma	API 600, ASME B16.34	
6 Descripción	Válvula compuerta de vástago ascendente	
7 Presion de Trabajo	150 Psig	
8 tipo de asiento	Cuña elástica	
9 Acabado	Revestimiento epoxídico interior y exterior aplicado por fusión	
10 Conexiones	Diámetro y espesor de las bridas según norma ANSI B16 Clase 150#. Para valvulas de 3/4" clase 800#	
11 Referencias :	Planos: - TEC6-PR-18-000-136-001 - DIAGRAMA P&ID - TEC6-PR-18-210-136-002 - DISTRIBUCION DE TUBERIAS (T-9, T-3A Y T-47)	

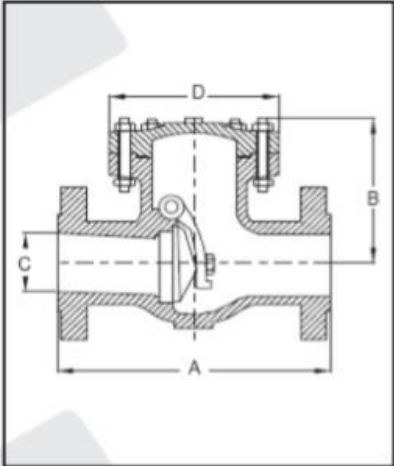
**DIMENSIONES Y ESQUEMA REFERENCIAL :**

Dimensions and Weights Inches (millimeters) - pounds (kilograms)											
Valves	2 (50)	2 ½ (65)	3 (80)	4 (100)	6 (150)	8 (200)	10 (250)	12 (300)	14 (350)	16 (400)	18 (450)
A	7.00 (178)	7.50 (191)	8.00 (203)	9.00 (229)	10.50 (267)	11.50 (292)	13.00 (330)	14.00 (356)	15.00 (381)	16.00 (406)	17.00 (432)
A	8.50 (47½)	9.50 (241)	11.12 (282)	12.00 (305)	15.88 (403)	16.50 (419)	18.00 (457)	19.75 (502)	22.50 (572)	24.00 (610)	26.00 (660)
B	17 (Open)	17 (432)	19 (483)	23 (584)	31 (787)	39 (990)	47 (1193)	55 (1397)	61 (1549)	71 (1803)	78 (1981)
C	8 (203)	8 (203)	9 (229)	10 (254)	12 (305)	14 (356)	16 (406)	18 (457)	22 (559)	24 (610)	25 (635)
Wt.	49 (47)	55 (25)	74 (33)	110 (50)	192 (87)	300 (136)	420 (190)	630 (285)	905 (410)	1260 (571)	1590 (721)
Wt.	45 (47½)	48 (21)	67 (30)	98 (44)	180 (81)	290 (131)	430 (195)	625 (283)	910 (412)	1260 (571)	1590 (721)

<p><b>Industry Standards</b></p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Steel Valves</td> <td style="padding: 2px;">ASME B16.34</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Face-to-Face/End-to-End</td> <td style="padding: 2px;">ASME B16.10</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Flange Dimensions</td> <td style="padding: 2px;">ASME B16.5</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Weld End</td> <td style="padding: 2px;">ASME B.16.25</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Basic Design</td> <td style="padding: 2px;">API 600</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Testing</td> <td style="padding: 2px;">API 598</td> </tr> </table>	Steel Valves	ASME B16.34	Face-to-Face/End-to-End	ASME B16.10	Flange Dimensions	ASME B16.5	Weld End	ASME B.16.25	Basic Design	API 600	Testing	API 598		 <p style="font-size: small; margin-top: 10px;"> <b>Figure 47</b>                      Flanged  <b>Figure 47½</b>                      Butt Weld    <b>Size Range:</b>                      2 through 24 inches                      (50 - 600 mm)    <b>Pressure Temperature Rating</b>                      Carbon Steel                      ASTM A216 Grade WCB                      285 psi @ -20°F to 100°F                      (20 bar @ -26°C to 37°C)                 </p> <p style="text-align: center; font-size: x-small;">wcb</p>
Steel Valves	ASME B16.34													
Face-to-Face/End-to-End	ASME B16.10													
Flange Dimensions	ASME B16.5													
Weld End	ASME B.16.25													
Basic Design	API 600													
Testing	API 598													




## ANEXO N° 15: Datasheet válvula check

DATOS :																																																																																																																				
1 Ubicación	Sistema de descarga de Bomba																																																																																																																			
2 Cantidad	2																																																																																																																			
3 Tamaño	6"																																																																																																																			
GENERALIDADES :																																																																																																																				
4 Servicio	Retención de circulación de flujo																																																																																																																			
5 Fabricante y/o Proveedor	VELAN, CRANE o Similar																																																																																																																			
6 Norma	API 600, ASME B16.5 equiv. #150, ASME B16.34																																																																																																																			
7 Tipo	Lengüeta																																																																																																																			
8 Presión de trabajo	150 Psig																																																																																																																			
9 Conexiones	Diámetro y espesor de las bridas según norma ANSI B16 Clase 150#.																																																																																																																			
10 Referencias :	Plano: TEC6-PR-18-000-136-001 - DIAGRAMA P&ID																																																																																																																			
DIMENSIONES Y ESQUEMA REFERENCIAL :																																																																																																																				
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin: 10px auto;"> <thead> <tr> <th colspan="2"></th> <th colspan="14" style="text-align: center; background-color: #333; color: white;">DIMENSIONES</th> </tr> <tr> <th style="text-align: left;">MEDIDAS</th> <th style="text-align: left;">Pulg.</th> <th>2</th><th>2 1/2</th><th>3</th><th>4</th><th>6</th><th>8</th><th>10</th><th>12</th><th>14</th><th>16</th><th>18</th><th>20</th><th>24</th><th>30</th><th>36</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4" style="text-align: center; vertical-align: middle;">DIMENSIONES</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td>203</td><td>216</td><td>241</td><td>292</td><td>356</td><td>495</td><td>622</td><td>699</td><td>787</td><td>864</td><td>978</td><td>978</td><td>1295</td><td>1524</td><td>1956</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">B</td> <td>146</td><td>159</td><td>197</td><td>222</td><td>273</td><td>324</td><td>394</td><td>432</td><td>499</td><td>559</td><td>635</td><td>673</td><td>794</td><td>937</td><td>1061</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">C</td> <td>51</td><td>64</td><td>76</td><td>102</td><td>152</td><td>203</td><td>254</td><td>305</td><td>337</td><td>387</td><td>435</td><td>483</td><td>591</td><td>743</td><td>895</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">D</td> <td>171</td><td>171</td><td>216</td><td>260</td><td>318</td><td>400</td><td>470</td><td>521</td><td>584</td><td>673</td><td>724</td><td>800</td><td>940</td><td>1130</td><td>1346</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">PESOS</td> <td style="text-align: center;">Kg.</td> <td>18</td><td>20</td><td>35</td><td>55</td><td>96</td><td>163</td><td>266</td><td>373</td><td>435</td><td>590</td><td>753</td><td>930</td><td>1497</td><td>3175</td><td>4309</td> </tr> </tbody> </table>			DIMENSIONES														MEDIDAS	Pulg.	2	2 1/2	3	4	6	8	10	12	14	16	18	20	24	30	36	DIMENSIONES	A	203	216	241	292	356	495	622	699	787	864	978	978	1295	1524	1956	B	146	159	197	222	273	324	394	432	499	559	635	673	794	937	1061	C	51	64	76	102	152	203	254	305	337	387	435	483	591	743	895	D	171	171	216	260	318	400	470	521	584	673	724	800	940	1130	1346	PESOS	Kg.	18	20	35	55	96	163	266	373	435	590	753	930	1497	3175	4309
		DIMENSIONES																																																																																																																		
MEDIDAS	Pulg.	2	2 1/2	3	4	6	8	10	12	14	16	18	20	24	30	36																																																																																																				
DIMENSIONES	A	203	216	241	292	356	495	622	699	787	864	978	978	1295	1524	1956																																																																																																				
	B	146	159	197	222	273	324	394	432	499	559	635	673	794	937	1061																																																																																																				
	C	51	64	76	102	152	203	254	305	337	387	435	483	591	743	895																																																																																																				
	D	171	171	216	260	318	400	470	521	584	673	724	800	940	1130	1346																																																																																																				
PESOS	Kg.	18	20	35	55	96	163	266	373	435	590	753	930	1497	3175	4309																																																																																																				
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-bottom: 10px;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">PIEZA</th> <th>MATERIALES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><b>CUERPO</b></td> <td>Acero carbono ASTM A216 WCB</td> </tr> <tr> <td><b>CHAPALETA</b></td> <td>WCB A al 13% Cromo</td> </tr> <tr> <td><b>ASIENTO</b></td> <td>Acero carbono revestido con Stellite 6</td> </tr> <tr> <td><b>PASADOR</b></td> <td>Acero inoxidable 410</td> </tr> <tr> <td><b>EXTREMOS</b></td> <td>Flange ANSI B16.5, 150#</td> </tr> <tr> <td><b>MARCA</b></td> <td>Velan</td> </tr> <tr> <td><b>FIGURA</b></td> <td>F0114C-02TY</td> </tr> <tr> <td><b>PROCEDENCIA</b></td> <td>Canada</td> </tr> </tbody> </table>	PIEZA	MATERIALES	<b>CUERPO</b>	Acero carbono ASTM A216 WCB	<b>CHAPALETA</b>	WCB A al 13% Cromo	<b>ASIENTO</b>	Acero carbono revestido con Stellite 6	<b>PASADOR</b>	Acero inoxidable 410	<b>EXTREMOS</b>	Flange ANSI B16.5, 150#	<b>MARCA</b>	Velan	<b>FIGURA</b>	F0114C-02TY	<b>PROCEDENCIA</b>	Canada																																																																																																	
PIEZA	MATERIALES																																																																																																																			
<b>CUERPO</b>	Acero carbono ASTM A216 WCB																																																																																																																			
<b>CHAPALETA</b>	WCB A al 13% Cromo																																																																																																																			
<b>ASIENTO</b>	Acero carbono revestido con Stellite 6																																																																																																																			
<b>PASADOR</b>	Acero inoxidable 410																																																																																																																			
<b>EXTREMOS</b>	Flange ANSI B16.5, 150#																																																																																																																			
<b>MARCA</b>	Velan																																																																																																																			
<b>FIGURA</b>	F0114C-02TY																																																																																																																			
<b>PROCEDENCIA</b>	Canada																																																																																																																			
																																																																																																																				

## ANEXO N° 16: Datos técnicos del aislamiento térmico

<b>PRODUCTO</b>	
Nombre del Producto	Cañuelas aislantes
<b>GENERALIDADES</b>	
Fabricante y/o Proveedor Material	Calorcol ó similar Lana Mineral de Roca aglomerada
Norma y Tipo Forma y disponibilidad	ASTM C547 Tipo II ó Equivalente Moldeada en forma cilíndrica que permiten un ajuste ideal al tubo. Con abertura lateral ó en medias cañas.
Espesor de cañuela Elementos de sujeción Acabado y/o Recubrimiento Usos	2.5" y/o según planos y/o Instructivo de Trabajo: IDT-ID-106-T-ET-007 Alambre galvanizado N° 16 Con cubierta de aluminio 0.8 mm, Tipo 3003, Temple H14 Aislante térmico para tuberías de 1/2" a 8", que transportan fluidos calientes.
<b>Nota 1:</b> Trazeado de vapor y condensado	Según planos y/o Instructivo de Trabajo: IDT-ID-106-T-ET-007
<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS (REFERENCIA: CAÑUELA AISLANTE - CALORCOL)</b>	
Densidad (Promedio) Temperatura de operación Conductividad Térmica Longitud (Referencial) Espesores disponibles Diámetro nominal (Disponibles)	110 kg/m3 (6.88 lb/pie3) Hasta 649°C (1200°F) (Ver Nota 2) 0.25 BTU.plg. / hr.pie2 °F a 100°F 0.91 m 1" a 4". Incrementos de 1/2 pulg De 1/2" hasta 8" (Si algún proveedor ofertara de más diámetros, este se podrá suministrar, siempre y cuando cumpla la presente Especificación)
<b>Nota 2:</b> Temperatura operación máx. del proyecto	Hasta 160°C (320°F) (Temperatura máxima en el sistema de tuberías)
<b>ESQUEMAS REFERENCIALES</b>	
	
Esquema de presentación de Cañuelas	Esquema de acabado cubierta de Aluminio

PRODUCTO	
Nombre del Producto	Manta aislante
GENERALIDADES	
Fabricante y/o Proveedor Material	Calorcol ó similar Lana Mineral de Roca aglomerada
Norma y Tipo Forma y disponibilidad	ASTM C592 Tipo II ó Equivalente Colchonetas y/o mantas flexibles reforzadas con malla hexagonal. abertura lateral o en dos medias cañas.
Espesor de manta Elementos de sujeción Acabado y/o Recubrimiento Usos	2.5" y/o según planos y/o Instructivo de Trabajo: IDT-ID-106-T-ET-007 Alambre galvanizado N° 16 Con cubierta de aluminio 0.8 mm, Tipo 3003, Temple H14 Aislante térmico para superficies planas, curvas e irregulares, como calderas, hornos, tanques, ductos, tuberías y cuerpos cilíndricos con diámetros nominales superiores a 4". Para el caso de tuberías el ancho de este material es igual al perímetro del tubo, por tanto estas se ajustarán a la superficie para evitar pérdidas de calor.
<b>Nota 1:</b> Trazeado de vapor y condensado	Según planos y/o Instructivo de Trabajo: IDT-ID-106-T-ET-007
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS (REFERENCIA: MANTA AISLANTE - CALORCOL)	
Densidad (Promedio) Temperatura de operación Conductividad Térmica Longitud (Referencial) Espesores disponibles Dimensiones disponibles	100 kg/m3 (6.24 lb/pie3) Hasta 750°C (1382°F) (Ver Nota 2) 0.25 BTU.plg. / hr.pie2 °F a 75°F 0.91 m 1" a 6". Incrementos de 1/2 pulg Ancho: 2 y 3 pies (0.61 y 0.91 m) Largo: 4, 6 y 8 pies (1.22 , 1.83 y 2.44 m)  Para Tuberías: 0.91 m (3 pies) x (Perímetro circunferencial de Tubería )
<b>Nota 2:</b> Temperatura operación máx. del proyecto	Hasta 160°C (320°F) (Temperatura máxima en el sistema de tuberías)
ESQUEMAS REFERENCIALES	
	
Esquema de presentación de colchonetas ó mantas aislantes	

## ANEXO N° 17: Procedimiento de pintado de tuberías.

### 1. OBJETIVO

Establecer la forma de trabajo y secuencia de las actividades de preparación de superficie y pintado de tuberías , perteneciente al proyecto Suministro e instalación de bomba de relevo para despacho de asfalto.

### 2. ALCANCE

Este procedimiento es aplicable para la preparación y aplicación de pinturas en superficies de acero nuevas o en mantenimiento que conformaran el proyecto en mención de acuerdo al sistema de pintura establecido para cada caso. Es responsabilidad del contratista cumplir con todo lo estipulado en el presente documento.

### 3. DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA

#### 3.1 Normas y/o Especificaciones aplicables

- Norma NTP ISO 9001:2001, Sistemas de Gestión de Calidad
- SSPC: Society for Protective Coatings
- ASTM: American Society for Testing and Materials

Organización	Norma	Descripción
SSPC	SP1	Solvent Cleaning
SSPC	SP2	Hand Tool Cleaning
SSPC	SP3	Power Tool Cleaning
SSPC	SP11	Power Tool Cleaning to Bare Metal
SSPC	SP5/NACE N°1	White Blast Cleaning
SSPC	AB2	Abrasive specification/Cleanliness of Recycled Ferrous Metallic Abrasives
SSPC	AB3	Abrasive specification/Newly Manufactured or Re-Manufactured Steel Abrasives
SSPC	Vis1	Guide and Reference Photographs for Steel Surfaces Prepared by Dry Abrasive Blast Cleaning
SSPC	Guide 15	Field Methods for Retrieval and Analysis of Soluble Salts on Steel and Other Nonporo.
SSPC	PA1	Shop, Field, and Maintenance Painting of Steel
SSPC	PA2	Measurement of Dry Coating Thickness With Magnetic Gages
SSPC	PA17	Procedure for Determining Conformance to Steel Profile/Surface Roughness/Peak Count Requirements
ASTM	D 1640	Standard Test Methods for Drying, Curing, or Film Formation of Organic Coatings
ASTM	D 3276	Standard Guide for Painting Inspectors (Metal Substrates)
ASTM	D 4228	Standard Practice for Qualification of Coating Applicators for Application of Coatings to Steel Surfaces

ASTM	D 4285	Standard Test Method for Indicating Oil or Water in Compressed Air
ASTM	D 4940	Standard Test Method for Conductimetric Analysis of Water Soluble Ionic Contamination of Blasting Abrasives
ASTM	D 4417	Field Measurement of Surface Profile of Blast Cleaned Steel
ASTM	E 337	Measuring Humidity with a Psychrometer
ASTM	D 4414	Measurement of Wet Film Thickness by Notch Gages
ASTM	D 4541	Standard Test Method for Pull-Off Strength of Coatings Using Portable Adhesion Testers
ISO	8502-3	Loose particulate present on a steel surface prepared for painting arising from blast cleaning

#### 4. DEFINICIONES O TERMINOLOGÍA APLICABLES

##### 4.1. Especificación

Se refiere a los cuidados tomados en el pintado de una superficie, teniendo en consideración todos los factores posibles, para que la protección sea duradera. Cada proyecto presenta una especificación que prevalece para la ejecución de los trabajos de preparación de superficie, pintado y evaluaciones a realizarse a las estructuras pintadas.

##### 4.2. Sistema de Pinturas

Se refiere al Tipo y número total de capas a aplicarse a un sustrato, en un orden predeterminado.

##### 4.3. Contratista

Organización responsable ante el propietario de la aplicación de las pinturas.

##### 4.4. Registro

Documento que provee evidencia objetiva de las actividades efectuadas o de los resultados obtenidos.

##### 4.5. Registros de Calidad

Son el soporte, bien en papel, microfilm o archivo informático, donde se reflejan y anotan los resultados, de naturaleza variable, que son consecuencia directa o indirecta de la ejecución de actividades relacionadas con la calidad aplicada a la ejecución de la obra.

##### 4.6. Archivo

Medio físico (fólder, carpeta o similar) o informático en el que se mantienen y conservan los Registros y/o documentos resultado de la aplicación del Plan de Gestión de Calidad.

#### 5. ESQUEMA DE PINTURA ESPECIFICADO O RECOMENDADO

##### 5.1 Preparación de Superficie

Tipo	Zona	Norma
Limpieza mediante Chorro abrasivo a metal blanco	Exterior	SSPC-SP5/NACE N°1

Perfil de Rugosidad: 1.5 – 2.5 mils

## 5.2 Sistema de Pintura para Exterior

Capa	Pintura	EPS (mils)
Base	Zinc clad II	3.0 - 4.0
Acabado	Sumaterm 550 HS	1.0 - 2.0
EPS TOTAL (mils)		4.0 - 6.0

## 6. EJECUCIÓN

Antes de empezar los trabajos se deben reunir los representantes de la contratista, el propietario y el asesor técnico del proveedor para unificar conceptos, criterios de aceptación y normas con las cuales se determinará los parámetros para la ejecución del trabajo.

Los procedimientos y equipos de aplicación descritos, son los señalados en las hojas técnicas respectivas de los productos especificados, otros equipos y/o diluciones pueden ser utilizados de acuerdo a las condiciones del sitio donde serán aplicados los productos.

### 6.1. Preparación de Superficie

Tipo	Norma
Limpieza con solventes	SSPC-SP1
Limpieza mediante Chorro abrasivo a metal blanco	SSPC-SP5/NACE N°1

#### 6.1.1. Limpieza previa (Pre preparación de superficie)

- Eliminar mediante herramientas manuales y/o mecánicas de acuerdo a norma SSPC-SP2 y SSPC-SP3: escoria, salpicaduras de soldadura, rebabas de soldadura entre otros, así mismo si se encuentran filos cortantes deben ser redondeados.

**SSPC-SP2: Limpieza Manual:** Deberá eliminarse de la superficie de acero todo el óxido de la laminación y la herrumbre que se encuentre sin adherir, al igual que la pintura vieja que no se encuentre firmemente adherida. Finalmente se limpiará la superficie con aire limpio y seco o un cepillo limpio. La superficie debe adquirir un suave brillo metálico. La limpieza se efectuará con herramientas manuales en buen estado, tales como: lijas, cepillos de acero y otros.

**SSPC-SP3: Limpieza Mecánica:** Consiste en un raspado, cepillado o esmerilado con equipo motriz de una manera muy minuciosa. Se deberá eliminar todo el óxido de laminación, la herrumbre y la pintura que no se encuentre bien adherida. Al término de la limpieza la superficie deberá presentarse rugosa y con un claro brillo metálico. En este tipo de limpieza debe cuidarse de no pulir la superficie metálica a fin de lograr una buena adherencia de las pinturas a la base.

**SSPC-SP1: Limpieza con Solventes:** Eliminar grasas, aceites, lubricantes de corte y toda otra presencia de material soluble de la superficie de acero utilizando para estos efectos algunos de los siguientes métodos: escobillas o trapos limpios embebidos en solventes, pulverización de

solventes clorados, detergentes alcalinos, etc. Esta limpieza se considera previa a todo tipo, ya no deben existir grasas o aceites sobre la superficie que se protegerá.

### 6.1.2. Limpieza mediante chorro abrasivo

**SSPC-SP5: Limpieza mediante Chorro Abrasivo a Metal Blanco:** Limpieza que se logra haciendo impactar una partícula abrasiva sobre la superficie, que al chocar desprende las partículas extrañas a la base dejando una huella en la zona de impacto. El grado de metal blanco consiste en una limpieza de manera tal que la superficie se apreciará de un color gris blanco uniforme y metálico. La superficie mirada sin aumentos deberá estar libre de toda contaminación y apreciarse levemente rugosa para formar un perfil adecuado que permita un buen anclaje de los revestimientos.

Definiciones de preparación superficial especificados por STEEL STRUCTURES PAINTING COUNCIL (SSPC). Cada uno de los diferentes normas, pueden ser consultados en detalle en los documentos correspondientes. Lo que en este texto se indica son solo definiciones básicas.

### 6.1.3. Requisitos y aspectos generales en limpieza con chorro abrasivo

- Antes de los trabajos de chorreado abrasivo se deberá evaluar la calidad del aire comprimido según la Norma ASTM D4285.
- Se realizará la evaluación de los abrasivos metálicos de acuerdo a la norma SSPC- AB2 y SSPC-AB3 el cual debe encontrarse libre de finos y contaminantes como aceites y/o grasas.
- Se evaluará la conductividad del agua con iones de abrasivo el cual debe ser menor a 1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , método de acuerdo a norma ASTM D 4940.
- Verificar el diámetro de boquilla y la presión a la salida de la boquilla. Para obtener mejor eficiencia la presión no debe ser menor de 90 psi
- Realizar la preparación de superficie con chorro abrasivo cumpliendo con la Norma especificada SSPC-SP5 para el sistema de pintura.
- El perfil de rugosidad recomendado para este proyecto es de 1.5 a 2. mils de acuerdo a norma ASTM D4417 Método C y SSPC-PA17.
- Se recomienda que las personas que realizan esta labor cuenten con guantes de cuero a fin de evitar la contaminación con sudor.
- Al término del chorreado abrasivo, se debe limpiar con aire comprimido para eliminar todo el resto del abrasivo de la preparación de superficie. Se recomienda tomar las referencias pictóricas correspondientes a la calificación de la cantidad de polvo residual sobre superficies antes de pintar en clases del 0 al 5 según la norma ISO 8502-3, el valor máximo permisible es (2) de la escala referencial de 1 a 5, no se aceptarán valores mayores.
- En el caso de las superficies tratadas con abrasivos no metálicos (arena y escoria), se debe verificar el concentración de sales remanentes en la superficie de acuerdo a la norma SSPC – Guide 15. Los valores admisibles son: para superficies inmersas y enterradas < 3 ppm, para superficies expuestas al medio ambiente < 7 ppm (referencia SSPC – SP12).
- En zonas de las estructuras donde se realizará el empalme con otra mediante soldadura en obra, se recomienda encintar los extremos con cinta Masking tape (2 pulg), para minimizar daños en la pintura aplicada.

## 6.2. Aplicación de la Pintura

### 6.2.1. Equipos de Pintado

Los equipos de pintado con que cuenta el contratista deberán estar en perfectas condiciones para poder tener una aplicación sin problemas y lograr la optimización de la cantidad de pintura a utilizar y el tiempo de aplicación. Debe considerarse lo siguiente:

- Elección de método de aplicación de acuerdo al tipo de pintura
- Contar los manómetros necesarios para la visualización de la presión de aplicación (en caso de usar equipos)
- Tener los accesorios y boquillas adecuadas cuando se utiliza el equipo Airless.
- ✓ *Equipos Airless (sin aire):* Una buena selección de boquilla y la presión adecuada del equipo ayudará a que se obtenga mejor rendimiento y un trabajo de calidad.
- ✓ *Brochas y rodillos:* Deben ser resistentes a pinturas a base de solvente y adecuados para la aplicación de capas de acabado. Estos dispositivos son usados para resanes en zonas puntuales, aunque el acabado no será igual al aplicado con equipos.

### 6.2.2. Condiciones ambientales

- Tener presente las condiciones ambientales para el pintado
  - ✓ % Humedad Relativa < 85.0 %
  - ✓ T ° superficie entre 10°C - 40 ° C
  - ✓ T ° superficie – T ° rocío ≥ 3.0 ° C

*Ciertos productos pueden presentar una limitación de condiciones ambientales diferente, consultar la hoja técnica del producto y al Departamento Técnico de Sherwin-Williams.*

- Las condiciones ambientales deben ser tomadas en cuenta para toda aplicación de recubrimientos, el aplicar bajo condiciones ambientales no aptas, puede traer consecuencias de falla por desprendimiento, ampollamiento o un acabado diferente al esperado o cualquier otro defecto que disminuya la vida útil normal del recubrimiento.

### 6.2.3. Preparación y aplicación de pintura

Una vez preparada la superficie, limpia y seca, se procederá a la mezcla de pintura y aplicación del sistema recomendado, bajo las siguientes recomendaciones.

- La preparación de pintura debe realizarse en recipientes totalmente limpios. Se debe homogenizar la pintura por separado tanto parte A (resina) como parte B (endurecedor)
- Adicionar la parte B hacia la parte A y homogenizar con agitador eléctrico o neumático tipo Jiffy, por un tiempo máximo de 3 minutos hasta que la mezcla tome una apariencia



uniforme, agregar el diluyente sólo después que la mezcla de ambos componentes haya culminado. Filtrar a otro recipiente con una malla 30 a 60 o telas de Nylon.

- En este caso el kit de la pintura tiene 2 componentes siendo uno de ellos es Polvo de Zinc. Homogenizar la parte A (resina) adicionando lentamente la parte B (Polvo de Zinc) con agitación mecánica constante. Agitar hasta obtener una mezcla sin grumos.
- Realizar la aplicación con un traslape de 50% de cada pasada, si es necesario cruce la pistola en ángulo recto. La pistola siempre debe estar perpendicular a la superficie y a una distancia de 30 cm para un equipo Airless.
- Es mejor aplicar el recubrimiento con luz natural, si el caso requiere el uso de luz artificial, esta debe de tener una luminosidad mínima de 530 lumen / m<sup>2</sup> de preferencia luz blanca.
- Al exceder el tiempo de vida útil de la pintura (pot life), se genera una variación de su viscosidad perdiendo sus propiedades de humectación y nivelamiento, por lo que se deberá desecharla.
- El curado en este tipo de recubrimientos se cumple a los 7 días a 25° C y dependerá también de las temperaturas de la zona.

#### 6.2.4. Aplicación de la primera capa

**Zinc Clad II Etil Silicato PE** .- Es una pintura base solvente de dos componentes rica en zinc, Contiene 85% de zinc en película seca, el producto se autocura en presencia de humedad . Por su alto contenido de zinc y conductividad del etil-silicato provee una efectiva protección catódica del sustrato similar a un galvanizado, También protege el acero formando una compacta barrera inorgánica resistente a los solventes. Cumple con la norma SSPC-Paint 20

La preparación de superficie mínima es de limpieza con chorro abrasivo SSPC SP 10 / NACE N° 2. No recomendado en ambientes ácidos o alcalinos, No aplicar pinturas al aceite o alquidicas directamente sobre el Zinc Clad II Etil Silicato PE

- Agitar constantemente al momento de la aplicación para evitar la sedimentación del polvo de zinc.

PRODUCTO	Diluyente	%Sólidos Volumen	Proporción de mezcla	Pot life a 25° C	Repintado a 25°C	
					min	máx
Zinc Clad II	P30	62±2	Kit de resina y filler de Zinc Clad II (1 galón)	5 horas	10 horas	Sin limite

Aplicación	% dilución vol.	Boquilla	Presión de atomización (psi)
Equipo Airless	Hasta 10%	0.017" - 0.019"	1800 - 2500
Equipo Convencional	Hasta 20%	FF o FX 704.	50
Brocha o rodillo	---	---	---

### 6.2.8 Aplicación de capa de Acabado

**Sumaterm 550 HS.** - es una pintura de acabado, mono componente, formulado a base de resina silicona modificada.

Resiste temperaturas de hasta 550°C.

