



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**



**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA  
INGENIERÍA QUÍMICA**



**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA PARA LA ADMINISTRACIÓN DE  
LA INTEGRIDAD MECÁNICA EN LÍNEAS Y EQUIPOS DE PROCESO DE  
UNA TERMINAL MARÍTIMA Y PORTUARIA CON BASE AL MANEJO Y  
DISTRIBUCIÓN DE HIDROCARBUROS**



**T E S I S**



**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO QUÍMICO**



**PRESENTA:**

**IVAN EDUARDO MARTÍNEZ MIRANDA**



MÉXICO, DISTRITO FEDERAL, 2012



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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



## **\*JURADO\***



★**PRESIDENTE:** I.Q. FRANCISCO JAVIER MANDUJANO ORTIZ

★**VOCAL:** DR. M. JAVIER CRUZ GÓMEZ

★**SECRETARIO:** DR. ROBERTO MENDOZA SERNA

★**SUPLENTE:** DR. NÉSTOR NOÉ LÓPEZ CASTILLO

★**SUPLENTE:** I.Q. MARINA CABALLERO DÍAZ

LUGAR O LUGARES DONDE SE DESARROLLO EL TEMA:

☀Laboratorio 212 Facultad de Química, Torre de ingeniería UNAM.

**ASESOR**

**DR. M. JAVIER CRUZ GÓMEZ**

**SUPERVISOR TÉCNICO**

**I.Q. RAFAEL LUGO HERNÁNDEZ**

**SUSTENTANTE**

**IVAN EDUARDO MARTÍNEZ MIRANDA**

# ÍNDICE

	<b>Página</b>
• Introducción	8
• Problemática	9
• Objetivos	10

## **Capítulo 1. Marco teórico**

• Seguridad industrial	12
• Integridad mecánica	17
• Tuberías industriales	20
• Tanques de almacenamiento	28
• Inspección en tuberías y equipos de proceso	
I. Inspección de tubería	35
II. Inspección de tornillería	40
III. Inspección de niplería	42

## **Capítulo II. Trabajo en campo**

• SIMECELE	45
• Proceso de implementación del Sistema de Medición y Control de Espesores en Líneas y Equipos (SIMECELE).	48
• Terminal Marítima y Portuaria	63
• Descripción de operación de una Terminal Marítima y Portuaria	65

## **Capítulo III. Resultados**

• Censo de circuitos de la Terminal Marítima y Portuaria.	
I. Antiguo censo de circuitos	70
II. Circuitos de líneas	71
III. Circuitos de equipos (tanques de almacenamiento)	73
• Censo de unidades de control de la Terminal Marítima y Portuaria.	
I. Censo de unidades de control de líneas	77
II. Unidades de control analizadas y capturadas en el software SIMECELE	88
III. Análisis de la medición de espesores	96

## **Capítulo IV. Conclusiones**

- I. Conclusiones generales del proceso de implementación del software (SIMECELE) en la Terminal Marítima y Portuaria. 101

**Recomendaciones** 104

**Bibliografía** 105

**Glosario**

**Anexos**

- I. Diagramas de identificación de unidades de control DTI's de la Terminal Marítima y Portuaria.
- II. Diagramas de inspección técnica de equipos (tanque de almacenamiento).
- III. Figuras de la representación de los puntos de calibración de espesores en líneas.
- IV. Figuras de la representación de los puntos de calibración de espesores en la niplería.

# ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Página</b>
• Figura 1: Líneas y equipos de proceso en una instalación industrial.	8
• Figura 2: Planta industrial.	9
• Figura 3: Industria Química.	16
• Figura 4: Integridad mecánica en mantenimiento.	18
• Figura 5: Cabezal de tuberías, ejemplo de tuberías de sección circular.	21
• Figura 6: Efectos de la corrosión en las tuberías de proceso de una Terminal Marítima.	23
• Figura 7: Efectos de la corrosión en las tuberías marinas, ocasionadas por la salinidad del mar.	23
• Figura 8: Visualización de las conexiones en campo de las tuberías de proceso (bridas, codos, tuercas unión, coples, etc.).	25
• Figura 9: Tanques de almacenamiento.	28
• Figura 10: Vista aérea de un Complejo petroquímico.	29
• Figura 11: Líneas de proceso de una instalación industrial.	30
• Figura 12: Krautkramer DMS2 ® medidor ultrasónico.	36
• Figura 13: Ejemplo de tuberías con tornillería desgastada y en buen estado vistas en campo.	41
• Figura 14: Muestra los puntos de calibración de los diferentes arreglos básicos de niplería para su inspección preventiva de espesores.	43
• Figura 15: Software SIMECELE.	45
• Figura 16: Pagina de bienvenida del software SIMECELE.	46
• Figura 17: Vista del módulo de captura y edición.	47
• Figura 18: Diagrama simplificado de los 9 pasos de la implementación en campo del software SIMECELE.	48
• Figura 19: Ejemplo de unidades de control identificadas en un DTI.	51
• Figura 20: Ejemplo de un isométrico de línea de proceso terminado y listo para ser cargado al software SIMECELE.	53
• Figura 21: Ejemplo de un dibujo de equipo de proceso terminado y listo para ser cargado al software SIMECELE.	54
	5

• Figura 22: Esquematación de las diferentes etapas del proceso de implementación del software SIMECELE.	55
• Figura 23: Alta de una unidad de control.	56
• Figura 24: Ubicación de una unidad de control.	56
• Figura 25: Datos generales de la unidad de control.	57
• Figura 26: Especificación de materiales.	57
• Figura 27: Rangos de operación y de servicio.	58
• Figura 28: Características de la unidad de control.	58
• Figura 29, 30, 31, 32, 33: Pasos consecuentes de la captura de una unidad de control de líneas.	59
• Figura 34, 35, 36, 37: Pasos consecuentes de la captura de una unidad de control de equipos.	60
• Figura 38: Detalles de la calibración.	61
• Figura 39: Detalles de la calibración 2.	61
• Figura 40: Terminal de Operaciones Marítimas y Portuaria.	63
• Figura 41: Puertos y estaciones marítimas de México.	64
• Figura 42: Vista frontal de un buquetanque.	66
• Figura 43: Brazo de carga marino.	66
• Figura 44: Porcentajes de avance en la implementación del software SIMECELE en la Terminal Marítima y Portuaria.	95
• Figura 45: Gráfica generada por el sistema SIMECELE de la unidad de control UC-TM-001.	96
• Figura 46: Gráfico generado por el software SIMECELE de la unidad de control UC-TM-034.	97
• Figura 47: Gráfico generado por el software SIMECELE de la unidad de control UC-TM-030.	98

# ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Página</b>
• TABLA 1: Intervalos de inspección en tuberías.	31
• TABLA 2: Criterios generales de inspección en tornillería.	40
• TABLA 3: Lista de circuitos antiguamente manejados en la Terminal Marítima.	70
• TABLA 4: Nuevo censo de circuitos de la Terminal Marítima y Portuaria.	71
• TABLA 5: Censo de circuitos de tanques de almacenamiento en la Terminal Marítima.	73
• TABLA 6: Censo de unidades de control.	77
• TABLA 7: Especificación de materiales.	87
• TABLA 8: Unidades de control analizadas por el software SIMECELE.	88
• TABLA 9: Unidades de control de equipos analizados por el software SIMECELE.	91

---

## INTRODUCCIÓN

---

El software SIMECELE (Sistema Integral de Medición y Control de Espesores en Líneas y Equipos) es un sistema que aprovecha las nuevas tecnologías con el objetivo de mejorar la administración y tener un correcto control de la información en actividades relacionadas con la integridad mecánica y la inspección preventiva de espesores en tuberías, equipos y/o recipientes que manejen o transporten hidrocarburos, productos químicos o petroquímicos, sustancias tóxicas o agresivas, en instalaciones industriales que así lo dispongan, un ejemplo concreto de estos se puede observar en la (figura 1).

El software SIMECELE como tal, consiste en una serie de módulos para la creación y consulta de información relacionada con el trabajo de inspección técnica. También se capturan datos de medición de espesores obtenidos directamente en campo a través de un medidor ultrasónico de espesores, facilitando la identificación de los puntos que se están midiendo, así como el análisis de la inspección actual, con respecto a su historial de calibración de la zona de tubería, equipo o recipiente analizado, obteniendo con esto los puntos críticos, no críticos, la generación de fechas de próxima calibración, así como los posibles emplazamientos.<sup>1</sup>

El proceso de implementación de este sistema integral de medición y control de espesores en los centros de trabajo, se refleja en la mejora de sus prácticas de la administración de información y la inspección preventiva de espesores, como lo son:

- ☀ Información disponible del proceso que se trabaje, a través de las tecnologías de la información, tales como redes electrónicas (intranet) manejadas en cada centro de trabajo.
- ☀ Información actualizada y disponible de los expedientes de inspección técnica de líneas y equipos de proceso.
- ☀ Actualización rápida y sencilla de los diagramas para inspección técnica de espesores (isométricos) así como la correcta localización de unidades de control en los diagramas de tubería e instrumentación (DTI's) con los que cuentan cada centro de trabajo.
- ☀ Un correcto control y una buena administración en la inspección.



*Figura 1: Líneas y equipos de proceso en una instalación industrial.*

---

## PROBLEMÁTICA

---

Una problemática creciente en las instalaciones industriales (figura 2), en donde se realizan procesos químicos, como lo son las refinerías, plantas de proceso, terminales de distribución de hidrocarburos, es el no contar con una administración adecuada de sus actividades periódicas de seguridad (medición de espesores) y a la incorrecta aplicación de la normatividad con base a la integridad mecánica de líneas y equipos de proceso. En las líneas de proceso de una planta química se requiere de un correcto análisis de espesores y un manejo detallado de su información, ya que los fluidos que pasan a través de las tuberías de las refinerías o de otros centros de trabajo como el caso de las “Terminales de Operaciones Marítimas y Portuarias” son, en general, sustancias abrasivas y/o dañinas, las cuales en algunos casos se manejan en condiciones de operación críticas y por lo mismo, con el tiempo van desgastando los materiales por los que pasan, por esta razón es de suma importancia contar con un sistema de medición de espesores de tuberías y equipos, que tenga un control de las inspecciones de cada zona de la planta (secciones de tubería o equipo) donde se transporten y/o almacenen estas sustancias, ayudando a la prevención, disminución de accidentes ocasionados por bajos espesores, así como en la programación de mantenimientos oportunos, todo esto con base en la correcta aplicación de las normas de integridad mecánica.

## HIPÓTESIS

Con la implementación del software SIMECELE, se podrán disminuir peligros potenciales ocasionados por bajos espesores en el transporte y manejo de sustancias dañinas, riesgos que podrán ser previsibles con una correcta administración en la medición de espesores de las líneas y los equipos, ayudando a la seguridad en la Terminal Marítima.



*Figura 2: Planta industrial.*

---

## OBJETIVOS

---

☀ El objetivo general de este trabajo de tesis, es la implementación del software SIMECELE en una Terminal Marítima, el cual fue desarrollado con base en las normas de inspección técnica, para su correcta aplicación.

☀ Entre los objetivos particulares de la implementación del sistema en el centro de trabajo se tienen:

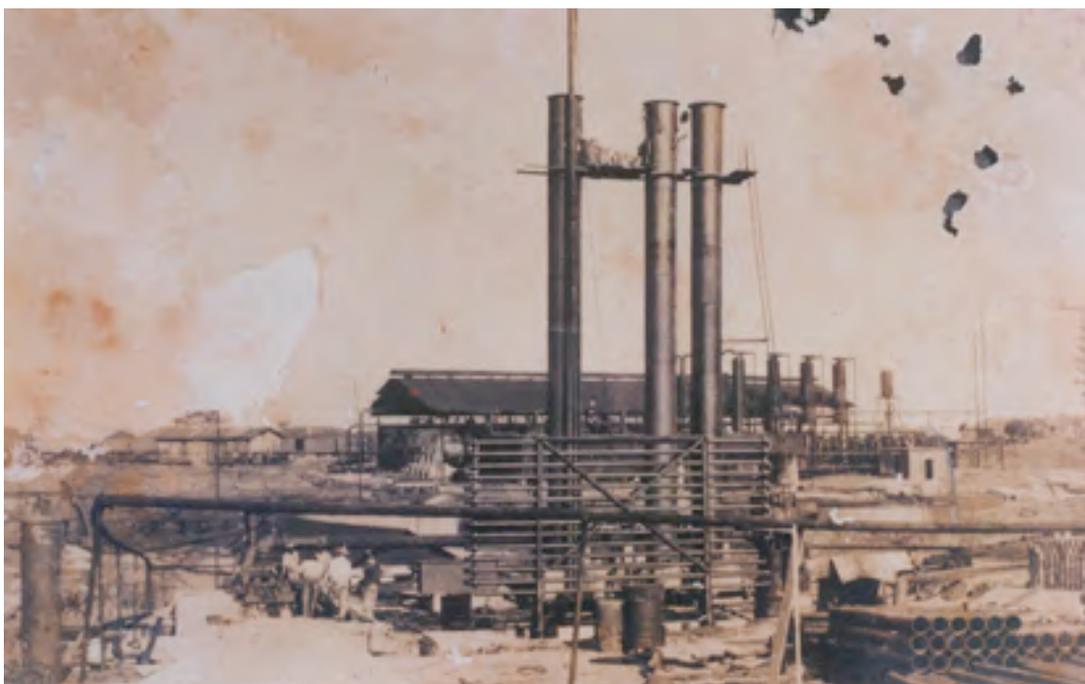
- I. La recopilación de información de la Terminal Marítima con base en el proceso manejado.
- II. Actualización de la información recopilada; realizando un nuevo censo de circuitos.
- III. Se identificarán en los DTI's de la terminal, los circuitos y sus correspondientes unidades de control.
- IV. Se verificarán en campo todas las unidades de control de los circuitos que fueron previamente identificadas en los (DTI's).
- V. Se actualizarán los diagramas para inspección técnica de espesores (isométricos), de las unidades de control que se trabajen.
- VI. Se cargarán al sistema SIMECELE las unidades de control de los circuitos correspondientes.
- VII. Se capturarán en el software los expedientes de inspección de las unidades de control trabajadas, para que éste los analice y posteriormente arroje resultados confiables de las mismas.
- VIII. Se dejará disponibles en la base de datos del sistema SIMECELE, todos los expedientes de inspección técnica con base en la medición de espesores de líneas y equipos de proceso con los que contaba la Terminal anteriormente.
- IX. Se utilizará el software SIMECELE, para conocer las unidades de control que requieran orden de emplazamientos, para su pronta revisión, inspección y mantenimiento por parte de la Terminal.

---

# CAPÍTULO I

## Marco Teórico

---



*La primera refinería experimental en Minatitlán de 1908.*

*Se empezaron a localizar pozos petroleros en la congregación de San Cristóbal de Minatitlán y se instaló una refinería experimental. En 1905, visita la región Porfirio Díaz y visita San Cristóbal. En 1906, se levantan en armas los popolucos encabezados por Hilario C. Salas, en contra de la dictadura y más porque la dueña de los terrenos de la sierra de Soteapan era Carmelita Romero Rubio, esposa del Presidente Díaz.*

*Hay una coincidencia: la refinería de Minatitlán empezó a funcionar el 18 de marzo de 1906; Lázaro Cárdenas, cuando expropia la industria petrolera fue un 18 de marzo de 1938.*

Las industrias químicas se caracterizan por tener pocos accidentes pero, cuando estos ocurren son de severidad elevada. Ello da lugar a que los aspectos de seguridad tengan gran importancia y sean considerados en las actividades de diseño, procura, construcción, operación y mantenimiento de las plantas pertenecientes a dichas industrias.

La secuencia de accidentes se puede dar por tres principales aspectos, los cuales son:

- ☀ Emisión: derrame (líquidos) o escape (gases y vapores) generalmente por pérdida de contención de los fluidos. Puede generar efectos tóxicos, incendios y/o explosiones según la naturaleza de las sustancias emitidas.
- ☀ Incendio: combustión de varias formas de los fluidos contenidos o emitidos generando radiación térmica dañina, cuando aquellos son inflamables.
- ☀ Explosión: anterior a la emisión o posterior al incendio, generando ondas de presión o de sobrepresión que son dañinas. La explosión puede también dar lugar a la propagación de proyectiles.

Tal conjunto de accidentes puede afectar a las personas, a los bienes y al medio ambiente tanto dentro como fuera de los límites de la planta en que tienen su origen, de los cuales destacan:

### **INCENDIOS**

#### **INCENDIO DE LÍQUIDO EN DISPOSICIÓN ABIERTA**

Se trata de un caso en el que el incendio se produce en una condición abierta (no presurizada).

- a) Líquido derramado en un área más o menos extensa.
- b) Recipiente abierto (sin techo) a presión atmosférica.

Las manifestaciones de este tipo de incendio suelen ser la emisión de calor radiante y la de humo.

#### **INCENDIO DE LÍQUIDO CON REBOSAMIENTOS VIOLENTOS**

Se presentan en los incendios de tanques para el almacenamiento donde la altura de líquido combustible es considerable. Los dos fenómenos que se consideran dan lugar a proyecciones o rebosamientos que pueden propagar el incendio y/o sus efectos dañinos. La combustión en la superficie del líquido genera calor que se transmite (por conducción y convección) hacia las capas inferiores del mismo.

## **INCENDIO DE GASES O VAPORES EN NUBE ABIERTA**

En el caso de inflamación inmediata de una nube de gases o vapores que se ha situado de forma rápida en espacio abierto. Sus efectos intrínsecos son:

- a) Radiación térmica y de corta duración originada en una llama voluminosa.
- b) Evolución hacia la forma de hongo por la ascensión de gases muy calientes y más ligeros que el aire.
- c) Sobre presión no significativa.

## **GASES O VAPORES EN FUGA LOCAL PRESURIZADA**

Cuando hay una fuga localizada de gases o vapores (inflamables) a presión (por ejemplo a través de perforaciones, bridas o puntos de intersección de soldaduras), esos se pueden incendiar dando lugar a un fuego semejante al del dardo de un soplete. Tal tipo de incendio tiene un peligro relativamente bajo en sí mismo pero si el dardo afecta al equipo colindante puede dar lugar a otros accidentes más graves. Ello determina que se deba evitar la cercanía de elementos propensos a fugas con respecto a otros para evitar tal efecto de propagación.

## **EXPLOSIONES**

Las explosiones son fenómenos caracterizados por el desarrollo de una presión (dentro de sistemas cerrados) o de una onda de sobrepresión (en espacios abiertos) que dan lugar a daños mecánicos.

Según su origen y naturaleza las explosiones pueden estar en el inicio de una fuga (con consecuencias tóxicas y/o incendiarias) o deberse a la evolución de una combustión auto acelerada hacia la detonación (propagación supersónica).

De acuerdo a los efectos, se pueden clasificar las explosiones de la manera siguiente:

- Iniciadoras de fugas.
- Como consecuencia de fugas.
- Como consecuencia de incendios.
- Como consecuencia de otras explosiones.

## EXPLOSIONES INICIADORAS DE FUGAS

Es la principal causa, que da lugar a una fuga iniciando así una cadena accidental que puede continuar con una emisión tóxica, incendio y otras explosiones, se pueden clasificar según se den en sistemas cerrados (CVCE= *confined vapour cloud explosion en términos anglosajones*) o en sistemas semiabiertos:

Las explosiones iniciadoras en sistemas cerrados se pueden dar por dos tipos:

1.- Por exceso de presión:

- a) Por causas del proceso: conexión indebida a equipos con presiones mayores, golpes de ariete, etc.
- b) Reacciones o descomposiciones exotérmicas descontroladas o indebidas.
- c) Por dilatación de una fase líquida única.

2.- Por debilitamiento de materiales debido a calor, frío o **corrosión**.