Puede ser aplicado directamente sobre acero al carbono a espesores de 30 a 40 micrones.

Con primer inorgánicos de zinc, cumple un sistema de alto desempeño, combinando resistencia a la corrosión y a la alta temperatura

Los tiempos de secado dependen de la temperatura ambiental y de la superficie, de la humedad relativa del aire y del espesor de la película. En condiciones diferentes a lo indicado, consultar con nuestro Departamento de Asistencia Técnica.

El tiempo de curado total es alcanzado cuando el equipamiento pintado entra en servicio, a temperaturas entre 180°C a 230°C. Es necesario llegar a estas temperaturas lentamente.

PRODUCTO	Diluyente	%Sólidos Volumen	Proporción de mezcla	Pot life 25° C	Repintado a 25°C	
					min	máx
Sumaterm 550 HS	P30 ó P33	55±2	1 galón	60 min	No es repintable	

Aplicación	% dilución vol.	Boquilla	Presión de atomización (psí)
Equipo Airless	No es necesario	0.011" - 0.015"	1800-2200
Equipo Convencional	No es necesario	FF-FX	50
Brocha o rodillo	No es necesario	---	---

## 7. RESPONSABILIDADES

- El contratista debe contar con el personal técnico idóneo en preparación de superficie y aplicación, así como también de equipos de inspección calibrados y en óptimas condiciones, como mínimo: psicrómetro, termómetro de superficie, medidor de espesor de película húmeda y medidor de espesor de película seca.
- El contratista es responsable del cumplimiento de este procedimiento y de las condiciones generales del proyecto.
- El contratista es el responsable por la aplicación de las pinturas y el responsable del control de calidad de las pinturas que aplica.
- El proveedor es el responsable de asesorar el adecuado uso de las pinturas provistas para el proyecto.
- El proveedor brindará asesoría continua en el proyecto y realizará visitas periódicas al taller u obra donde estén aplicando las pinturas.
- El proveedor facilitara sus equipos para pruebas especiales tales como: Adherencia, Holiday detector, etc.

## 8. INSPECCIÓN

El contratista debe contar con los equipos de inspección y control de calidad calibrados y en óptimas condiciones, como mínimo: psicrómetro, termómetro de superficie y medidor de espesores de película seca.

### Equipos de Inspección y Normas Técnicas de referencia

- Psicrómetro tipo bacharach y digital.
- Termómetro de superficie.
- Medidor digital de película seca (mils y micrones).
- Medidor de perfil de rugosidad de cinta adhesiva press-o-film.
- Traccionador hidráulico para pruebas de adherencia.

Para el control y evaluación de calidad de la **etapa de preparación de superficie** se empleará las siguientes normas:

- ASTM D 4285: Determinación de aceite o agua en el aire comprimido
- ASTM D 4417: Grado de perfil de rugosidad
- ASTM E 337 : Medición de condiciones ambientales

Para el control y evaluación de la calidad del **sistema de pinturas aplicado** se emplearán las siguientes normas

- ASTM D 4414: Medición de espesor de película húmeda.
- SSPC-PA-2: Medición de espesor de película seca.
- ASTM D 4541: Medición de grado de adherencia mediante equipo de tracción – tipo V.

## 9. CONSIDERACIONES DE SEGURIDAD SALUD Y MEDIO AMBIENTE

El personal que realice trabajos de pintura debe seguir los procedimientos de trabajo establecidos por el área de seguridad, los cuales les indicara las pautas, patrones y los requisitos mínimos aceptables que permite al trabajador laborar en condiciones seguras, preservando su salud e integridad.

### *Recomendaciones a seguir*

#### 9.1. Almacenamiento de la pintura

- La pintura y solventes, se almacenarán en lugares apropiados y sólo se mantendrá en el lugar de trabajo los materiales necesarios en cantidades suficientes para un día de trabajo, no se permitirá en estos lugares el almacenamiento de recipientes que contengan residuos de pintura o solventes.
- Para un adecuado control de la pintura se debe llevar registro del consumo diario y del stock.
- El equipo eléctrico en estos lugares y sus proximidades, será de tipo aprobado, con el fin de eliminar los riesgos de incendio y explosión.

- La pintura se debe almacenar bajo techo, en un ambiente con un rango de temperatura de 10 – 40 °C, y lejos de cualquier fuente de ignición.
- El almacén debe tener buena ventilación. No flamas ni chispas en esta área. Cualquier equipo deberá tener puesta a tierra.
- Se tendrá las hojas de seguridad (MSDS) de cada producto visiblemente en almacén, en estas hojas MSDS se tienen las indicaciones de seguridad y primeros auxilios.

## 9.2. Área de pintado

- Se recomienda que el área de pintado sea un ambiente cerrado, con adecuada ventilación.
- El piso de trabajo debe ser firme para evitar problemas de polución que afecten la aplicación, secado y posterior curado del recubrimiento.
- Las estructuras a pintar deberán apoyarse sobre caballetes con soportes angulares con una altura mínima de 80 cm y distribuidas adecuadamente con espacios que permitan el libre desplazamiento del aplicador de pintura.

## 9.3. Preparación de pintura

- Se seguirá el procedimiento de preparación de pintura y de pintado ya establecidos.
- El uso de EPP mínimos requeridos, ropa de trabajo y el mantenimiento de ellos deberá ser verificado por el encargado de seguridad. Para la manipulación de la pintura se deben usar guantes de neopreno, así como máscaras con filtros contra vapores orgánicos y lentes.
- Además, considere otros Equipos de Protección Personal si se requiere, así como las recomendaciones dadas en la Hoja de Seguridad (MSDS) de los productos a aplicar.
- Para evitar derrames en el suelo, se recomienda que en la zona de preparación de pintura se utilice bandejas anti derrames o ser cubierta con plástico.
- Para la mezcla de la pintura se recomienda utilizar agitador neumático tipo Jiffy.
- Seguir las instrucciones del Procedimiento de Aplicación de la Hoja Técnica del producto.

## 9.4. Aplicación de pintura

- Los trabajos de pintura mediante aspersión y a brocha, se procurará que se lleven a cabo en lugares provistos de buena ventilación y/o de medios de extracción adecuados para los gases y partículas pulverizadas.
- El equipo eléctrico en estos lugares y sus proximidades, será de tipo aprobado, con el fin de eliminar los riesgos de incendio y explosión.
- Los trabajadores deberán estar capacitados para este tipo de trabajo y usarán el equipo de protección adecuado mínimos requeridos (EPP).
- Debido a que muchos de los equipos usados para la aplicación de pintura a pistola y la preparación de superficies mediante chorro abrasivo, usan aire comprimido, los trabajadores deberán estar conscientes de que el ruido puede constituir un riesgo y por lo tanto deberán usar protectores auditivos cuando trabajan con herramientas operadas por aire comprimido.
- Se debe alentar a los trabajadores a que tomen descansos cada cierto tiempo.
- Los trabajadores deben estar conscientes de la seguridad que implica trabajar pistolas de alta presión durante la aplicación de la pintura. Por ello se debe contar con el personal idóneo y con experiencia en la manipulación de pistolas a presión.

- Para facilitar la disposición final de los envases utilizados, se recomienda retirar todo el contenido de la pintura durante la preparación de la misma.

## 10. ANEXOS

### 10.1. CALCULO DEL RENDIMIENTO

El rendimiento práctico y teórico se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Rendimiento Teórico: } R_t = \frac{149.02 \times \%SV}{EPS} \text{ m}^2/\text{galon}$$

$$\text{Rendimiento Práctico: } R_t = \frac{\text{Area Pintada}}{\text{Galones consumidos}} \text{ m}^2/\text{galon}$$

### 10.2. CALCULO DEL ESPESOR DE PELÍCULA HUMEDAD (EPH)

El espesor de película húmeda a aplicarse está en función del espesor seco especificado, de la dilución utilizada y el porcentaje de sólidos en volumen, de acuerdo la siguiente fórmula:

$$EPH = \frac{EPS (1 + \%d)}{\%SV}$$

EPH: Espesor Película Húmeda

EPS: Espesor Película Seca

%d: Fracción porcentaje de dilución

%SV: Fracción porcentaje sólidos en volumen

### 10.3. OPTIMIZACIÓN DE LAS PERDIDAS DE PINTURA

#### Concepto y cálculo del volumen muerto.

Una superficie rugosa y áspera, indudablemente, requerirá una mayor cantidad de pintura que una superficie lisa. Tiene en este aspecto mucha importancia la granulometría del material empleado en una limpieza mediante chorro abrasivo. Un abrasivo de grano grueso y duro, deja un perfil de corte mucho más burdo y áspero que uno de grano más fino y blando.

La rugosidad nos provoca un considerable aumento de la superficie real o topográfica con respecto a la superficie proyectada. Este aspecto debe necesariamente ser considerado a objeto de no inducir a errores en los cálculos.

Es aquí donde se emplea la definición de Volumen Muerto que se le conoce como la cantidad de pintura que se utilizará para cubrir el aumento de área provocado por el perfil de rugosidad conseguido durante los trabajos de preparación de superficie.

El cálculo se realiza teniendo en cuenta el coeficiente de volumen muerto, que depende a su vez del perfil de rugosidad. Así tendremos:



$$\text{Volumen Pintura (litros)} = \frac{CVM}{SV}$$

Sólidos en volumen de capa base:	72%
Perfil de rugosidad promedio	2 mils ó 50.8 micras
Coefficiente de volumen muerto:	3.5
Volumen muerto:	0.049 litros ó 0.013 galones

\*SV : Sólidos en volumen

\*CVM : Coeficiente de Volumen Muerto

#### 10.4. PROCEDIMIENTO DE RESANES

El procedimiento de reparación está elaborado de acuerdo al tipo de daño o defecto de aplicación existente en las estructuras.

##### a) Zonas con daños mecánicos por Transporte y Montaje

Estos daños se producen cuando los elementos son transportados de un lugar a otro y el apilamiento de los mismos, también durante el montaje al izar las estructuras. Todos los elementos que presenten estos daños mecánicos por transporte y montaje sobre todo en filos y/ bordes deben ser resanados. El caso es más crítico en zonas donde el daño llegó hasta el metal.

##### b) Uniones soldadas

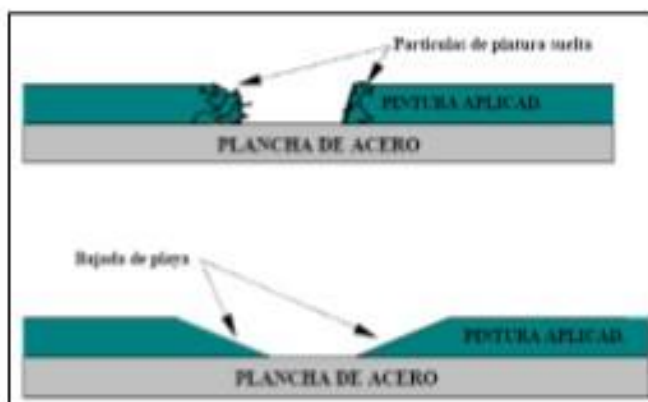
Todos los elementos que presentan uniones soldadas y aquellos que por el tiempo transcurrido presentan corrosión del tipo uniforme, así mismo presentan daños en la película de pintura adyacente a las uniones soldadas, por quemaduras (oxicorte y soldadura de uniones).

**c) Por defectos de aplicación**

Los recubrimientos, deberán estar libres de discontinuidad, sagging, pérdida de adherencia, ampollas, peeling, descamación, Overspray, curado inadecuado, bajos espesores, contaminación. Estos defectos se deben corregir cuando sean detectados durante las aplicaciones por el personal de producción o de calidad relacionado con los trabajos.

**10.4.1. Preparación de Superficie.**

- a) Eliminar mediante herramientas mecánicas: escoria y rebabas de soldadura, así mismo si se encuentran filos cortantes deben ser redondeados.
- b) Si las superficies de acero se encuentran contaminadas con humos de soldadura, grasa y/o aceite, estas deben ser lavadas con agua y detergente industrial y luego enjuagado con agua potable según Norma SSPC-SP1.
- c) Donde el daño mecánico llega al metal, alrededor de estas zonas la pintura queda debilitada, por lo que deberá ser removida toda pintura suelta o mal adherida con espátulas. Lo mismo aplica para defectos por aplicación.
- d) Cuando el daño llega al metal, el mejor método de preparación superficial es la limpieza mediante chorro abrasivo puntual (spot blasting) al grado metal blanco siguiendo la norma SSPC-SP5, en caso sea imposible realizar una limpieza con chorro abrasivo por aspectos medio ambientales, o por otras causas que lo hacen poco viable, realizar limpieza a metal desnudo con equipos mecánicos o neumáticos siguiendo la norma SSPC-SP11.
- e) Cuando el daño se encuentra en la capa base o acabado, se debe realizar limpieza mecánica SSPC-SP3, como opción para zonas puntuales o de difícil acceso considerar la limpieza manual SSPC-SP2.
- f) Eliminar los relieves, dejando la zona de reparación con la apariencia de Chaflán o "bajada de playa" usando lijas. Este procedimiento es importante, y se evita que en esas zonas al aplicar la capa de pintura de reparación touch up, se levanten los bordes de la capa de pintura antigua por efecto del solvente de la nueva capa.



**SSPC-SP11: Limpieza a Metal Desnudo con equipos de Mecánicos o Neumáticos:** Superficies metálicas que se preparan de acuerdo con esta especificación, cuando se ven sin aumento, estarán exentos de toda clase visible de aceite, grasa, suciedad, polvo, cáscara de laminación,

herrumbre, pintura, óxido de productos de corrosión, y otras materias extrañas. Se puede obtener un perfil de hasta 1 mils (25 micrones). Puede quedar ligeramente residuos de óxido y pintura en la parte inferior de los pits si la superficie original presentaba estos pits. Antes de la preparación de la superficie con herramienta eléctrica, eliminar los depósitos visibles de grasa o aceite por cualquiera de los métodos establecidos en la norma SSPC-SP1, disolventes de limpieza, u otros métodos establecidos



*Pistola de agujas*



*Bristle Blaster®*

#### 10.4.2. Sistema de Pintura para las zonas de resane

Para el caso de resanes en capa base Zinc Inorgánico (Zinc Clad II) se utilizará Sumaterm 550 HS en todas las zonas que presentan daños a un espesor de 1 a 2 mils, luego se aplicara una capa adicional de acabado Sumaterm 550 HS.

\*Repintado con Sumaterm 550 HS solo se podrá realizar antes de que se encuentre en servicio o este expuesto a temperaturas elevadas.



*Área con daño y/o Oxido*



*Área preparada*



*Aplicación del Sumaterm 550 HS*



*Aplicación de capa acabado*



# ANEXO N° 18: Hoja técnica Zinc Clad II y Sumaterm 550 HS



Industrial  
and  
Marine  
Coatings

## ZINC CLAD II INORGANICO DE ZINC ETIL SILICATO

CODIGO: COMP A: Z01 200P700A  
COMP B: Z01 200N000B

### INFORMACION DEL PRODUCTO

#### DESCRIPCION DEL PRODUCTO

**Zinc Clad II Etil Silicato.** Es un Pintura base solvente, suministrado en dos componentes rica en Zinc. Cumple requerimientos Clase B para coeficiente de deslizamiento. Cumple especificación M 300-98. Brinda una extraordinaria y duradera protección galvánica al acero al carbono y evita la progresión corrosiva bajo la película en caso de daños en el sistema de pintura. Provee la misma protección catódica del mecanismo de Galvanizado. El producto se autocura en presencia de humedad. Protege el acero formando una compacta barrera inorgánica resistente a los solventes. Producto no recomendado para exposiciones directas en ambientes químicos agresivos sin un recubrimiento adecuado.

- Contiene 85% de Zinc en película seca
- Provee protección catódica
- Resistente a los solventes
- Producto de secado aire

#### USOS RECOMENDADOS

Para usos sobre acero arenado o granallado a metal blanco o casi blanco. Como capa de manutención o como primer permanente en ambientes severamente corrosivos (pH rango 5-9)

- Alternativa económica al galvanizado con resultados similares.
- Ideal para aplicación a baja temperatura o servicio en altas temperaturas y humedad.
- Contenedores de descarga y agua no potable.
- Para requerimientos de abrasión y dureza
- Aplicable en refineries, faenas mineras, estructuras de puentes.
- No recomendado para exposición en ambiente ácido o alcalino.

#### CARACTERISTICAS DEL PRODUCTO

<b>Terminación:</b>	Opaco	
<b>Color:</b>	Gris	Z01 200P 700A
	Gris Verdoso	Z01 200P 000A
<b>Sólidos por volumen:</b>	62 ± 2% (ASTM 2697)	
<b>Sólidos por peso:</b>	82 ± 2%	
<b>Contenido de Zinc en película seca</b>	85% ± 1	
<b>Proporción Mezcla:</b>	2.88 kg Comp A (base líquida) 6.10 kg Comp B (polvo de zinc)	
<b>Espesor recomendado por capa:</b>		
Película húmeda:	5,0 - 8,0 mils	
Película seca:	3,0 - 5,0 mils	
<b>Rendimiento Teórico:</b>	31.0 - 18.6 m <sup>2</sup> /gal aprox. (sobre superficie lisa)	
<b>Tiempo de 5.0 mils húmedo @ 50% Humedad Relativa y @:</b>		
	25° C	
Resistente a ala lluvia:	20 - 30 min.	
Al tacto:	5 - 15 min.	
Manipulación:	1 - 2 horas	
Curado:	7 días	
Servicio Inmersión:	14 días	
El mecanismo de reacción, de los inorgánicos de zinc autocurables, se activa con la humedad del aire. Por eso, cuando la humedad relativa ambiente es inferior a 50%, es preciso pulverizar con agua la película después de 2 hrs. de aplicada.		
<b>Vida útil de la mezcla:</b>	2 - 8 horas a 25°C (a mayor temperatura se reduce la vida útil)	
<b>Vida útil en stock:</b>	<b>Comp A:</b>	6 meses, sin abrir el envase.
	<b>Comp B:</b>	24 meses, sin abrir el envase.
<b>Almacenamiento:</b>	Almacenar en envase cerrado, en recinto seco y ventilado con temperatura entre 10°C y 25°C	
<b>Diluyente/Limpieza:</b>	R10259D0500	
Nota: El Zinc Clad II debe ser aplicado en una sola capa al espesor especificado y no puede ser repintado con inorgánico de zinc.		

#### COMPORTAMIENTO

##### Sistema Probado (a menos que se indique lo contrario)

Sustrato: Acero  
Preparación de superficie: SSPC-SP 10  
Aplicación: Zinc Clad II @ 3 mils eps.

##### Adherencia:

Método: ASTM D4541  
Resultado: 21.8 kg/cm<sup>2</sup>

##### Resistencia a calor seco:

Método: ASTM D2485  
Resultado: 399° C Permanente

##### Resistencia a la abrasión:

Método: ASTM D4060, rueda CS17, 1000 ciclos a 1 Kg de carga  
Resultado: 326 mg

##### Resistencia al impacto directo:

Método: ASTM D2794  
Resultado: 60 in. Lb.

##### Resistencia a la condensación:

Método: ASTM D4585, 38° C, 2000 hrs  
Resultado: Sin falla

##### Cámara de niebla salina:

Método: ASTM B117, 2000 hrs  
Resultado: Sin falla

##### Resistencia a calor húmedo:

Método: No inmersión  
Resultado: 46° C

##### Flexibilidad (solo primer):

Método: ASTM D522, 180° curva, ¼" mandril  
Resultado: Pasa

##### Dureza lápiz (solo zinc):

Método: ASTM D3363  
Resultado: 3H

##### Coficiente de deslizamiento (solo zinc)

Método: AISC Espec. Para uso de uniones estructurales  
ASTM A 325 o ASTM A 490  
Resultado: Clase B, 0.56

## INFORMACION DEL PRODUCTO

### SISTEMAS RECOMENDADOS

#### Inmersión o Atmosférico:

**Acero:**  
1 Capa Zinc Clad II @ 3 - 5 mils eps

#### Atmosférico Acero:

1 Capa Zinc Clad II @ 3 - 5 mils eps  
1- 2 Capas Coal Tar Epoxy 388-99 @ 8-16 mils eps/capa

#### Acero:

1 Capa Zinc Clad II @ 3 - 5 mils eps  
1 - 2 Capas Macropoxy 646 @ 4 - 8 mils eps/capa o  
1 - 2 Capas Macropoxy 850 @ 4 - 8 mils eps/capa o  
1 - 2 Capas Macropoxy MIO @ 4 - 8 mils eps/capa

#### Acero:

1 Capa Zinc Clad II @ 3 - 5 mils eps  
1- 2 Capas Fast Clad Acrylic @ 5 - 8 mils /capa

#### Acero:

1 Capa Zinc Clad II @ 3 - 5 mils eps  
1 - 2 Capas Macropoxy MIO @ 4 - 8 mils eps/capa  
1 - 2 Capas Acrolon 218 HS @ 3 - 6 mils eps/capa o  
1 - 2 Capas Poly Lon 1900 @ 2 - 3 mils eps/capa o  
1 - 2 Capas Urelux 22 @ 1 - 2 mils eps/capa

#### Acero:

1 Capa Zinc Clad II @ 3 - 5 mils eps  
1- 2 Capas Macropoxy 646 @ 4 - 8 mils eps/capa

#### Acero:

1 Capa Zinc Clad II @ 3 - 5 mils eps  
1 - 2 Capas Acrolon 218 HS @ 3 - 6 mils eps/capa  
1 - 2 Capas Poly Lon 1900 @ 2 - 3 mils eps/capa o  
1 - 2 Capas Urelux 22 @ 1 - 2 mils eps/capa

#### Importante:

Se debe aplicar una capa de anclaje (mist coat) normalmente anticorrosivo Iponiac 331 sobre la capa de Zinc Clad II para prevenir los ampollamientos de las capas subsecuentes de recubrimiento.

No aplicar pinturas al aceite o alquídicas directamente sobre el Zinc Clad II.

Los sistemas indicados son representativos del uso del producto. Otros sistemas pueden ser apropiados.

### PREPARACION DE SUPERFICIES

La superficie debe estar limpia, seca y en buenas condiciones. Eliminar aceite, polvo, grasa, suciedad, óxido suelto y todo material extraño para asegurar una adecuada adherencia.

Consulte el Boletín de Aplicación del producto para información detallada sobre preparación de superficie.

Preparación mínima de superficie recomendada:

#### Fierro y Acero

Atmosférica: SSPC-SP10 2.0 mils rugosidad de perfil  
Inmersión SSPC-SP5 2.0 mils rugosidad de perfil

### DISPONIBILIDAD COLOR / TINTEO

Producto no tinteable

### CONDICIONES DE APLICACION

Temperatura:  
Aire y Superficie 10°C mínimo, 40°C máximo  
Humedad relativa: 40% mínima - 90% máxima  
Material: Por lo menos 3°C sobre punto de rocío.

Para el curado del inorgánico se requiere como mínimo HR de 50%

Consulte Boletín de Aplicación del producto para información detallada de aplicación.

### INFORMACIÓN PARA PEDIDOS

Envase: Galón KIT  
Parte A: 2,88 Kg, Base líquida en envase de un galón  
Parte B: 6,1 Kg, Polvo de Zinc en envase un galón.  
Peso por galón: 9,0 ± 0,1 Kg.

### PRECAUCIONES DE SEGURIDAD

Consulte hoja de seguridad de materiales (MSDS) antes de usar. Los datos técnicos e instrucciones están sujetos a cambios sin aviso. Contacte su representante de Sherwin-Williams para información técnica e instrucciones adicionales.

### NOTAS

Esta información técnica reemplaza todas las publicaciones anteriores. Consulte siempre a su representante SHERWIN WILLIAMS CHILE por la última información. Dado que no tenemos control sobre las condiciones de aplicación o servicio de los productos, no aceptamos responsabilidad alguna por los resultados que pueden obtenerse en cada caso particular. En ningún caso el fabricante podrá ser responsabilizado por daños incidentales o consecuenciales, que puedan derivarse del uso inadecuado del producto. Recomendamos consultar folleto sobre Normas de Seguridad personal e industrial en el trabajo con pinturas

## BOLETIN DE APLICACION

### PREPARACION DE SUPERFICIE

La superficie debe estar limpia, seca y firme. Eliminar aceite, grasa, polvo, óxido suelto, y todo material extraño para asegurar una adecuada adherencia.

Remover todas las salpicaduras de soldadura y redondear todos los cantos vivos.

**Fierro y Acero, servicio atmosférico:** Eliminar aceite y grasa superficial mediante solución detergente de uso industrial (SSPC-SP1). La preparación superficial mínima es limpieza SSPC-SP6 con chorro abrasivo utilizando granalla de aristas angulares para obtener un óptimo perfil de rugosidad (2.0 mils). Aplicar anticorrosivo al acero descubierto dentro de 8 horas máximo o antes que se oxide.

**Fierro y Acero, servicio de inmersión:** Eliminar aceite y grasa superficial mediante solución detergente de uso industrial (SSPC-SP1). La preparación superficial mínima es metal casi blanco (SSPC-SP10). Limpiar toda la superficie con chorro abrasivo utilizando granalla de aristas angulares para obtener un óptimo perfil de rugosidad (2 mils). Aplicar anticorrosivo al acero descubierto dentro de 8 horas máximo o antes que se oxide.

**Otros materiales consultar con el Depto. Técnico de S. W.**

### EQUIPO DE APLICACION

Lo siguiente es una guía. Pueden necesitarse cambios en presiones y tamaños de boquillas para adecuadas características de aplicación. Siempre limpie el equipo de aplicación antes de utilizar con un diluyente indicado.

Cualquier dilución debe ser compatible con las condiciones ambientales y de aplicación existentes.

#### Diluyente/ Limpieza

Diluyente R10259D0500

#### Spray Airless

Bomba 25:1 mínimo  
Presión 1800 – 2000 psi  
Manguera 3/8" Diámetro interior  
Boquilla 0.017" – 0.021"  
Filtro malla Nº30, US Sieve  
Diluyente 5% - 10% en volumen

#### Spray Convencional (tanque con agitador)

Pistola De Vilbis JGA 5023  
Boquilla Fluido FX C  
Boquilla Aire 704  
Presión Atomización 50 psi  
Presión Fluido 80 a 100 psi  
Diluyente Según se requiera hasta 15% en volumen

Mantenga la presión del recipiente al nivel del aplicador para evitar bloqueo de la línea de fluido debido al peso del material. Devuelva la pintura en la línea de fluido en pausas intermitentes, pero continúe la agitación en el recipiente de presión.

#### Brocha (solo retoques)

Brocha Cerda Natural  
Diluyente Según se requiera hasta 10% en volumen

**Rodillo** No se recomienda

Equipo equivalente al indicado puede ser utilizado.

## BOLETIN DE APLICACION

### PROCEDIMIENTO DE APLICACION

Completar la preparación de superficie según se ha indicado.

#### Instrucciones Mezclado:

El Zinc Clad II viene en 2 envases de galón (2.88 kg. Comp. A - base líquida y 6.1 kg. comp. B - polvo de zinc) de los cuales al mezclarse se obtiene un galón.

Agitar completamente con agitación mecánica la mezcla de ambos componentes cuidando de no incorporar aire. Asegurar que no queden restos de zinc en el fondo del envase.

Después de mezclarse, verter la mezcla a través de la malla Nº 30. El material mezclado se debe utilizar en el plazo de 4 horas máximo, periodo durante el cual, dependiendo también de la temperatura, dura la vida útil de la mezcla.

Si se utiliza diluyente, agregar solamente después que ambos componentes se han mezclado a fondo.

Se requiere agitación continua de la mezcla durante su uso y aplicación, de no ser así, el polvo de zinc decantará rápidamente.

Aplicar en capas uniformes, traslapando cada pasada con la anterior y asegurándose de llegar a toda la superficie, especialmente en los cantos, remaches, pernos y todos aquellos sectores considerados débiles a la corrosión.

Aplicar la pintura en los espesores que se indican:

#### Espesor recomendado por capa:

Película húmeda: 5,0 - 8,0 mils  
Película seca: 3,0 - 5,0 mils

**Rendimiento Teórico:** 31.0 - 18.6 m<sup>2</sup>/Gal. aprox. (sobre superficie lisa)

#### Tiempo de secado a 5 mils húmedo @ 50% Humedad Relativa:

	<b>25º C</b>
Resistente a la Lluvia:	20 - 30 min.
Al tacto:	5 - 15 min.
Manipulación:	1 - 2 horas
Curado:	7 días
Servicio Inmersión:	14 días

El mecanismo de reacción de los inorgánicos de zinc autocurables, se activa con la humedad del aire. Por eso, cuando la humedad relativa ambiente es inferior a 50%, es preciso pulverizar con agua la película después de 2hrs. de aplicada.

### INSTRUCCIONES DE LIMPIEZA

- Limpie derrames y salpicaduras inmediatamente con R10259D0500.
- Limpie las herramientas inmediatamente después de usarlas con R10259D0500.
- Siga las recomendaciones de seguridad del fabricante cuando utilice solventes.

### RECOMENDACIONES DE RENDIMIENTO

Pinte todas las uniones, soldaduras y ángulos agudos para evitar falla prematura en estas áreas.

Cuando use aplicación spray, use un 50% de traslape con cada pasada de pistola para evitar vacíos, áreas sin cubrimiento y poros. Si es necesario, distribuya el spray cruzado en ángulo recto.

Los rangos de rendimiento se calculan en sólidos por volumen y no incluyen factor de pérdida de aplicación por perfil de la superficie, aspereza, porosidad o irregularidades de la superficie, habilidad y técnica del aplicador, método de aplicación, pérdida de material durante mezclado, derrames, sobre-dilución, condiciones climáticas y espesor excesivo de la película.

La dilución excesiva del material puede afectar el espesor de la película, apariencia y rendimiento.

No mezclar material previamente catalizado con material nuevo.

No aplicar el material después de la vida útil recomendada.

Para evitar bloqueo del equipo spray, lavar el equipo luego de usarlo o después de una pausa prolongada usando R10259D0500.

Mantener el recipiente de presión a nivel del aplicador para evitar bloqueo de la línea de fluido debido al peso del material. Devuelva la pintura en la línea de fluido en pausas intermitentes, pero mantenga la agitación en el recipiente de presión.

La aplicación de la pintura sobre o bajo el espesor de película recomendados puede afectar el rendimiento del producto.

El secado de estos productos se produce solo por la evaporación del solvente contenido en la película, el cual puede verse retardado por un alto espesor de pintura, exceso de capas o no respetar el tiempo mínimo de repintado.

Consulte la hoja de Información del Producto para propiedades y características adicionales de rendimiento.

### PRECAUCIONES DE SEGURIDAD

Consulte la hoja de seguridad de materiales (MSDS) antes de usar.

Los datos técnicos e instrucciones publicados están sujetos a cambios sin aviso. Contacte su representante Sherwin Williams para datos técnicos e instrucciones adicionales.



**SHERWIN-WILLIAMS**  
**Mantenimiento Industrial**

**SUMATERM 550 HS**  
**Esmalte Aluminio Silicona 550°C**  
**86001**

INFORMACION SOBRE EL PRODUCTO	
DESCRIPCION DE PRODUCTO	USOS RECOMENDADOS
<p>SUMATERM 550 HS, es un revestimiento de altos sólidos formulado con una resina de silicona modificada, monocomponente y de fácil aplicación. Se aplica en espesores de 30 -40 micrones de película seca, para la protección de equipos en ambientes industriales sujetos a temperaturas de hasta 550°C.</p> <p>No requiere un precurado, el curado de la pintura se lleva a cabo cuando el equipo entra en servicio.</p> <p>NO recomendado para servicios de inmersión, exposición a los solventes o ácidos y álcalis.</p>	<p>Recomendado para la protección de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Chimeneas</li> <li>• Hornos</li> <li>• Estufas</li> <li>• Secadores</li> <li>• Extractores</li> <li>• Ductos</li> <li>• Calderas</li> <li>• Superficies metálicas expuestas al calor</li> </ul>
CARACTERISTICAS DEL PRODUCTO	
<p><b>Acabado:</b> Mate                      <b>Color:</b> Aluminio</p> <p><b>Sólidos por peso:</b>                72 ± 2 %</p> <p><b>Sólidos por volumen:</b>            52 ± 2 %</p> <p>Método ASTM D-2697, nota 4 (curado 7 días a temperatura ambiente)</p> <p><b>Espesor seco recomendado:</b> 30 - 40 micrones</p> <p><b>Rendimiento teórico p/ litro:</b> 17,33 m<sup>2</sup> a 30 micrones</p> <p><b>Peso Específico:</b> 1,35 ± 0,04 g/cm<sup>3</sup></p> <p><b>Resistencia a la temperatura:</b> 550 °C  Exposiciones continuas a temperaturas más elevadas de lo recomendado podrán disminuir la vida útil del esquema, debido a un envejecimiento prematuro del film.</p> <p><b>Condiciones de almacenamiento:</b> Conservar la pintura en el envase cerrado, en un recinto ventilado, con temperatura entre 10 y 40°C.</p>	<p><b>Mecanismo de curado:</b> Evaporación de solventes y reacción química.</p> <p><b>El curado total de la pintura se alcanza cuando el equipo pintado, entra en servicio a temperaturas entre 180°C y 230°C. Es conveniente llegar a estas temperaturas lentamente.</b></p> <p><b>Secado:</b> Depende de la temperatura y humedad ambiente. Para 40 micrones de película seca a 25°C y 50% HRA</p> <p style="padding-left: 20px;">Libre de polvo: 1 – 2 horas  Libre de tacto: 4 – 6 horas  Repintado: 12 horas</p> <p><b>Embalaje:</b> 3,6 litros</p>

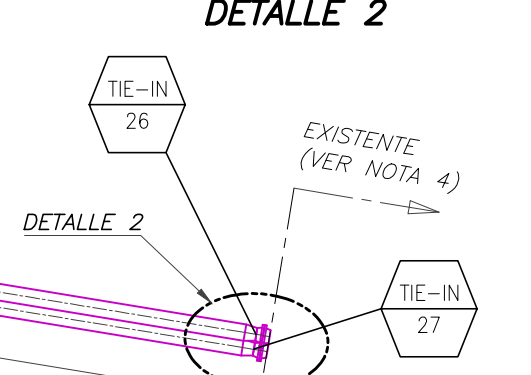
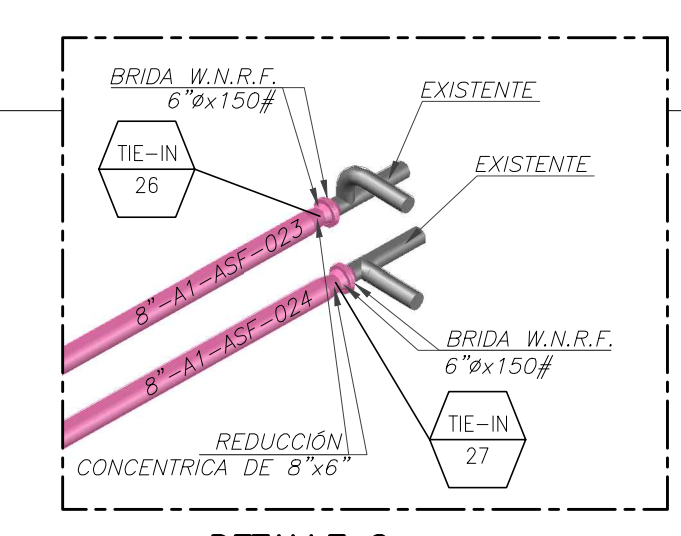
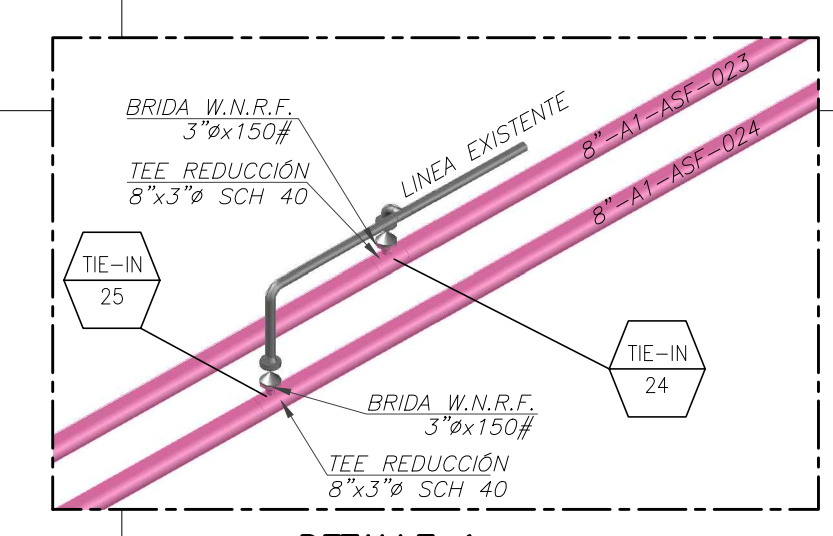
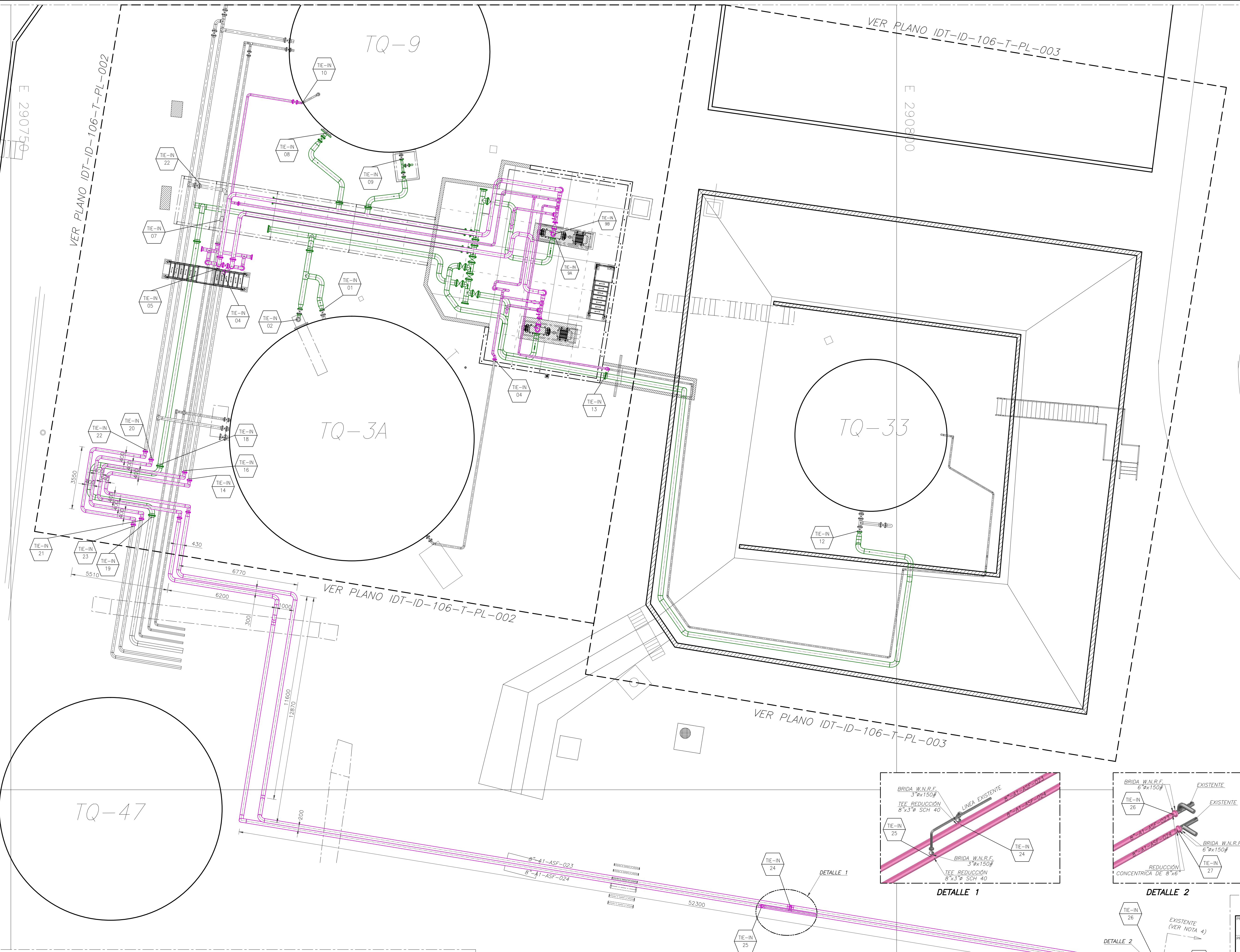
INFORMACION SOBRE EL PRODUCTO	
PREPARACION DE LA SUPERFICIE	CONDICIONES DE APLICACION
<p>Sin excepción la superficie a pintar debe estar limpia y seca, libre de aceites, polvo, grasas y cualquier otro contaminante.</p> <p><b>Superficies nuevas:</b>  Minima preparación de superficie, limpieza con herramientas manuales SSPC – SP3 ó St3.  Preparación recomendada, limpieza con chorro abrasivo hasta metal blanco Norma SSPC – SP5 o Patrón Visual Sa3 Norma SIS 05 5900 – 67.  <b>Perfil de rugosidad:</b> 20 – 50 micrones</p> <p><b>Superficies con pintura vieja:</b>  Si están firmes, limpiar de toda materia extraña. Las superficies suaves y con brillo deberán bruñirse y/o trapearse con solvente para asegurar una buena adherencia.</p>	<p><b>Temperatura de la superficie:</b>  Mínima: 10°C  Máxima: 50°C  Debe estar, como mínimo, 3°C por encima del punto de rocío.</p> <p><b>Humedad Relativa Ambiente:</b>  85% máxima</p>
EQUIPOS PARA LA APLICACION	INSTRUCCIONES PARA LA APLICACION
<p>Pincel, rodillo, soplete convencional y airless.</p> <p><b>Pistola Airless:</b>  <b>Presión:</b> 1800 a 2200 psi  <b>Manguera:</b> 1/4" diámetro interno  <b>Pico:</b> 0,015" – 0,017"  <b>Filtro:</b> malla de 60 mesh  <b>Dilución:</b> no es necesario</p> <p><b>Pistola Convencional:</b>  <b>Pistola:</b> Binks 95  <b>Pico :</b> 95  <b>Boquilla:</b> 63PB  <b>Presión de Atomización:</b> 50 psi  <b>Presión de Alimentación:</b> 15 – 20 psi  <b>Dilución:</b> si es necesario hasta 15 % en volumen</p> <p><b>Diluyente recomendado:</b> Diluyente N°905  <b>Limpieza de equipos:</b> Utilizar el diluyente recomendado.</p>	<p><b>Mezcla:</b> Agitar la pintura antes de usar, hasta lograr su completa homogeneización; si es posible por medio de un agitador mecánico.  Asegurarse de que no queden sedimentos o pieles</p> <p>Filtrar por una malla de 60 mesh.</p> <p><b>Limpieza:</b> Limpiar los elementos de trabajo y posibles contaminantes de la superficie con Diluyente N°951</p>

# PLANOS

# **PLANO 1**

TEC6-PR-18-210-136-001 - PLOT PLAN GENERAL





- NOTAS:**
- 1) TODOS LOS MATERIALES SON CLASE A1: VER DOCUMENTO IDT-ID-106-T-ET-001.
  - 2) LAS BRIDAS DEL PROYECTO SON W.N.R.F. 150# A EXCEPCIÓN DE LAS DOS BRIDAS CONTIGUAS A LA BOMBA QUE SON W.N.R.F. DE 125#.
  - 3) VER DISTRIBUCIÓN DE SOPORTE EN PLANO IDT-ID-106-T-PL-004.
  - 4) EL TRAMO DE TUBERÍAS EXISTENTE DE 6" SERÁ REEMPLAZADO POR 8" SOBRE SOPORTES EXISTENTES.

No	FECHA	DESCRIPCIÓN	DES.	DIS.	REV.	APR.	PLANO No	REFERENCIAS
0	AGO-2015	PARA CONSTRUCCIÓN	C.C.J.	M.A.L.	L.H.A.	H.E.A.	IDT-ID-106-T-PL-001	DISEÑO PAÑO
1	JUL-2015	PARA APROBACIÓN DEL CLIENTE	C.C.J.	M.A.L.	L.H.A.	H.E.A.	IDT-ID-106-T-PL-004	DISTRIBUCIÓN DE SOPORTES PARA SISTEMA DE TUBERÍAS
2	JUN-2015	PARA REVISIÓN INTERNA	C.C.J.	M.A.L.	L.H.A.	H.E.A.	IDT-ID-106-T-PL-003	DISTRIBUCIÓN DE TUBERÍAS (T-33)
3							IDT-ID-106-T-PL-002	DISTRIBUCIÓN DE TUBERÍAS (T-9, T-34 Y T-47)

PROYECTO: DESARROLLO DE INGENIERÍA DE DETALLE Y ELABORACIÓN DE EXPEDIENTE TÉCNICO PARA LA ADQUISICIÓN E INSTALACIÓN DE UNA ELECTROBOMBA PARA ASPHALTO 60/70 PEN	
TÍTULO: PLOT PLANT GENERAL DEL SISTEMA DE TUBERÍAS	
CATEGORÍA: PIPING	DISEÑO: M. ALVAREZ
REVISADO: L. HINDOUSA	APROBADO: H. ESCOBAR
FECHA: AGOSTO-2015	FORMATO: A1
ESCALA: 1/100	REVISIÓN: 0

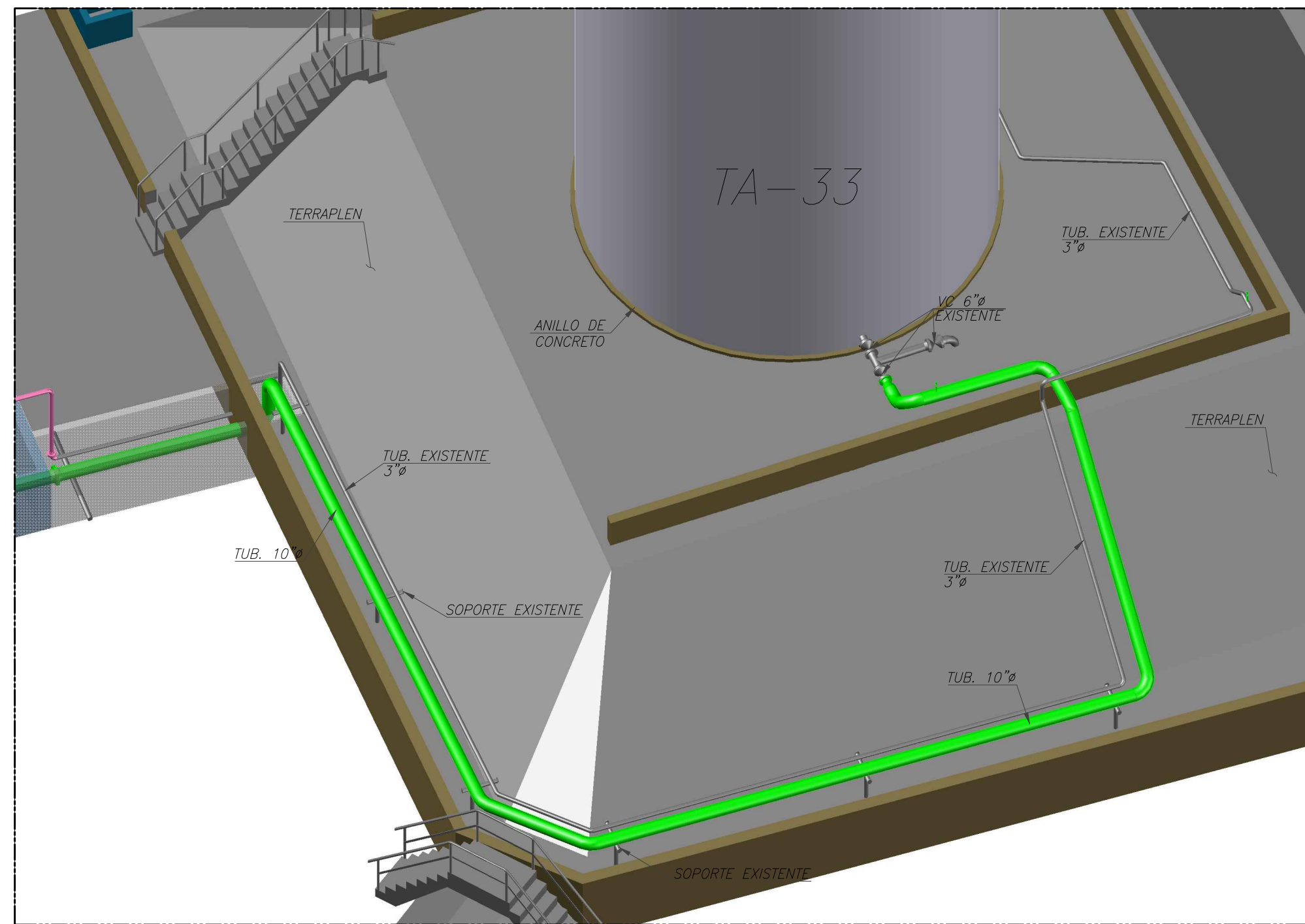
## **PLANO 2**

TEC6-PR-18-210-136-002 - DISTRIBUCION DE TUBERIAS (T-9, T-3A Y T-47)

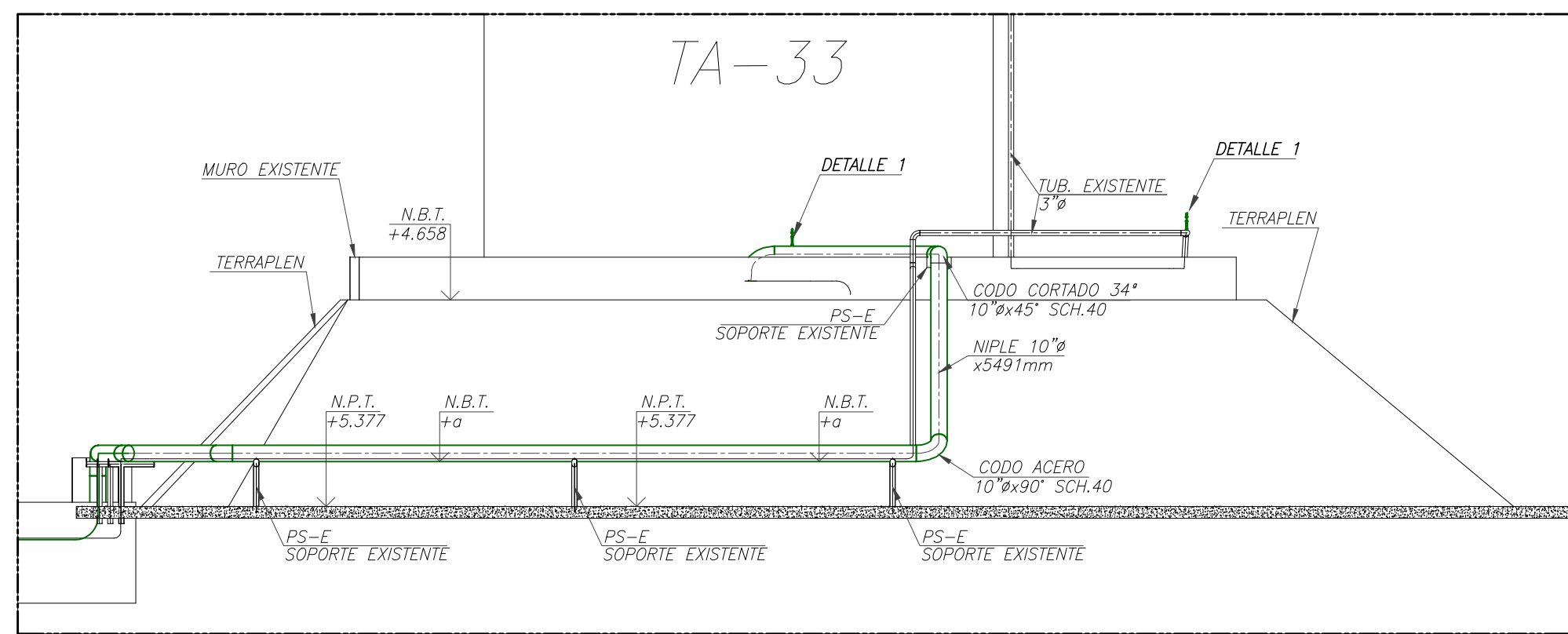


## **PLANO 3**

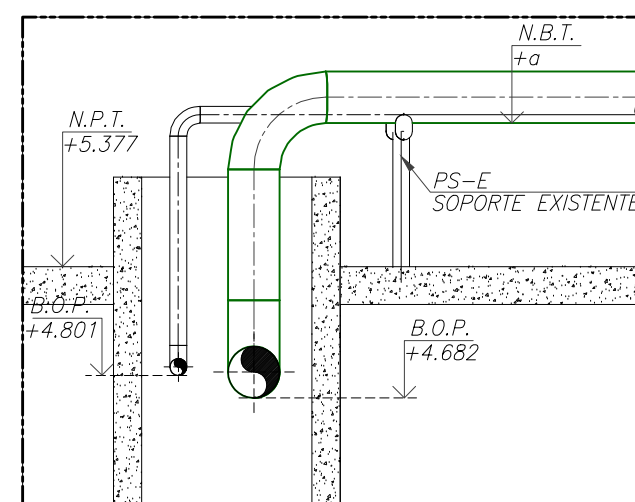
TEC6-PR-18-210-136-003 - DISTRIBUCION DE TUBERIAS (T-33)



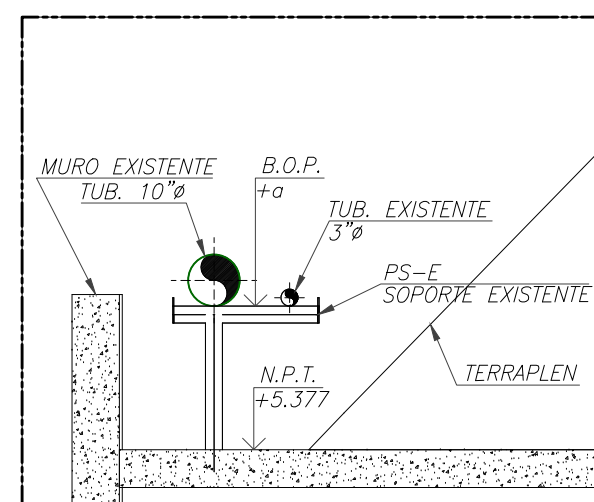
VISTA 3D, DEL SISTEMA DE TUBERÍAS  
ESCALA 1:1000