El peligro de explosión por exceso de presión significa que sobrepase la presión correspondiente a la resistencia mecánica de los sistemas contenedores (recipientes, tuberías, etc.) determinándose así la falla de contención o confinamiento que origina la fuga del líquido. Esta causa determina la criticidad del diseño de proceso y equipo para su prevención mediante:

- ☀Diseño de recipientes y tuberías: materiales, **espesores**, presiones y temperaturas de diseño.
- ☀Dispositivos para el alivio controlado de presiones excesivas.
- ☀Instrumentación protectora que controla las condiciones del proceso y de las reacciones incluyendo las paradas de emergencia y el apagado de reacciones, etc.
- ☀**Un correcto control en el análisis y medición de espesores en las tuberías y equipos de proceso.**

El debilitamiento de materiales debido al calor, al frío y a la corrosión se previenen mediante:

- ☀Protección contra el calor: calorifugado, refrigeración, etc.
- ☀Protección contra el frío: acompañamiento térmico, calefacción, etc.
- ☀**Protección contra la corrosión: materiales y sobre espesores para corrosión o revestimientos adecuados, protecciones eléctricas, inspecciones periódicas y un correcto control en el análisis de espesores.**

La apertura parcial de sistemas cerrados, pasándolos a la condición de semiabiertos, ocurre cuando se produce un orificio o una grieta, en algunos casos se produce entonces una fuga corriente de fluido a presión o una fuga controlada (recogida de un colector y enviada a su tratamiento o destrucción).

En el campo de la seguridad industrial generalmente se trata de analizar, prevenir y mitigar los efectos de:

**a) Accidentes químicos:**

- Emisiones o fugas: escapes (gases o vapores) y derrames (líquidos).
- Intoxicaciones.
- Corrosión en las tuberías de transporte y equipos de almacenamiento.
- Reacciones químicas violentas o descontroladas.

**b) Accidentes térmicos:**

- Incendios
- Quemaduras por conducción (contacto), convección o radiación.

**c) Accidentes mecánicos:**

- Explosiones: onda de sobrepresión y proyectiles.
- Caída de objetos.
- Golpes y caídas personales.

**d) Accidentes eléctricos:**

- Iniciadores de fuego y explosión.
- Electrocuci3n.<sup>2</sup>

Con base a esto, la **seguridad en la industria** se ocupa de dar lineamientos generales para el manejo de riesgos en la industria, ya que éstas incluyen una gran variedad de ellos, la industria química (figura 3), como tal, es la causante de cambiar la estructura química de los materiales naturales con el fin de obtener productos útiles para otras industrias o para la vida cotidiana, lo que la conlleva a tener rigurosos procedimientos de seguridad que juegan un papel fundamental en las economías modernas.

La **seguridad industrial** es entonces el grado ideal de compenetración del hombre, consigo mismo y con el medio ambiente, donde su salud, integridad física, y la satisfacción de todas sus necesidades, estén garantizadas por un margen de 100% de probabilidad.

La seguridad industrial es un área multidisciplinaria que se encarga de minimizar los riesgos en la industria. Parte del supuesto que toda actividad industrial tiene peligros inherentes que necesitan de una correcta gestión.

La seguridad industrial es una realidad compleja, que abarca desde problemática estrictamente técnica hasta diversos tipos de efectos humanos y sociales. A la vez, debe ser una disciplina de estudio en la que se han de formar los especialistas apropiados, aunque su naturaleza no corresponde a las asignaturas académicas clásicas, sino a un tipo de disciplina de corte profesional, aplicada y con interrelaciones legales muy significativas.<sup>2</sup>



*Figura 3: Industria Química.*

---

## INTEGRIDAD MECÁNICA

---

Dentro de las principales actividades que se llevan a cabo en una terminal marítima y portuaria, así como en cualquier otro centro de trabajo que manejan hidrocarburos, se encuentran el diseño, construcción, operación y mantenimiento de las instalaciones para extracción, recolección, procesamiento primario, almacenamiento, medición y transporte de hidrocarburos, así como la adquisición de materiales y equipos requeridos para cumplir con eficiencia los objetivos de la industria. En vista de esto, es necesaria la participación de las diversas disciplinas de la ingeniería, lo que involucra a los Ingenieros Químicos ya que son los que conocen a ciencia cierta el proceso industrial.

La integridad mecánica es con esto, una filosofía de trabajo que tiene por objeto garantizar que todo equipo de proceso sea diseñado, procurado, fabricado, construido, instalado, operado, inspeccionado, mantenido y/o reemplazado oportunamente para evitar fallas, accidentes o potenciales riesgos a personas, instalaciones y al ambiente. Basándose en los criterios, normas y regulaciones organizacionales, nacionales e internacionales como OSHA, ASME, ANSI, ISO, API, NACE, NOM, entre otras.<sup>3</sup>

La filosofía de integridad mecánica es aplicable en diferentes fases que van desde el diseño de los equipos hasta su desincorporación. La implementación de esta filosofía consiste en utilizar en cada fase toda la normativa y experiencia internacional que existe para asegurar la continuidad del proceso, la reducción de los impactos por fallas operacionales, los peligros y accidentes en planta. Es importante resaltar que las fases de operación y mantenimiento son desarrolladas en paralelo, es decir, mientras operas, inspeccionas y reparas. El liderazgo gerencial es considerado crucial en la implantación y el mantenimiento de un sistema de integridad mecánica.

La integridad mecánica consistirá en concreto en la evaluación del estado estructural de un elemento, basándose en la identificación del tipo y grado de severidad de los defectos presentes en él, a partir de los reportes de inspección y la información técnica del elemento analizado (líneas y equipos).

### INTEGRIDAD MECÁNICA EN LA CONSTRUCCIÓN

Se fundamenta en la implantación de un sistema de control de calidad que asegure cumplimiento de las condiciones exigidas por el diseño, adicionalmente se deben definir documentos que demuestren que todos los equipos sean diseñados y fabricados de acuerdo a los códigos, normas y prácticas recomendadas.

Deben definirse procedimientos de control de calidad y facilitar su implantación, para asegurar que los materiales cumplen las especificaciones cuando se reciben. Además de procedimientos de fabricación e inspección adecuados como lo son:

- ☼ Las bridas y demás accesorios de tuberías sean armados y ajustados adecuadamente.
- ☼ Los materiales de reemplazo y mantenimiento sean adecuadamente especificados, inspeccionados y almacenados.

## INTEGRIDAD MECÁNICA EN LA OPERACIÓN

Esta fase está fundamentada en el arranque y operación segura de los equipos. Requiere por parte del capital humano, capacitación y conocimientos del proceso, así como de los elementos de detección, aislamiento y mitigación con los que la planta o equipos cuentan.

- Revisión de seguridad previo al arranque.
- Capacitación del personal involucrado en el proceso y procedimientos operacionales.
- Respuestas a emergencias.
- Investigación de incidentes.
- Gerencia del cambio, debe estar establecido un procedimiento escrito que debe ser usado siempre que se agregan nuevas facilidades o se hacen cambios en algún proceso.

## INTEGRIDAD MECÁNICA EN MANTENIMIENTO

Está fundamentada en la fase de **diagnóstico y captura** de las condiciones de los equipos, ya que es la base de generación de información que alimenta la cadena de valor de mantenimiento.

Para ello es fundamental el establecimiento de la **filosofía de mantenimiento** de cada uno de los equipos, esta definición permitirá la generación de los planes de inspección y mantenimiento por equipo, asegurando de esta manera la continuidad del proceso, la reducción de los impactos por fallas operacionales, los peligros y accidentes en planta; logrando “el mínimo impacto total”.

Se debe definir un plan de inspección que incluya los siguientes elementos, los cuales se ilustran en la (figura 4):

- Identificación de equipos que necesitan mantenimiento.
- Responsabilidades para realizar las labores de mantenimiento.
- Establecimiento de las frecuencias y actividades de mantenimiento.
- Adiestramiento, calificación y certificación de personal.
- Establecimiento de bases de datos que aseguren la información referente al comportamiento histórico de los equipos.
- Evaluación de contratistas.



*Figura 4: Integridad mecánica en mantenimiento.*

## MANTENIMIENTO

El mantenimiento es una función que produce un bien real, que puede resumirse en la capacidad de producir con calidad, seguridad y rentabilidad.

Para nadie es un secreto la exigencia que plantea una economía globalizada, mercados competitivos y un entorno variable donde la rapidez de cambio sobrepasa en mucho la capacidad de respuesta. En este panorama se está inmerso y vale la pena considerar algunas posibilidades que siempre han estado, pero ahora cobran mayor relevancia.

Particularmente, la imperativa necesidad de redimensionar la industria implica para el mantenimiento, retos y oportunidades que merecen ser valorados.

Debido a que el ingreso siempre provino de la venta de un producto o servicio, ésta visión primaria llevó a la industria a centrar sus esfuerzos de mejora, y con ello los recursos, en la función de producción. El mantenimiento fue "un problema" que surgió al querer producir continuamente, de ahí que fue visto como un mal necesario, una función subordinada a la producción cuya finalidad era reparar desperfectos en forma rápida y barata.

Sin embargo, se sabe que la curva de mejoras incrementales después de un largo período es difícilmente sensible, a esto se une la filosofía de calidad total, y todas las tendencias que trajo consigo, que requiere la integración del compromiso y esfuerzo de todas sus unidades. Esta realidad ha volcado la atención sobre un área relegada: el mantenimiento.

La participación del mantenimiento en el éxito o fracaso de una industria incide en:

☀Costos de producción.

☀Calidad del producto servicio.

☀Capacidad operacional (aspecto relevante dado el dictamen entre competitividad y por citar sólo un ejemplo, el cumplimiento de plazos de entrega).

☀Capacidad de respuesta de la empresa como un ente organizado e integrado: por ejemplo, al generar e implantar soluciones innovadoras y manejar oportuna y eficazmente situaciones de cambio.

☀Seguridad e higiene industrial.

☀Calidad de vida de los colaboradores de la empresa.

☀Imagen y seguridad ambiental de la industria o compañía.

---

## TUBERÍAS INDUSTRIALES

---

Son de los componentes principales en la industria química, las cuales son el factor principal de conducción de fluidos, para suministrar la carga a las unidades de proceso, las cuales conectan equipos como cambiadores de calor, acumuladores, separadores, reactores, columnas, calentadores a fuego directo, deshidratadores, compresores, bombas y filtros entre otros equipos que intervienen en los procesos. Las tuberías también son las encargadas de conducir fluidos para el suministro de servicios de ayuda a los procesos en las instalaciones químicas, como por ejemplo: gas combustible, agua de enfriamiento, vapor, entre otros.

Todas las tuberías de proceso deben tener un control riguroso, un programa de mantenimiento, inspección y calibración con base a sus espesores, cuidando en todo momento que la vida útil de los sistemas de tuberías proporcione a la instalación donde se encuentre las mejores condiciones de operación, eficiencia, seguridad, rentabilidad y protección ambiental. El mantenimiento que se aplique a los sistemas de tuberías de proceso, así como al que se aplique al de los sistemas de tuberías de servicios auxiliares localizados en las diferentes plantas y centros de trabajo, contendrá el mantenimiento preventivo y/o correctivo, que sea necesarios para el buen funcionamiento de dichos sistemas.

Se debe disponer de información de diseño de la tubería que permita verificar las condiciones originales de operación del sistema, como lo son:

- ☀Características físicas y químicas del fluido que se transporte en la tubería.
- ☀Presión y temperatura en condiciones normales y máximas de operación.
- ☀Espesor adicional debido a desgaste por corrosión.
- ☀Espesor mínimo de diseño.
- ☀Normatividad aplicada en el diseño.
- ☀Condiciones de seguridad imperantes en el área de trabajo.
- ☀Cualquier otra información relacionada con el sistema.

Toda la información relacionada con las condiciones originales de operación del sistema, así como de los trabajos de mantenimiento, debe quedar registrada y a resguardo del encargado de operación de la instalación donde se encuentren tuberías de proceso.<sup>4</sup>

Las normas comúnmente utilizadas para el diseño de tuberías con base a la **ANSI** (siglas en ingles de : *American National Standards Institute*), son:<sup>5</sup>

B31.1-1986 Tuberías para energía.

B31.2-1968 Tuberías para gases combustible.

B31.3-1980 Tuberías para plantas químicas y refinación de petróleo.

B31.4-1979 Sistema de tuberías para el transporte de hidrocarburos líquidos.

B31.4-1974 Tuberías para refrigeración.

B31.8-1982 Tuberías para transmisión y distribución de gases.

El método más común para transportar fluidos de un punto a otro es impulsarlo a través de un sistema de tuberías. Las tuberías de sección circular (figura 5), son las más frecuentes, ya que esta forma ofrece no sólo mayor resistencia estructural sino también mayor sección transversal para el mismo perímetro exterior que cualquier otra forma. A menos que se indique específicamente, la palabra **tubería** se refiere siempre a un conducto cerrado de sección circular y diámetro interior constante.<sup>6</sup>



*Figura 5: Cabezal de tuberías, ejemplo de tuberías de sección circular.*

## CORROSIÓN EN TUBERÍAS

Todo material metálico sin la debida protección y en un medio que propicie el intercambio de electrones es susceptible a corroerse. Existen cinco métodos comúnmente utilizados para controlar la corrosión en tuberías, éstos son recubrimientos, protectores y revestimientos, protección catódica, selección de materiales e inhibidores de corrosión. La corrosión en las tuberías es la causante de muchísimos accidentes en la industria química. La disminución de la vida útil de los materiales por acción de contaminantes en el ambiente deriva a la corrosión por el contacto con ellos, son problemas alarmantes que tienen una importancia relevante, es por tal motivo que los países industrializados y sus industrias químicas invierten enormes sumas de capital en la investigación y aplicación de métodos para prevenir la corrosión.

Los daños causados por un problema de corrosión pueden ser muchos entre los que destacan:

- Efectos indeseables en equipos, tuberías y maquinarias.
- Inversiones en mantenimiento.
- Paro de proceso.
- Daños al ambiente.
- Explosiones.
- Fugas, que ocasionan incendios.

Dentro de las medidas utilizadas industrialmente para combatir la corrosión están las siguientes:

- Uso de materiales de gran pureza.
- Presencia de elementos de adición en aleaciones (aceros inoxidable).
- Tratamientos térmicos especiales para homogeneizar soluciones sólidas, como el alivio de tensiones.
- Inhibidores que se adicionan a soluciones corrosivas para disminuir sus efectos, ejemplo los anti-congelantes usados en radiadores de los automóviles.
- Recubrimiento superficial: Pinturas, capas de óxido y recubrimientos metálicos.
- **Un completo y riguroso análisis de espesores en líneas y equipo de proceso que ayude a mantener un correcto control en las tuberías, equipos o recipientes a los cuales la corrosión afecta y que son de suma importancia en la industria química.**

La corrosión es el proceso de desgaste, desintegración o destrucción gradual de los metales, aleaciones u otros materiales sólidos por ataque a su superficie efectuada por agentes químicos o electroquímicos, tales como los ácidos derivados de agentes contaminantes de la atmósfera. Existen varios tipos de corrosión como lo son:

**Corrosión atmosférica:** Desgaste o corrosión provocada por la acción del ambiente; generalmente se presenta en instalaciones aéreas.

**Corrosión - erosión:** Tipo de corrosión asociada con la turbulencia y flujos a alta velocidad, particularmente donde existen metales blandos y cobre; se caracteriza por picaduras amplias y continuas.

**Corrosión galvánica:** Ocurre cuando, entre dos metales o aleaciones diferentes expuestos a un electrolito, se genera una diferencia de potencial electroquímico. El metal menos resistente se comporta como ánodo, mientras que el de mayor resistencia se comporta como cátodo.

**Corrosión generalizada:** Ataque uniforme sobre toda la superficie del metal o material.

**Corrosión por hendiduras:** Forma de corrosión asociada a pequeños volúmenes de electrolitos estancados dentro de ranuras, hoyos, empaques, depósitos superficiales, juntas, etc.,<sup>7</sup>

Las instalaciones superficiales de los sistemas que transportan hidrocarburos y sus derivados, están expuestas a los efectos de la corrosión atmosférica como consecuencia del proceso de oxidación que ocurre cuando las estructuras metálicas, normalmente de acero al carbón, están en contacto con el medio ambiente, principalmente con el agua, oxígeno y ácidos derivados del azufre, tendiendo a regresar al acero a su condición original de mineral de hierro.

Para reducir estos efectos e incrementar la seguridad de las instalaciones, se aplican barreras de aislamiento entre el acero y el medio ambiente a través de recubrimientos anticorrosivos.<sup>8</sup>

En las siguientes (figuras 6 y 7), se observa el efecto de la corrosión en las instalaciones marinas, con lo cual, se pueden apreciar los efectos de las condiciones ambientales en ellas.



**Figura 6:** Efectos de la corrosión en las tuberías de proceso de una Terminal Marítima.



**Figura 7:** Efectos de la corrosión en las tuberías marinas, ocasionadas por la salinidad del mar.

## CONEXIONES EN LAS TUBERÍAS

Las tuberías se unen mediante soldadura, roscado, pegado o por el uso de bridas. El material de la tubería y su tamaño determinan el método de unión. Las tuberías que tienen extremos acampanados requieren de bridas de soporte para su conexión.

**Conexiones soldadas:** El soldado es la conexión más común utilizada en la industria. Los dos tipos más comunes de soldadura son las de tope y de boquilla. La primera se usa en tuberías con un diámetro igual o mayor que dos pulgadas, y la unión que se va a soldar será preparada con borde achaflanado para acomodar la soldadura.

La segunda se emplea en tuberías con un diámetro igual o menor que 2 pulgadas.

Los dos tipos de soldadura generan una conexión a prueba de fugas. Conexión de Tubería con soldadura de boquilla.

**Conexiones roscadas:** Las roscas se usan para evitar fugas y unir tuberías en aplicaciones donde las temperaturas y presiones son bajas. Las tuberías con roscas se encuentran en general en las líneas de gas casero. Las conexiones con rosca se utilizan de manera usual en tuberías de acero y bronce con diámetros iguales o menores a 2 pulgadas.

**Conexiones con bridas:** Las uniones con bridas son dispositivos utilizados para sujetar tuberías de acero, con un diámetro mayor al de la tubería y se mantiene unida entre sí con pernos.

## ACCESORIOS EN LAS TUBERÍAS

Es el conjunto de piezas moldeadas o mecanizadas que, unidas a los tubos mediante un procedimiento determinado, forman las líneas estructurales de tuberías de una planta de proceso, ejemplo de esto se puede observar en la (figura 8). Entre los tipos de accesorios más comunes se puede mencionar: bridas, codos, tes, reducciones, cuellos o acoples, válvulas, empacaduras, tornillos, nipples. Entre las características se encuentran: tipo, tamaño, aleación, resistencia, espesor y dimensión.

**Bridas:** Son accesorios para conectar tuberías con equipos (bombas, intercambiadores de calor, calderas, tanques, etc.) o accesorios (codos, válvulas, etc.). La unión se hace por medio de dos bridas, en la cual una de ellas pertenece a la tubería y la otra al equipo o accesorio a ser conectado. Existen varios tipos: Brida con cuello para soldar, Brida con boquilla para soldar, Brida deslizante, Brida roscada, Brida loca con tubo rebordeado, Brida ciega, Brida orificio, Brida de cuello largo para soldar, Brida embutible, Brida de reducción.

La ventaja de las uniones bridadas radica en el hecho de que por estar unidas por espárragos, permite el rápido montaje y desmontaje a objeto de realizar reparaciones o mantenimiento.

**Discos Ciegos:** Son accesorios que se utilizan en las juntas de tuberías entre bridas para bloquear fluidos en las líneas o equipos con un fin determinado. Los discos ciegos existen en diferentes formas y tamaños, los más comunes son: Un plato circular con lengua o mango, Figura en 8, Bridas terminales o sólidas.

**Codos:** Son accesorios de forma curva que se utilizan para cambiar la dirección del flujo de las líneas tanto grados como lo especifiquen los planos o dibujos de tuberías.

Los codos estándar son aquellos que vienen listos para la prefabricación de piezas de tuberías y que son fundidos en una sola pieza con características específicas y son: Codos estándar de 45°, Codos estándar de 90°.

**Tes:** Son accesorios que se fabrican de diferentes tipos de materiales, aleaciones, diámetros, cédulas. Entre los tipos de tes se citan: Diámetros iguales o te de recta, Reductora con dos orificios de igual diámetro y uno desigual.