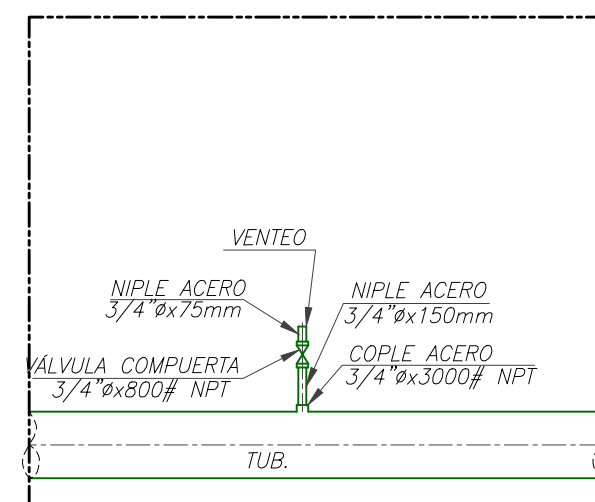
VISTA A-A  
ESCALA 1:100



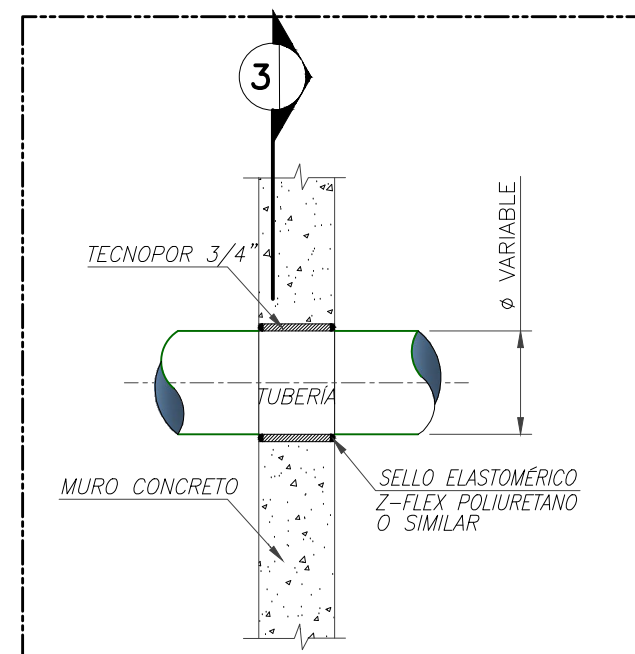
CORTE 1  
ESCALA 1:40



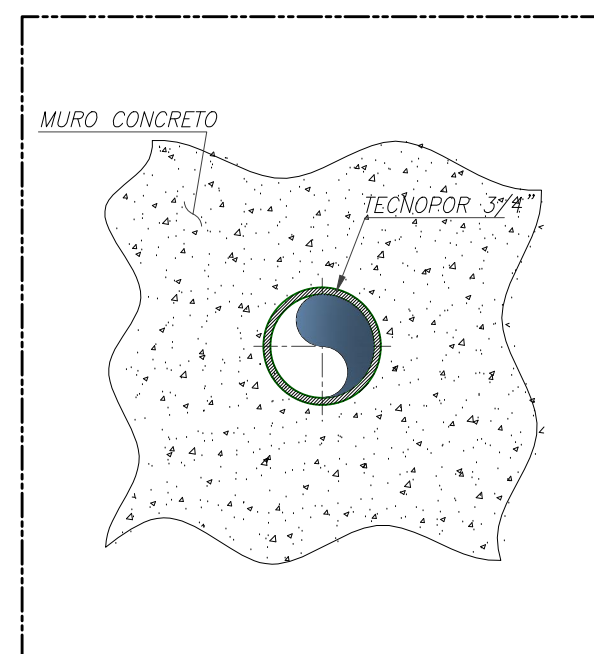
CORTE 2  
ESCALA 1:40



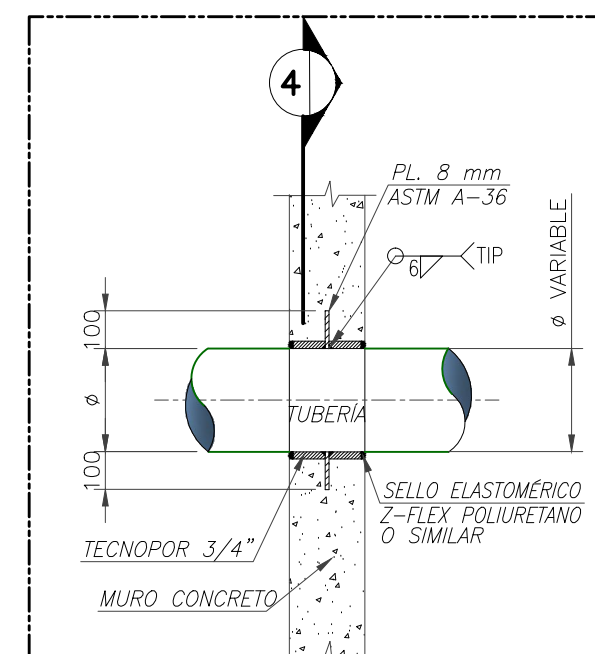
DETALLE 1  
ESCALA 1:25



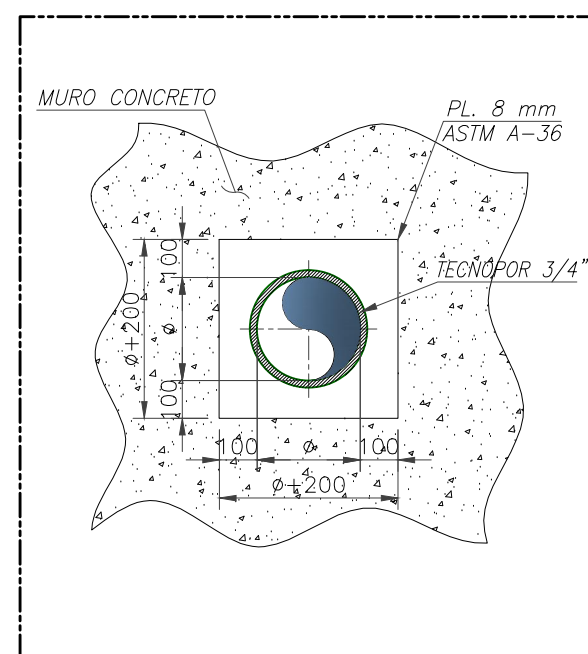
DETALLE 2 : CRUCE DE TUBERÍAS EN MUROS SIN ANCLAJE (NOTA 5)  
ESCALA 1:20



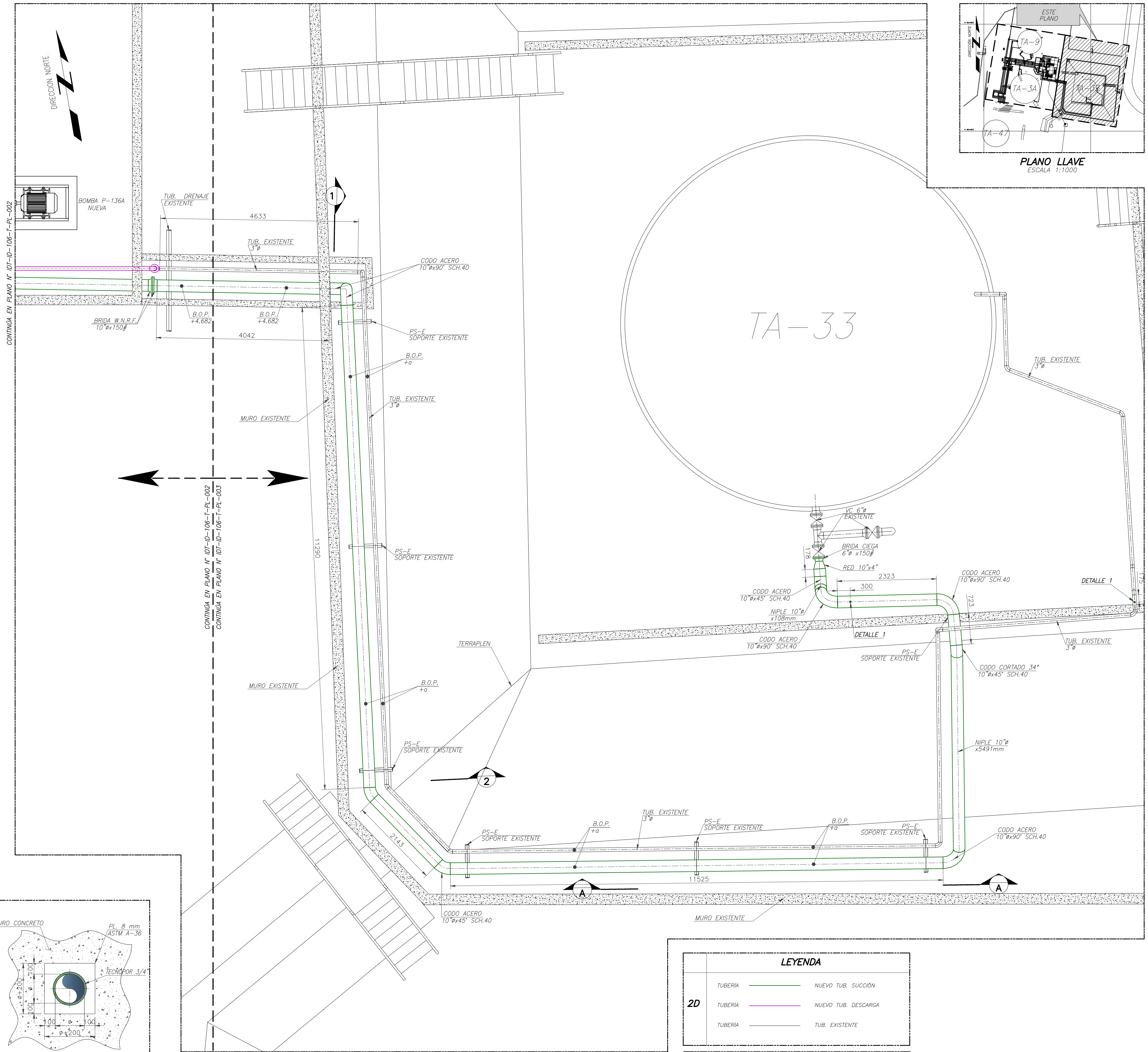
CORTE 3  
ESCALA 1/20



DETALLE 3 : CRUCE DE TUBERÍAS EN MUROS CON ANCLAJE (NOTA 5)  
ESCALA 1/20



CORTE 4  
ESCALA 1/20



VISTA DE PLANTA DEL SISTEMA DE TUBERÍAS  
ESCALA 1:50

**LEYENDA**

2D	TUBERIA	—	NUOVO TUB. SUCCION
2D	TUBERIA	—	NUOVO TUB. DESCARGA
2D	TUBERIA	—	TUB. EXISTENTE
3D	TUBERIA	—	NUOVO TUB. SUCCION
3D	TUBERIA	—	NUOVO TUB. DESCARGA
3D	TUBERIA	—	TUB. EXISTENTE

- NOTAS:
- 1) TODOS LOS MATERIALES SON CLASE A1: VER DOCUMENTO N° IDT-ID-106-T-ET-001.
  - 2) LAS BRIDAS DEL PROYECTO SON W.N.R.F. 150# A EXCEPCION DE LAS DOS BRIDAS CONTIGUAS A LA BOMBA QUE SON W.N.F.F. DE 125#.
  - 4) VER DISTRIBUCION DE SOPORTE PARA SISTEMA DE TUBERIAS EN PLANO IDT-ID-106-T-PL-004.
  - 5) VER CRUCE DE MUROS EN PLANO IDT-ID-106-T-PL-002.

NO	FECHA	DESCRIPCION	DIB.	DIS.	REV.	APR.	PLANO No	TITULO	REFERENCIAS
0	AGO-2015	PARA CONSTRUCCION	C.C.J.	MAL.	L.H.A.	H.E.A.	IDT-ID-106-P-PL-001	DIAGRAMA P&ID	
1	JUL-2015	PARA APROBACION DEL CLIENTE	C.C.J.	MAL.	L.H.A.	H.E.A.	IDT-ID-106-T-PL-002	DISTRIBUCION DE TUBERIAS (T-3, T-3A Y T-4)	
2	JUN-2015	PARA REVISION INTERNA	C.C.J.	MAL.	L.H.A.	H.E.A.	IDT-ID-106-T-PL-004	DISTRIBUCION DE SOPORTE PARA SISTEMA DE TUBERIAS	
3							IDT-ID-106-T-PL-001	PIOT PLAN GENERAL DEL SISTEMA DE TUBERIAS	

PROYECTISTA: **PETROPERLU**  
REFINERIA OCHOA

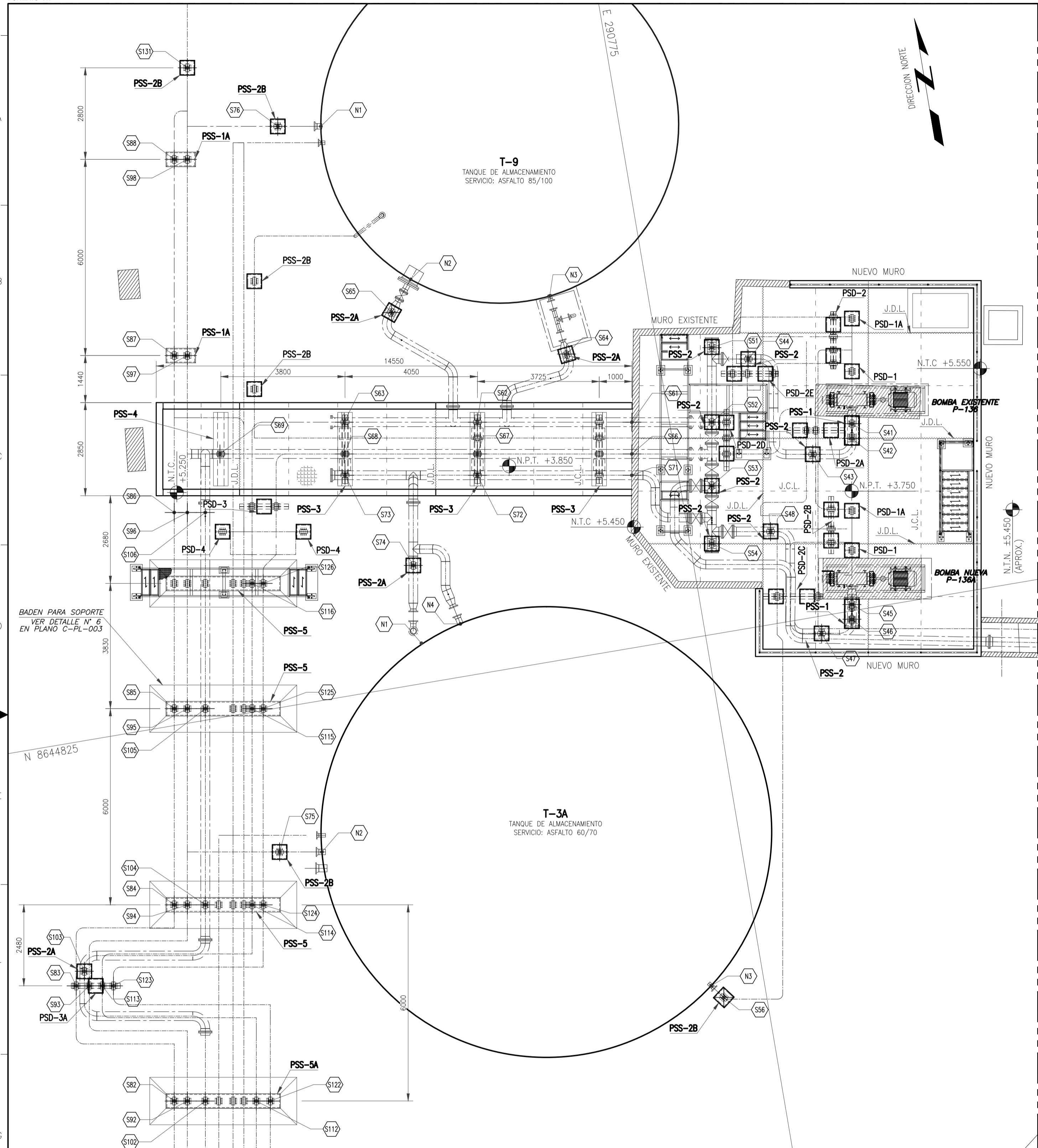
PROYECTO: DESARROLLO DE INGENIERIA DE DETALLE Y ELABORACION DE EXPEDIENTE TECNICO PARA LA ADQUISICION E INSTALACION DE UNA ELECTROBOMBA PARA ASFALTO 60/70 PEN

TITULO: DISTRIBUCION DE TUBERIAS (T-33)

CATEGORIA:	PIPING	DISEÑADO:	M. ALVAREZ	REVISADO:	L. HINOJOSA
AREA:	PLANTA DE VENTAS	DESEÑADO:	C. CASCIRE	APROBADO:	H. ESCOBAR
FECHA:	AGOSTO-2015	LAMA:	1/1	FORMATO:	A1
PROYECTISTA:	TECE	N° DE PLANO PROYECTISTA:	IDT-ID-106-T-PL-003	REVISION:	0
		N° DE PLANO CLIENTE:	TECE-PR-18-210-136-003		

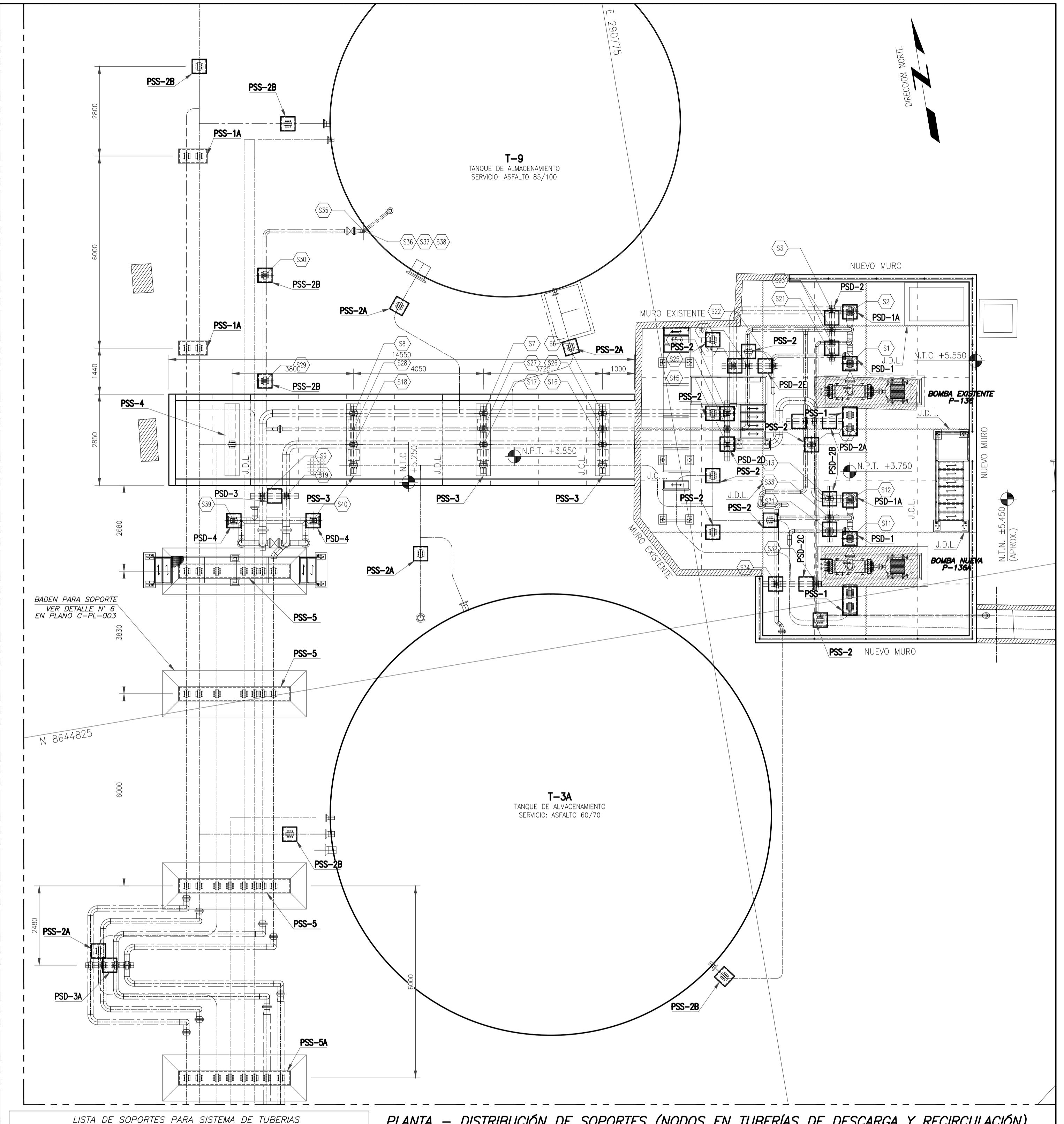
## **PLANO 4**

TEC6-PR-18-210-136-004 - DISTRIBUCION DE SOPORTES PARA TUBERIAS



PLANTA - DISTRIBUCIÓN DE SOPORTES (NODOS EN TUBERÍAS DE SUCCIÓN Y DESCARGA)

ESCALA: 1/75



PLANTA - DISTRIBUCIÓN DE SOPORTES (NODOS EN TUBERÍAS DE DESCARGA Y RECIRCULACIÓN)

ESCALA: 1/75

LISTA DE SOPORTES PARA SISTEMA DE TUBERÍAS			
ITEM	DESCRIPCIÓN	UND. CANT.	OBSERVACION / SERVICIO
SOPORTES METÁLICOS CON PEDESTALES DE CONCRETO			
01	SOPORTE TIPO PSS-1	UND 2,00	SUCCIÓN
02	SOPORTE TIPO PSS-1A	UND 2,00	LINEA BOSCAN
03	SOPORTE TIPO PSS-2	UND 7,00	SUCCIÓN
04	SOPORTE TIPO PSS-2A	UND 4,00	SUCCIÓN
05	SOPORTE TIPO PSS-2B	UND 6,00	LINEA BOSCAN Y RECIRCULACIÓN
06	SOPORTE TIPO PSS-3	UND 3,00	SUCCIÓN Y DESCARGA
07	SOPORTE TIPO PSS-4	UND 1,00	SUCCIÓN
08	SOPORTE TIPO PSS-5	UND 3,00	SUCCIÓN, DESCARGA Y EXISTENTES
09	SOPORTE TIPO PSS-5A	UND 1,00	SUCCIÓN, DESCARGA Y EXISTENTES
10	SOPORTE TIPO PSD-1	UND 2,00	DESCARGA Y RECIRCULACIÓN
11	SOPORTE TIPO PSD-1A	UND 2,00	DESCARGA Y RECIRCULACIÓN
12	SOPORTE TIPO PSD-2	UND 1,00	DESCARGA Y RECIRCULACIÓN
13	SOPORTE TIPO PSD-2A	UND 1,00	DESCARGA Y RECIRCULACIÓN
14	SOPORTE TIPO PSD-2B	UND 1,00	DESCARGA Y RECIRCULACIÓN
15	SOPORTE TIPO PSD-2C	UND 1,00	DESCARGA Y RECIRCULACIÓN
16	SOPORTE TIPO PSD-2D	UND 1,00	DESCARGA Y RECIRCULACIÓN
17	SOPORTE TIPO PSD-2E	UND 1,00	DESCARGA Y RECIRCULACIÓN
18	SOPORTE TIPO PSD-3	UND 1,00	DESCARGA
19	SOPORTE TIPO PSD-3A	UND 1,00	DESCARGA
20	SOPORTE TIPO PSD-4	UND 2,00	DESCARGA

- NOTAS:**
- 1) LAS DIMENSIONES ESTÁN INDICADAS EN MILIMETROS Y LOS NIVELES EN M.S.N.M.
  - 2) VER CORTES Y DETALLES DE MUROS, CANAL RACK, LOSAS Y JUNTAS EN PLANO N° IDT-ID-106-C-PL-003.
  - 3) VER DETALLES DE ESTRUCTURA METÁLICA Y CIMENTACIÓN DE SOPORTES EN PLANO N° IDT-ID-106-C-PL-005.
  - 4) VER DETALLES DE APOYOS (PATIN INFERIOR DE TUBERÍAS), EN PLANO N° IDT-ID-106-T-PL-100C.

REVISIONES		REFERENCIAS	
No	FECHA	DESCRIPCIÓN	TÍTULO
0	AUG-2015	PARA CONSTRUCCIÓN	DT-0-106-C-PL-005
1	JUL-2015	PARA REVISIÓN INTERNA	DT-0-106-C-PL-003
2	JUN-2015	PARA REVISIÓN INTERNA	DT-0-106-C-PL-002
3			DT-0-106-T-PL-100C

PROYECTO: DESARROLLO DE INGENIERÍA DE DETALLE Y ELABORACIÓN DE EXPEDIENTE TÉCNICO PARA LA ADQUISICIÓN E INSTALACIÓN DE UNA ELECTROBOMBA PARA ASFALTO 60/70 PEN

TÍTULO: DISTRIBUCIÓN DE SOPORTES PARA TUBERÍAS

PROYECTISTA: H. VILLAFUERTE

REVISADO: M. ALVAREZ

ÁREA: PLANTA DE VENTAS

ELABORADO: A. MADUERO

APROBADO: H. ESCOBAR

FECHA: AGOSTO-2015

LÁMINA: 1/1

FORMATO: A1

ESCALA: INDICADA

REVISIÓN: 0

N° DE PLANO PROYECTISTA: TITULO

N° DE PLANO CLIENTE: TCC-PP-18-210-136-004

**LEYENDA / SIMBOLOGÍA**

**ABREVIATURAS**

PSS-X : TIPO DE SOPORTE ESTRUCTURA METÁLICA Y/O CIMENTACIÓN (VER NOTA 3)

SX : TIPO DE APOYO PATIN 6 ZAPATA INFERIOR DE TUBERÍA (FIG. N° XX) (VER NOTA 4)