**Reducciones:** Son accesorios de forma cónica, fabricadas de diversos materiales y aleaciones. Se utilizan para disminuir el volumen del fluido a través de las líneas de tuberías.

**Válvula:** Es un accesorio que se utiliza para regular y controlar el fluido de una tubería. Este proceso puede ser desde cero (válvula totalmente cerrada), hasta de flujo (válvula totalmente abierta), y pasa por todas las posiciones intermedias, entre estos dos extremos.

Las válvulas pueden ser de varios tipos según sea el diseño del cuerpo y el movimiento del obturador. Las válvulas de movimiento lineal en las que el obturador se mueve en la dirección de su propio eje se clasifican como: válvula de globo, en ángulo, de tres vías, válvula de jaula, en Y, de cuerpo partido, de Saunders, de compresión, de obturador excéntrico rotativo, de bola, de orificio ajustable, de obturador cilíndrico excéntrico, de mariposa, de bola, de flujo axial.

**Empacadura:** Es un accesorio utilizado para realizar sellados en juntas mecanizadas existentes en líneas de servicio o plantas en proceso. Entre los tipos de empacaduras se encuentran: Empacadura flexitálica, Anillos de acero, de asbesto, de cartón, de goma, completa, de metal, grafitadas.

**Tapones:** Son accesorios utilizados para bloquear o impedir el pase o salida de fluidos en un momento determinado mayormente son utilizados en líneas de diámetros menores. Según su forma de instalación pueden ser macho y hembra.



*Figura 8: Visualización de las conexiones en campo de las tuberías de proceso (bridas, codos, tuercas unión, coples, etc.).*

## CONDICIONES EN EL DISEÑO DE TUBERÍAS

Las condiciones que rigen el diseño mecánico son: las temperaturas, presiones y esfuerzos aplicables a los sistemas de tuberías. También deben tomarse en cuenta las condiciones ambientales, los esfuerzos externos y los asociados con los equipos a los que se conecten por medio de tuberías o accesorios como se mencionó anteriormente.

El diseño mecánico de tuberías comprende el cálculo del espesor de pared, tomando en consideración las condiciones y propiedades del fluido a conducir; así como los factores ambientales y cargas externas a las que pueda estar sometida dicha tubería.

Los arreglos geométricos de tuberías en campo, se desarrollan en función de los planos de urbanización y localización de equipos y estaciones de servicio de la instalación en proyecto y/o modernización o ampliación, así como de los diagramas de tuberías e instrumentación (DTI's) y de las condiciones de operación establecidas en las bases de diseño.

### **Presión de diseño**

La presión de diseño debe estar arriba en un 10% ó 172 MPa (25 Ib/pulg), la que resulte mayor, de la máxima esperada (interna) a la temperatura mínima para líneas criogénicas o máxima para líneas calientes, durante la operación normal.

El diseño debe considerar previsiones para contener o liberar de manera segura, la presión a la cual la tubería pueda estar sujeta. La tubería que no esté protegida por un dispositivo de relevo de presión, debe diseñarse por lo menos para soportar la presión mayor a la que pueda ser sometida.

### **Temperatura de diseño**

La temperatura de diseño de un sistema de tubería, es la temperatura que en combinación con la condición de presión, arroje el mayor espesor de pared requerido. Para determinar las temperaturas de diseño se deben considerar por lo menos la temperatura del fluido, temperatura ambiente, radiación solar, temperatura media de calentamiento o enfriamiento y las previsiones aplicables.

La temperatura puede establecer requerimientos de propiedades específicas del material, por tal motivo en el diseño de sistemas de tubería, se deben indicar tanto en las bases de diseño como en demás documentos del proyecto, las temperaturas (máxima y mínima) de diseño. Las tuberías de proceso se regirán en forma general, por el código ANSI B 31.3.

## Límite de retiro

Para todas las tuberías con extremos planos, se debe calcular el espesor requerido por presión según el código ANSI B31.3 o el que corresponda por diseño tomando en cuenta la especificación del material y las condiciones de presión y temperatura de diseño, y de acuerdo fórmula de Barlow:<sup>9</sup>

$$Tr = \left( \frac{PD}{2S} \right)$$

Donde:

**Tr** = Espesor o límite de retiro en pulgadas.

**P** = Presión de diseño en psig.

**D** = Diámetro nominal en pulgadas.

**S** = Esfuerzo máximo permisible del material a la temperatura de diseño en libras por pulgada cuadrada.

Para las tuberías con extremos roscados, el espesor de retiro (**Trr**) se calculará agregando el valor **R** como lo indica la ecuación siguiente:

$$Trr = (Tr + R)$$

Donde:

**Trr** = Espesor de retiro para tubería con extremos roscados en pulgadas.

**Tr** = Espesor de retiro del tubo en pulgadas.

**R** = Espesor adicional debido a la profundidad de la cuerda en pulgadas.

Donde:

**R** = 0.060" para tuberías cuyos diámetros son de 3/4" y hasta 24".

Los espesores de retiro no deberán ser menores de 0.090" para tuberías con extremos planos, ni menores de 0.110" para tuberías con extremos roscados y se deberá tomar como definitivo el valor mayor de los dos comparados.

---

## TANQUES DE ALMACENAMIENTO

---

El almacenamiento constituye un elemento de sumo valor en la explotación de los servicios de hidrocarburos ya que:

- ☀ Actúa como un pulmón entre producción y transporte para absorber las variaciones de consumo.
- ☀ Permite la sedimentación de agua y barros del crudo antes de despacharlo por oleoducto o a destilación.
- ☀ Brinda flexibilidad operativa a las refinerías.
- ☀ Actúa como punto de referencia en la medición de despachos de producto y son los únicos aprobados actualmente por la NOM en el manejo de hidrocarburos.

Normas aplicables al diseño de tanques:

- ASTM (American Society for Testing Materials).
- API (American Petroleum Institute).
- NFPA (National Fire Protection Association).
- STI (Steel Tank Institute).
- UL (Underwriters Laboratories Inc. E.U.A.).
- ULC (Underwriters Laboratories of Canada).

En nuestro país, comúnmente se diseña según normas API que hacen referencia a los materiales fijados por las normas ASTM, y se siguen las normas de seguridad dadas por NFPA.

API 650: es la norma que fija la construcción de tanques soldados para el almacenamiento de petróleo. La presión interna a la que pueden llegar a estar sometidos es de 15 psig, y una temperatura máxima de 90 °C. Con estas características, son aptos para almacenar a la mayoría de los productos producidos en una refinería. Hay otras además de ésta como API 620, API 12B, etc.

Para productos que deban estar a mayor presión como por ejemplo LPG hay otras normas que rigen su construcción. En aplicaciones especiales, se utilizan tanques criogénicos para el almacenamiento de gas natural licuado, que se rigen por una norma específica, en las (figuras 9 y 10) se ilustran los tanques de almacenamiento comúnmente utilizados en las industrias químicas en México para el almacenaje de hidrocarburos.



*Figura 9: Tanques de almacenamiento.*

### **Tipos de tanques utilizados para el almacenaje de hidrocarburos:**

**Tanque atmosférico.-** Diseñados para operar a presiones de vapor que no sean mayores a 17 y/o 16 kPa (2.5 lb/pulg<sup>2</sup>), almacenados a la presión atmosférica.

**Tanques atmosféricos de techo fijo.-** Tanques de almacenamiento del tipo cilíndrico vertical, con techo soldado al cuerpo.

**Tanques atmosféricos de techo fijo con membrana interna flotante.-** Tanques de almacenamiento del tipo cilíndrico - vertical, que cuentan con una membrana interna flotante para reducir las emisiones de vapor de los productos almacenados.

**Tanques atmosféricos de techo flotante.-** Tanques de almacenamiento del tipo cilíndrico-vertical, cuyo techo es flotante, para reducir las emisiones de vapor de los productos almacenados, destinados al almacenamiento de productos inflamables.

**Tanques a baja presión (servicio criogénico).-** Tanques del tipo cilíndrico vertical, diseñado para almacenar fluidos criogénicos entre presiones de 16.17 a 103 kPa (2.5 a 15 lb/pulg<sup>2</sup>). Todos los tanques de servicio criogénico independientemente de la presión que se maneje deben tomarse en la norma (NRF-015-PEMEX-2008) como los criterios de tanques de almacenamiento de baja presión.

**Tanques a presión.-** Tanques esféricos o cilíndricos horizontales, destinados al almacenamiento de hidrocarburos ligeros, tales como: propano, butano, propileno y amoníaco, que a condiciones normales de presión y temperatura se encuentran en estado gaseoso. Estos tanques están diseñados para operar a presiones internas superiores a 103 kPa (15 lb/pulg<sup>2</sup>) manométricas.<sup>10</sup>



*Figura 10: Vista aérea de un Complejo petroquímico.*

---

## INSPECCIÓN EN TUBERÍAS Y EQUIPOS DE PROCESO

---

Los criterios para efectuar la inspección de tuberías de plantas de proceso (figura 11) y servicios auxiliares en operación y equipos, tienen el objeto de predecir, detectar y evaluar oportunamente las disminuciones de espesor debajo de los límites permisibles, que puedan afectar su integridad mecánica, para tomar las medidas necesarias a fin de prevenir la falla de los mismos.

### CLASIFICACIÓN DE TUBERÍAS

#### Tuberías Clase 1.

Se clasifica así a todas aquellas tuberías que por su servicio presenten el potencial más alto de riesgo que pueda afectar la seguridad o el medio ambiente, si llegara a presentarse una fuga, incluye los siguientes servicios:

- Servicios inflamables autorefrigerados y que pueden inducir fracturas frágiles.
- Servicios presurizados que puedan vaporizarse rápidamente durante su liberación, creando vapores que se puedan congregar y formar una mezcla explosiva. Por ejemplo, derrames de etano, propano y butano.
- Ácido sulfhídrico (concentraciones superiores a 3% en peso) en una corriente gaseosa.
- Ácido clorhídrico anhidro.
- Ácido fluorhídrico.
- Tuberías que estén sobre o cercanas a caminos públicos o mantos acuíferos.

#### Tuberías Clase 2.

Se clasifica así a la mayoría de las tuberías de proceso y servicios auxiliares, que manejan los productos siguientes:

- Hidrocarburos que vaporizan lentamente en el mismo lugar durante su liberación.
- Hidrógeno, gas combustible y gas natural.
- Ácidos y cáusticos fuertes.



*Figura 11: Líneas de proceso de una instalación industrial.*

### Tuberías Clase 3.

Se clasifica así a todos aquellos servicios que son inflamables pero que no vaporizan significativamente cuando se derraman y no están localizados en áreas de alta actividad, y son los siguientes:

- Hidrocarburos que no vaporizan significativamente durante su liberación.
- Destilados y productos hacia y desde áreas de almacenamiento y carga.
- Ácidos y cáusticos fuera de áreas de proceso.

### PERÍODOS DE INSPECCIÓN

El intervalo entre las inspecciones de tubería se debe establecer y mantener usando los criterios siguientes:

- La velocidad de corrosión y los cálculos de vida útil estimada.
- La clasificación de las tuberías de acuerdo al servicio.
- Los requerimientos jurisdiccionales aplicables son los contenidos en la API-510 para recipientes sujetos a presión y la API-570 para sistemas de tuberías.
- El juicio del ingeniero, inspector ó especialista de corrosión basado en las condiciones de operación, historia de las inspecciones anteriores, resultados de la inspección actual, etc.

La siguiente **TABLA 1** contiene los intervalos de inspección máximos recomendados para las tres categorías de tuberías, para los puntos de inyección y para las tuberías con interfaces suelo - aire.

*TABLA 1: Intervalos de inspección en tuberías.*

TIPO DE CIRCUITO	MEDICIÓN DE ESPESORES	INSPECCIÓN VISUAL EXTERNA
<i>CLASE 1</i>	<i>5 AÑOS</i>	<i>5 AÑOS</i>
<i>CLASE 2</i>	<i>10 AÑOS</i>	<i>5 AÑOS</i>
<i>CLASE 3</i>	<i>10 AÑOS</i>	<i>10 AÑOS</i>
<i>PUNTOS DE INYECCIÓN</i>	<i>3 AÑOS</i>	<i>SEGUNDA CLASE</i>
<i>INTERFACE SUELO - AIRE</i>	.....	<i>SEGUNDA CLASE</i>

Para los sistemas Clase 3 la inspección debe incluir cuando menos el 10% de todas las áreas sospechosas, principalmente las que presenten signos de corrosión.

## **TIPOS DE INSPECCIÓN**

El tipo de inspección apropiado va a depender de las circunstancias y del tipo de sistema de tubería, siendo los principales los siguientes:

### **Inspección visual interna.**

La inspección visual interna normalmente no se realiza en tuberías. Cuando sea posible y práctico, la inspección visual interna se debe programar para sistemas de tubería tales como: líneas de transferencia de diámetro considerable, ductos, líneas de plantas catalíticas u otros sistemas de tubería de tamaño similar. Cuando se inspecciona una tubería demasiado pequeña para entrar, las técnicas de inspección visual a control remoto pueden ser útiles. Una buena oportunidad para la inspección interna se presenta cuando se desconectan las bridas, permitiendo una inspección visual de la superficie interna. Otra forma de acceso a las superficies internas que requieran este tipo de inspección es removiendo una sección de la tubería y cortándola por el centro.

### **Inspección visual externa.**

La inspección visual externa se realiza para determinar la condición externa de la tubería, del sistema de aislamiento, de la pintura y del recubrimiento, y de accesorios asociados; y para detectar cualquier signo de desalineamiento, vibración y fugas.

Cuando se observe la formación de productos de corrosión en la superficie de contacto con el soporte de la tubería, probablemente se requiera remover el soporte para inspección.

Las inspecciones externas de las tuberías se pueden hacer, cuando la tubería está en servicio. Las inspecciones externas deben incluir la revisión de la soportería de la tubería. Los soportes verticales, también deben revisarse para verificar que no se han llenado de agua, que es causante de corrosión externa de la tubería o de corrosión interna de la pierna del soporte.

### **Inspección suplementaria.**

Se pueden programar otras inspecciones si se considera necesario o apropiado. Ejemplos de dichas inspecciones incluyen uso periódico de radiografías y/o termografías para chequeo de ensuciamiento u obstrucciones internas, la termografía en especial para revisión de zonas calientes en sistemas forrados con refractario o inspección por fracturas superficiales. La emisión acústica, y la termografía pueden utilizarse para la detección de fugas remotas y para vigilancia. Ultrasonido y/o radiografía pueden utilizarse para detección de corrosión localizada.<sup>11</sup>

En el **ANEXO III** de este trabajo de tesis se puede observar las figuras de representación de los puntos de calibración de espesores en líneas de proceso.

## **MEDICIÓN DE ESPESORES**

Una inspección mediante la medición del espesor de pared se realiza para determinar la condición interna y el espesor remanente de los componentes de la tubería. Las mediciones de espesor pueden ser obtenidas cuando el sistema de tubería esta dentro o fuera de operación. Para la medición de espesores se debe aplicar el registro, análisis y programación de la calibración preventiva.

### **Secuencia para el registro, análisis y programación preventiva de espesores.**

Los trabajos de medición de espesores y los correspondientes análisis de la estadística, constituyen un proceso cíclico, ya que cada uno aporta los datos necesarios para la ejecución de la medición de espesores siguiente, tal y como se describe a continuación:

- Los datos obtenidos en la medición, se registran y valoran para su trato continuo, se recopilan junto con la de anteriores mediciones, estos registros constituyen el “Registro de medición de espesores”.
- Se procede al análisis de los datos obtenidos por medio de un software capaz de generar información de velocidad de desgaste, fechas de próxima medición y de retiro probable, como es el software SIMECELE con la cual se estima cuando deben reemplazarse las piezas de acuerdo a su vida útil. Con la información obtenida del análisis, del software SIMECELE o equivalente, se procederá a registrarlos en una base de datos, la cual estará en un portal electrónico y será auditable.
- Cada mes se debe revisar la base de datos para ver que unidades de control les toca medir espesores, preparando los isométricos o dibujos de líneas o equipos programados, lo anterior de acuerdo a un programa de medición de espesores.
- Al ejecutar en campo el programa de medición se generan nuevos datos, los que al registrarse se consideran para repetir el nuevo ciclo y un nuevo análisis de resultados.

### **Integración de la estadística de medición preventiva de espesores.**

Se debe contar con el censo de todas las tuberías y equipo en cada una de las instalaciones donde se manejen hidrocarburos y se agruparán por planta, y ésta debe dividirse en circuitos de proceso y de servicios principales.

Una vez que se tienen grupos de circuitos, éstos se dividirán en unidades de control, en muchos casos la unidad de control será la línea, pero en otros casos la línea puede estar dividida en 2 o más unidades de control dependiendo de las velocidades de corrosión que se presenten.<sup>1</sup>

## **Para el caso de equipos de proceso**

En el caso de la inspección mediante la medición del espesor de pared que se realiza para determinar la condición interna y el espesor remanente de los componentes del equipo, al igual que en las tuberías de proceso los trabajos de medición de espesores y el correspondiente análisis de la estadística, constituyen un proceso cíclico ya que la medición de espesores comienza con un correcto registro, un análisis confiable de los resultados y una programación de la calibración preventiva como en el caso de las tuberías de proceso descritas con anterioridad. Cuando en un recipiente, las velocidades de desgaste se puedan considerar homogéneas, o bien, éstas sean menores de 15 milésimas de pulgada por año (15 mpa), se debe considerar como unidad de control el recipiente entero.

Para otros equipos las consideraciones en el manejo de unidades de control son las siguientes:

**En cambiadores de calor (haz de tubos)**, se consideran dos unidades de control, cuerpo y carrete.

**En cambiadores de calor (horquilla)**, se consideran dos unidades de control, una para el conjunto de piezas que manejan el fluido frío y otra para las que manejan el fluido caliente.

**En torres de destilación** con velocidades de desgaste críticas, deben seccionarse en tantos tramos como sea necesario para tener unidades de control con velocidades de desgaste homogénea, por ejemplo; en torres de destilación primaria, se considera la sección del fondo, la de entrada de carga, la intermedia superior y la del domo.

**Los recipientes y torres con forro interior anticorrosivo (lining, clad u overlay, pinturas, refractarios, etc.)** considerarlas como una sola unidad de control. Cuando éste recubrimiento sea parcial, tomar dos unidades de control: zona protegida y zona sin protección.

**En tanques de almacenamiento** atmosférico, esferas y esferoides, considerar una unidad de control por anillo.

Puede haber recipientes horizontales o verticales con zonas donde se concentra la corrosión, por ejemplo: acumuladores donde hay zona líquida y zona de vapores, o bien, interfaces donde por la elevada velocidad de desgaste en una de ellas, conviene dividir en varias unidades de control el equipo.<sup>12</sup>

### DESGASTE

El desgaste se define como: **La progresiva pérdida de material por la acción del rozamiento.** Los procesos de desgaste en materiales se clasifican según el tipo de mecanismo que causa la eliminación de material de las superficies. La mayoría de los procesos de desgaste implican aparentemente la adhesión de las rugosidades superficiales y el corte subsecuente de las uniones, o un proceso directo de abrasión de una superficie blanda por medio de un material más duro.

En suma los tipos de desgaste pueden clasificarse por los mecanismos de rozamiento descritos.

Una clasificación primaria es:

- a) Desgaste cohesivo: es la rotura de partículas que constituyen los promontorios, que anteriormente se habían soldado, por lugar distinto a las soldaduras.
- b) Desgaste Abrasivo o interferencial: queda justificado por el arranque de partículas cuando las superficies rozantes son de muy diferente dureza.<sup>13</sup>

Existen otros tipos de desgaste que provienen bien de fenómenos específicos en medios líquidos, erosión, cavitación, o bien fenómenos dinámicos de impacto o también asociado a procesos corrosivos.

Para establecer la velocidad de desgaste de una unidad de control, con objeto de determinar su criticidad, el análisis debe hacerse a partir de los valores de dos mediciones completas al 100% de sus puntos y dichas mediciones deben haberse efectuado con un intervalo mínimo de un año entre ellas.