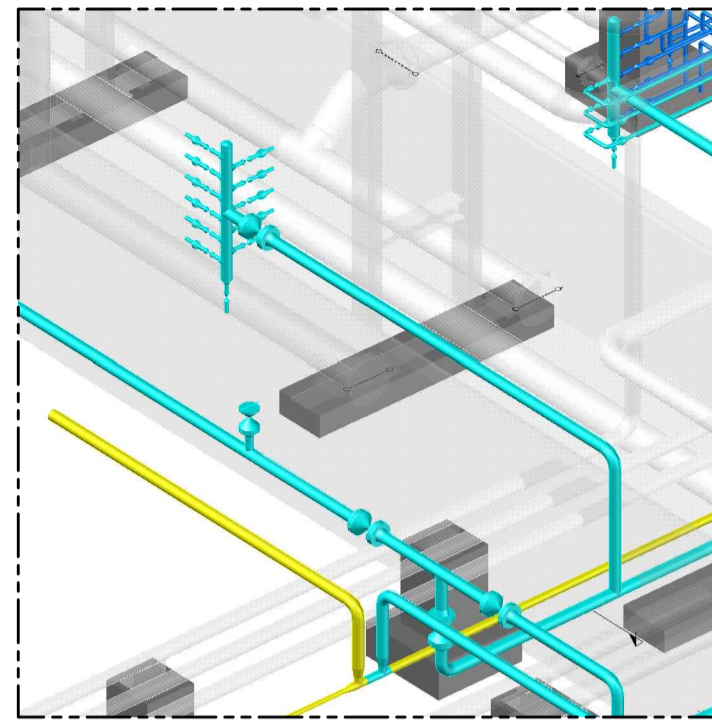
**ESQUEMA PARA IDENTIFICACIÓN DE SOPORTES Y APOYOS (PATIN)**

ESCALA: 1/75

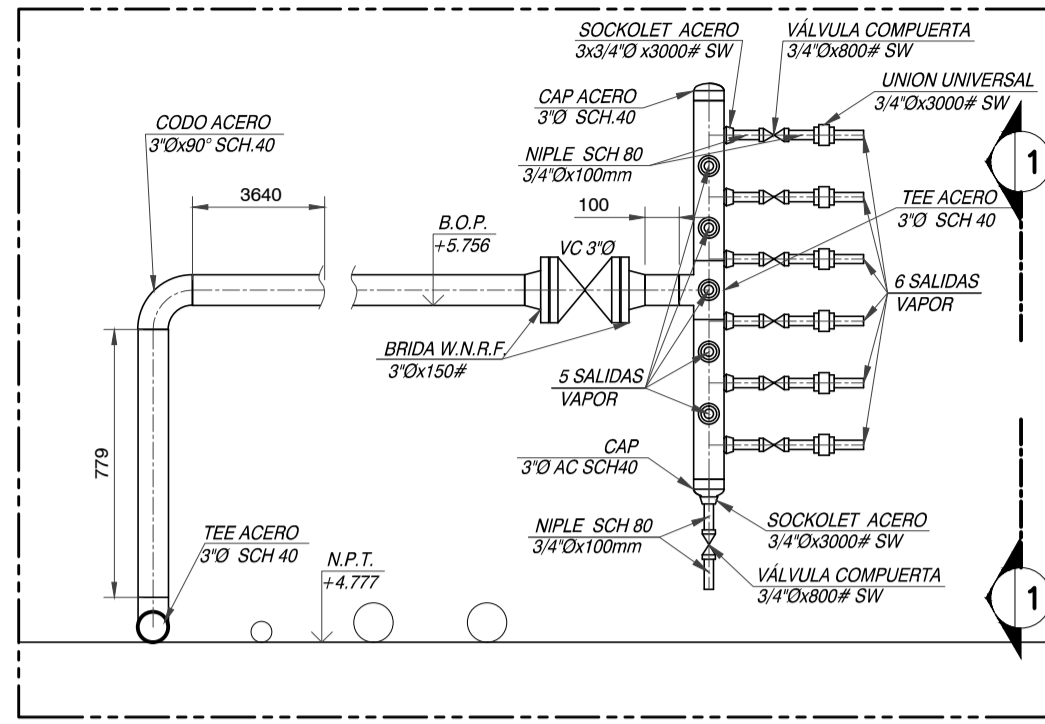
## **PLANO 5**

TEC6-PR-18-210-136-005 - TUBERIAS DEL SISTEMA DE VAPOR

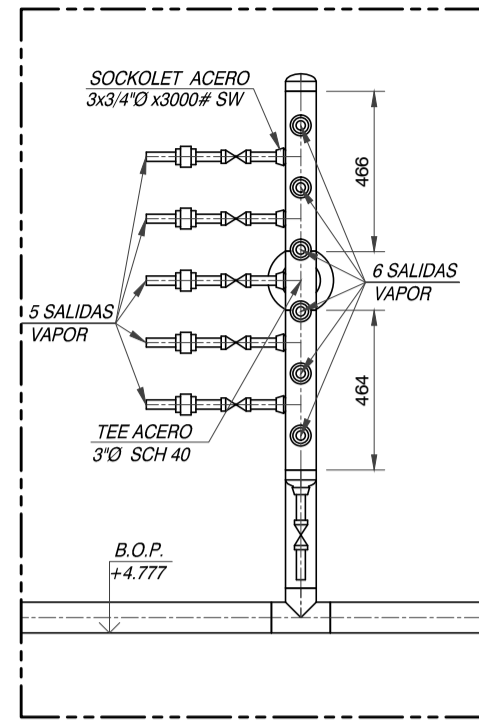




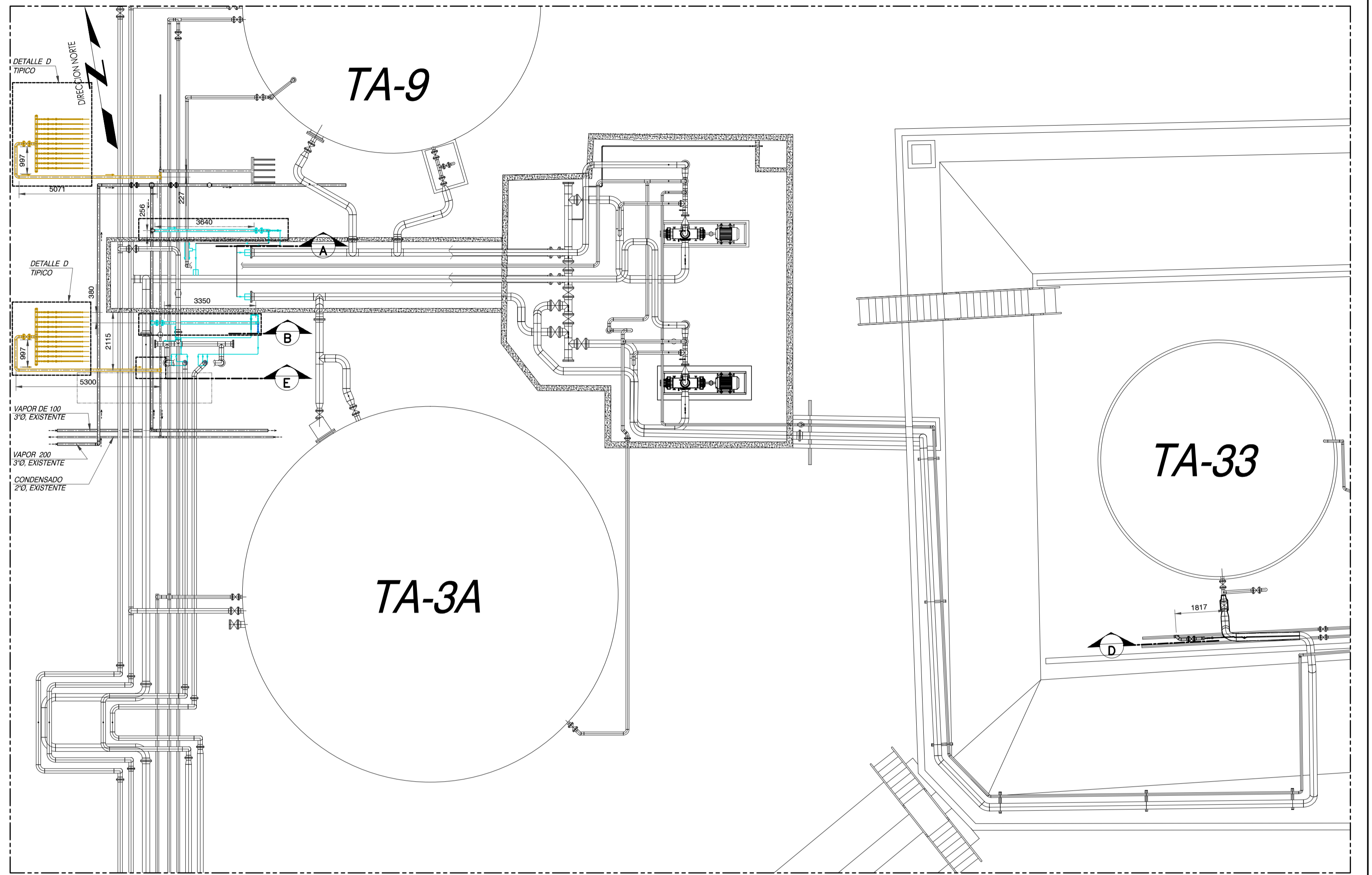
VISTA 3D  
DETALLE A  
ESCALA 1:50



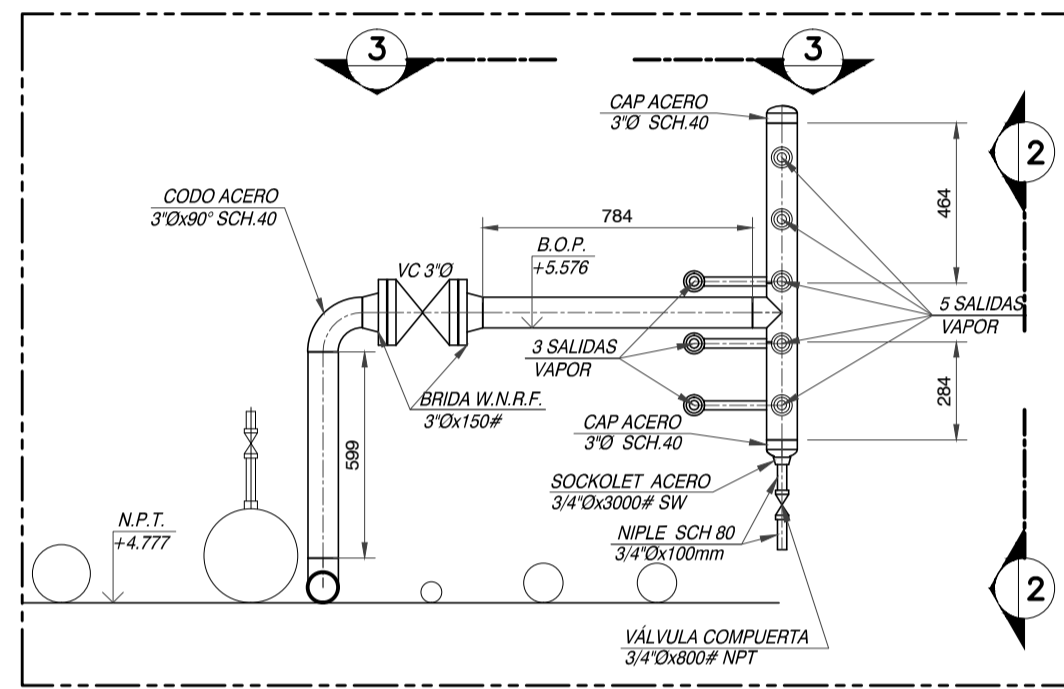
CORTE A VAPOR  
(VER VISTA 3D DETALLE A)  
ESCALA 1:20



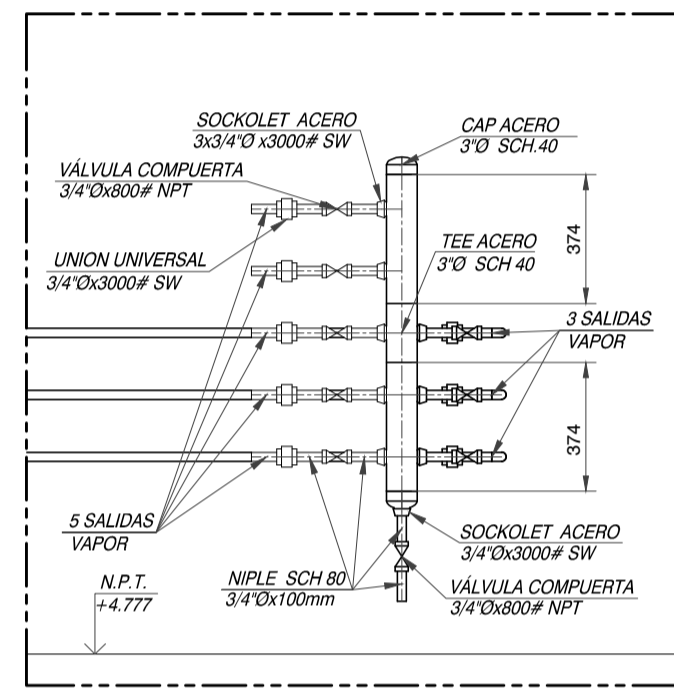
VISTA 1-1  
(VER VISTA 3D DETALLE A)  
ESCALA 1:20



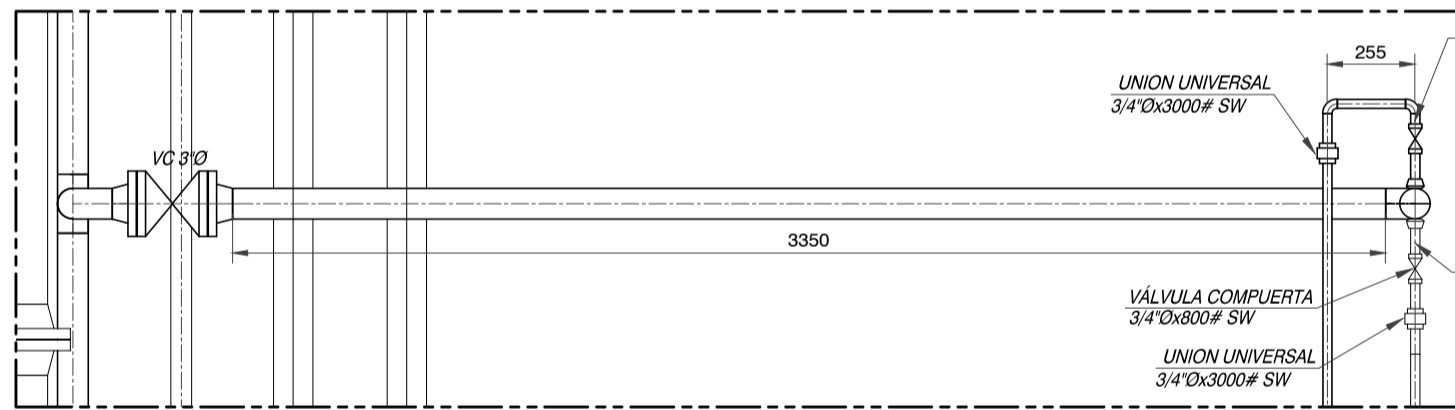
VISTA DE PLANTA TUBERÍAS DE VAPOR Y CONDENSADO  
ESCALA 1:100



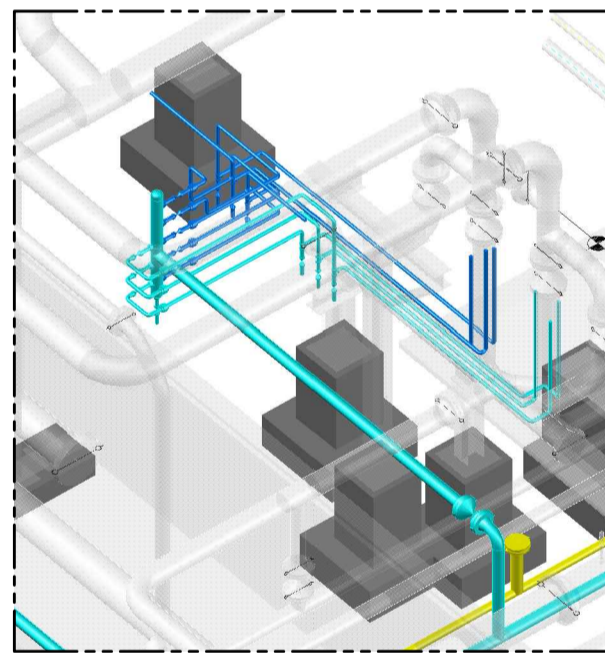
CORTE B VAPOR  
(VER VISTA 3D DETALLE B)  
ESCALA 1:20



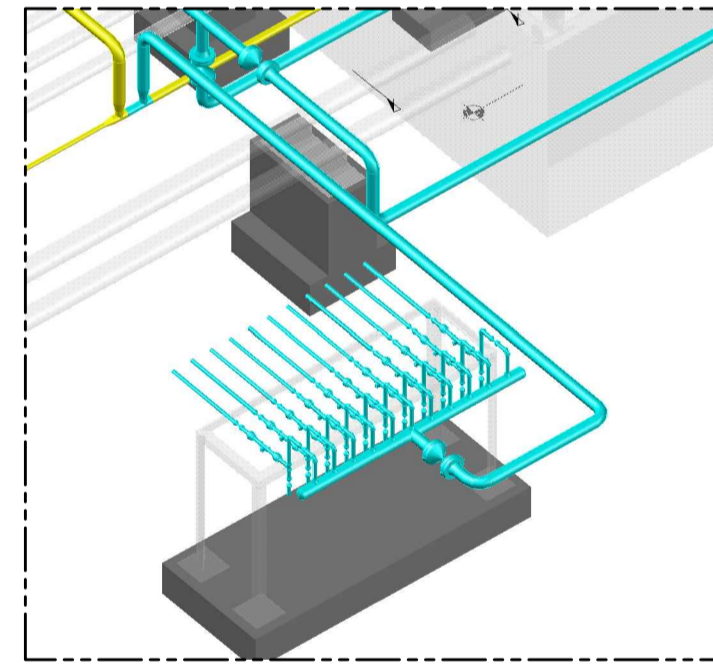
VISTA 2-2  
(VER VISTA 3D DETALLE B)  
ESCALA 1:20



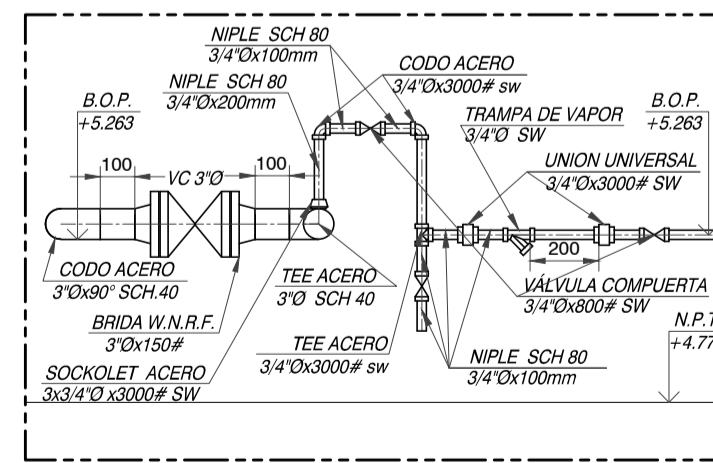
VISTA 3-3  
(VER VISTA 3D DETALLE B)  
ESCALA 1:20



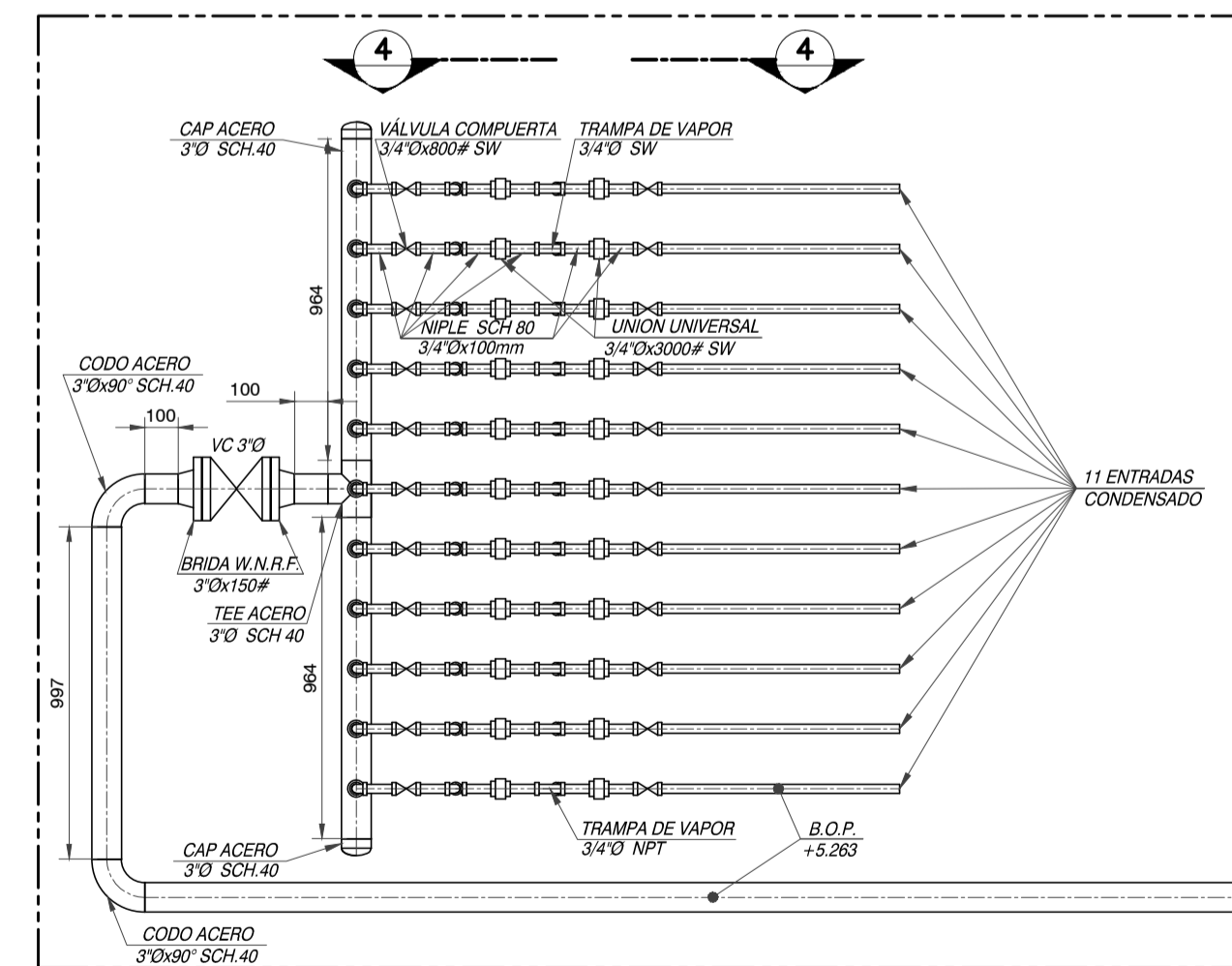
VISTA 3D  
DETALLE B  
ESCALA 1:50



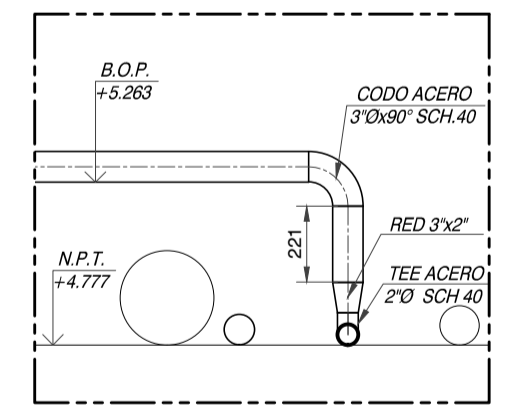
VISTA 3D  
DETALLE D  
ESCALA 1:50



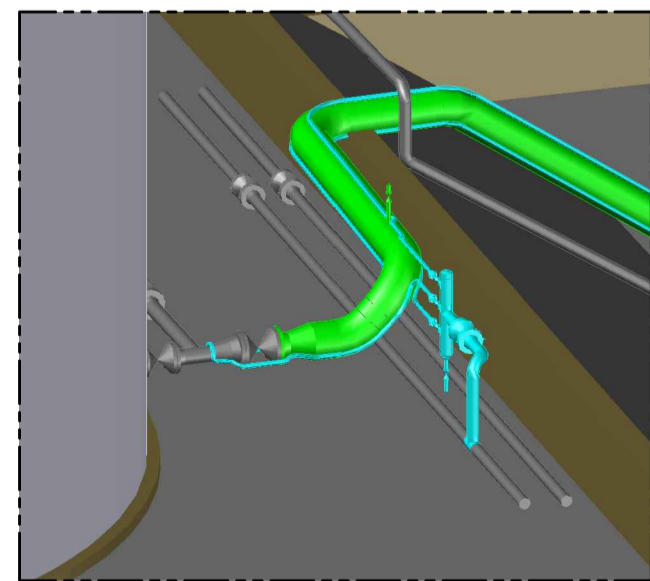
VISTA 4-4  
(VER VISTA 3D)  
ESCALA 1:40



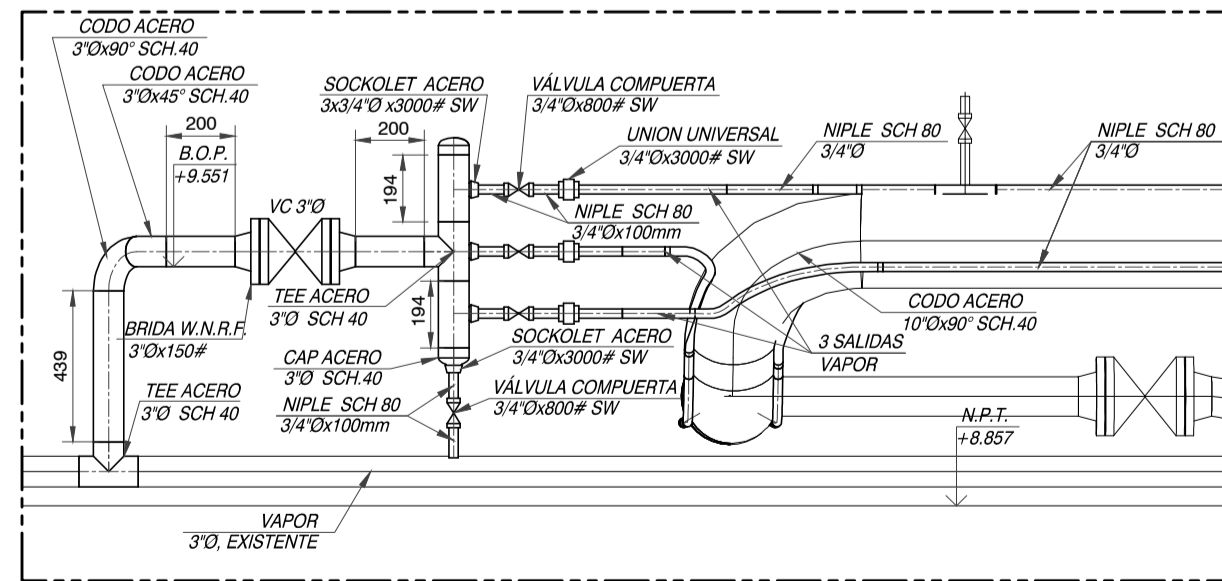
DETALLE D CONDENSADO  
(VER VISTA 3D DETALLE B)  
ESCALA 1:20



CORTE E  
(VER VISTA 3D DETALLE D)  
ESCALA 1:20



VISTA 3D  
DETALLE C  
ESCALA 1:50



DETALLE C VAPOR  
(VER VISTA 3D DETALLE C)  
ESCALA 1:20

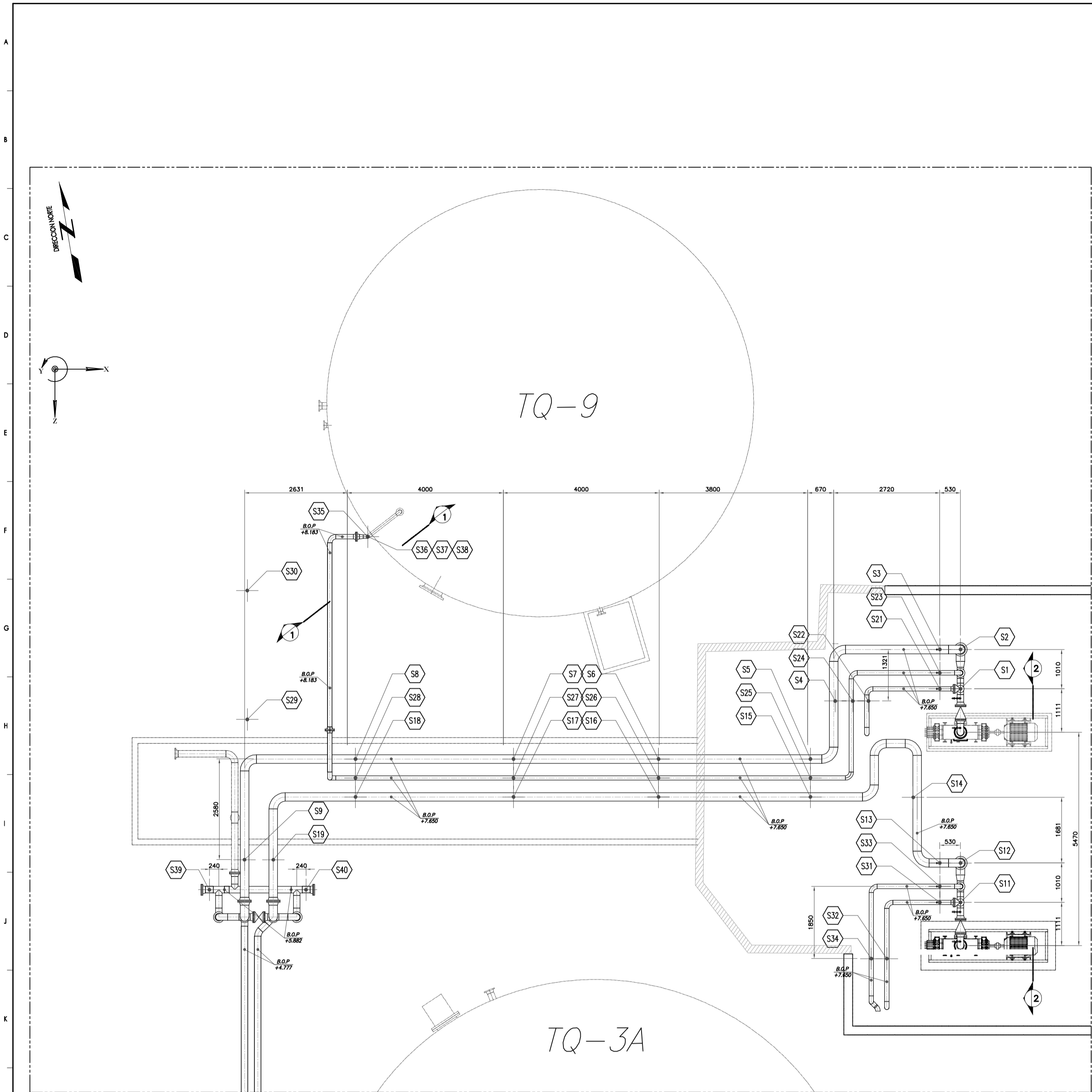
REVISIONES		REFERENCIAS						
No.	FECHA	DESCRIPCIÓN	DB.	DIS.	REV.	APR.	PLANO No.	TÍTULO
0	AGD-2015	PARA CONSTRUCCIÓN	C.C.J.	MAL.	L.H.A.	HEA		
1	JUL-2015	PARA APROBACION DEL CLIENTE	C.C.J.	MAL.	L.H.A.	HEA		
2	JUN-2015	PARA REVISION INTERNA	C.C.J.	MAL.	L.H.A.	HEA	075-105-1R-001	PLANT GENERAL DEL SISTEMA DE TUBERIAS
3		DESCRIPCIÓN						

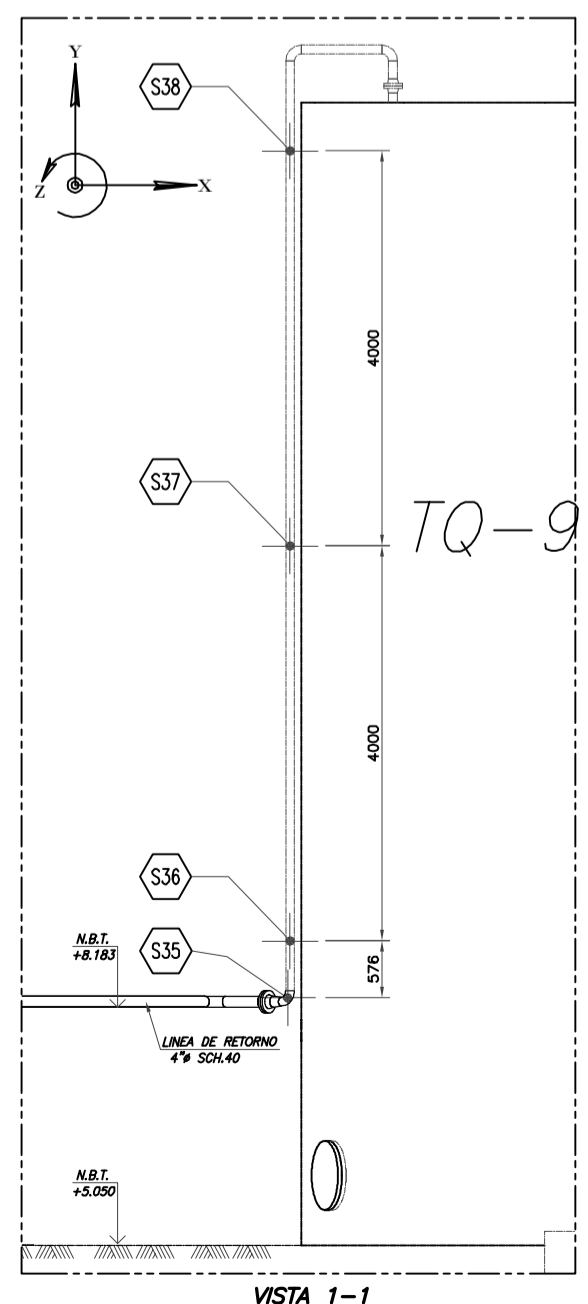
DEL SISTEMA DE VAPOR			
CATEGORIA	DISEÑADOR	REVISOR	APROBADO
PIPING	M. ALVAREZ	L. HINOJOSA	
AREA	C. CACISRE	H. ESCOBAR	
FECHA	LAMPA	FORMATO	ESCALA
AGOSTO-2015	1/1	A1	INDICADO
PROYECTISTA	Nº DE PLANO	PROYECTISTA	Nº DE PLANO CLIENTE
	07-10-106-1-PL-005		1026-PR-18-210-136-005

## **PLANO 6**

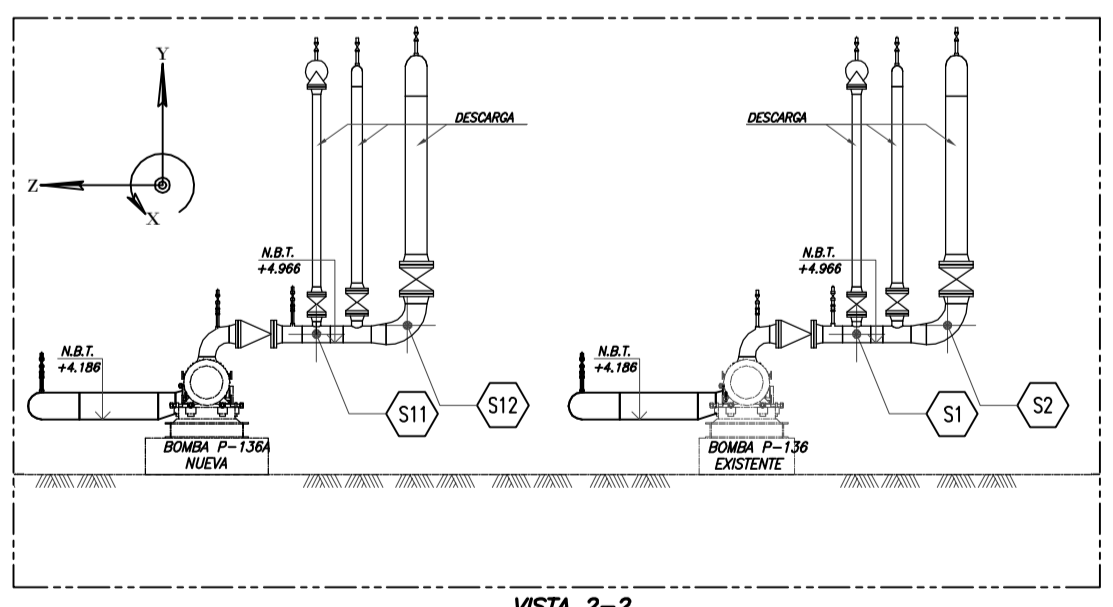
TEC6-PR-18-210-136-100A – SOPORTES Y NODOS DISTRIBUCIÓN Y  
TIPIFICACIÓN (1 de 3)