#### **Análisis preliminar de espesores**

El análisis preliminar de los espesores medidos, debe efectuarse inmediatamente, de acuerdo a la siguiente secuencia:

- I. Revisar cada una de las mediciones obtenidas comparándolas con el límite de retiro que corresponda y con el valor de la medición anterior, con objeto de comprobar si todos los puntos se comportan similarmente, efectuando la verificación inmediata de los valores a favor o en contra, para así determinar la causa de dicha anomalía.
- II. Las señales dudosas o negativas en el equipo de medición de espesor (figura 12), deben investigarse para comprobar el buen funcionamiento de éste y así obtener los datos correctos.

## Medidor ultrasónico

Es un aparato que sirve para la medición de espesores en campo, mide el espesor real de un equipo o línea en las condiciones a la cual se encuentra; con el espesor real se pueden realizar los cálculos correspondientes para obtener un análisis estadístico formal.



*Figura 12: Krautkramer DMS2 ® medidor ultrasónico.*

Se deberá verificar lo siguiente:

- El buen funcionamiento del equipo ultrasónico.
- La calibración del equipo ultrasónico.
- Las dimensiones y calibración del patrón de referencia del mismo.
- La temperatura de la prueba ultrasónica.
- El personal examinador.

La persona que realice la medición de espesores (calibradores), deberá informar de inmediato al responsable de inspección técnica de la instalación, comunicando las desviaciones detectadas (espesor cercano o por debajo del límite de retiro, otro mecanismo de daño, etc.) para su análisis, toma de decisiones, generación de recomendaciones y reporte general de actividades consecuentes a la toma de medición de espesores.

### Análisis estadístico

El análisis estadístico formal, es el que se lleva a cabo matemáticamente, para obtener el desgaste máximo ajustado, vida útil estimada, fecha de próxima medición, y fecha de retiro probable, de una unidad de control.

#### Cálculo de la velocidad de desgaste por punto.

- Obtener las diferencias entre los valores obtenidos en las dos fechas consideradas, en cada una de las posiciones de medición de cada uno de los puntos de control (norte con norte, sur con sur, 1 con 1, 2 con 2, etc.).
- Para que sea aceptable el cálculo, debe haber transcurrido cuando menos un año entre una pareja de fechas de medición.
- En el análisis, se considera todas las parejas de valores de espesor, incluyendo aquellas cuyas diferencias sean “cero”, ya sea por engrosamiento, o porque no exista desgaste.
- La velocidad de desgaste por punto debe calcularse de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$d = \frac{ei - ef}{ff - fi}$$

**Donde:**

**d** = Velocidad de desgaste del punto [mpa].

**ff** = Fecha de la medición más reciente - ef [años].

**fi** = Fecha de medición anterior - ei [años].

**ei** = Espesor obtenido en la fecha fi [mils].

**ef** = Espesor obtenido en la fecha ff [mils].

**Nota:** [mils] Milésimas de pulgada.

#### Cálculo de la velocidad de desgaste promedio (Dprom) y la velocidad máxima ajustada (Dmax).

La velocidad de desgaste promedio (Dprom) y la velocidad máxima ajustada (Dmax) debe calcularse de acuerdo a las siguientes fórmulas:

$$D_{prom} = \frac{d1 + d2 + d3 + \dots + dn}{n}$$

$$D_{max} = D_{prom} + 1.28 \frac{D_{prom}}{\sqrt{n}}$$

**Donde:**

**d1, d2, d3, ..., dn** = Velocidades de desgaste correspondientes a cada punto de la línea o equipo considerado [mpa].

**n** = Número de valores de velocidades de desgaste que intervienen en el cálculo.

**Dprom** = Promedio aritmético de las velocidades de desgaste [mpa].

**Dmáx.** = Velocidad de desgaste máxima ajustada estadísticamente [mpa].

**Determinación del mínimo espesor actual.**

Con el fin de contar con los datos necesarios para el cálculo de la vida útil estimada (VUE), fecha de próxima medición (FPME) y fecha de retiro probable (FRP), se requiere seleccionar el punto que tenga el espesor más bajo en cada uno de los diferentes diámetros de las secciones que compongan la unidad de control.

Dichos espesores se denominarán ( $e_k$ ) y la fecha de medición correspondiente ( $f_k$ ).

Para la determinación de la Vida Útil Estimada (VUE), Fecha de Próxima Medición (FPME) y Fecha de Retiro Probable (FRP), se aplican las siguientes fórmulas:

$$VUE = \frac{e_k - L_r}{D_{\max}}$$

$$FPME = f_k + \frac{VUE}{3}$$

$$FRP = f_k + VUE$$

**Donde:**

**L<sub>r</sub>** = Límite de retiro [mils].

**e<sub>k</sub>** = Espesor más bajo encontrado en la última medición [mils].

**f<sub>k</sub>** = Fecha de última medición [años].

**Nota:** [mils] = Milésimas de pulgada.

En caso de que el lapso entre la última medición y la fecha de próxima medición (FPME) sea menor de un año, el siguiente análisis se debe hacer comparando los datos que se obtengan en esta última fecha, con los datos de la medición anterior que corresponda, para que la diferencia de ambas sea de un año ó mayor.

La fecha de próxima medición será aquella que resulte más cercana, de la calculada para los diferentes diámetros.

Los valores de desgaste puntual (d), desgaste promedio (Dprom) y desgaste promedio máximo ajustado (Dmax), se calculan para toda la unidad de control, sin embargo la VUE, FPME, FRP se calculan para cada grupo de diámetros de la unidad de control.

**Vida útil estimada (VUE).**- Este resultado da una idea de cuándo es necesario solicitar los materiales requeridos para el cambio de las piezas de la unidad de control.

Si la vida útil que se obtenga es menor o igual a 1.5 años, proceder a emplazar la pieza, línea o equipo según el caso, y continuar vigilando la unidad de control de acuerdo al resultado del análisis.

Si la vida útil obtenida resulta mayor de 1.5 años, debe procederse en la forma siguiente:

- Si se tienen los mayores desgastes en puntos diseminados en diversas partes de la unidad de control, deben analizarse estos puntos agrupados en una unidad de control independiente.
- En el caso de que los mayores desgastes se encuentren localizados en ciertos puntos agrupados entre sí, se deben separar estos valores del análisis general de la unidad de control, analizando el resto por separado. Conviene analizar materiales y cualquier situación que provoque anomalías en el flujo dentro de la línea como puede ser: un directo, un injerto, un cambio de dirección brusco, una reducción, válvula reductora de presión, un punto de inyección, etc.

**Fecha de próxima medición de espesores (FPME).**- Esta fecha sirve para programar la próxima medición de la unidad de control en el programa general.

**Fecha de retiro probable (FRP).**- Con base en esta fecha, se deben efectuar los emplazamientos, siempre y cuando para tal fecha falten por transcurrir 1.5 años o menos.<sup>1</sup>

---

## INSPECCIÓN DE TORNILLERÍA

---

Evaluar el estado físico de la tornillería de las tuberías y equipos de las instalaciones, ocasiona la detección oportuna de daños o fallas, implementar las acciones correctivas necesarias garantiza la hermeticidad de todas las uniones bridadas.

La tornillería se cataloga como:

- ☼ Espárragos de juntas bridas en tuberías y equipos.
- ☼ Tornillos o espárragos colocados en las válvulas de bloqueo, cualquiera que sea el tipo de éstas, incluyendo válvulas de control, de alivio y checks.

Debido a que la agresividad del medio ambiente en cada lugar es variable, los períodos de revisión no son iguales, debiendo ser más cortos en aquellos Centros de Trabajo donde sea mayor la corrosión exterior. Inclusive hay instalaciones de un mismo Centro de Trabajo que por su ubicación, tienen condiciones más severas de corrosión ambiental que otras del mismo Centro. Para fijar criterios generales, las revisiones deben hacerse de acuerdo con lo establecido en la siguiente **TABLA 2:**

*TABLA 2: Criterios generales de inspección en tornillería.*

GRADO DE CORROSIÓN	DESCRIPCIÓN	PERIODO DE REVISIÓN
1)LEVE	<i>Se observan oxidados, pero la cuerda del espárrago no se ve desgastada en forma apreciable.</i>	<i>5 años</i>
2)MODERADA	<i>Se observan depósitos, de corrosión en algunas partes del espárrago y los hilos de la rosca se ven con cierto desgaste, pero todavía con profundidad suficiente.</i>	<i>4 años</i>
3)ALTA	<i>El espárrago prácticamente ya no se cuenta con rosca en alguna sección, pero se alcanzan a ver todavía los hilos.</i>	<i>3 años</i>
4)SEVERA	<i>El espárrago ya se ve en algunas zonas sin su diámetro original. Se observa acinturamiento y por supuesto los hilos de la rosca ya no existen.</i>	<i>2 años</i>

Para efectuar la revisión de la tornillería, se procederá de la siguiente manera:

Una vez seleccionada la planta, el equipo o circuito de tubería a inspeccionar, en los dibujos o isométricos correspondientes se marcan y se numeran las bridas y válvulas para fines de identificación adecuada.

Se inspeccionan visualmente los espárragos, tornillos y tuercas para determinar el grado de corrosión exterior que presentan. En caso de que el material tenga adheridos productos de la corrosión, se limpian éstos para poder ver el estado de la cuerda. Se revisará además si faltan o no tornillos o tuercas, si son todos de las medidas de diseño, etc.

De acuerdo a la criticidad del servicio de los equipos y tuberías y al resultado de la inspección visual, en caso de duda para decidir el grado de afectación por corrosión, se debe solicitar la remoción de una o varias piezas para hacerles un estudio de comportamiento mecánico, análisis químico de sus componentes y pruebas de dureza, de acuerdo a los métodos ASTM correspondientes para detectar desviaciones al diseño.

Tomando como base el resultado de la inspección, debe solicitar el cambio de todos los tornillos y tuercas que se hayan encontrado con corrosión severa y alta, en la figura 13 se observa un ejemplo de cuando la tornillería esta en buen estado y cuando esta corroída.<sup>14</sup>



**Figura 13:** Ejemplo de tuberías con tornillería desgastada y en buen estado vistas en campo.

---

## INSPECCIÓN DE NIPLERÍA

---

Las actividades necesarias para llevar a efecto la revisión de los arreglos básicos de niplería en líneas y equipos de proceso estáticos y dinámicos, así como el control posterior de cambios y/o modificaciones, incluyendo su registro, en las plantas que se encuentran en operación son las siguientes:

La revisión deberá hacerse a todas las piezas que integran los arreglos básicos de niplería en líneas y equipos de proceso de las plantas en operación, a fin de que los mismos estén contruidos y armados de acuerdo con lo que establece la NOM para la Instalación de niplería en líneas y equipos de proceso. La revisión abarca arreglos básicos roscados y arreglos básicos soldados; los primeros ameritan ser desarmados invariablemente y los segundos serán radiografiados.<sup>15</sup>

Fundamentalmente las características de construcción que se necesitan comprobar en campo para los arreglos básicos de niplería son:

- ☼ Espesores, cédulas o "librajes" (límites de presión).
- ☼ Longitud de nipples y coples (medios coples).
- ☼ Construcción y estado físico de las cuerdas (hembras y machos).
- ☼ Materiales.
- ☼ Estado físico en general de cada pieza.
- ☼ Estado de las soldaduras.
- ☼ Tipos de tapones y bolsas termopozo.

Debido a que este procedimiento implica el desarmado de los arreglos roscados, las revisiones tendrán que efectuarse con planta o circuito fuera de operación.

Por tal motivo, la revisión deberá ajustarse al tiempo programado de paro, jerarquizado la niplería por circuitos y equipos más importantes o críticos.

El período de revisión de niplería en circuitos y equipos críticos debe realizarse cada 1.5 años, y para los no críticos deberán revisarse cada 5 años (de acuerdo con el procedimiento de la evaluación del diagnóstico de estado físico de la planta de proceso).

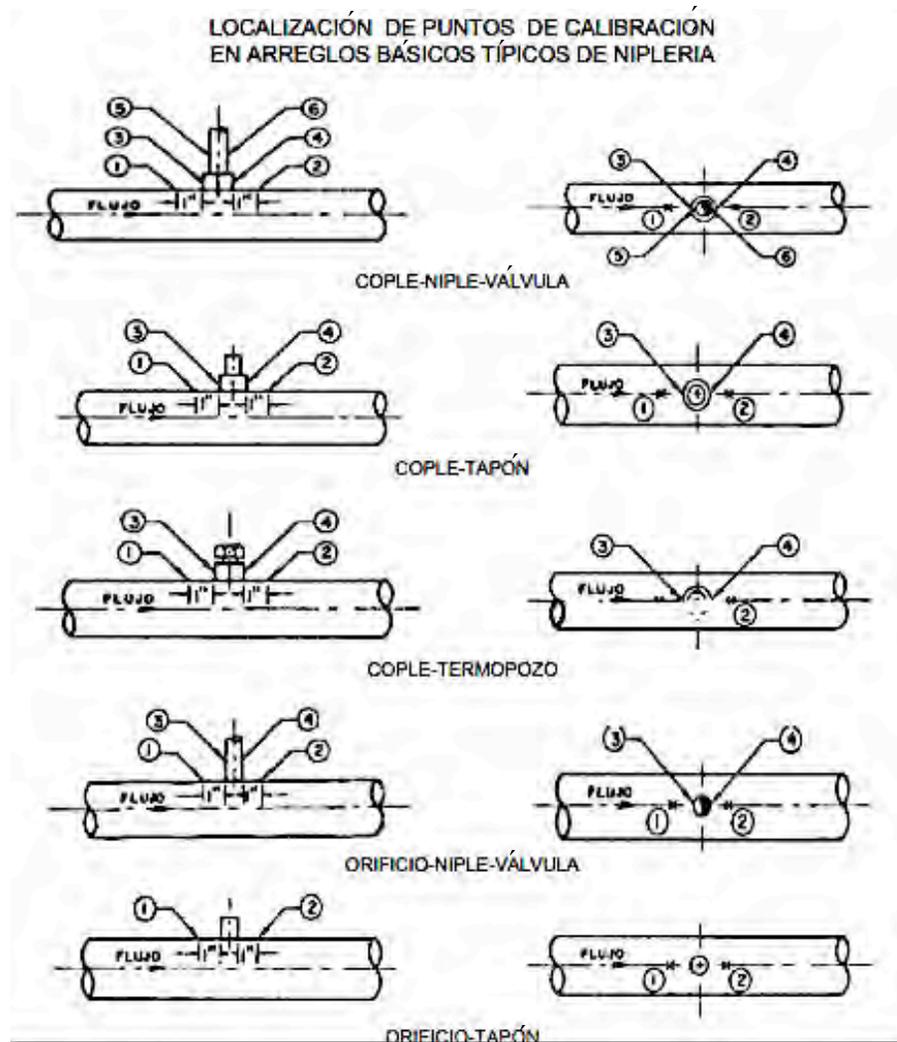
Los períodos de calibración de la niplería, serán los mismos que los del circuito o equipo donde van armados, de tal manera, que al calibrar la tubería de un circuito, o un equipo, al mismo tiempo se calibrará su niplería.

Lo anterior, a excepción de aquellos arreglos, cuyas determinaciones de desgaste acusen una velocidad mayor a la registrada en líneas o equipos donde vayan armados. En este caso los períodos de calibración de la niplería serán dictados de acuerdo a su propio desgaste.

En el **ANEXO IV** de este trabajo de tesis se puede observar las figuras de representación de los puntos de calibración de niplería de los arreglos básicos típicos.

Entre los arreglos básicos de níplería (figura 14), que se inspeccionan son:<sup>16</sup>

- ☀ Arreglo Cople–Niple–Válvula.
- ☀ Arreglo Cople–Tapón.
- ☀ Arreglo Cople–Termopozo.
- ☀ Arreglo Orificio–Tapón.
- ☀ Arreglo Orificio–Niple–Válvula.
- ☀ Arreglo Orificio–Codo de Cola–Niple–Válvula.
- ☀ Arreglo Especial.



**Figura 14:** Muestra los puntos de calibración de los diferentes arreglos básicos de níplería para su inspección preventiva de espesores.

---

# CAPÍTULO II

## Trabajo en campo

---



*Terminal Marítima y Portuaria Mexicana.*

*La terminal marítima tiene a su cargo la guía de buques fondeados en el Golfo de México, para la introducción de los mismos por el río Coatzacoalcos y llevarlos por el canal de navegación hasta los muelles ubicados río arriba en la administración portuaria integral de la Terminal Marítima encargada del manejo, transporte y distribución de hidrocarburos. Las terminales de Minatitlán y Nanchital ubicadas más arriba de la región del Golfo de México, ya no reciben las grandes embarcaciones que solían atracar en sus muelles.*

---

## SIMECELE

---

El **SIMECELE** (Sistema Integral de Medición y Control de Espesores en Líneas y Equipos ) es un sistema que ayuda a la mejora de la administración y control de la información en las actividades relacionadas con la inspección preventiva de espesores en tuberías y equipos de proceso; este sistema se desarrolló con base en la metodología propuesta por las normas de inspección técnica DG-SASIPA-IT-204, GPEI-IT-0201, GPEI-IT-4200, DG-GPASI-IT-0903, DG-GPASI-IT-0209, DG-A-SIPA-IT-00008 de Petróleos Mexicanos.

El software **SIMECELE** (figura 15), consiste en una serie de módulos para la generación, administración y consulta de la información relacionada con el trabajo de inspección técnica. Incluye aplicaciones capaces de simplificar la captura de los datos obtenidos directamente en campo a través de un medidor ultrasónico de espesores, facilitando la identificación de los puntos que se están midiendo y también el análisis de los datos de dicha toma, respecto a su historial de calibración, obteniendo un análisis estadístico formal de la inspección realizada.

El proceso de implementación de este sistema en los centros de trabajo, consta de varias etapas, las cuales se muestran en el diagrama de la (figura 18).

Con los datos obtenidos directamente en campo a través de un medidor ultrasónico de espesores por parte de la gente encargada de ello (calibradores), y con la correcta actualización de isométricos de las diferentes unidades de control cargadas en el software, que previamente fueron revisadas y localizadas en los DTI's, así como también con los expedientes de análisis anteriores de espesores, se logra la adecuada utilización del sistema **SIMECELE** obteniendo con ello, datos confiables y precisos de los análisis de espesores de las líneas y los equipos con los que cuenta la Terminal Marítima, teniendo como prioridad la generación de las fechas de próxima inspección que ayudarán a la administración de los trabajos futuros de inspección en las líneas y equipos de proceso.



*Figura 15: Software SIMECELE.*

En la pantalla de bienvenida se muestra el nombre de usuario y el menú de acceso a los 6 módulos con los que cuenta el programa, observados en la (figura 16):

- ☀ Captura y edición de información.
- ☀ Consulta de información.
- ☀ Ver isométricos en intranet.
- ☀ Creación y consulta de reportes.
- ☀ Creación y consulta de especificación de materiales de cada planta.
- ☀ Creación o edición de nuevos isométricos.



*Figura 16: Pagina de bienvenida del software SIMECELE.*

Los 6 módulos disponibles para trabajar con el software SIMECELE pueden ser consultados desde la pantalla de bienvenida dando click en cada una de las opciones correspondientes.

### **MÓDULO DE CAPTURA Y EDICIÓN**

El módulo de captura y edición de la información (figura 17), permitirá ingresar nuevos datos al sistema así como, editar la información contenida en el mismo, al dar click en esta opción se abrirá el menú de captura a SIMECELE desde el cual se puede acceder a la captura y edición de nuevas unidades de control (líneas y equipos), inspecciones, equipos de medición, personal, etc.

Tiene todo lo necesario para simplificar la tarea de carga de datos de medición de espesores que fueron tomados en un formato de registro y que deben ser capturados al sistema para crear el reporte y el análisis del mismos en base a las unidades de control cargadas.



*Figura 17: Vista del módulo de captura y edición.*

## **MÓDULO DE CONSULTA DE INFORMACIÓN**

El módulo de consulta de información le permitirá acceder, de manera rápida a la información que desee consultar al respecto de la administración de la medición de espesores.

## **MÓDULO DE OBSERVACIÓN DE ISOMÉTRICOS**

El módulo ver isométricos creará un enlace a través de redes electrónicas (intranet) de los centros de trabajo, este sistema cuenta con información para diagramas de tubería e instrumentación así como diagramas de flujo de proceso de las instalaciones del centro de trabajo.