PLANTA (B.O.P. ESTÁ POR ENCIMA DE +5.00)  
ESCALA 1:50



VISTA 1-1  
ESCALA 1:50



VISTA 2-2  
ESCALA 1:50

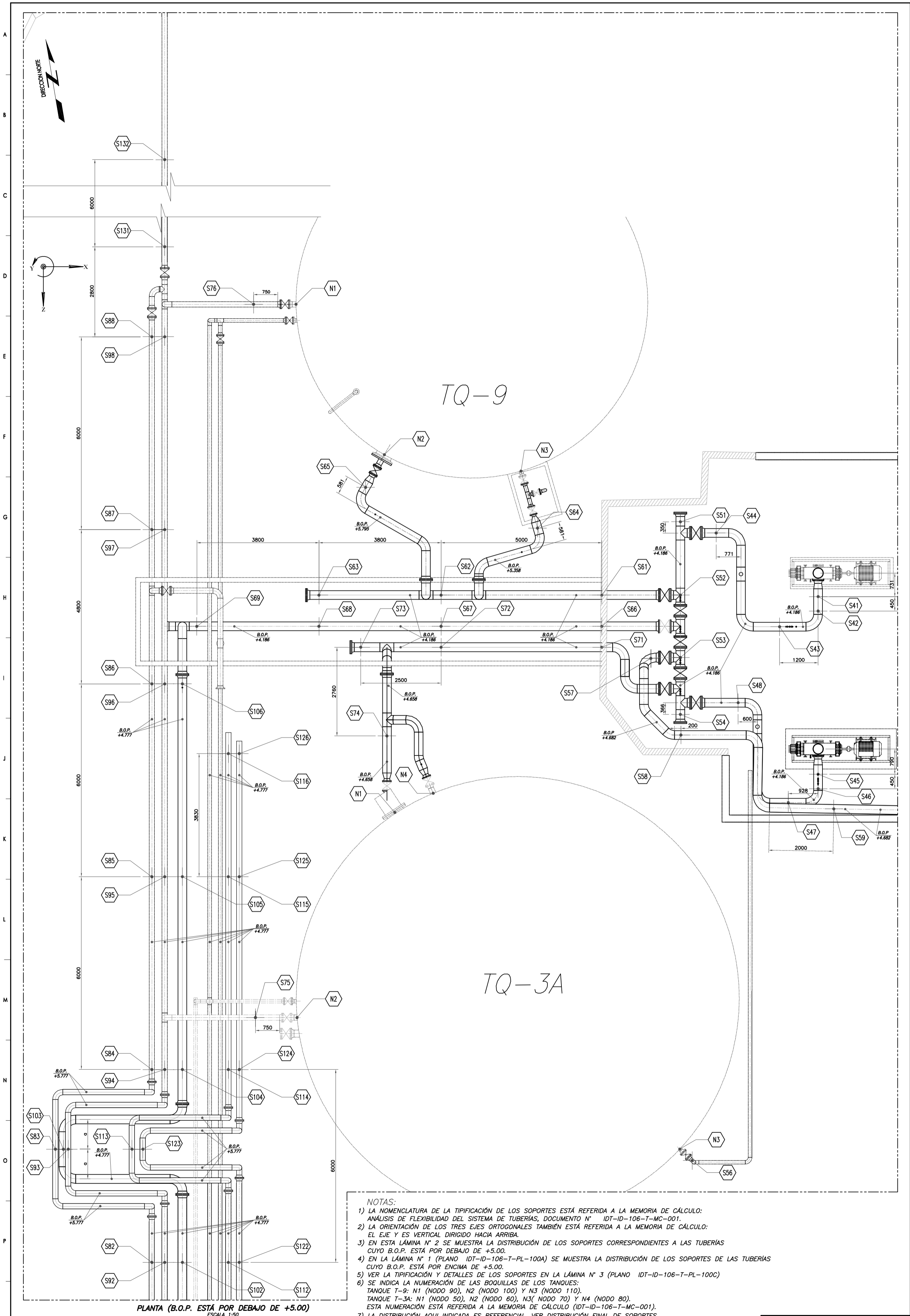
- NOTAS:
- 1) LA NOMENCLATURA DE LA TIPIFICACIÓN DE LOS SOPORTES ESTÁ REFERIDA A LA MEMORIA DE CÁLCULO: ANÁLISIS DE FLEXIBILIDAD DEL SISTEMA DE TUBERÍAS, DOCUMENTO N° IDT-ID-106-T-MC-001
  - 2) LA ORIENTACIÓN DE LOS TRES EJES ORTOGONALES TAMBIÉN ESTÁ REFERIDA A LA MEMORIA DE CÁLCULO: EL EJE Y ES VERTICAL DIRIGIDO HACIA ARRIBA
  - 3) EN ESTA LÁMINA N° 1 SE MUESTRA LA DISTRIBUCIÓN DE LOS SOPORTES CORRESPONDIENTES A LAS TUBERÍAS CUYO B.O.P. ESTÁ POR ENCIMA DE +5.00
  - 4) EN LA LÁMINA N° 2 (PLANO IDT-ID-106-T-PL-100B) SE MUESTRA LA DISTRIBUCIÓN DE LOS SOPORTES DE LAS TUBERÍAS CUYO B.O.P. ESTÁ POR DEBAJO DE +5.00
  - 5) VER LA TIPIFICACIÓN Y DETALLES DE LOS SOPORTES EN LA LÁMINA N° 3 (PLANO IDT-ID-106-T-PL-100C)
  - 6) LA DISTRIBUCIÓN AQUÍ INDICADA ES REFERENCIAL, VER DISTRIBUCIÓN FINAL DE SOPORTES EN PLANO IDT-ID-106-T-PL-004.

PROPIETARIO: <b>PETROPERU</b>		REFINERÍA OCHOSEN	
PROYECTO: DESARROLLO DE INGENIERÍA DE DETALLE Y ELABORACIÓN DE EXPEDIENTE TÉCNICO PARA LA ADQUISICIÓN E INSTALACIÓN DE UNA ELECTROBOMBA PARA ASFALTO 60/70 PEN			
TÍTULO: SOPORTES Y NODOS DISTRIBUCIÓN Y TIPIFICACIÓN (1 DE 3)			
CATEGORÍA: PIPING	DESEÑADO: H. VILLAFUERTE	REVISADO: L. HINOJOSA	APROBADO: H. ESCOBAR
ÁREA: PLANTA DE VENTAS	DESEÑADO: C. CACSIRE	REVISADO: H. ESCOBAR	APROBADO: H. ESCOBAR
FECHA: AGOSTO-2015	LÁMINA: 1/3	FORMATO: A1	ESCALA: INDICADO
PROYECTISTA: T. I. U. L. O.	N° DE PLANO PROYECTISTA: IDT-ID-106-T-PL-100A	N° DE PLANO CLIENTE: TECO-PR-18-210-136-100A	

FECHA	DESCRIPCIÓN	DIB.	DIS.	REV.	APR.	PLANO N°	REFERENCIAS
0 AGO-2015	PARA CONSTRUCCIÓN	C.C.J.	H.V.R.	M.A.L.	H.E.A.	IDT-ID-106-P-PL-001	DIAGRAMA P&ID
8 JUL-2015	PARA APROBACIÓN DEL CLIENTE	C.C.J.	H.V.R.	M.A.L.	H.E.A.	IDT-ID-106-T-PL-002	DISTRIBUCIÓN DE TUBERÍAS (T-9, T-3A Y T-47)
8 JUN-2015	PARA REVISIÓN INTERNA	C.C.J.	H.V.R.	M.A.L.	H.E.A.	IDT-ID-106-T-PL-100C	SOPORTES DISTRIBUCIÓN Y TIPIFICACIÓN (3 DE 3)
1 JUN-2015	PARA REVISIÓN INTERNA	C.C.J.	H.V.R.	M.A.L.	H.E.A.	IDT-ID-106-T-PL-100B	SOPORTES DISTRIBUCIÓN Y TIPIFICACIÓN (2 DE 3)

## **PLANO 7**

TEC6-PR-18-210-136-100B – SOPORTES Y NODOS DISTRIBUCIÓN Y  
TIPIFICACIÓN (2 de 3)



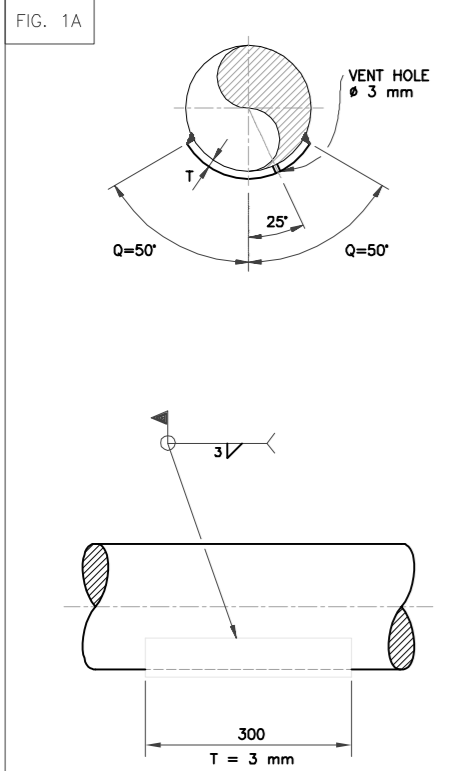
PLANTA (B.O.P. ESTÁ POR DEBAJO DE +5.00)  
ESCALA 1:50

- NOTAS:
- 1) LA NOMENCLATURA DE LA TIPIFICACIÓN DE LOS SOPORTES ESTÁ REFERIDA A LA MEMORIA DE CÁLCULO: ANÁLISIS DE FLEXIBILIDAD DEL SISTEMA DE TUBERÍAS, DOCUMENTO N° IDT-ID-106-T-MC-001.
  - 2) LA ORIENTACIÓN DE LOS TRES EJES ORTOGONALES TAMBIÉN ESTÁ REFERIDA A LA MEMORIA DE CÁLCULO: EL EJE Y ES VERTICAL DIRIGIDO HACIA ARRIBA.
  - 3) EN ESTA LÁMINA N° 2 SE MUESTRA LA DISTRIBUCIÓN DE LOS SOPORTES CORRESPONDIENTES A LAS TUBERÍAS CUYO B.O.P. ESTÁ POR DEBAJO DE +5.00.
  - 4) EN LA LÁMINA N° 1 (PLANO IDT-ID-106-T-PL-100A) SE MUESTRA LA DISTRIBUCIÓN DE LOS SOPORTES DE LAS TUBERÍAS CUYO B.O.P. ESTÁ POR ENCIMA DE +5.00.
  - 5) VER LA TIPIFICACIÓN Y DETALLES DE LOS SOPORTES EN LA LÁMINA N° 3 (PLANO IDT-ID-106-T-PL-100C)
  - 6) SE INDICA LA NUMERACIÓN DE LAS BOQUILLAS DE LOS TANQUES:  
TANQUE T-9: N1 (NODO 90), N2 (NODO 100) Y N3 (NODO 110).  
TANQUE T-3A: N1 (NODO 50), N2 (NODO 60), N3 (NODO 70) Y N4 (NODO 80).  
ESTA NUMERACIÓN ESTÁ REFERIDA A LA MEMORIA DE CÁLCULO (IDT-ID-106-T-MC-001).
  - 7) LA DISTRIBUCIÓN AQUÍ INDICADA ES REFERENCIAL, VER DISTRIBUCIÓN FINAL DE SOPORTES EN PLANO IDT-ID-106-T-PL-004.

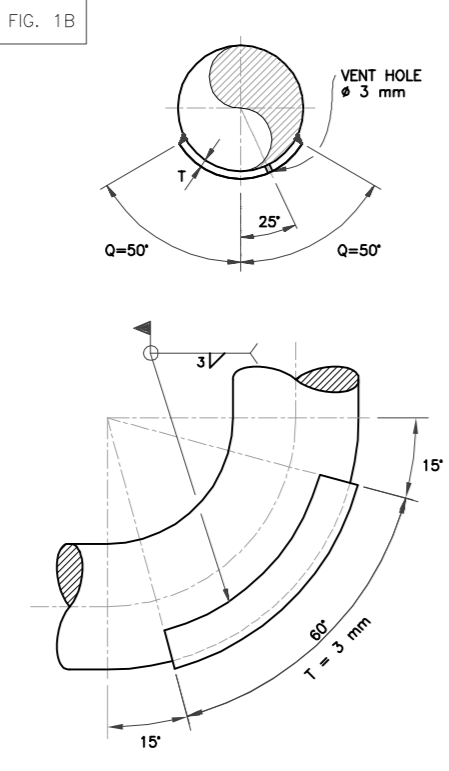
FORMATO A1		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11																																																																																						
<table border="1"> <tr> <td>0</td> <td>AGO-2015</td> <td>PARA CONSTRUCCIÓN</td> <td>C.C.J.</td> <td>H.V.R.</td> <td>M.A.L.</td> <td>H.E.A.</td> <td>IDT-ID-106-P-PL-001</td> <td>DIAGRAMA P&amp;ID</td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>JUL-2015</td> <td>PARA APROBACIÓN DEL CLIENTE</td> <td>C.C.J.</td> <td>H.V.R.</td> <td>M.A.L.</td> <td>H.E.A.</td> <td>IDT-ID-106-T-PL-002</td> <td>DISTRIBUCIÓN DE TUBERÍAS (T-9, T-3A Y T-47)</td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>JUN-2015</td> <td>PARA REVISIÓN INTERNA</td> <td>C.C.J.</td> <td>H.V.R.</td> <td>M.A.L.</td> <td>H.E.A.</td> <td>IDT-ID-106-T-PL-100C</td> <td>SOPORTES DISTRIBUCIÓN Y TIPIFICACIÓN (3 DE 3)</td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>IDT-ID-106-T-PL-100A</td> <td>SOPORTES DISTRIBUCIÓN Y TIPIFICACIÓN (1 DE 3)</td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>No</td> <td>FECHA</td> <td>DESCRIPCIÓN</td> <td>DIB.</td> <td>DIS.</td> <td>REV.</td> <td>APR.</td> <td>PLANO No</td> <td>REFERENCIAS</td> <td colspan="4"></td> </tr> </table>												0	AGO-2015	PARA CONSTRUCCIÓN	C.C.J.	H.V.R.	M.A.L.	H.E.A.	IDT-ID-106-P-PL-001	DIAGRAMA P&ID					1	JUL-2015	PARA APROBACIÓN DEL CLIENTE	C.C.J.	H.V.R.	M.A.L.	H.E.A.	IDT-ID-106-T-PL-002	DISTRIBUCIÓN DE TUBERÍAS (T-9, T-3A Y T-47)					2	JUN-2015	PARA REVISIÓN INTERNA	C.C.J.	H.V.R.	M.A.L.	H.E.A.	IDT-ID-106-T-PL-100C	SOPORTES DISTRIBUCIÓN Y TIPIFICACIÓN (3 DE 3)					3							IDT-ID-106-T-PL-100A	SOPORTES DISTRIBUCIÓN Y TIPIFICACIÓN (1 DE 3)					No	FECHA	DESCRIPCIÓN	DIB.	DIS.	REV.	APR.	PLANO No	REFERENCIAS																										
0	AGO-2015	PARA CONSTRUCCIÓN	C.C.J.	H.V.R.	M.A.L.	H.E.A.	IDT-ID-106-P-PL-001	DIAGRAMA P&ID																																																																																										
1	JUL-2015	PARA APROBACIÓN DEL CLIENTE	C.C.J.	H.V.R.	M.A.L.	H.E.A.	IDT-ID-106-T-PL-002	DISTRIBUCIÓN DE TUBERÍAS (T-9, T-3A Y T-47)																																																																																										
2	JUN-2015	PARA REVISIÓN INTERNA	C.C.J.	H.V.R.	M.A.L.	H.E.A.	IDT-ID-106-T-PL-100C	SOPORTES DISTRIBUCIÓN Y TIPIFICACIÓN (3 DE 3)																																																																																										
3							IDT-ID-106-T-PL-100A	SOPORTES DISTRIBUCIÓN Y TIPIFICACIÓN (1 DE 3)																																																																																										
No	FECHA	DESCRIPCIÓN	DIB.	DIS.	REV.	APR.	PLANO No	REFERENCIAS																																																																																										
<table border="1"> <tr> <td>PROPIETARIO:</td> <td colspan="11">PETROPERU S.A. REFINERÍA OCHOSEN</td> </tr> <tr> <td>PROYECTO:</td> <td colspan="11">DESARROLLO DE INGENIERÍA DE DETALLE Y ELABORACIÓN DE EXPEDIENTE TÉCNICO PARA LA ADQUISICIÓN E INSTALACIÓN DE UNA ELECTROBOMBA PARA ASFALTO 60/70 PEN</td> </tr> <tr> <td>TÍTULO:</td> <td colspan="11">SOPORTES Y NODOS DISTRIBUCIÓN Y TIPIFICACIÓN (2 DE 3)</td> </tr> <tr> <td>CATEGORÍA:</td> <td>PIPING</td> <td>DESIGNADO:</td> <td>H. VILLAFUERTE</td> <td>REVISADO:</td> <td>L. HINOJOSA</td> <td colspan="7"></td> </tr> <tr> <td>ÁREA:</td> <td>PLANTA DE VENTAS</td> <td>DISEÑADO:</td> <td>C. CACSIRE</td> <td>APROBADO:</td> <td>H. ESCOBAR</td> <td colspan="7"></td> </tr> <tr> <td>FECHA:</td> <td>AGOSTO-2015</td> <td>LÁMINA:</td> <td>2/3</td> <td>FORMATO:</td> <td>A1</td> <td>ESCALA:</td> <td>INDICADA</td> <td>REVISIÓN:</td> <td colspan="4">0</td> </tr> <tr> <td>PROYECTISTA:</td> <td>IDT-ID-106-T-PL-100B</td> <td>N° DE PLANO PROYECTISTA:</td> <td colspan="3"></td> <td>N° DE PLANO CLIENTE:</td> <td colspan="5">TEC-PR-18-210-136-100B</td> </tr> </table>												PROPIETARIO:	PETROPERU S.A. REFINERÍA OCHOSEN											PROYECTO:	DESARROLLO DE INGENIERÍA DE DETALLE Y ELABORACIÓN DE EXPEDIENTE TÉCNICO PARA LA ADQUISICIÓN E INSTALACIÓN DE UNA ELECTROBOMBA PARA ASFALTO 60/70 PEN											TÍTULO:	SOPORTES Y NODOS DISTRIBUCIÓN Y TIPIFICACIÓN (2 DE 3)											CATEGORÍA:	PIPING	DESIGNADO:	H. VILLAFUERTE	REVISADO:	L. HINOJOSA								ÁREA:	PLANTA DE VENTAS	DISEÑADO:	C. CACSIRE	APROBADO:	H. ESCOBAR								FECHA:	AGOSTO-2015	LÁMINA:	2/3	FORMATO:	A1	ESCALA:	INDICADA	REVISIÓN:	0				PROYECTISTA:	IDT-ID-106-T-PL-100B	N° DE PLANO PROYECTISTA:				N° DE PLANO CLIENTE:	TEC-PR-18-210-136-100B				
PROPIETARIO:	PETROPERU S.A. REFINERÍA OCHOSEN																																																																																																	
PROYECTO:	DESARROLLO DE INGENIERÍA DE DETALLE Y ELABORACIÓN DE EXPEDIENTE TÉCNICO PARA LA ADQUISICIÓN E INSTALACIÓN DE UNA ELECTROBOMBA PARA ASFALTO 60/70 PEN																																																																																																	
TÍTULO:	SOPORTES Y NODOS DISTRIBUCIÓN Y TIPIFICACIÓN (2 DE 3)																																																																																																	
CATEGORÍA:	PIPING	DESIGNADO:	H. VILLAFUERTE	REVISADO:	L. HINOJOSA																																																																																													
ÁREA:	PLANTA DE VENTAS	DISEÑADO:	C. CACSIRE	APROBADO:	H. ESCOBAR																																																																																													
FECHA:	AGOSTO-2015	LÁMINA:	2/3	FORMATO:	A1	ESCALA:	INDICADA	REVISIÓN:	0																																																																																									
PROYECTISTA:	IDT-ID-106-T-PL-100B	N° DE PLANO PROYECTISTA:				N° DE PLANO CLIENTE:	TEC-PR-18-210-136-100B																																																																																											

## **PLANO 8**

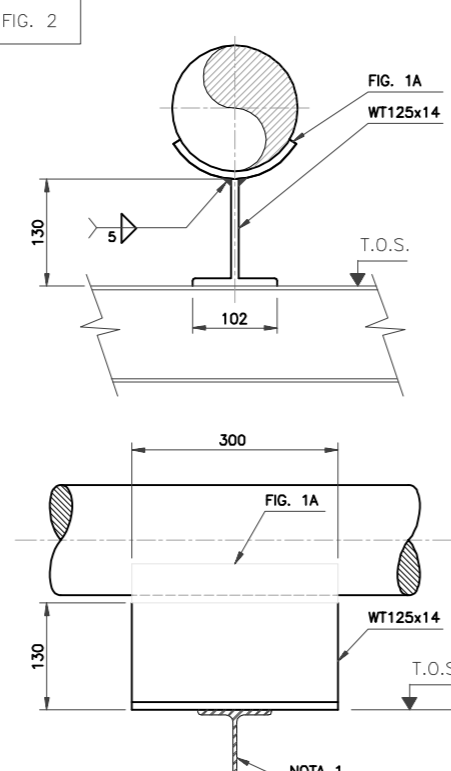
TEC6-PR-18-210-136-100C – SOPORTES Y NODOS DISTRIBUCIÓN Y  
TIPIFICACIÓN (3 de 3)



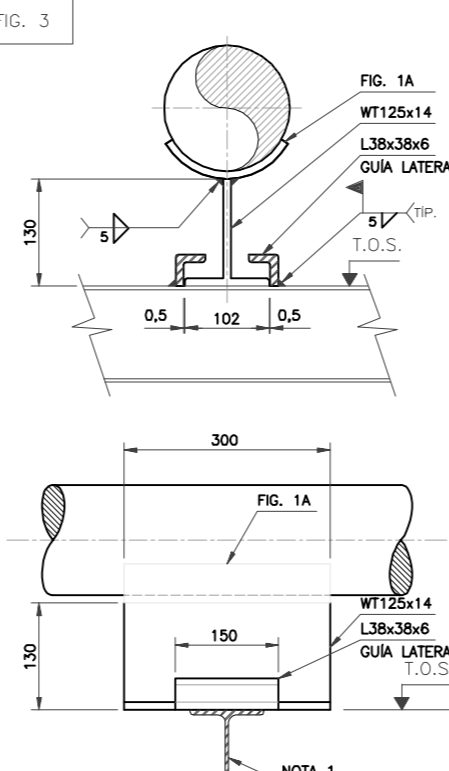
SILLETA  
PARA TUBERÍA HORIZONTAL



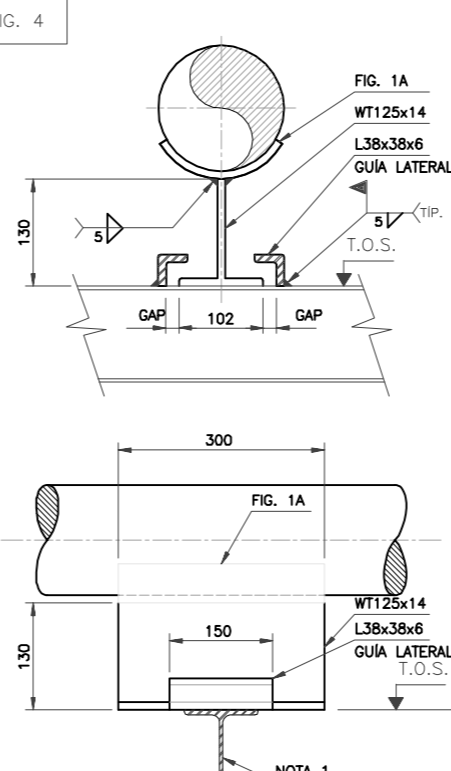
SILLETA  
PARA CODO VERTICAL



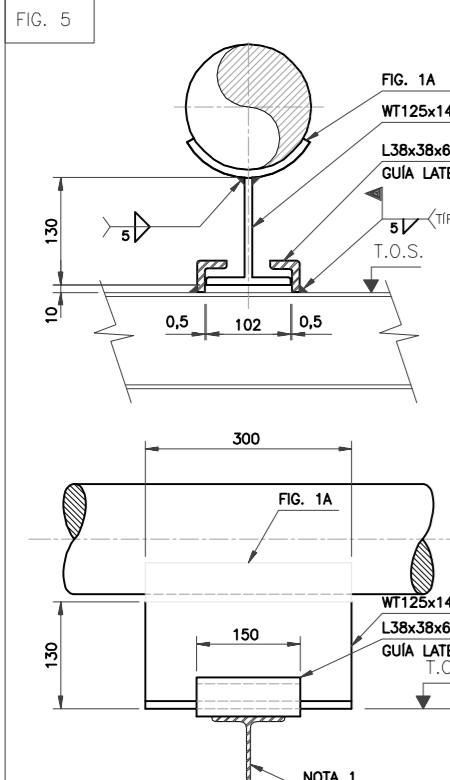
ZAPATA +Y



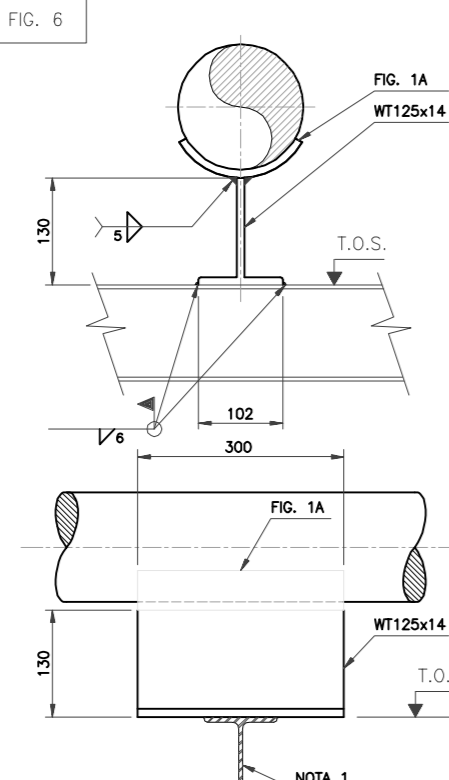
ZAPATA +Y / GUÍA SIN GAP



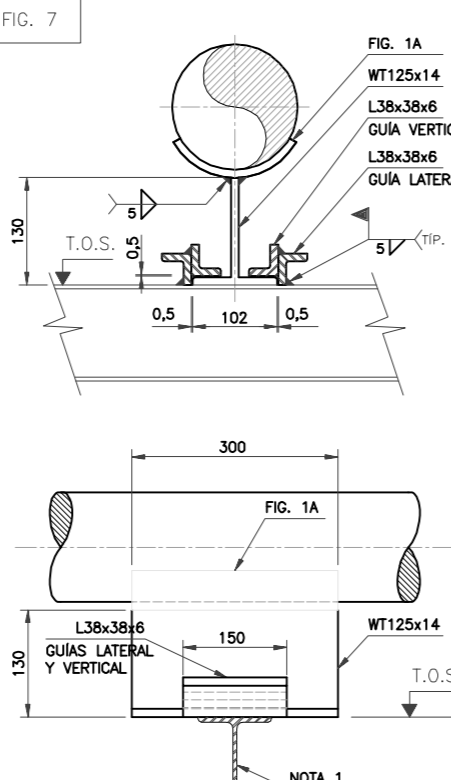
ZAPATA +Y / GUÍA CON GAP



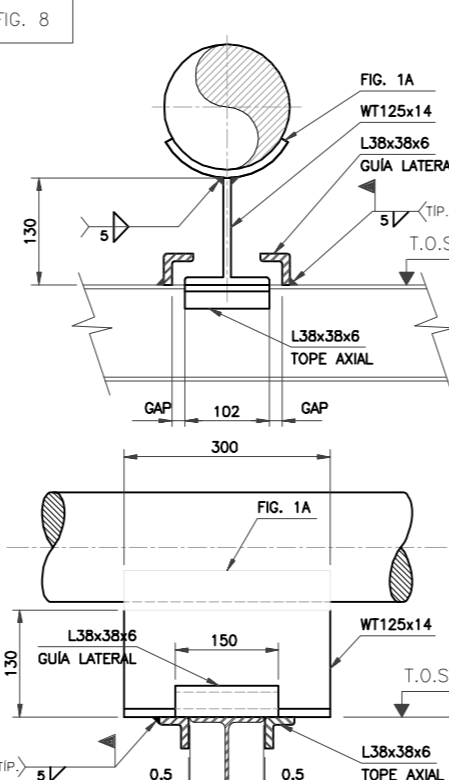
GUÍA SIN GAP



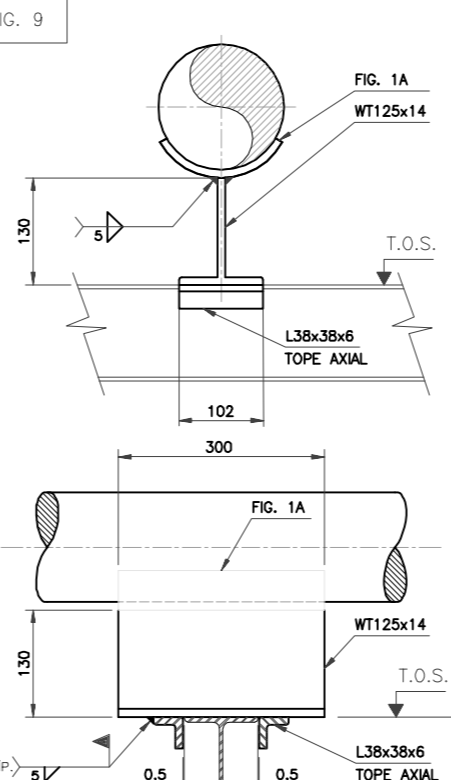
ANCLAJE



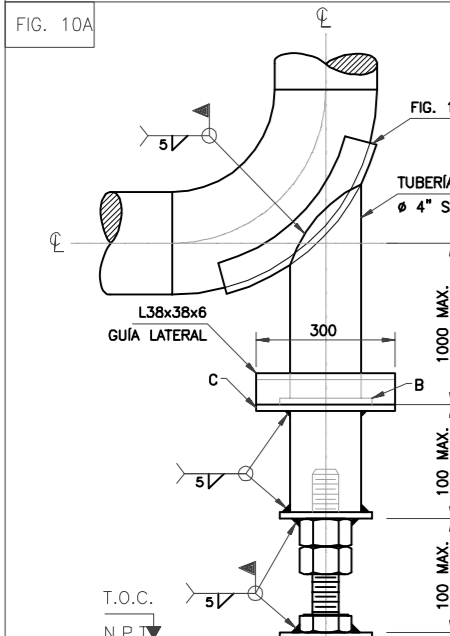
ZAPATA Y / GUÍA SIN GAP



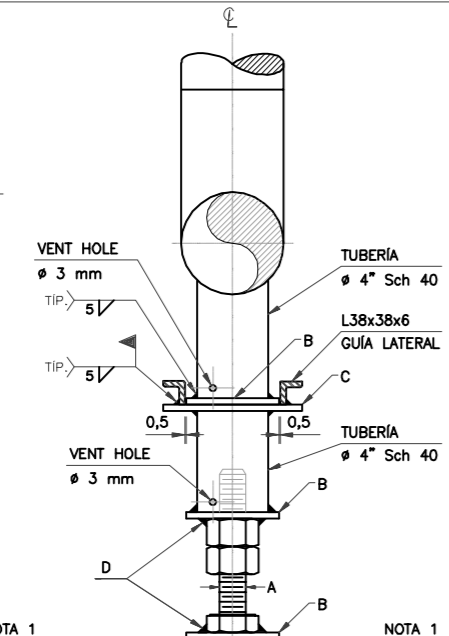
ZAPATA +Y / GUÍA CON GAP / TOPE



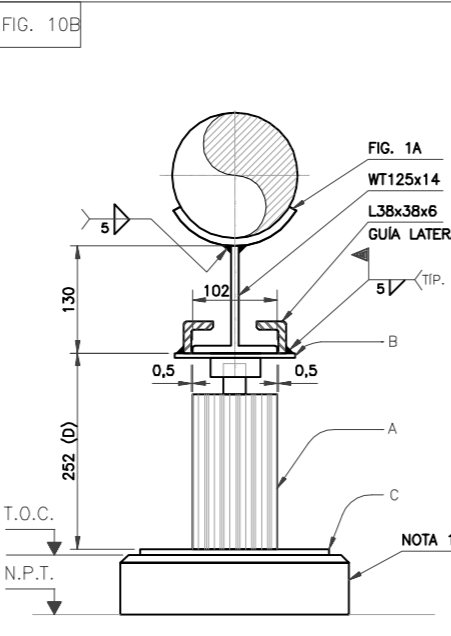
ZAPATA +Y / TOPE



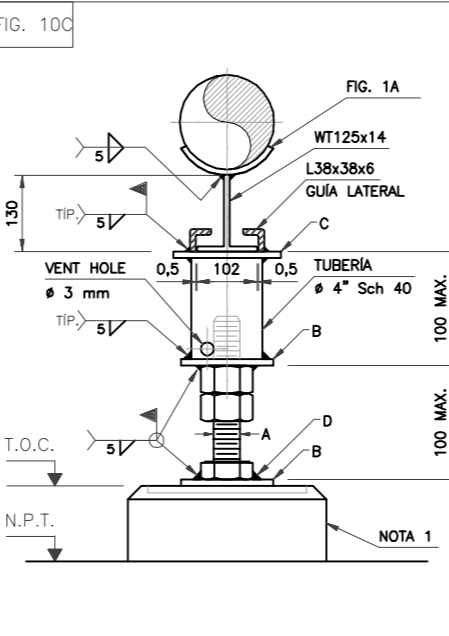
VISTA LATERAL



VISTA AXIAL



VISTA LATERAL



VISTA AXIAL

NOTAS:  
A: PERNO Y TUERCAS DE Ø 16 mm  
B: PLANCHA BASE 200 mm x 200 mm x 10 mm  
C: PLANCHA BASE 300 mm x 300 mm x 10 mm

D: SOLDAR EN OBRA DESPUÉS DE HACER QUE EL SOPORTE HAGA CONTACTO CON LA PLANCHA BASE  
T.O.C.: NIVEL SUPERFICIAL DE FUNDACIÓN  
N.P.T.: NIVEL DE PISO TERMINADO O NIVEL DEL TERRENO

NOTAS:  
A: RESORTE MARCA ANIL FIG. 82 TAMÑO 10, VER CARGA DE INSTALACIÓN INICIAL EN MEMORIA DE CÁLCULO  
B: BRIDA DE CARGA DEL RESORTE  
C: ANCLAR RESORTE DIRECTAMENTE A LA FUNDACIÓN DE CONCRETO ARMADO O SOLDAR A UNA PLANCHA BASE ANCLADA A LA FUNDACIÓN  
D: CONSULTAR MANUAL DE INSTALACIÓN DEL FABRICANTE  
T.O.C.: NIVEL SUPERFICIAL DE FUNDACIÓN  
N.P.T.: NIVEL DE PISO TERMINADO O NIVEL DEL TERRENO

NOTAS:  
A: PERNO Y TUERCAS DE Ø 16 mm  
B: PLANCHA BASE 200 mm x 200 mm x 10 mm  
C: PLANCHA BASE 300 mm x 300 mm x 10 mm  
D: SOLDAR EN OBRA DESPUÉS DE HACER QUE EL SOPORTE HAGA CONTACTO CON LA PLANCHA BASE  
T.O.C.: NIVEL SUPERFICIAL DE FUNDACIÓN  
N.P.T.: NIVEL DE PISO TERMINADO O NIVEL DEL TERRENO

NOTAS:  
A: PERNO Y TUERCAS DE Ø 16 mm  
B: PLANCHA BASE 200 mm x 200 mm x 10 mm  
C: PLANCHA BASE 300 mm x 300 mm x 10 mm  
D: SOLDAR EN OBRA DESPUÉS DE HACER QUE EL SOPORTE HAGA CONTACTO CON LA PLANCHA BASE  
T.O.C.: NIVEL SUPERFICIAL DE FUNDACIÓN  
N.P.T.: NIVEL DE PISO TERMINADO O NIVEL DEL TERRENO

SOPORTE		NOMENCLATURA SEGÚN MEMORIA DE CÁLCULO				PLANO DE DETALLES		TUBERÍA
Nº	NODO	Nº	RESTRICCIONES	DESCRIPCIÓN	FIG. Nº	DESCRIPCIÓN	Ø	B.O.P.
S-1	20140	H	G	Prog. Design VSH; Rigid GUI	10B	RESORTE / GUÍA	6"	4.966
S-2	20299	+Y	G	Rigid +Y; Rigid GUI	10A	TRUNNION REGULABLE / GUÍA	8"	4.941
S-3	20540	+Y	G(4,0)	Rigid +Y; Rigid GUI w/gap; Rigid X	8	ZAPATA +Y / GUÍA CON GAP / TOPE	8"	7.650
S-4	20580	+Y	G	Rigid +Y	2	ZAPATA +Y	8"	7.650
S-5	20620	+Y	G	Rigid +Y; Rigid GUI	2	ZAPATA +Y / GUÍA	8"	7.650
S-6	20640	+Y	G	Rigid +Y; Rigid GUI	3	ZAPATA +Y / GUÍA	8"	7.650
S-7	20660	+Y	G	Rigid +Y; Rigid GUI	3	ZAPATA +Y / GUÍA	8"	7.650
S-8	20680	+Y	G	Rigid +Y; Rigid GUI	3	ZAPATA +Y / GUÍA	8"	7.650
S-9	20720	+Y	G	Rigid +Y	2	ZAPATA +Y	8"	7.650
S-11	19140	H	G	Prog. Design VSH; Rigid GUI	10B	RESORTE / GUÍA	6"	4.966
S-12	19230	+Y	G	Rigid +Y; Rigid GUI	10A	TRUNNION REGULABLE / GUÍA	8"	4.941
S-13	19540	+Y	X	Rigid +Y; Rigid X	9	ZAPATA +Y / TOPE	8"	7.650
S-14	19580	+Y	G	Rigid +Y	2	ZAPATA +Y	8"	7.650
S-15	19680	+Y	G	Rigid +Y	2	ZAPATA +Y	8"	7.650
S-16	19700	+Y	G	Rigid +Y; Rigid GUI	3	ZAPATA +Y / GUÍA	8"	7.650
S-17	19720	+Y	G	Rigid +Y; Rigid GUI	3	ZAPATA +Y / GUÍA	8"	7.650
S-18	19740	+Y	G	Rigid +Y; Rigid GUI	3	ZAPATA +Y / GUÍA	8"	7.650
S-19	19780	+Y	G	Rigid +Y	2	ZAPATA +Y	8"	7.650
S-21	16200	+Y	G(4,0)	Rigid +Y; Rigid GUI w/gap; Rigid X	8	ZAPATA +Y / GUÍA CON GAP / TOPE	4"	7.650
S-22	16280	+Y	G	Rigid +Y	2	ZAPATA +Y	4"	7.650
S-23	18400	+Y	G(4,0)	Rigid +Y; Rigid GUI w/gap; Rigid X	8	ZAPATA +Y / GUÍA CON GAP / TOPE	4"	7.650
S-24	18480	+Y	G	Rigid +Y	2	ZAPATA +Y	4"	7.650
S-25	18120	+Y	G	Rigid +Y	2	ZAPATA +Y	4"	7.650
S-26	18140	+Y	G	Rigid +Y; Rigid GUI	3	ZAPATA +Y / GUÍA	4"	7.650
S-27	18160	+Y	G	Rigid +Y; Rigid GUI	3	ZAPATA +Y / GUÍA	4"	7.650
S-28	18170	+Y	G	Rigid +Y; Rigid GUI	3	ZAPATA +Y / GUÍA	4"	7.650
S-29	18280	+Y	G	Rigid +Y	2	ZAPATA +Y	8	8.183
S-30	18300	+Y	G	Rigid +Y	2	ZAPATA +Y	8	8.183
S-31	15300	+Y	G(4,0)	Rigid +Y; Rigid GUI w/gap; Rigid X	8	ZAPATA +Y / GUÍA CON GAP / TOPE	4"	7.650
S-32	15300	+Y	G	Rigid +Y	2	ZAPATA +Y	4"	7.650
S-33	17040	+Y	G(4,0)	Rigid +Y; Rigid GUI w/gap; Rigid X	8	ZAPATA +Y / GUÍA CON GAP / TOPE	4"	7.650
S-34	17080	+Y	G	Rigid +Y	2	ZAPATA +Y	4"	7.650
S-35	18420	+Y	G	Rigid +Y	2	ZAPATA +Y	4"	8.186
S-36	18440	+Y	G	Rigid GUI; Rigid GUI	11	GUÍA VERTICAL	3"	8.696
S-37	18460	+Y	G	Rigid GUI; Rigid GUI	11	GUÍA VERTICAL	3"	8.696
S-38	18480	+Y	G	Rigid GUI; Rigid GUI	11	GUÍA VERTICAL	3"	8.696
S-39	25030	+Y	G	Rigid +Y	2	ZAPATA +Y	6"	5.882
S-40	25170	+Y	G	Rigid +Y	2	ZAPATA +Y	6"	5.882
S-41	7040	+Y	G	Rigid GUI	5	GUÍA	10"	4.186
S-42	7060	+Y	G	Rigid +Y; Rigid GUI	3	ZAPATA +Y / GUÍA	10"	4.186
S-43	7080	+Y	G(4,0)	Rigid +Y; Rigid GUI w/gap; Rigid X	8	ZAPATA +Y / GUÍA CON GAP	10"	4.186
S-44	7280	+Y	G	Rigid +Y	2	ZAPATA +Y	10"	4.186
S-45	8040	+Y	G	Rigid GUI	5	GUÍA	10"	4.186
S-46	8060	+Y	G	Rigid +Y; Rigid GUI	3	ZAPATA +Y / GUÍA	10"	4.186
S-47	8140	+Y	G(1,0)	Rigid +Y; Rigid GUI w/gap	4	ZAPATA +Y / GUÍA CON GAP	10"	4.186
S-48	8280	+Y	G	Rigid +Y	2	ZAPATA +Y	10"	4.186
S-49	8140	+Y	G	Rigid +Y	2	ZAPATA +Y	10"	4.186
S-50	8140	+Y	G	Rigid +Y	2	ZAPATA +Y	10"	4.186
S-51	8280	+Y	G	Rigid +Y	2	ZAPATA +Y	10"	4.186
S-52	8140	+Y	G	Rigid +Y	2	ZAPATA +Y	10"	4.186
S-53	2340	+Y	G	Rigid +Y	2	ZAPATA +Y	10"	4.186
S-54	2540	+Y	G	Rigid +Y	2	ZAPATA +Y	10"	4.186
S-56	17300	+Y	G	Rigid +Y; Rigid GUI	10C	ZAPATA +Y / GUÍA	4"	5.215
S-57	13000	+Y	G	Rigid +Y	2	ZAPATA +Y	10"	4.186
S-58	13080	+Y	G	Rigid +Y	2	ZAPATA +Y	10"	4.682
S-59	13140	+Y	G	Rigid +Y	2	ZAPATA +Y	10"	4.682
S-60	13160	A	G	Rigid ANC	6	ANCLAJE	10"	4.682
S-61	2840	A	G	Rigid ANC	6	ANCLAJE	10"	4.186
S-62	4120	+Y	G	Rigid +Y; Rigid GUI	3	ZAPATA +Y / GUÍA	10"	4.186
S-63	4280	+Y	G	Rigid +Y; Rigid GUI	7	ZAPATA +Y / GUÍA	10"	4.186
S-64	23120	+Y	G	Rigid +Y; Rigid GUI	10C	ZAPATA +Y / GUÍA	10"	5.215
S-65	24620	+Y	G	Rigid +Y; Rigid GUI	10C	ZAPATA +Y / GUÍA	10"	4.186
S-66	2960	+Y	G	Rigid +Y	2	ZAPATA +Y	10"	4.186
S-67	5000	+Y	G	Rigid +Y; Rigid GUI	3	ZAPATA +Y / GUÍA	10"	4.186
S-68	5040	+Y	G	Rigid +Y; Rigid GUI	3	ZAPATA +Y / GUÍA	10"	4.186
S-69	5080	+Y	G	Rigid +Y; Rigid GUI	7	ZAPATA +Y / GUÍA	10"	4.186
S-70	2500	A	G	Rigid ANC	6	ANCLAJE	10"	4.186
S-71	3000	+Y	G	Rigid +Y	2	ZAPATA +Y / GUÍA	10"	4.186
S-72	6160	+Y	G	Rigid +Y; Rigid GUI	2	ZAPATA +Y / GUÍA	10"	4.186
S-73	6160	+Y	G	Rigid +Y	2	ZAPATA +Y	10"	4.186
S-74	21140	+Y	G	Rigid +Y	2	ZAPATA +Y	10"	4.658
S-75	12100	+Y	G(5,0)	Rigid +Y; Rigid GUI w/gap	10D	ZAPATA +Y / GUÍA CON GAP	6"	5.148
S-76	24060	+Y	G	Rigid +Y; Rigid GUI	10C	ZAPATA +Y / GUÍA	6"	5.381
S-80	31000	A	G	Rigid ANC	6	ANCLAJE	10"	4.777
S-81	31020	+Y	G	Rigid +Y; Rigid GUI	3	ZAPATA +Y / GUÍA	6"	4.777
S-82	31040	+Y	G	Rigid +Y; Rigid GUI	3	ZAPATA +Y / GUÍA	6"	4.777
S-83	31140	+Y	G	Rigid +Y	2	ZAPATA +Y	6"	5.777
S-84	31240	+Y	G	Rigid +Y; Rigid GUI	3	ZAPATA +Y / GUÍA	6"	4.777
S-85	31260	+Y	G	Rigid +Y; Rigid GUI	3	ZAPATA +Y / GUÍA	6"	4.777
S-86	31280	+Y	G(6,0)	Rigid +Y; Rigid GUI w/gap	4	ZAPATA +Y / GUÍA CON GAP	6"	4.777
S-87	31380	+Y	G(6,0)	Rigid +Y; Rigid GUI w/gap	4	ZAPATA +Y / GUÍA CON GAP	6"	4.777
S-88	30000	A	G	Rigid ANC	6	ANCLAJE	6"	4.777
S-89	30000	A	G	Rigid ANC	6	ANCLAJE	6"	4.777
S-91	30020	+Y	G	Rigid +Y; Rigid GUI	3	ZAPATA +Y / GUÍA	6"	4.777
S-92	30040	+Y	G	Rigid +Y; Rigid GUI	3	ZAPATA +Y / GUÍA	6"	4.777
S-93	30160	+Y	G	Rigid +Y	2	ZAPATA +Y	6"	4.777
S-94	30180	+Y	G	Rigid +Y	2	ZAPATA +Y	6"	4.777
S-95	30190	+Y	G	Rigid +Y	2	ZAPATA +Y	6"	4.777
S-96	30260	+Y	G	Rigid +Y; Rigid GUI	3	ZAPATA +Y / GUÍA	6"	4.777
S-97	30380	+Y	G	Rigid +Y; Rigid GUI	3	ZAPATA +Y / GUÍA	6"	4.777
S-98	30400	+Y	G	Rigid +Y	2	ZAPATA +Y	6"	4.777
S-100	29000	A	G	Rigid ANC	6	ANCLAJE	10"	4.777
S-101	29020	+Y	G	Rigid +Y; Rigid GUI	3	ZAPATA +Y / GUÍA	10"	4.777
S-102	29040	+Y	G	Rigid +Y; Rigid GUI	3	ZAPATA +Y / GUÍA	10"	4.777
S-103	29120	+Y	G	Rigid +Y	2	ZAPATA +Y	10"	4.777
S-104	29200	+Y	G	Rigid +Y; Rigid GUI	3	ZAPATA +Y / GUÍA	10"	4.777
S-105	29220	+Y	G	Rigid +Y; Rigid GUI	3	ZAPATA +Y / GUÍA	10"	4.777
S-106	29240	+Y	G	Rigid +Y; Rigid GUI	3	ZAPATA +Y / GUÍA	10"	4.777
S-110	28000	A	G	Rigid ANC	6	ANCLAJE	6"	4.777
S-111	27600	+Y	G	Rigid +Y; Rigid GUI	3	ZAPATA +Y / GUÍA	6"	4.777
S-112	28140	+Y	G	Rigid +Y; Rigid GUI	3	ZAPATA +Y / GUÍA	6"	4.777
S-113	28140	+Y	G	Rigid +Y	2	ZAPATA +Y	6"	4.777
S-114	28240	+Y	G	Rigid +Y; Rigid GUI	3	ZAPATA +Y / GUÍA	6"	4.777
S-115	28260	+Y	G	Rigid +Y; Rigid GUI	3	ZAPATA +Y / GUÍA	6"	4.777
S-116	28280	+Y	G	Rigid +Y	2	ZAPATA +Y	6"	4.777
S-117	28280	+Y	G	Rigid +Y	2	ZAPATA +Y	6"	4.777
S-120	27300	A	G	Rigid ANC	6	ANCLAJE	6"	4.777
S-121	27320	+Y	G	Rigid +Y; Rigid GUI	3	ZAPATA +Y / GUÍA	6"	4.777
S-122	27340	+Y	G	Rigid +Y; Rigid GUI	3	ZAPATA +Y / GUÍA	6"	4.777
S-123	27140	+Y	G	Rigid +Y	2	ZAPATA +Y	6"	5.777
S-124	27240	+Y	G	Rigid +Y; Rigid GUI	3	ZAPATA +Y / GUÍA	6"	4.777
S-125	27260	+Y	G	Rigid +Y; Rigid GUI	3	ZAPATA +Y / GUÍA	6"	4.777
S-126	27280	+Y	G	Rigid +Y	2	ZAPATA +Y	6"	4.777
S-131	30260	+Y	G	Rigid +Y	2	ZAPATA +Y	6"	4.777
S-132	30640	+Y	G	Rigid +Y; Rigid GUI	3	ZAPATA +Y / GUÍA	6"	4.777

NOTAS 2, 3 y 4

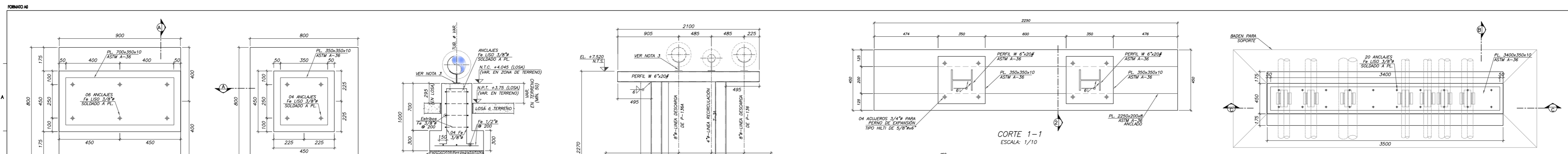
NOTAS:  
1) PERFORACIÓN O BASE DE CONCRETO SEGÚN PLANO Nº ID-T-106-C-PL-005.  
2) VER DISTRIBUCIÓN DE SOPORTES EN PLANO ID-T-106-T-PL-004.  
3) VER POSICIÓN REFERENCIAL DE SOPORTES (NODOS) EN PLANOS ID-T-106-T-PL-100A Y ID-T-106-T-PL-100B.  
4) PARA LOS SOPORTES TIPO GUÍA CON GAP, EL VALOR DEL GAP EN mm ESTÁ INDICADO EN LA TABLA ENTRE PARENTESIS.

PROYECTO:	DESARROLLO DE INGENIERÍA DE DETALLE Y ELABORACIÓN DE ESPECIFICACIONES PARA ADQUISICIÓN E INSTALACIÓN DE UNA ELECTROBOMBA PARA ASFALTO 60/70 PEN		
TÍTULO:	S		

## **PLANO 9**

TEC6-PR-18-100-136-005 - SOPORTES PARA TUBERIAS



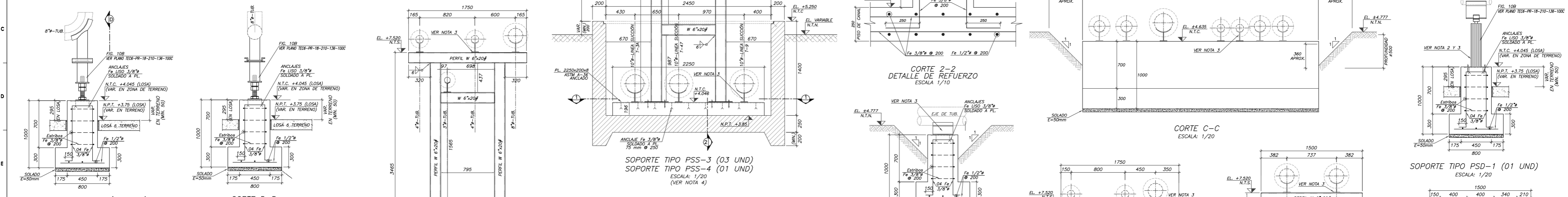


SOPORTE TIPO PSS-1 (02 UND)  
SOPORTE TIPO PSS-1A (02 UND)  
ESCALA: 1/10

SOPORTE TIPO PSS-2 (07 UND)  
SOPORTE TIPO PSS-2A (04 UND)  
SOPORTE TIPO PSS-2B (06 UND)  
ESCALA: 1/10

SOPORTE TIPO PSS-3 (03 UND)  
SOPORTE TIPO PSS-4 (01 UND)  
(VER NOTA 4)  
ESCALA: 1/20

SOPORTE TIPO PSS-5 (03 UND)  
SOPORTE TIPO PSS-5A (01 UND)  
ESCALA: 1/20  
(VER NOTA 4)



SOPORTE TIPO PSD-1 (01 UND)  
ESCALA: 1/20

SOPORTE TIPO PSD-1A (01 UND)  
ESCALA: 1/20

SOPORTE TIPO PSD-2 (01 UND)  
ESCALA: 1/20

SOPORTE TIPO PSD-2A (01 UND)  
ESCALA: 1/20

SOPORTE TIPO PSD-2B (01 UND)  
ESCALA: 1/20

SOPORTE TIPO PSD-2C (01 UND)  
ESCALA: 1/20

SOPORTE TIPO PSD-2E (01 UND)  
ESCALA: 1/20

SOPORTE TIPO PSD-3 (01 UND)  
ESCALA: 1/20

SOPORTE TIPO PSD-4 (02 UND)  
ESCALA: 1/20

SOPORTE TIPO PSD-4A (01 UND)  
ESCALA: 1/20

SOPORTE TIPO PSD-4B (01 UND)  
ESCALA: 1/20

SOPORTE TIPO PSD-4C (01 UND)  
ESCALA: 1/20

SOPORTE TIPO PSD-4D (01 UND)  
ESCALA: 1/20

SOPORTE TIPO PSD-4E (02 UND)  
ESCALA: 1/20

SOPORTE TIPO PSD-4F (01 UND)  
ESCALA: 1/20

SOPORTE TIPO PSD-4G (01 UND)  
ESCALA: 1/20

SOPORTE TIPO PSD-4H (01 UND)  
ESCALA: 1/20

SOPORTE TIPO PSD-4I (01 UND)  
ESCALA: 1/20

SOPORTE TIPO PSD-4J (01 UND)  
ESCALA: 1/20

SOPORTE TIPO PSD-4K (01 UND)  
ESCALA: 1/20

SOPORTE TIPO PSD-4L (01 UND)  
ESCALA: 1/20

SOPORTE TIPO PSD-4M (01 UND)  
ESCALA: 1/20

SOPORTE TIPO PSD-4N (01 UND)  
ESCALA: 1/20

SOPORTE TIPO PSD-4O (01 UND)  
ESCALA: 1/20

SOPORTE TIPO PSD-4P (01 UND)  
ESCALA: 1/20

SOPORTE TIPO PSD-4Q (01 UND)  
ESCALA: 1/20

SOPORTE TIPO PSD-4R (01 UND)  
ESCALA: 1/20

SOPORTE TIPO PSD-4S (01 UND)  
ESCALA: 1/20

SOPORTE TIPO PSD-4T (01 UND)  
ESCALA: 1/20

SOPORTE TIPO PSD-4U (01 UND)  
ESCALA: 1/20

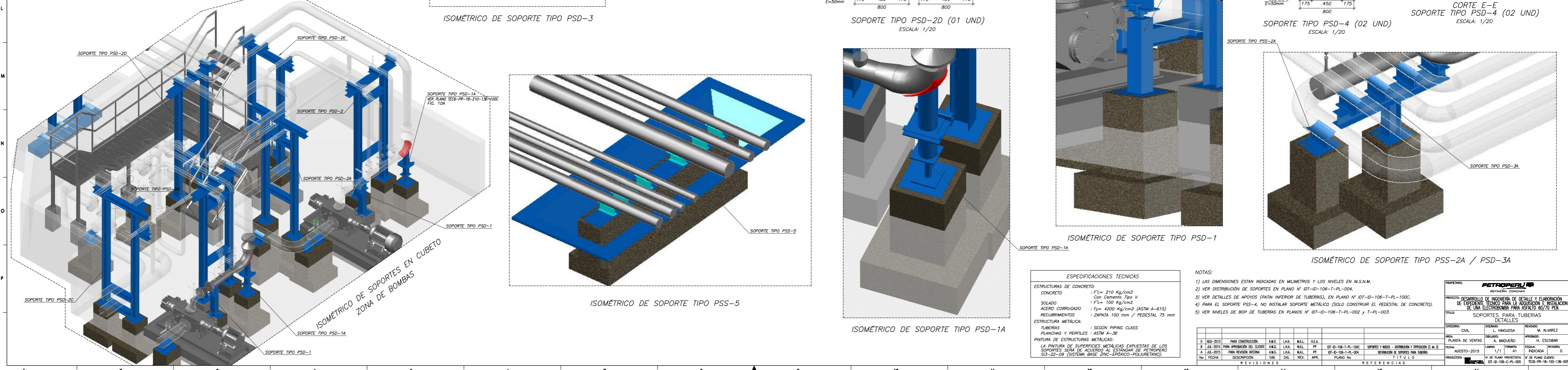
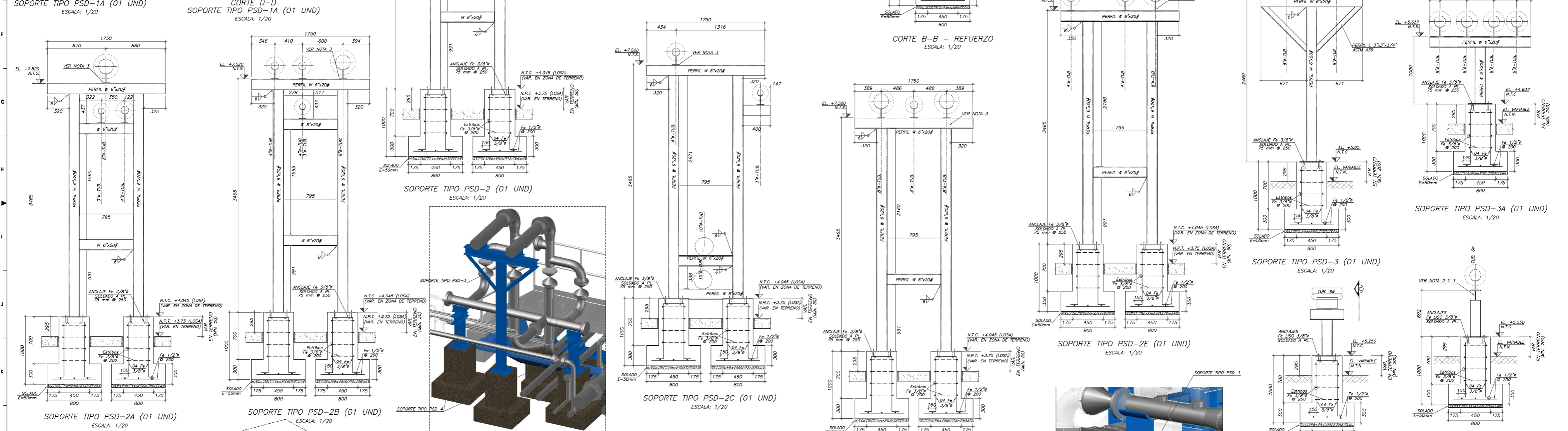
SOPORTE TIPO PSD-4V (01 UND)  
ESCALA: 1/20

SOPORTE TIPO PSD-4W (01 UND)  
ESCALA: 1/20

SOPORTE TIPO PSD-4X (01 UND)  
ESCALA: 1/20

SOPORTE TIPO PSD-4Y (01 UND)  
ESCALA: 1/20

SOPORTE TIPO PSD-4Z (01 UND)  
ESCALA: 1/20



**ESPECIFICACIONES TECNICAS**

ESTRUCTURAS DE CONCRETO:  
CONCRETO : F<sub>ck</sub> = 210 Kg/cm<sup>2</sup>  
                  : Con Cemento Tipo V  
                  : F<sub>cm</sub> = 100 Kg/cm<sup>2</sup>

SOLDADO  
ACERO CORrugADO : F<sub>y</sub> = 4200 Kg/cm<sup>2</sup> (ASTM A-615)  
RELUZAMIENTO : ZAPATA 100 mm / PIEDRAL 75 mm

ESTRUCTURA METALICA:  
TUBERIAS : SEGUN PIPING CLASS  
PLANCHAS Y PERFILES : ASTM A-36  
PINTURA DE ESTRUCTURAS METALICAS:  
LA PINTURA DE SUPERFICIES METALICAS EXPUESTAS DE LOS SOPORTES TIPO DE ACUERDO AL ESQUEMA DE PINTADO S3-22-09 (SISTEMA BASE ZINC-POLYURETANO)

**NOTAS:**

1) LAS DIMENSIONES ESTAN INDICADAS EN MILIMETROS Y LOS INVELES EN M.S.N.M.