## **MÓDULO DE CONSULTA Y CREACIÓN DE REPORTE**

El módulo de consulta y creación de reportes permite crear y consultar los reportes para cada inspección de las unidades de control que se requieran, desarrolla el análisis estadístico de los datos de medición de espesores para las unidades de control, con lo cual se obtiene datos importantes del análisis como la fecha de próxima medición de espesores, la fecha de remplazo probable de la unidad de control y la vida útil estimada de la instalación.

## **MÓDULO PARA HACER O EDITAR UN ISOMÉTRICO**

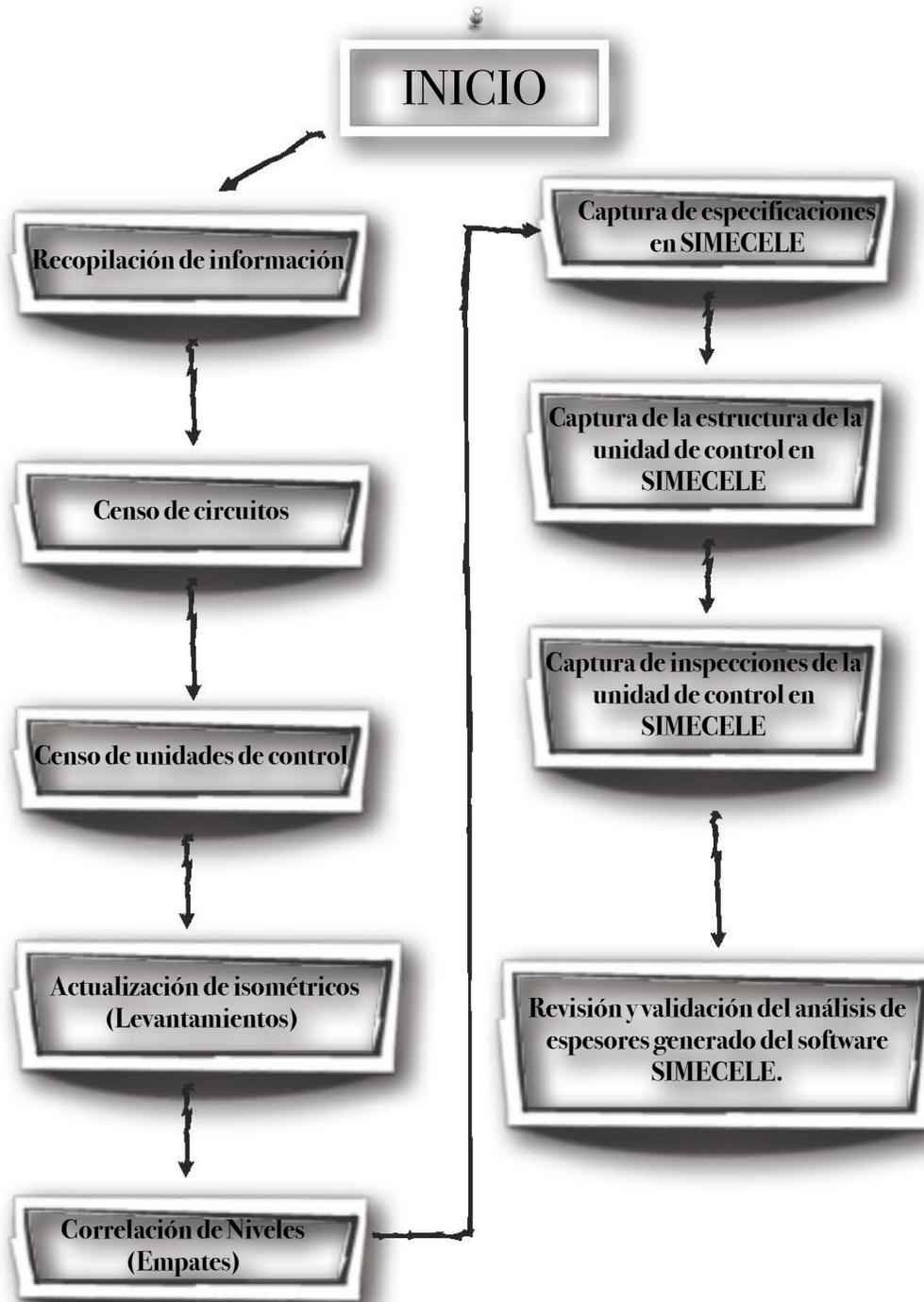
Esta sección abrirá una ventana en la que estarán disponibles, los espacios de edición y creación de isométricos utilizando la barra de herramientas del mismo programa SIMECELE.

## **MÓDULO DE CAPTURA Y EDICIÓN DE ESPECIFICACIÓN DE MATERIALES**

Permite administrar la información de los materiales y las especificaciones con las que fue construida cada instalación.

## PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN DEL SOFTWARE SIMECELE

El proceso de implementación del software SIMECELE se ejemplifica en la siguiente (figura 18) donde se observan los 9 pasos fundamentales para la implementación en campo de este sistema.



*Figura 18: Diagrama simplificado de los 9 pasos de la implementación en campo del software SIMECELE.*

## RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

El primer paso para obtener un correcto análisis de la integridad mecánica de las líneas y equipos así como una adecuada utilización del software SIMECELE, es la etapa de recopilación de información que se llevó a cabo en la Terminal Marítima, la cual consistió de las siguientes actividades.

Búsqueda de la información de todo lo relacionado con las inspecciones anteriores de espesores de las circuitos que se manejaban con anterioridad en la Terminal, para llegar a un mejor entendimiento de qué es lo que sucede en el Centro de Trabajo, qué es lo que se trabaja en él y qué es con lo que se encontrará en campo según sea el caso.

Lista de documentos que se recopilan en esta etapa:

- ☀ Diagramas de Flujo de Proceso (DFP) dan un panorama general del Centro de Trabajo, en este caso de la Terminal Marítima en la cual se implementará el software.
- ☀ Diagramas de Bloques (DB) y/o Diagramas Mecánicos de Flujo (DMF)
- ☀ Diagramas de Tubería e Instrumentación (DTI), éstos diagramas ayudan mucho para la identificación de circuitos ya que se encuentra la información necesaria del proceso y contribuye posteriormente a una correcta identificación de unidades de control.
- ☀ Descripción del proceso o de las actividades que se realizan en el Centro de Trabajo.
- ☀ Listas de líneas (todas las que se manejan en la Terminal).
- ☀ Censo de circuitos que se manejan actualmente en el Centro de Trabajo.
- ☀ Censo de unidades de control que se manejan actualmente.
- ☀ Especificaciones de material de líneas (libro de clases de materiales).
- ☀ Hojas de datos de los equipos.
- ☀ Hojas de diseño mecánico de equipos.
- ☀ Diagramas para inspección técnica de espesores de líneas y equipos.
- ☀ Expedientes de medición de espesores.
- ☀ Listas de equipos.
- ☀ Lista de PSV's (Pression safety valves).
- ☀ Plot Plan (mapa del centro de trabajo y de la planta/estación/terminal/etc.).

## ACTIVIDADES PREVIAS A LA IDENTIFICACIÓN DE CIRCUITOS

Las actividades previas a la identificación son contar con los Diagrama de Flujo de Proceso (DFP), la descripción de proceso y el censo con el que cuenta el centro de trabajo, para localizar los circuitos principales del mismo.

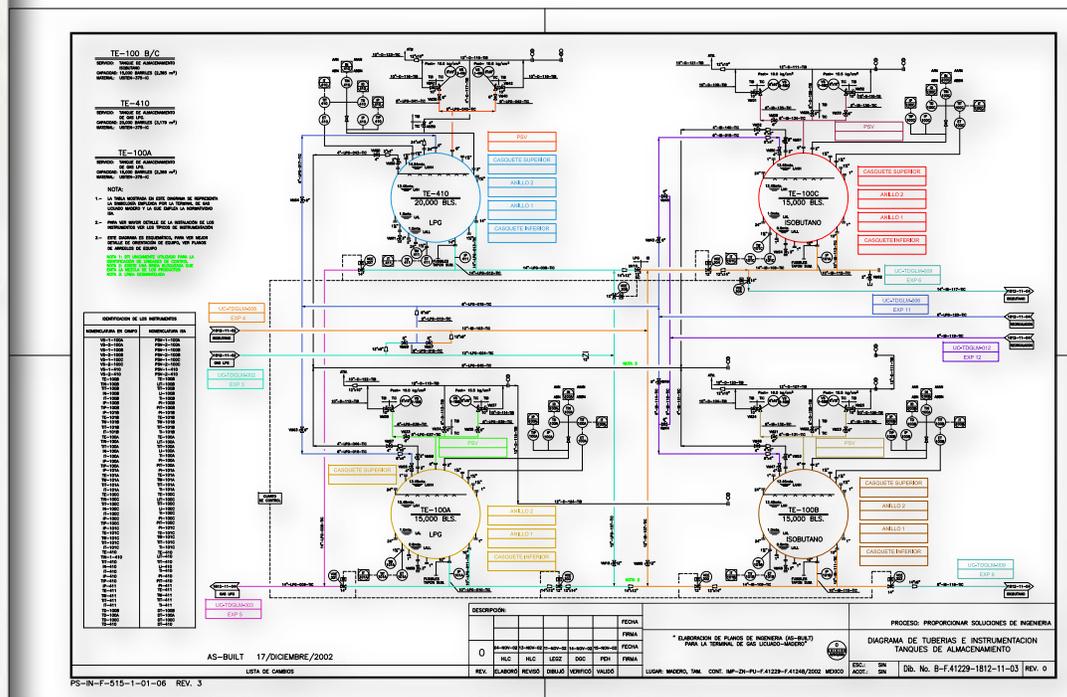


Figura 19: Ejemplo de unidades de control identificadas en un DTI.

Otra consideración importante es la de informar sobre los tramos muertos, no identificados en los expedientes de líneas que se consiguieron en la recopilación de información; para su posible anexo a las UCL (Unidades de Control de Líneas) adyacentes, así como si se identificaron UCL nuevas.

Sugerencias para la división de unidades de control de líneas:

- ☀ Contemplar los disparos hasta llegar a la primera válvula de bloqueo (válvula de corte), pues estas válvulas se encuentran normalmente cerradas y van a mantener condiciones de una UC de un lado y de otra del otro lado de la válvula.
- ☀ Delimitar la UCL en las válvulas que provocan una caída de presión considerable, por ejemplo las válvulas de control (se corrobora éste criterio revisando las condiciones de operación antes y después de la válvula de control, ya que no siempre se origina una diferencia en las condiciones de operación por la presencia de éstas).
- ☀ Estudiar los arreglos básicos para la planta, como en bombas, intercambiadores, PSV's, válvulas de control, etc.
- ☀ Prestar atención en las secciones donde existen cambios de material, ya que una UCL no puede tener dos o más clases de material, debido a que el comportamiento de la velocidad de desgaste es distinto para cada clase.
- ☀ Revisar el propósito del disparo o ramificación.

También es posible marcar los circuitos en el Diagrama Mecánico de Flujo (DMF) ya que en él, se observa detalladamente el proceso que se maneja en cada Centro de Trabajo. La **revisión** en conjunto con los ingenieros de operación y seguridad es muy importante ya que ellos son los encargados de velar por la seguridad del Centro de Trabajo y conocen si han ocurrido cambios en la planta que no estén señalados en el DFP y/o DTI y la descripción de proceso (por ejemplo equipos nuevos o fuera de operación etc.).

## **IDENTIFICACIÓN Y CENSO DE CIRCUITOS DE LÍNEAS**

Como prioridad se dividen todos los circuitos en líneas y equipos, con los que cuenta actualmente la Terminal Marítima. Se identifican los diferentes circuitos basándose en la definición de circuito (*conjunto de líneas y equipos que manejen un fluido de la misma composición, pudiendo variar en sus diferentes partes las condiciones de operación*), teniendo como base la descripción de proceso en cada Centro de Trabajo como lo fue en la Terminal Marítima, donde su principal función es almacenaje y distribución de hidrocarburos; se identifican los circuitos en el DFP y/o DTI y según sea el circuito a manejarse se señalan sus unidades de control con un color diferente para reconocerlos con mayor facilidad.

Se numeran todos los circuitos con los que cuenta el Centro de Trabajo, siguiendo la numeración conforme a los productos que se trabajen y el grado de importancia de los mismos. Se deja a criterio del ingeniero de Seguridad de la Terminal Marítima o del sector, el anexar o no al censo de circuitos de líneas los servicios auxiliares con los que cuenta el centro de trabajo.

Una vez terminado lo descrito anteriormente se elabora el Censo de Circuitos de Líneas.

## **IDENTIFICACIÓN DE UNIDADES DE CONTROL DE LÍNEAS**

Para realizar una correcta identificación se debe contar con información previa como:

- I. Contar con la información más reciente de: DFP, DTI, descripción del proceso, expedientes de medición de espesores, listas de líneas, equipos y PSV's (si se tienen), el censo de circuitos aprobado (servirá como guía para dar orden a las unidades de control (UC) y sus servicios) y un formato interno de control de cambios donde se registran los datos completos de las UC's .<sup>1</sup>
- II. Identificar las UC de líneas de acuerdo con los expedientes de calibración.
- III. Una vez identificadas las UC en los isométrico de los expedientes de calibración, compararlos con las líneas que los representan en los DTI's.
- IV. Marcar cada unidad de control, como se muestra en la (figura 19).

- ☼ Se identifican las UCL en cabezales, tales como en desfogues etc.
- ☼ Considerar las válvulas de alivio como un accesorio que delimita una UCL, ya que son componentes de un arreglo que normalmente no tiene flujo (a menos que maneje sobrepresión) y la velocidad de desgaste puede variar significativamente con respecto a la tubería adyacente.

## **IDENTIFICACIÓN Y CENSO DE CIRCUITOS DE EQUIPOS**

La cantidad de circuitos de equipos es igual al número de equipos que conforman el proceso; ya que se toma como criterio que los equipos son un circuito que **maneja un fluido con la misma composición**.

Se labora el Censo de Circuitos de acuerdo con los equipos marcados en el DFP y principalmente con los encontrados en campo ya que si se tienen DFP y/o DTI's no recientes, éstos no se encontrarán localizados en ellos.

## **DIVISIÓN DE UNIDADES DE CONTROL DE EQUIPOS**

El criterio para dividir Unidades de Control de Equipos (UCE) es muy diverso, ya que depende en primera instancia de la naturaleza y función del equipo.

Luego entonces, no se pueden generalizar dichos criterios en cada uno de los casos, pero con base en la información obtenida para cada uno de los equipos y a consideración del Centro de Trabajo, se debe acordar la forma en que se realizará la división de UCE.

### **Tanques y recipientes contenedores.**

Para el trabajo en específico realizado en la Terminal Marítima se observa el manejo, distribución, exportación, importación de hidrocarburos. Existen tanques de almacenamiento, estos tanques deben de contar con velocidades de desgaste homogéneas en todas sus secciones, por lo que se considera como una sola unidad de control los anillos que los conforman, otra unidad para el fondo y otra para la cúpula, debido que tienen un nivel variable en su capacidad volumétrica.

## **ACTUALIZACIÓN O LEVANTAMIENTO EN CAMPO DE ISOMÉTRICOS**

Fases del levantamiento y/o revisión de isométricos de líneas:

- ☼ Revisión en campo de los diagramas de medición de espesores más recientes.
- ☼ Realización de los levantamientos de las UC nuevas definidas en el censo de unidades de control.
- ☼ Digitalización de los diagramas de inspección técnica de espesores.

Todos los dibujos isométricos estarán orientados de acuerdo a su norte de construcción de la instalación.

Para equipos de proceso la actualización es el siguiente:

- ☀ Ubicar en el plano de localización general de la planta los equipos.
- ☀ Levantar con la mejor vista en campo, que es aquella donde se pueden apreciar mejor todos los arreglos de niplería y boquillas, tomando como referencia el punto cardinal que está a la espalda al observar el equipo (N,S,O,P), principalmente donde se localiza la entrada hombre situar el punto cardinal más cercano y contabilizar las placas consecuentes, siempre tomando como referencia las situadas justo en los punto cardinales según sea el caso (N,S,O,P), ver (figura 21), verificar que los levantamientos de equipos incluyan lo siguiente:

- Nombre el Equipo, indicar correctamente el TAG del equipo, tal y como está indicado en campo.
- Este proceso es muy importante porque en el se observan los detalles de las tuberías y equipos reales que posteriormente tomarán relevancia en el correcto análisis de espesores cuando sean introducidos al software SIMECELE obteniendo resultados de su integridad mecánica.

La siguiente (figura 20) es un ejemplo de un isométrico digitalizado previamente, corroborado en campo de una Terminal Marítima y Portuaria.

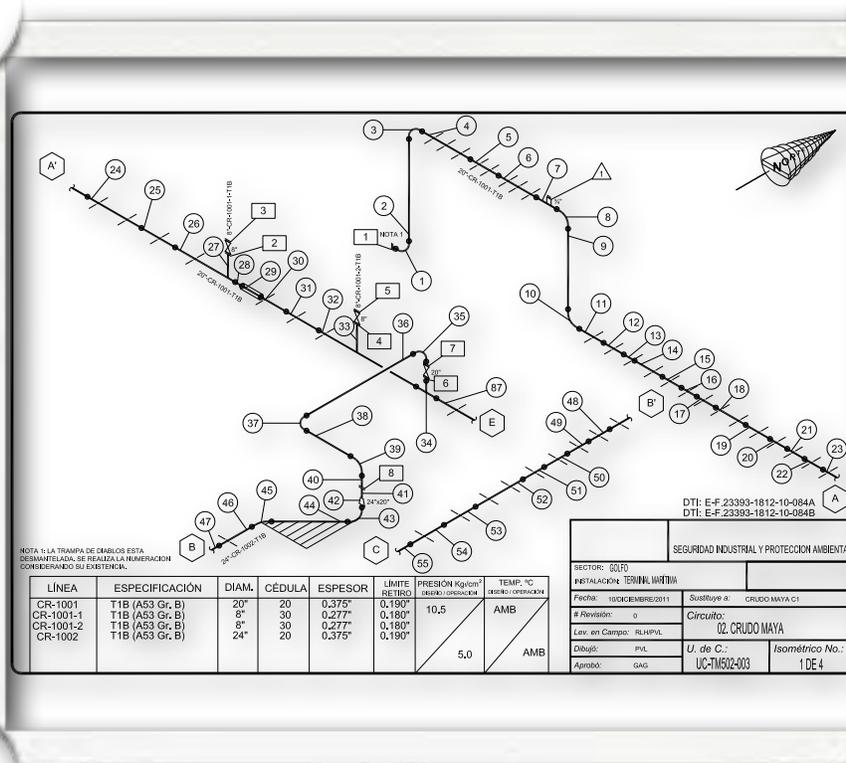


Figura 20: Ejemplo de un isométrico de línea de proceso terminado y listo para ser cargado al software SIMECELE.

Ejemplo de un boceto de tanque digitalizado, previamente corroborado en campo de una Terminal Marítima y Portuaria, en el **ANEXO II** de este trabajo de tesis se puede observar un levantamiento completo de uno de los tanques de almacenamiento con los que cuenta la Terminal Marítima.

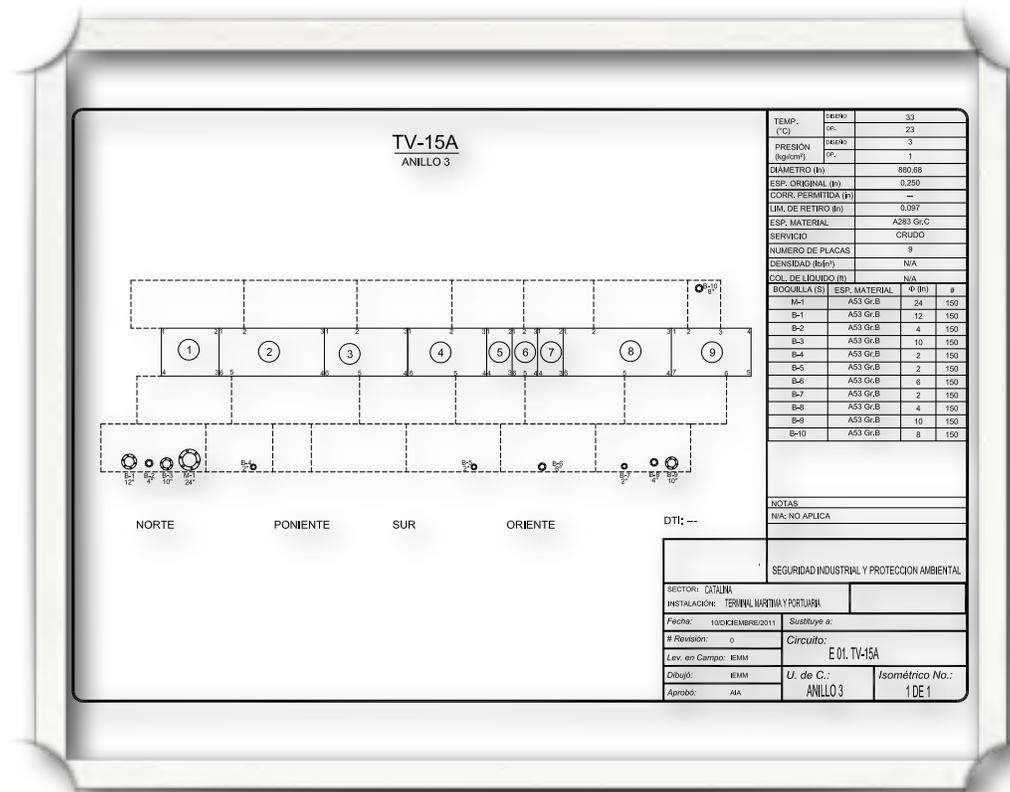


Figura 21: Ejemplo de un dibujo de equipo de proceso terminado y listo para ser cargado al software SIMECELE.

El proceso de levantamientos culmina con la digitalización en Autocad de las diferentes unidades de control una vez que están aprobadas y corroboradas en campo se prosigue al siguiente punto de la implementación el cual consiste en empatar expedientes antiguos con la nueva estructura, ayudados de los diagramas de inspección técnica (isométricos).

La simbología utilizada en la digitalización de los levantamientos, correspondiente a los niveles de medición son:

- Nivel de equipo. 
- Nivel de niplería. 
- Nivel de tornillería. 

Nivel de medición: Es el conjunto de posiciones de medición de espesores de pared que se deben efectuar en un mismo sitio, se pueden observar mas concretamente en el **Anexo III**.

## EMPATES DE LAS UNIDADES DE CONTROL

Comparar las unidades de control digitalizadas con el DFP y/o DTI y con las UC adyacentes para identificar inconsistencias en el levantamiento o digitalización de las mismas; es decir, armar un rompecabezas con los circuitos que forman parte del proceso, así como con las UC colindantes.

## EMPATES DE UNIDADES DE CONTROL DE LÍNEAS

Contar con el isométrico de referencia y los expedientes de calibración del mismo, así como el isométrico digitalizado, el cual ya fue actualizado y verificado en campo.

Es importante que el isométrico o diagrama de referencia tenga indicados los niveles de medición de espesores de pared, niveles de medición de espesores de niplería y niveles de medición de espesores de tornillería en los isométricos de líneas y equipos correspondientes ya que se hará un encuadre sobre la numeración del nivel nuevo al cual pertenecía en los expedientes antiguos.

## CAPTURA DE LA UNIDAD DE CONTROL

La captura de las unidades de control en el software SIMECELE se realiza una vez que se han definido, corroborado y corregido en campo. Es indispensable contar con el censo de unidades de control actualizado. La información necesaria para la captura de unidades de control es:

- Conjunto de diagramas de inspección técnica de espesores.
- Control de cambios identificando en el sus condiciones de operación.
- Expediente de cada UC.
- Empates de las nuevas unidades de control con las antiguas unidades de control.

## USO DE SOFTWARE SIMECELE

En la (figura 22) se observa de manera simple el proceso de uso, del software SIMECELE.



**Figura 22:** Esquematización de las diferentes etapas del proceso de implementación del software SIMECELE.

En la (figura 23) se observa como dar de alta unidades de control, en el software SIMECELE es simple, una vez teniendo el censo de circuitos con sus respectivas unidades de control, sólo es cuestión de seguir los pasos adecuados que a continuación se ilustran:

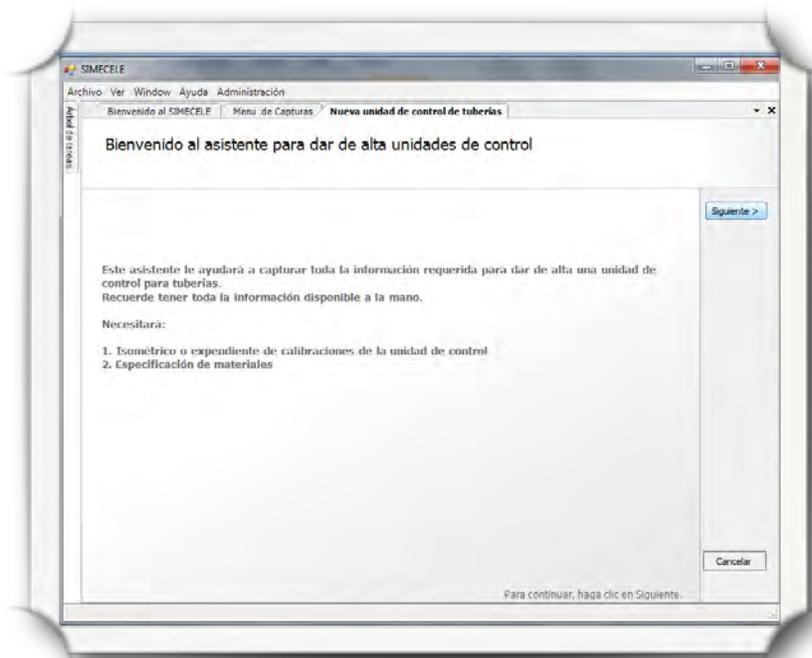


Figura 23: Alta de una unidad de control.

La ubicación en la cual se introducirá la unidad de control, la cual se ilustra en la (figura 24), se efectúa seleccionando el sector, planta y el circuito que se está trabajando, así como los datos generales de la unidad de control como son particularmente donde inicia y donde termina.

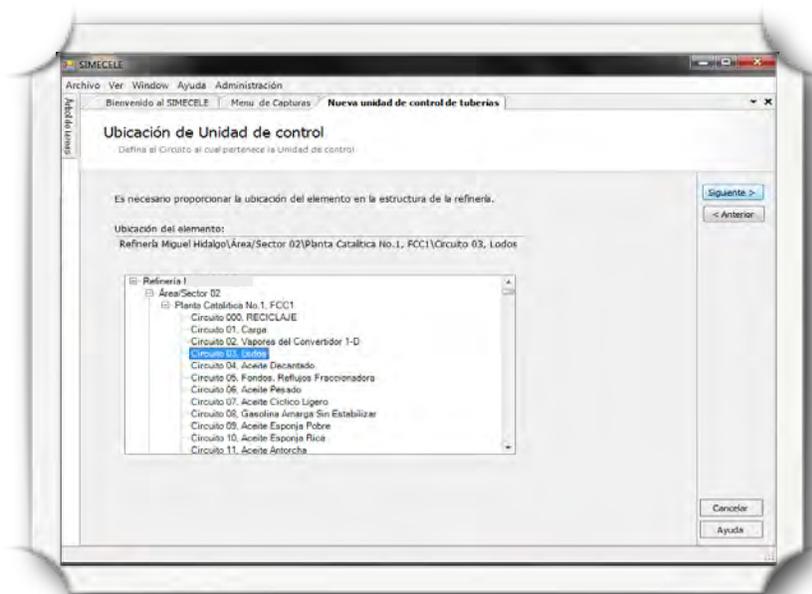


Figura 24: Ubicación de una unidad de control.

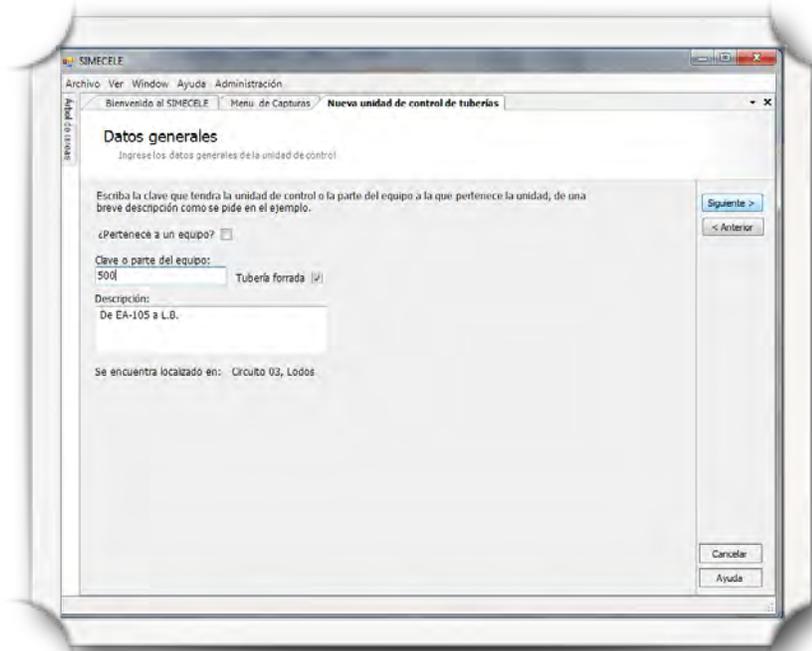


Figura 25: Datos generales de la unidad de control.

En la ilustración siguiente (figura 26), se muestra la ventana de **especificación materiales**, en la cual se seleccionará la clase de material correspondiente a la unidad de control, principalmente aquella clase de fabricación de la tubería. En el recuadro se observa, todas las clases de material con las que cuentan los centros de trabajo y que son cargadas previamente.

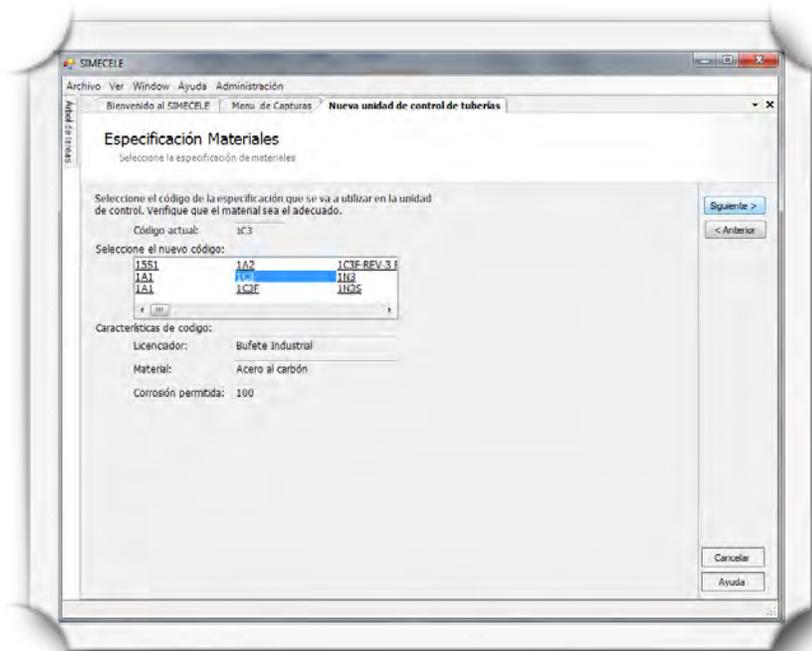
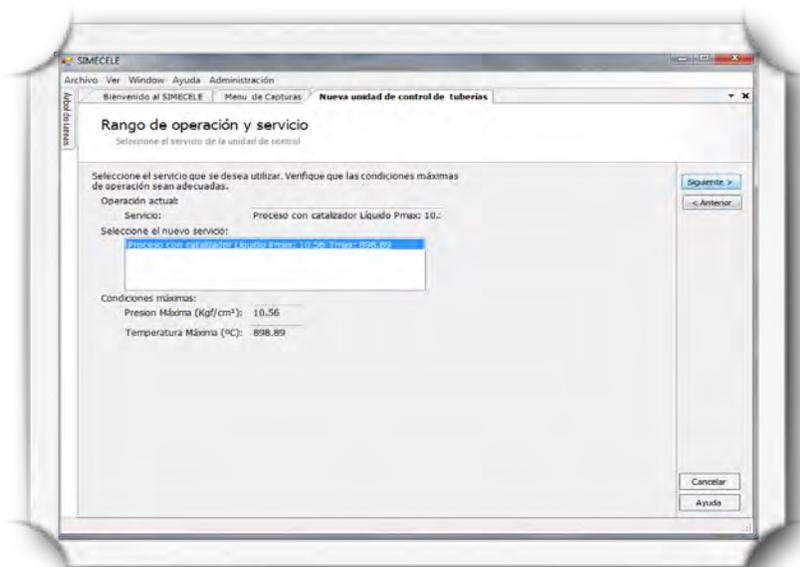


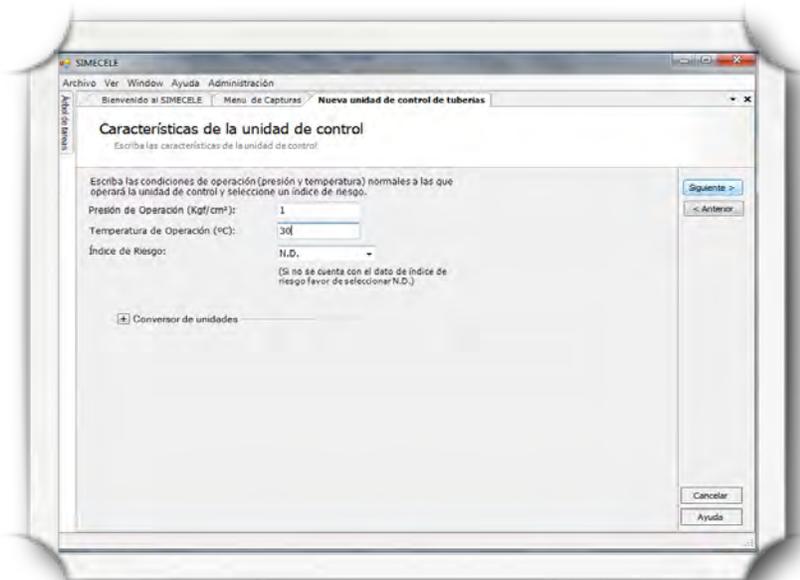
Figura 26: Especificación de materiales.

Se cargan los rangos de operación del servicio (figura 27), especificando las temperaturas y presiones máximas de diseño.



*Figura 27: Rangos de operación y de servicio.*

En las características de la unidad de control (figura 28) se deben capturar los datos de presión y temperatura de operación con la que se está trabajando esa unidad de control.



*Figura 28: Características de la unidad de control.*

Se prosigue a la utilización de los diagramas de inspección técnica levantados en campo (isométricos) de las unidades de control a capturar, los isométricos cuentan con la tornillería, niplería y los tramos de tuberías necesarios para cargar la estructura que conforma la unidad en el software, se ejemplifica con las siguientes ilustraciones:

**Carga de unidades de control de líneas.**

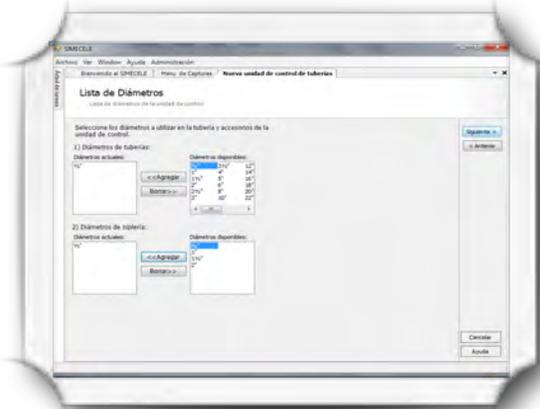


Figura 29

Figuras 29,30,31,32,33: Pasos consecuentes de la captura de una unidad de control de líneas.

Diámetros con los que cuenta la unidad de control.

Niveles de tubería con los que cuenta la unidad de control.

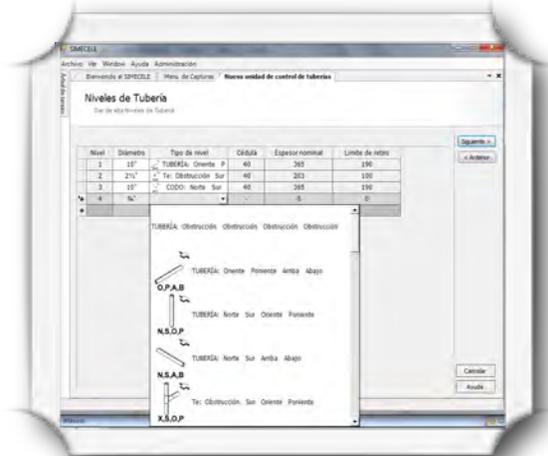


Figura 30

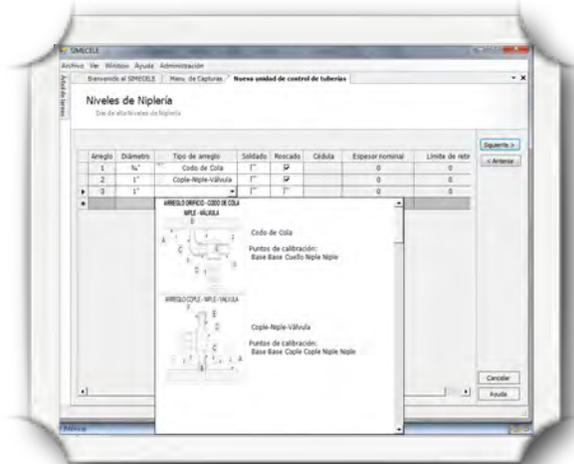


Figura 31

Niveles de niplería con los que cuenta la unidad de control.

Niveles de tornillería con los que cuenta la unidad de control.



Figura 32



Figura 33

Carga exitosa de la estructura de la unidad de control de líneas, para los equipos de proceso. El proceso es similar ya que el SIMECELE tiene la opción de carga de unidades de control de equipo cuyos pasos son similares al de la carga de líneas.

**Carga de unidades de control de equipos.**

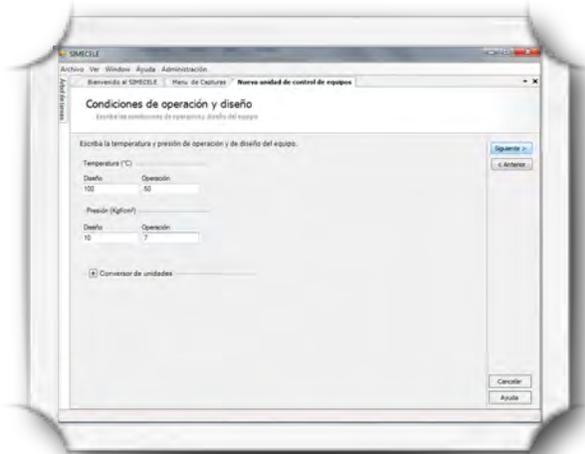


Figura 34

Especificaciones de diseño con las que se construyó el equipo a cargar.

Figuras 34,35,36,37: Pasos consecuentes de la captura de una unidad de control de equipos.

Especificaciones de operación con las que trabaja el equipo a cargar en el software SIMECELE.