2) VER DISTRIBUCION DE SOPORTES EN PLANO N° 01-0-106-T-PL-004.

3) VER DETALLES DE APOYOS (TAMIN INTERIOR DE TUBERIAS), EN PLANO N° 01-0-106-T-PL-100C.

4) PARA EL SOPORTE PSS-4, NO INSTALAR SOPORTE METALICO (SINO CONSTRUIR EL PIEDRAL DE CONCRETO).

5) VER INVELES DE BOP DE TUBERIAS EN PLANOS N° 01-0-106-T-PL-002 Y T-PL-003.

**PROYECTO:** PETROPERU  
REFINERIA COMERCIAL

**FECHA:** 01-0-106-T-PL-004

**REVISIONES:**

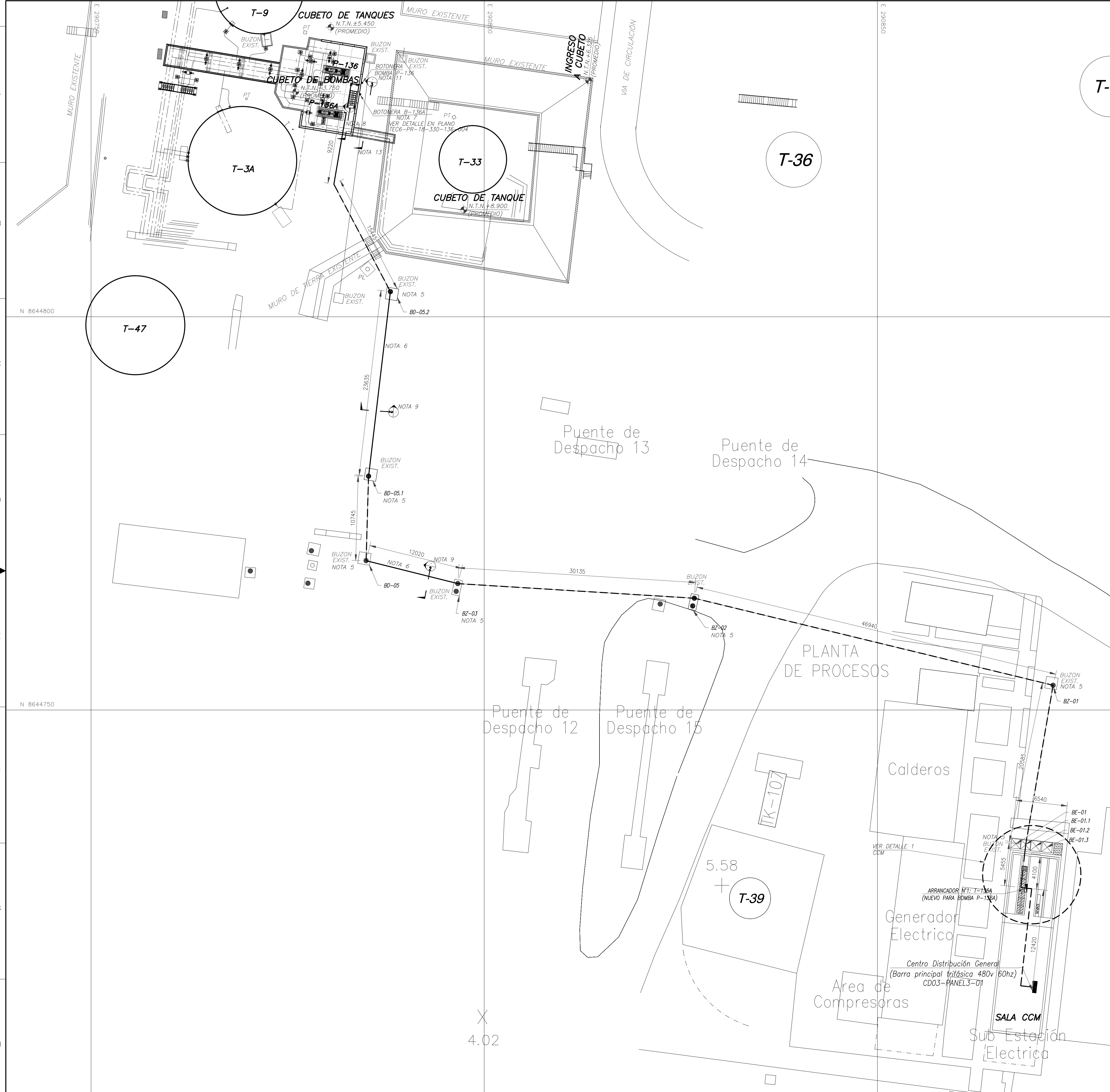
NO.	FECHA	DESCRIPCION	ELABORADO	REVISADO	APROBADO
1	01-0-106-T-PL-004	PROYECTO	A. MALCEROS	M. ESCOBAR	M. ALVAREZ
2	01-0-106-T-PL-004	REVISION	A. MALCEROS	M. ESCOBAR	M. ALVAREZ
3	01-0-106-T-PL-004	REVISION	A. MALCEROS	M. ESCOBAR	M. ALVAREZ

**REFERENCIAS:**

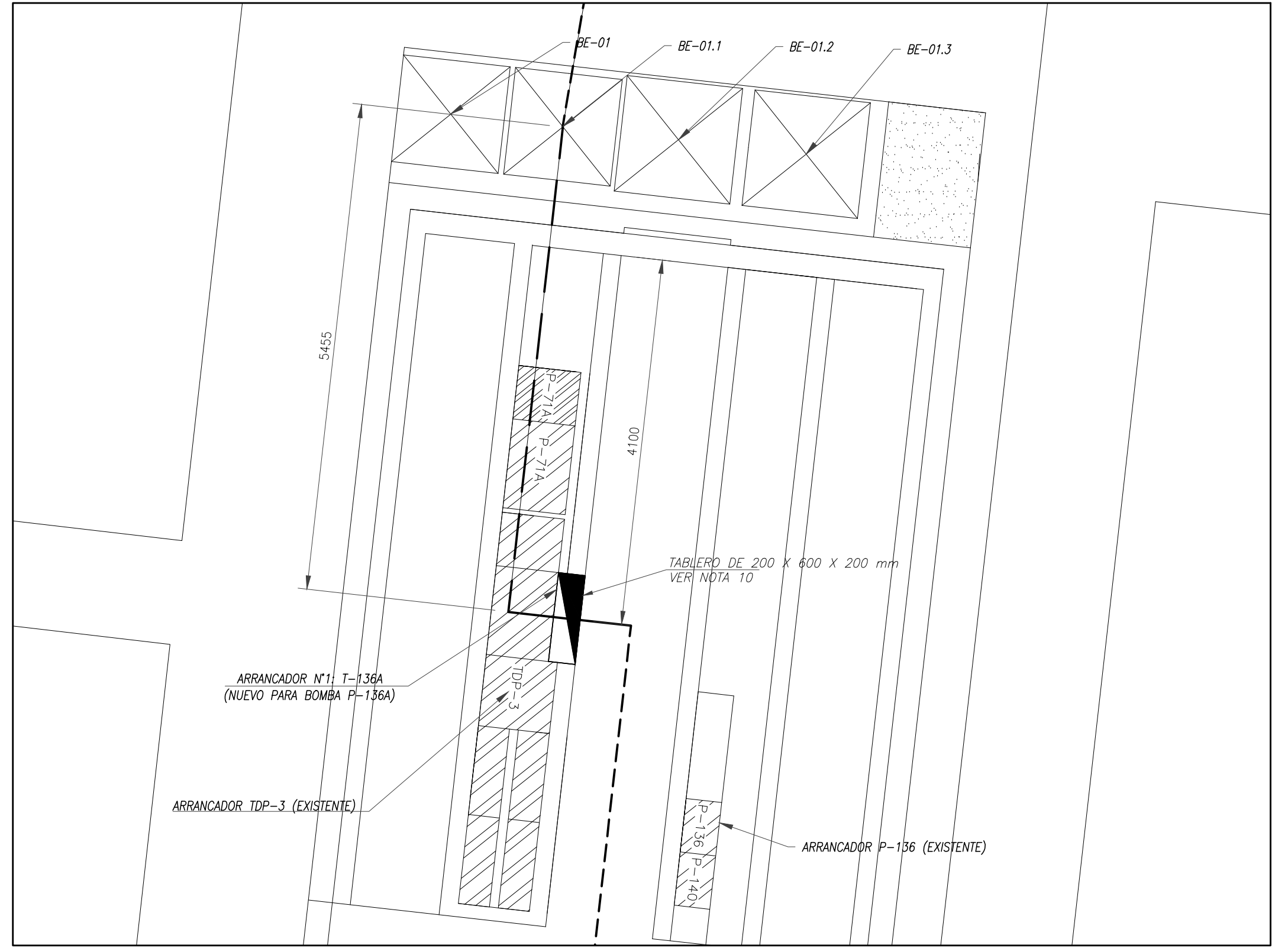
01-0-106-T-PL-004

## **PLANO 10**

TEC6-PR-18-300-136-002 – RECORRIDO DE PRODUCTOS Y  
BUZONES ELECTRICOS



PLANTA - RECORRIDO DE DUCTOS Y BUZONES ELÉCTRICOS  
1/250



DETALLE 1 - CENTRO DE CONTROL DE MOTORES (TABLERO DE ARRANCADOR PARA BOMBA P-136A)  
1/50

NOTAS:

1. LAS DIMENSIONES ESTAN EN MILIMETROS Y LOS NIVELES EN M.S.N.M.
2. TODO LO REPRESENTADO EN TENUE CORRESPONDE A LAS INSTALACIONES EXISTENTES Y LO ACENTUADO A INSTALACIONES PROYECTADAS.
3. LAS BUZONES POR DONDE SE LLEVARÁ LOS CABLES DE ALIMENTACIÓN DE LA BOMBA P-136A SON EXISTENTES.
4. RUTEO DE DUCTOS PARA CABLES ELÉCTRICOS (DESDE CDO3 PANEL3-01 A BOMBA P-136A).
5. LOS DETALLES DE BUZONES EXISTENTES BZ-01, BZ-02, BZ-03, BD-05, BD-05.1 Y BD-05.2, SE MUESTRAN EN EL PLANO TEC6-PR-18-340-136-003.
6. LOS DUCTOS NUEVOS A CONSTRUIR SERÁN: DE BZ-03 A BD-05 DE BD-05.1 A BD-05.2 ACOMETIDA DE BOMBA P-136A Y SALIDA DE CUBETO DE BOMBAS. ACOMETIDA DE BOTONERAS DE BOMBAS P-136A Y P-136.
7. EL DETALLE DE INSTALACIÓN DE LA BOTONERA SE MUESTRA EN EL PLANO TEC6-PR-18-330-136-004. SE UTILIZA LOS MISMOS DUCTOS PARA LLEVAR EL CABLE DE CONTROL AL CAMBIAR DE UBICACIÓN LA BOTONERA, SE INSTALA Y REEMPLAZA CON UN NUEVO CABLE DE CONTROL, Y SE INTERCONECTA AL SISTEMA DE DUCTOS USADO ANTERIORMENTE.
8. EL CORTE 1 SE MUESTRA EN EL PLANO TEC6-PR-18-330-136-004. SE MUESTRA EL DETALLE DE LA ACOMETIDA A LA BOMBA P-136A.
9. EL CORTE 2 SE MUESTRA EN EL PLANO TEC6-PR-18-340-136-003. SE MUESTRA EL DETALLE DE DUCTOS NUEVOS A INSTALAR.
10. EL EQUIPAMIENTO PROPUUESTO PARA EL TABLERO DEL ARRANCADOR VIENE EN FABRICA Y SERÁ INSTALADO JUNTO CON LA BOMBA P-136A. CONFIRMAR POR PETROPERU PROPUESTA DE PROVEEDOR.
11. LA BOTONERA DE LA BOMBA P-136 ES EXISTENTE Y SERÁ REUBICADO DEBIDO AL NUEVO CUBETO DE BOMBAS. EN LA INSTALACIÓN E REUBICACIÓN DE LA BOTONERA, EL RECORRIDO DE CABLES POR DUCTOS EXISTENTES NO CAMBIA.
12. LA BOTONERA DE CONTROL UBICADA EN LA ISLA DE DESPACHO 13 MANTENDRÁ SU FUNCIONAMIENTO. SE CONECTARÁ NUEVAMENTE EL CABLE DE CONTROL AL NUEVO ARRANCADOR DE LA BOMBA P-136A, ESTO SERÁ APLICADO EN EL CCM.
13. EL CORTE 3 SE MUESTRA EN EL PLANO TEC6-PR-18-330-136-004. SE MUESTRA EL DETALLE DE UBICACIÓN DE BOTONERAS.

LEYENDA

ABREVIATURAS
N.P.T. : NIVEL PISO TERMINADO
DUCTO NUEVO
DUCTO EXISTENTE

REVISIONES		REFERENCIAS						
No	FECHA	DESCRIPCIÓN	DIB.	DIS.	REV.	APR.	PLANO No	TITULO
0	AGO-2015	PARA CONSTRUCCIÓN	M.R.M.	D.D.B.	M.A.L.	H.E.A.	TEC6-PR-18-340-136-003	DETALLES DE BUZONES ELÉCTRICOS
1	JUL-2015	PARA APROBACIÓN	M.R.M.	D.D.B.	M.A.L.	H.E.A.	TEC6-PR-18-330-136-001	DIAGRAMA UNIFILAR GENERAL
2	JUN-2015	PARA REVISIÓN INTERNA	M.R.M.	D.D.B.	M.A.L.	L.H.A.	TEC6-IN-18-300-233-001	TENIDO DE CABLES EN BUZONES EXISTENTES (REF. ING. 9830)

PROYECTISTA: **PETROPERU**  
REFINERÍA CONCHÁN

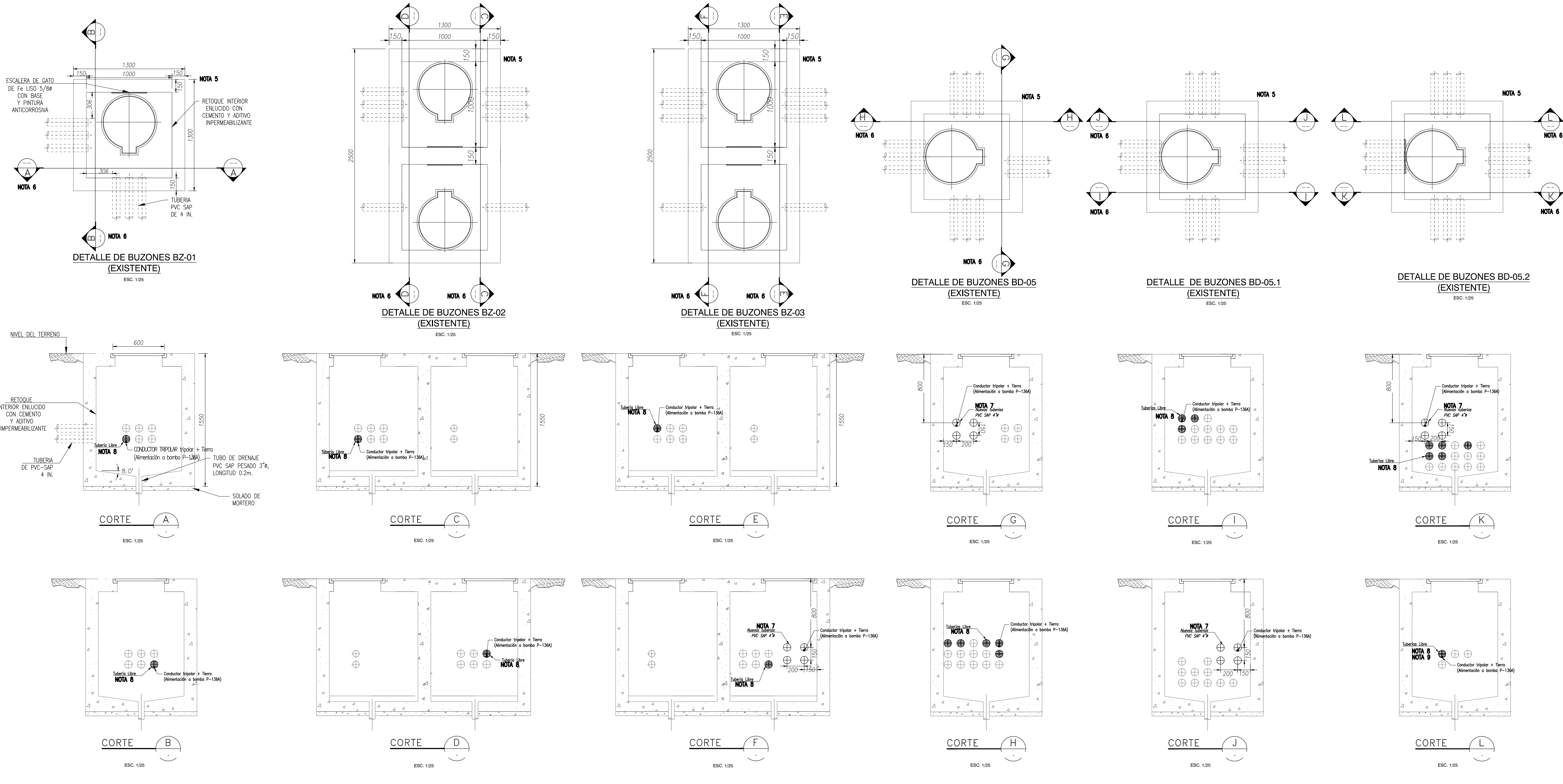
PROYECTO: DESARROLLO DE INGENIERÍA DE DETALLE Y ELABORACIÓN DE EXPEDIENTE TÉCNICO PARA LA ADQUISICIÓN E INSTALACIÓN DE UNA ELECTROBOMBA PARA ASFALTO 60/70 PEN

TÍTULO: RECORRIDO DE DUCTOS Y BUZONES ELÉCTRICOS

CATEGORÍA: ELÉCTRICA	DISEÑADO: D. DÁVILA	REVISADO: M. ALVAREZ
ÁREA: PLANTA DE VENTAS	DIBUJADO: M. RODRIGUEZ	APROBADO: H. ESCOBAR
FECHA: AGOSTO-2015	ESCALA: 1/1	INDICADA: 0
PROYECTISTA: [Logo]	Nº DE PLANO PROYECTISTA: HT-18-106-E-PL-002	Nº DE PLANO CLIENTE: TEC6-PR-18-300-136-002

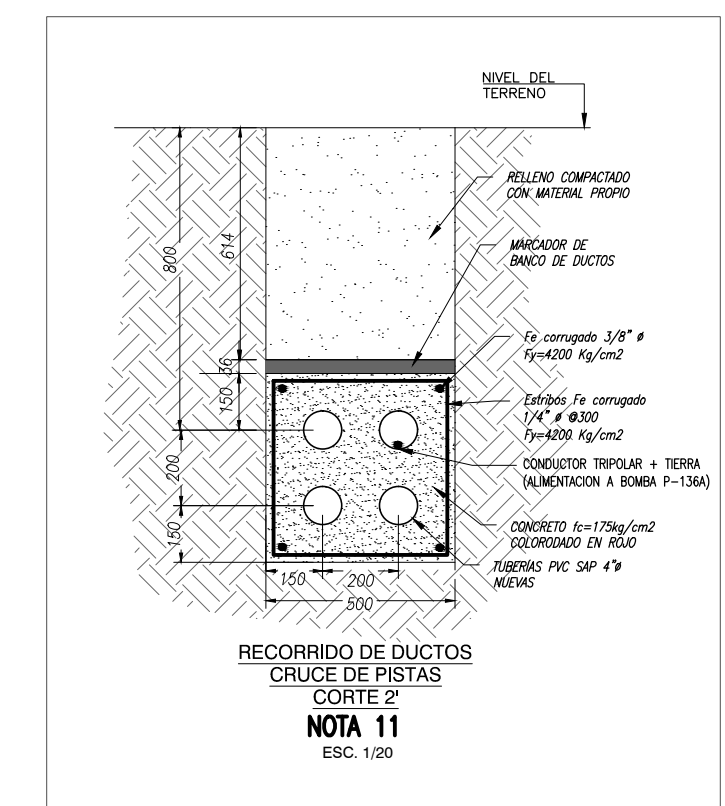
## **PLANO 11**

TEC6-PR-18-340-136-003 – DETALLES DE BUZONES ELECTRICOS Y  
DUCTOS SUBTERRANEOS



NOTAS:

1. LAS MEDIDAS ESTÁN EN MILIMETROS.
2. MEDIDAS BASADAS EN CÓDIGO NACIONAL DE ELECTRICIDAD-UTILIZACIÓN.
3. DESPUÉS DE SER INSTALADOS LOS CABLES SE RECOMIENDA SELLAR LOS INGRESOS Y SALIDAS DE LAS TUBERÍAS CON PASTA SELLADORA CORTA FUEGO FIRE BARRIER 3M COD. 42325 CP25WB+.
4. EL RECORRIDO DE CABLES POR LOS BUZONES SE MUESTRAN EN EL PLANO : TEC6-PR-18-320-136-001.
5. TODOS LOS BUZONES SON EXISTENTES, Y SUS DIMENSIONES SE MUESTRAN EN EL PLANO DE REFERENCIA OC-10-02-300-XXXX-002 - DETALLES DE BUZONES (LO CUAL FUE ENTREGADO POR PETROPERÚ).
6. LOS CORTE QUE APARECEN EN LOS BUZONES, NOS MUESTRAN LAS TUBERÍAS POR DONDE PASARÁ LOS CABLES DE ALIMENTACIÓN DE LA BOMBA P-136A, LO CUAL PODRÍA USARSE TUBERÍAS EXISTENTES O NUEVAS.
7. LA UBICACIÓN PROPUESTA PARA LAS NUEVAS TUBERÍAS PVC SAP 4" SON REFERENCIALES. LA UBICACIÓN FINAL SERÁ VERIFICADA EN LA CONSTRUCCIÓN (POR PETROPERÚ), PERMITIRÁ LLEVAR LA ALIMENTACIÓN A LA BOMBA P-136A.
8. LAS TUBERÍAS LIBRES QUE SON SEÑALADOS EN LOS BUZONES, FUERON VERIFICADOS EN LA VISITA A PETROPERÚ DEL DÍA MARTES 16 DE JUNIO DEL 2015; Y SU UBICACIÓN CON RESPECTO A LOS DUCTOS EXISTENTES FUE VERIFICADO AL ABRIR LAS TAPAS DE LOS BUZONES EXISTENTES. LAS DIMENSIONES SON REFERENCIALES.
9. LOS CABLES QUE PASAN POR EL DUCTO, REFERIDOS A LA ALIMENTACIÓN DE LA BOMBA P-137 EXISTENTE Y A LA BOTONERA DE CONTROL SERÁN REEMPLAZADOS POR NUEVOS CABLES DEBIDO A LA ADQUISICIÓN E INSTALACIÓN DE LA NUEVA BOMBA P-136A.
10. LAS TUBERÍAS EXISTENTES FUERON VERIFICADOS EN LA VISITA A PETROPERÚ. LAS DIMENSIONES SON REFERENCIALES.
11. EL CORTE 2 VIENE DEL PLANO : TEC6-PR-18-300-136-002, DONDE SE MUESTRA LOS DUCTOS NUEVOS A INSTALAR. SE INSTALARÁN 4 TUBERÍAS PVC SAP 4", LO CUAL SE DEBERÁ REALIZAR TRABAJOS EN LA INSTALACIÓN DE LAS TUBERÍAS. LAS DIMENSIONES SERÁN VERIFICADAS EN CAMPO (POR PETROPERÚ), DEBIDO A POSIBLES INSTALACIONES QUE INTERFERIRAN EN EL RECORRIDO.



PROYECTAR: PETROPERÚ		REVISADO: M. ALVAREZ	
PROYECTO: DESARROLLO DE INGENIERIA DE DETALLE Y ELABORACIÓN DE EXPEDIENTE TECNICO PARA LA ADQUISICIÓN E INSTALACIÓN DE UNA ELECTROBOMBA PARA ASFALTO 60/70 PEN			
TÍTULO: DETALLES DE BUZONES ELÉCTRICOS Y DUCTOS SUBTERRÁNEOS			
CATEGORÍA: ELÉCTRICA	DISEÑADO: D. DAVILA	REVISADO: M. ALVAREZ	
ÁREA: PLANTA DE VENTAS	DIBUJADO: M. RODRIGUEZ	APROBADO: H. ESCOBAR	
FECHA: AGOSTO-2015	LÁMINA: 1/1	FORMATO: A1	ESCALA: INDICADA
No	FECHA	DESCRIPCIÓN	REVISIÓN
PROYECTISTA: [Logo]			
N° DE PLANO PROYECTISTA: HT-ID-106-E-PL-003		N° DE PLANO CLIENTE: TEC6-PR-18-340-136-003	

REVISIONES	REFERENCIAS
0	AGO-2015 PARA CONSTRUCCIÓN
B	JUL-2015 PARA APROBACIÓN DEL CLIENTE
A	JUN-2015 PARA REVISIÓN INTERNA
No	FECHA DESCRIPCIÓN