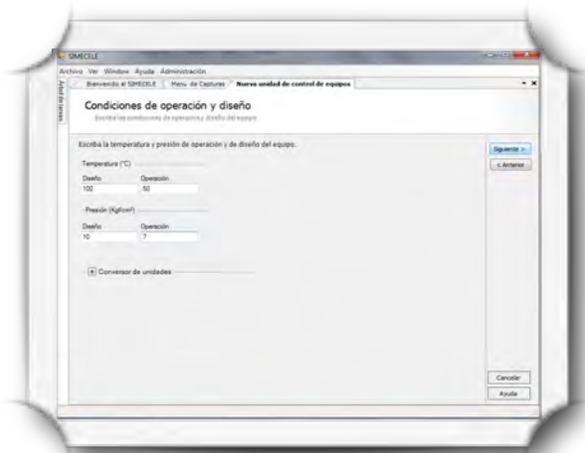


Figura 35

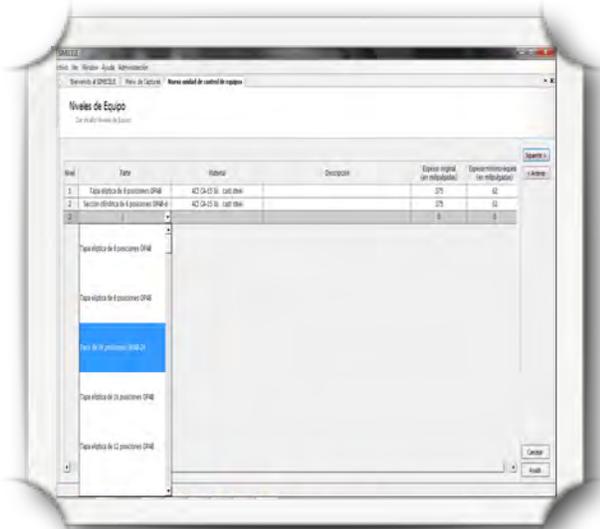


Figura 36

Alta exitosa de la unidad de control de equipos; con ella se podrán capturar las inspecciones realizadas y obtener el análisis del SIMECELE.

Niveles con los que cuenta el equipo se introducen en software SIMECELE de acuerdo a su numeración previa, la tornillería y niplería contenidas en un equipo se cargan de la misma manera que una unidad de control de líneas, todo de la mano del software.



Figura 37

## Dar de alta una inspección

Para acceder a esta función, desde la página de “Bienvenida” se deberá entrar al módulo “Capturar o editar información”, y seleccionar “Nueva calibración”. La ventana está formada por varias pestañas laterales, que ayudan en la captura de datos. La pestaña que se encuentra habilitada de manera inicial, es “Datos de la inspección”.

De las opciones de inspección que se pueden capturar, se ilustran en la (figura 38) y son:

- Calibración de tubería o equipo. (DG-SASIPA-IT-204)
- Inspección visual y calibración de niplería. (GPEI-IT-0201, GPI-IT-4200)
- Inspección visual de tubería. (GPASI-IT-0209)
- Inspección visual de tornillería. (DG-GPASI-IT-0903)

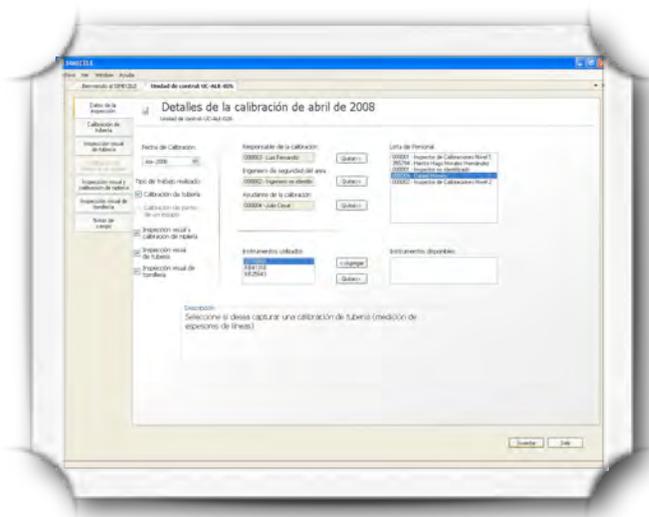


Figura 38: Detalles de la calibración.

## Calibración de tubería y equipos

Cuando se da click en esta pestaña se abre la captura de mediciones. Se tiene una tabla con diversos datos como: Número de nivel, Datos del nivel, Posición, Lectura anterior, que no se pueden modificar. En la columna **lectura actual**, es donde se escriben los datos de la inspección que se está capturando; de manera inmediata el programa calcula la velocidad de desgaste (mpa).

Número de Nivel	Datos del Nivel	Posición	Lectura Anterior	Lectura Actual	Velocidad de Desgaste	Detalle
1	Eto. Nom: 218 Eto. Mín: 181 Eto. Máx: 245 Diámetro: 2"	Norte	340	340	0	Punto normal
		Sur	338	338	9.61	Punto normal
		Oriente	240	240	-44.82	Punto normal
		Occidente	330	330	12.61	Punto normal
2	Eto. Nom: 218 Eto. Mín: 180 Eto. Máx: 245 Diámetro: 2"	Norte	350	350	0	Enguaseamiento respecto al punto anterior
		Sur	350	350	75.00	A 1 año o menor del límite de resto
		Hierba (Higuera)	350	350		Sin medición
		Fuente (Coda)	350	350		Sin medición
	Eto. Nom: 218	Norte	350	350		Sin medición

Figura 39: Detalles de la calibración.

Es importante mencionar, que la captura de inspecciones se puede realizar en una o varias sesiones en el SIMECELE; en cada opción de captura de inspecciones se tiene el botón **guardar**, para almacenar los avances realizados. Para ingresar a ellos, desde la ventana de inspecciones, se puede acceder a la edición de inspecciones donde se puede seguir dando de alta más inspecciones y así terminar al 100% una unidad de control, para generar por parte del software resultados del análisis formal de los mismos, obteniendo con ésto los puntos críticos, no críticos, la generación de fechas de próxima calibración, así como los posibles emplazamientos.

### La ventana de inspecciones

En la nueva ventana se tienen las inspecciones de la unidad de control seleccionada. En la pestaña de ésta ventana aparece el título: Calibraciones y el nombre de la unidad de control que está consultando. En la parte superior de la ventana se cuenta con una barra de herramientas, que facilitará la consulta de inspecciones.

Descripción	Nivel	Fecha	Espe- sor origi- nal	Límite de re- tiro	Espe- sor máxi- mo	Diá- metro	Posi- ción	Espe- sor me- di- do	Velocidad de des- gaste	Límite de des- gaste
1	1	1/1/2010	200	150	250	0.00	0.00	200	0.00	0.00
2	2	1/1/2010	200	150	250	0.00	0.00	200	0.00	0.00
3	3	1/1/2010	200	150	250	0.00	0.00	200	0.00	0.00
4	4	1/1/2010	200	150	250	0.00	0.00	200	0.00	0.00
5	5	1/1/2010	200	150	250	0.00	0.00	200	0.00	0.00
6	6	1/1/2010	200	150	250	0.00	0.00	200	0.00	0.00
7	7	1/1/2010	200	150	250	0.00	0.00	200	0.00	0.00
8	8	1/1/2010	200	150	250	0.00	0.00	200	0.00	0.00

Figura 39: Detalles de la calibración.

Cuando se abre la consulta de inspecciones, se encuentra una tabla con los siguientes conceptos:

1) Descripción

- ✓ Nivel: Nivel de medición.
- ✓ Datos: Espesor original, límite de retiro, espesor máximo (considerando tolerancia de fabricación), diámetro en caso de líneas. Para equipos, no se tiene “diámetro”, en su lugar se tiene la sección del equipo.
- ✓ Posición: Norte, sur, etc.

2) Fechas de medición (mes, año)

- ✓ Espesor: Espesor medido en milésimas de pulgada [mils].
- ✓ Velocidad de desgaste. Velocidad de desgaste del punto en milésimas de pulgada por año [mpa]

---

## TERMINAL MARÍTIMA Y PORTUARIA

---

Es un puerto internacional de transporte marítimo basado principalmente en el transporte y distribución de barriles de hidrocarburos, productos derivados del petróleo, que en México principalmente se envían a puertos localizados en el Golfo de México y el Pacífico e internacionalmente a los puertos de Estados Unidos, el Caribe, Sudamérica y algunos de Europa.

Una Terminal Marítima (figura 40) realiza cabotajes de barcos hacia los principales puertos marítimos donde la importación y exportación es su principal actividad, ya que en algunas de ellas la labor primordial es la distribución de gasolinas, diesel, combustóleo, gasóleo, naftas, turbosina, etc.; entre otros productos químicos manejados y distribuidos en las mismas, la importación es otra de las actividades importantes en una Terminal Marítima por la cual se reciben barcos que contienen petrolíferos, petroquímicos y refrigerados provenientes de otras regiones nacionales y/o internacionales.

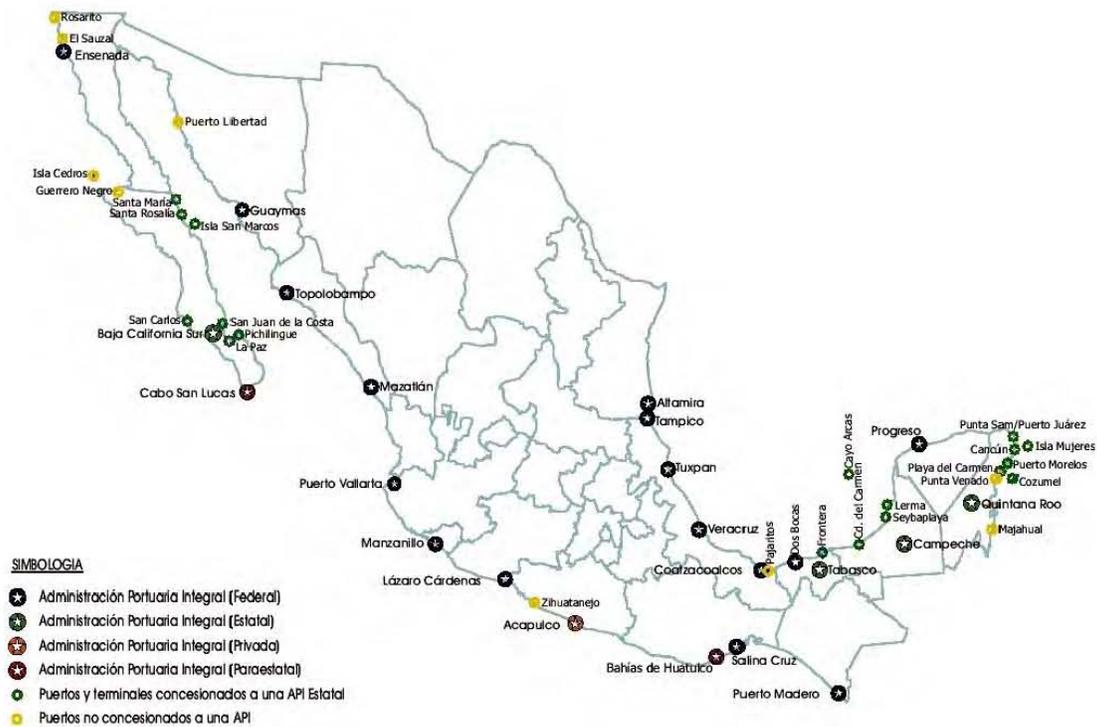
En las Terminales Marítimas localizadas en México se llevan a cabo la exportación de hidrocarburos con destino a puertos internacionales principalmente a los localizados en E.U.A, por medio de transporte de buquetanques que cargan productos derivados del petróleo como son: crudos, petrolíferos y petroquímicos.



*Figura 40: Terminal de Operaciones Marítimas y Portuaria.*

Las Terminales Marítimas en México son adaptadas para el manejo de hidrocarburos y cumplen con el empleo y distribución de los mismos, en el siguiente mapa se concentran las existentes en el territorio nacional cuyo objetivo primordial es la distribución de productos en el mismo, donde se requieran productos derivados del petróleo, petrolíferos y/o petroquímicos para su utilización o tratamiento.

En la siguiente (figura 41) se ilustran los puertos marítimos con los que cuenta México.



*Figura 41: Puertos y estaciones marítimas de México.*

---

## DESCRIPCIÓN DE OPERACIÓN

---

En las Terminales Marítimas y Portuarias se cuenta con 50 tanques de almacenamiento aproximadamente con un volumen que van desde los 50,000 bls hasta 500,000 bls, y muelles con capacidad para la operación de buques en forma simultánea, un volumen de almacenamiento de aproximadamente 6 a 8 millones de barriles con un manejo de 36 productos derivados del petróleo entre los que se incluyen ligeros, gases, petroquímicos, aromáticos y residuales. Para proteger la infraestructura de las Terminales Marítimas, todas cuenta con redes generales de contra incendios, cárcamos de bombeo que se alimentan con agua de las lagunas, los mares, océanos y ríos cercanos a éstas.

En una terminal marítima típica se manejan algunos de los siguientes servicios:

### **Petrolíferos:**

- Crudo
- Combustóleo
- Contaminados
- Diesel
- Gasóleos
- Gasolinas
- Naftas
- Diesel
- Turbosina

### **Petroquímicos:**

- Acetaldehído
- Acrilonitrilo
- Benceno
- Cloruro de Vinilo
- Estireno
- Hexano
- Monoetilenglicol
- Paraxileno
- Sosa Cáustica
- Tolueno
- Xileno
- Metanol

### **Refrigerados:**

- Amoniaco
- Butadieno Crudo
- Butano
- Etileno
- Propano
- Propileno

Las Terminales Marítimas tienen capacidad para recibir, almacenar, exportar e importar productos de diferentes Centros de Trabajo así como de otros países como lo son:

Centros Petroquímicos, Refinerías, Terminales de Almacenamiento y Reparto (TAR) y de Buquetanques (figura 42) provenientes del extranjero.

Para descarga y carga de los productos contenidos en buquetanques, se usan tanto los **brazos de carga marinos**, así como también se puede recurrir al uso de mangueras flexibles según sea el caso de distribución.

### **Brazos de carga marinos**

Para la carga o descarga de barcos, es necesario una manguera flexible o un brazo de carga marino (figura 43) para absorber los movimientos del barco, los cambios de las mareas, las corrientes, el viento y muchos otros factores.

Un brazo de carga marino proporciona una mejora significativa en comparación con una manguera flexible en el transvase de líquidos entre el buque y el muelle. Éste permite una operación más fácil y más ergonómica, ofrece una vida útil más prolongada y permite desconexiones de emergencia sin pérdida de producto y sin contaminación.

Como para los brazos de carga superiores e inferiores, el brazo de carga marino es un sistema compuesto por tubos rígidos y juntas rotativas para obtener una perfecta flexibilidad.

La OCIMF (Oil Company International Marine Forum) y ASME han establecido las directrices en materia de cálculos de resistencia, forma de trabajo y accesorios.



*Figura 42: Vista frontal de un buquetanque.*



*Figura 43: La línea de producto reposa sobre una columna vertical y está compuesta por un brazo interno y un brazo externo estos dos brazos son piezas móviles. El equilibrado es necesario debido al peso de los tubos.*

## **PRODUCTOS DE MAYOR IMPORTANCIA QUE ENTRAN, SALEN Y SE DISTRIBUYEN EN LAS TERMINALES MARÍTIMAS Y PORTUARIAS:**

### **CRUDOS DE EXPORTACIÓN**

Este producto llega a las Terminales Marítimas directamente de estaciones producción, se envía generalmente por ductos terrestres, llega a la Terminal Marítima a almacenaje en los tanques (TV's), de ellos se rebombee a muelles de distribución en donde se carga a buquetanques para su exportación, previamente pasado por estaciones de medición donde verifican las propiedades que debe de llevar para su venta.

### **COMBUSTÓLEO**

Se envía a la terminal de las diferentes refinerías, por ductos terrestres, se almacena en los tanques (TV's), se bombean a una estación de medición para su análisis, hasta llegar a los muelles de distribución donde se exporta; los buques llegan a tener una capacidad de 300,000 Bls aproximadamente. Otras veces se manda a ventas en Terminales de Almacenamiento (TAR).

### **DIESEL**

Éste producto petrolífero es uno de los principales que se manejan las Terminales Marítimas ya sea para consumo nacional o exportación se envía por poliductos directamente a ellas, proveniente de las refinerías, es almacenado en la Terminal en los TV's y por lo regular se bombea para su distribución en el país a los muelles de distribución hacia los buquetanques.

### **TURBOSINA**

Llega a las Terminales por redes de ductos interconectados, provenientes de las refinerías y/o complejos petroquímicos donde se le produce, llega para su almacenaje hacia los diferentes TV's con los que cuenta la Terminal, para posteriormente dirigirse hacia los buquetanques por medio de los muelles de distribución.

### **GASÓLEO**

Llega a la Terminal de dos maneras, una de las refinerías por medio de ductos hacia los tanques de almacenamiento donde generalmente se rebombee hacia estaciones de medición para su análisis hasta llegar a los muelles, donde también se llega por medio de cabotajes de otros puertos marítimos.

### **GASOLINAS**

Proviene de las refinerías nacionales e internacionales por medio de ductos hacia almacenamiento en los tanques (TV's) donde pasa por sistemas de medición donde se analiza y posteriormente se envía a los diferentes muelles para su distribución; también se le recibe en Terminales de Almacenamiento y Reparto para su manejo, distribución y ventas.

## CONTAMINADOS

Es todo el material que sale de las tuberías que sirven como alivios de presión de poliductos, que manejan todo tipo de combustibles, son enviados hacia tanques de almacenamiento, donde generalmente se reformulan y se envía a Terminales de Almacenamiento y Reparto para su manejo y distribución hacia otros Centros de Trabajo.

## GASOLINA PRIMARIA

Llega a las terminales por ducto, se importa de otros países, al llegar a las Terminales Marítimas pasa por una estación de medición donde se analizan sus condiciones de llegada, se envía a tanques de almacenamiento y a los complejos petroquímicos donde será tratado y convertido en más productos.

## PARAXILENO

Es enviado de un complejo petroquímico así como también recibido en muelles proveniente de otros lugares, es almacenado en las Terminales y es reenviado hacia una estación de medición para su análisis y rebombado hacia estaciones para su venta.

## BENCENO

Proveniente de complejos petroquímicos donde se trabaja con éste tipo de productos, así como también llega a los distintos muelles de importación de otros lugares; es recibido por ductos, almacenado en los TV's y rebombado hacia los mismos muelles para su exportación, así como también se envía a almacenaje a las TAR donde se maneja y distribuye nacionalmente.

## TOLUENO

Proveniente de los complejos petroquímicos, se almacena en la Terminal en los TV's se exporta y se manda a almacenaje (TAR) para su manejo y distribución nacional.

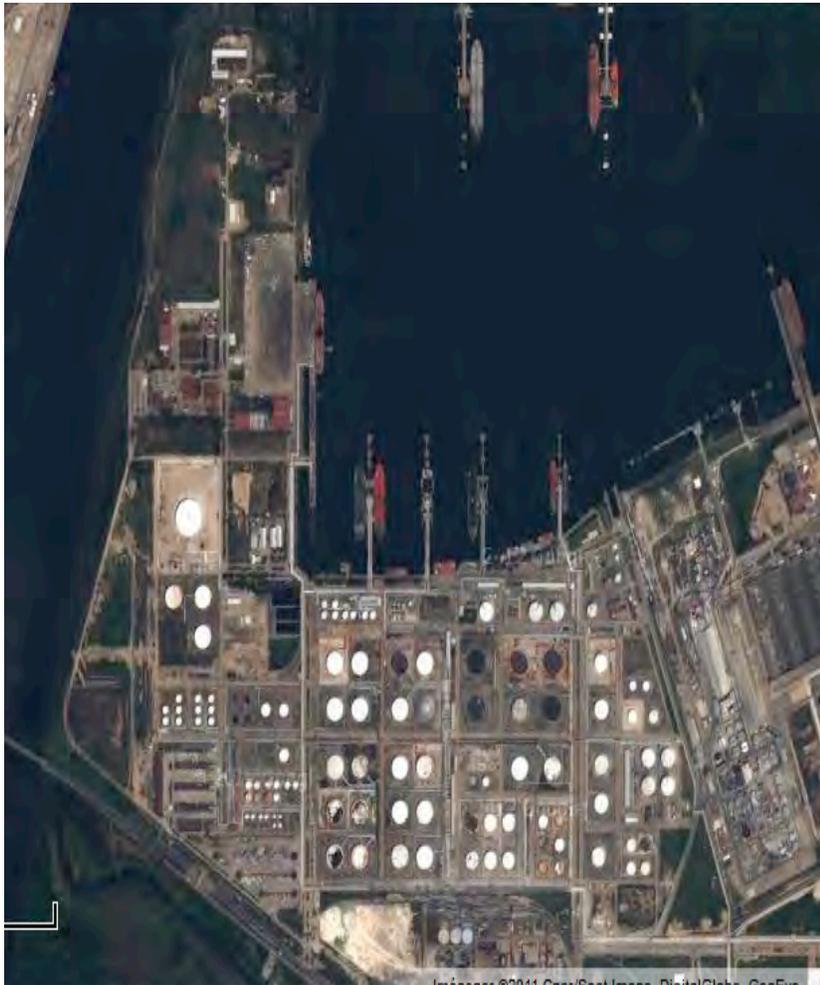
Estos productos mencionados son los principalmente distribuidos con grado de mayor importancia en una Terminal Marítima, sin dejar de mencionar que el principal producto que se maneja es el crudo ya que se utiliza como materia prima para obtener más productos; el objetivo es obtener combustibles terminados e hidrocarburos que luego se procesarán en otros Centros de Trabajo, es por ello que las actividades de una Terminal Marítima la hacen ser uno de los principales centros de distribución, almacenaje, importación y exportación de hidrocarburos de los países que comercializan estos productos químicos. En las Terminales se hacen pruebas de calidad para un producto en especial como lo es el **CRUDO DE EXPORTACIÓN**, el manejo de este se lleva a cabo principalmente desde los yacimientos donde se extrae, pasa por diferentes puntos de muestreo para ver en que condiciones está llegando a las Terminales donde es almacenado en tanques de hasta 500 MBLs y es de los tanques donde se distribuye y exporta. Se realizan estas pruebas de calidad a los productos que se reciben, almacenan y entregan a fin de asegurar que los productos cumplen con las especificaciones estipuladas (certificación). Se reformulan las gasolinas partiendo de la calidad hasta el cumplimiento de las especificaciones para su distribución en el área de influencia de la Terminal Marítima; se reformula también el combustóleo lo cual incrementa el volumen de producto asegurando la calidad del producto final para su venta.

---

# CAPÍTULO III

## Resultados

---



*Vista aérea de una Terminal Marítima y Portuaria.*

*Vista aérea de una terminal marítima típica donde se observa el acomodo de los tanques de almacenamiento y sus diferentes muelles cuya labor principal es el transporte y distribución de barriles de hidrocarburos, productos derivados del petróleo, que en México principalmente son enviados a los puertos del Golfo de México y el Pacífico.*

---

## ANTIGUO CENSO DE CIRCUITOS EN LA TERMINAL MARÍTIMA

---

En la Terminal Marítima donde se implementó el sistema SIMECELE se comenzaron los trabajos con la búsqueda de información de todo lo relacionado con los circuitos que se manejaban con anterioridad. Para llegar a un mejor entendimiento del proceso con el que cuenta la Terminal, se trabajó en conjunto con los ingenieros de operaciones para concretar qué productos se manejan actualmente, así como también lo que se encontraría en campo como por ejemplo: posibles disparos, nuevas unidades de control o nuevos equipos según sea el caso. Se analizó toda la información que se tenía para concretar el nuevo censo de circuitos y las unidades de control que los conforman a partir de los expedientes de los 22 circuitos manejados anteriormente ver( **TABLA 3**)

*TABLA 3: Lista de circuitos antiguamente manejados en la Terminal Marítima.*

CIRCUITOS
01-Turbosina
02-Succión de crudo
03-Gasolina
04-Combustóleo
05-Interconexión de Gasolinas
06-Gasolina Nafta de Importación
07-Descarga de Crudo
08-Recibo de Crudo
09-Paraxileno
10-Tolueno
11-Benceno
12-Lastre a Muelles
13-Diesel
14-Diesel Primario
15-Gasóleo
16-Tame Alquilado
17-Gasolina Primaria
18-Aceite Recuperado
19-Aromáticos
20-Gasolina Nafta de Exportación
21-Kerosina
22-Red General Contra Incendios

---

NUEVO CENSO DE CIRCUITOS DE LÍNEAS DE LA TERMINAL MARÍTIMA Y PORTUARIA

---

Con base a la información previa recolectada en el mismo Centro de Trabajo, se logró identificar en la Terminal Marítima los siguientes circuitos de líneas (**TABLA 4**) los cuales están agrupados en grado de importancia con base a los diferentes productos que se manejan y distribuyen actualmente.

*TABLA 4: Nuevo censo de circuitos de la Terminal Marítima y Portuaria.*

NO.	CIRCUITO	DESCRIPCIÓN	SERVICIO
<b>C1</b>	<b>RECIBO CRUDO</b>	De oleoductos a los diferentes TV's de almacenamiento de la terminal.	<b>Crudo</b>
<b>C2</b>	<b>SUCCIÓN DE CRUDO</b>	De TV's de almacenamiento a casa de bombas de la terminal.	<b>Crudo</b>
<b>C3</b>	<b>DESCARGA DE CRUDO</b>	De casas de bombas a Muelles de distribución.	<b>Crudo</b>
<b>C4</b>	<b>COMBUSTÓLEO</b>	De ductos a Muelles de distribución y T.A para ventas.	<b>Combustóleo</b>
<b>C5</b>	<b>DIESEL</b>	De ductos a Muelles de distribución y T.A para ventas.	<b>Diesel</b>
<b>C6</b>	<b>BENCENO</b>	De un complejo petroquímico a Muelles y T.A. para ventas.	<b>Benceno</b>
<b>C7</b>	<b>ISOBUTANO</b>	De muelles de importación a T.A para ventas.	<b>Isobutano</b>
<b>C8</b>	<b>GASOLINAS</b>	De poliductos a Muelles y T.A distribución y ventas.	<b>Gasolinas UBA</b>
<b>C9</b>	<b>GASOLINAS</b>	De Muelles,hacia T.A. distribución y ventas.	<b>Gasolinas importación</b>
<b>C10</b>	<b>DILUENTE/DIESEL PRIMARIO/ACEITE CÍCLICO</b>	De poliducto a Muelles de exportación.	<b>Diluyente / Diesel Primario / Aceite Cíclico</b>
<b>C11</b>	<b>GASÓLEO</b>	De ducto a Muelles de exportación.	<b>Gasóleo</b>

TABLA 4: Nuevo censo de circuitos de la Terminal Marítima y Portuaria (continuación).

NO.	CIRCUITO	DESCRIPCIÓN	SERVICIO
C12	GASOLINA/NAFTA IMPORTADA	De ductos hacia Muelles, y de éstos a Complejos Petroquímicos.	Gasolina Primaria
C13	CRUDO RECUPERADO	De presa de lastre a TV's de almacenamiento.	Crudo recuperado
C14	TOLUENO	De complejos petroquímicos a Muelles de importación y T.A. hacia ventas.	Tolueno
C15	LASTRE	De Muelles a presa de lastre y TV's de almacenamiento.	Lastre
C16	CONTAMINADOS	De ductos a TV's de almacenamiento.	Contaminados
C17	TURBOSINA	De Complejos petroquímicos por ductos a Muelles de importación y T.A. hacia ventas.	Turbosina
C18	PARAXILENO	De Muelles de importación.	Paraxileno
C19	POLIDUCTO	Estaciones de medición por poliductos.	Combustibles
C20	RED DE CONTRA INCENDIOS	Red general contraincendios.	Agua
C21	NAFTA DE EXPORTACIÓN	De Complejos Petroquímicos a muelles de exportación.	Nafta

Con base a esta identificación de circuitos de líneas se prosiguió a la identificación de circuitos de equipos los cuales son un complemento importante en la identificación de todas las unidades de control presentes en la Terminal Marítima y Portuaria.

## CENSO DE CIRCUITOS DE EQUIPOS DE LA TERMINAL MARÍTIMA Y PORTUARIA

Como se especificó en el apartado de descripción de operación de la Terminal Marítima y Portuaria cuenta con más de 50 tanques de almacenamiento, éstos constituyen todos los equipos presentes ya que la terminal no cuenta con equipos más especializados como el caso de una refinería donde se manejan intercambiadores de calor, tanques, filtros, torres etc; el censo de tanques de almacenamiento quedó integrado de acuerdo a la **TABLA 5**.

*TABLA 5: Censo de circuitos de tanques de almacenamiento en la Terminal Marítima.*

NO.	CIRCUITO	DESCRIPCIÓN	SERVICIO
<b>E01</b>	TV-63	Tanque de almacenamiento	<b>Crudo recuperado</b>
<b>E02</b>	TV-64	Tanque de almacenamiento	<b>Crudo recuperado</b>
<b>E03</b>	TV-65	Tanque de almacenamiento	<b>Crudo recuperado</b>
<b>E04</b>	TV-76	Tanque de almacenamiento	<b>Lastre</b>
<b>E05</b>	TV-100	Tanque de almacenamiento	<b>Gasolina</b>
<b>E06</b>	TV-101	Tanque de almacenamiento	<b>Gasolina Convencional</b>
<b>E07</b>	TV-102	Tanque de almacenamiento	<b>Gasolina</b>
<b>E08</b>	TV-103	Tanque de almacenamiento	<b>Gasolina</b>
<b>E09</b>	TV-104	Tanque de almacenamiento	<b>Gasolina</b>
<b>E10</b>	TV-105	Tanque de almacenamiento	<b>Nafta Importada</b>
<b>E11</b>	TV-106	Tanque de almacenamiento	<b>Nafta Importada</b>
<b>E12</b>	TV-107	Tanque de almacenamiento	<b>Nafta Importada</b>

TABLA 5: Censo de circuitos de tanques de almacenamiento en la Terminal Marítima (continuación).

NO.	CIRCUITO	DESCRIPCIÓN	SERVICIO
<b>E13</b>	TV-108	Tanque de almacenamiento	<b>Nafta importada</b>
<b>E14</b>	TV-109	Tanque de almacenamiento	<b>Nafta importada</b>
<b>E15</b>	TV-110	Tanque de almacenamiento	<b>Nafta importada</b>
<b>E16</b>	TV-200	Tanque de almacenamiento	<b>Combustóleo</b>
<b>E17</b>	TV-201	Tanque de almacenamiento	<b>Combustóleo</b>
<b>E18</b>	TV-202	Tanque de almacenamiento	<b>Combustóleo</b>
<b>E19</b>	TV-203	Tanque de almacenamiento	<b>Combustóleo</b>
<b>E20</b>	TV-204	Tanque de almacenamiento	<b>Combustóleo</b>
<b>E21</b>	TV-205	Tanque de almacenamiento	<b>Combustóleo</b>
<b>E22</b>	TV-208	Tanque de almacenamiento	<b>Crudo</b>
<b>E23</b>	TV-209	Tanque de almacenamiento	<b>Crudo</b>
<b>E24</b>	TV-210	Tanque de almacenamiento	<b>Crudo</b>
<b>E25</b>	TV-211	Tanque de almacenamiento	<b>Crudo</b>
<b>E26</b>	TV-212	Tanque de almacenamiento	<b>Gasóleo de Vacío</b>
<b>E27</b>	TV-213	Tanque de almacenamiento	<b>Crudo</b>
<b>E28</b>	TV-214	Tanque de almacenamiento	<b>Gasolina</b>
<b>E29</b>	TV-215	Tanque de almacenamiento	<b>Gasolina</b>

TABLA 5: Censo de circuitos de tanques de almacenamiento en la Terminal Marítima (continuación).

NO.	CIRCUITO	DESCRIPCIÓN	SERVICIO
<b>E30</b>	TV-216	Tanque de almacenamiento	<b>Diesel</b>
<b>E31</b>	TV-217	Tanque de almacenamiento	<b>Diesel</b>
<b>E32</b>	TV-218	Tanque de almacenamiento	<b>Diesel</b>
<b>E33</b>	TV-219	Tanque de almacenamiento	<b>Diluyente</b>
<b>E34</b>	TV-220	Tanque de almacenamiento	<b>Crudo</b>
<b>E35</b>	TV-221	Tanque de almacenamiento	<b>Crudo</b>
<b>E36</b>	TV-222	Tanque de almacenamiento	<b>Crudo</b>
<b>E37</b>	TV-223	Tanque de almacenamiento	<b>Crudo</b>
<b>E38</b>	TV-224	Tanque de almacenamiento	<b>Crudo</b>
<b>E39</b>	TV-225	Tanque de almacenamiento	<b>Crudo</b>
<b>E40</b>	TV-226	Tanque de almacenamiento	<b>Crudo</b>
<b>E41</b>	TV-227	Tanque de almacenamiento	<b>Crudo</b>
<b>E42</b>	TV-240	Tanque de almacenamiento	<b>Gasolina</b>
<b>E43</b>	TV-241	Tanque de almacenamiento	<b>Gasolina</b>
<b>E44</b>	TV-242	Tanque de almacenamiento	<b>Gasolina</b>
<b>E45</b>	TV-300	Tanque de almacenamiento	<b>Paraxileno</b>
<b>E46</b>	TV-301	Tanque de almacenamiento	<b>Tolueno</b>
<b>E47</b>	TV-500	Tanque de almacenamiento	<b>Paraxileno</b>

**TABLA 5:** Censo de circuitos de tanques de almacenamiento en la Terminal Marítima (continuación).

<b>NO.</b>	<b>CIRCUITO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>SERVICIO</b>
<b>E48</b>	TV-501	Tanque de almacenamiento	<b>Tolueno</b>
<b>E49</b>	TV-502	Tanque de almacenamiento	<b>Turbosina</b>
<b>E50</b>	TV-503	Tanque de almacenamiento	<b>Gasolina</b>
<b>E51</b>	TV-505	Tanque de almacenamiento	<b>Benceno</b>
<b>E52</b>	TV-506	Tanque de almacenamiento	<b>Benceno</b>
<b>E53</b>	TV-507	Tanque de almacenamiento	<b>Gasolina</b>
<b>E54</b>	TV-508	Tanque de almacenamiento	<b>Agua Contra Incendio</b>
<b>E55</b>	TV-509	Tanque de almacenamiento	<b>Turbosina</b>
<b>E56</b>	TV-510	Tanque de almacenamiento	<b>Turbosina</b>
<b>E57</b>	TV-511	Tanque de almacenamiento	<b>Turbosina</b>
<b>E58</b>	TV-514	Tanque de almacenamiento	<b>Contaminados</b>
<b>E59</b>	TV-5001	Tanque de almacenamiento.	<b>Crudo</b>

El censo de tanques se realizó en base en la norma 204 de la SASIPA<sup>1</sup>, la cual dice que un tanque o equipo es considerado como un circuito de equipo y sus diferentes partes que lo conforman serán sus unidades de control correspondientes. Los tanques están contruidos por anillos, cúpula y fondo, éstas a su vez por placas las cuales se consideran en ellas los niveles de medición, una vez establecidas sus unidades de control se procederá a la medición de espesores correspondiente partiendo del análisis del software SIMECELE.

## CENSO DE UNIDADES DE CONTROL

En la Terminal Marítima se pudieron identificar 129 unidades de control correspondiente a líneas de proceso con lo cual se obtuvo un valor estimado de un 90% de sus dimensiones; estas se empaquetaron con los expedientes anteriores de medición de la Terminal (unidades de control anteriores) con lo cual quedaron identificadas como se enlistan en la **TABLA 6** y identificadas en el **ANEXO I** de este trabajo de tesis, a excepción de los circuitos 20 y 21 respectivamente.

*TABLA 6: Censo de unidades de control.*

CIRCUITO SIMECELE	UNIDAD DE CONTROL EN SIMECELE	UNIDAD DE CONTROL ANTERIOR	DESCRIPCIÓN
01. RECIBO CRUDO	<b>UC-TM-001</b>	Crudo- C1	De L.B. a TV-208, 209, 222, 223, 224, 225, 226, 227 y 5001.
01. RECIBO CRUDO	<b>UC-TM-002</b>	Crudo, Circuito Único	De L.B. a TV-210, 211 y 213.
01. RECIBO CRUDO	<b>UC-TM-003</b>	Crudo, Circuito Único	De L.B. a TV-222, 224, 225, 226, 227. (F/O)
02. SUCCIÓN DE CRUDO	<b>UC-TM-004</b>	Succión de Crudo, Circuito 1	De TV-222, 223, 226 y 227 a BA-10A-F
02. SUCCIÓN DE CRUDO	<b>UC-TM-005</b>	Succión de Crudo, Circuito 2	De TV-208, 224, 225, 226 y 227 a BA-10A-F y BA-20J-Q
02. SUCCIÓN DE CRUDO	<b>UC-TM-006</b>	Succión de Crudo, Circuito 3	De TV-209, 220 y 221 a BA-10A-F y BA-20J-Q
02. SUCCIÓN DE CRUDO	<b>UC-TM-007</b>	Succión de Crudo, Circuito 4 y Circuito 6	De TV-210, 211 y 213 a BA-10A-F y BA-20F-I
02. SUCCIÓN DE CRUDO	<b>UC-TM-008</b>	Succión de Crudo, Circuito 7	De TV- 208 a BA-10A-F y BA-20 J-Q
02. SUCCIÓN DE CRUDO	<b>UC-TM-009</b>	Succión de Crudo, Circuito 8	Cabezal de succión de BA-10 A/F y BA-20J-Q
02. SUCCIÓN DE CRUDO	<b>UC-TM-010</b>	Succión de Crudo, Circuito 9	De TV-209 y 213 a BA-10A/B
02. SUCCIÓN DE CRUDO	<b>UC-TM-011</b>	Succión de Crudo, Circuito 13	De TV-210, 211 y 213 a BA-20F-I
02. SUCCIÓN DE CRUDO	<b>UC-TM-012</b>	Succión de Crudo, Circuito 5	De TV-215 a CB4 (F/O)
02. SUCCIÓN DE CRUDO	<b>UC-TM-013</b>	Succión de Crudo, Circuito 12	Succión de BA-10A

TABLA 6: Censo de unidades de control (continuación).

CIRCUITO SIMECELE	UNIDAD DE CONTROL EN SIMECELE	UNIDAD DE CONTROL ANTERIOR	DESCRIPCIÓN
02. SUCCIÓN DE CRUDO	<b>UC-TM-014</b>	Succión de Crudo, Circuito 12	Succión de BA-10B
02. SUCCIÓN DE CRUDO	<b>UC-TM-015</b>	Succión de Crudo, Circuito 12	Succión de BA-10C
02. SUCCIÓN DE CRUDO	<b>UC-TM-016</b>	Succión de Crudo, Circuito 12	Succión de BA-10D
02. SUCCIÓN DE CRUDO	<b>UC-TM-017</b>	Succión de Crudo, Circuito 12	Succión de BA-10E
02. SUCCIÓN DE CRUDO	<b>UC-TM-018</b>	Succión de Crudo, Circuito 12	Succión de BA-10F
02. SUCCIÓN DE CRUDO	<b>UC-TM-019</b>	Succión de Crudo, Circuito 12	Succión de BA-20F
02. SUCCIÓN DE CRUDO	<b>UC-TM-020</b>	Succión de Crudo, Circuito 12	Succión de BA-20G
02. SUCCIÓN DE CRUDO	<b>UC-TM-021</b>	Succión de Crudo, Circuito 12	Succión de BA-20H
02. SUCCIÓN DE CRUDO	<b>UC-TM-022</b>	Succión de Crudo, Circuito 12	Succión de BA-20I
02. SUCCIÓN DE CRUDO	<b>UC-TM-023</b>	Succión de Crudo, Circuito 12	Succión de BA-20J
02. SUCCIÓN DE CRUDO	<b>UC-TM-024</b>	Succión de Crudo, Circuito 12	Succión de BA-20K
02. SUCCIÓN DE CRUDO	<b>UC-TM-025</b>	Succión de Crudo, Circuito 12	Succión de BA-20L
02. SUCCIÓN DE CRUDO	<b>UC-TM-026</b>	Succión de Crudo, Circuito 12	Succión de BA-20M

TABLA 6: Censo de unidades de control (continuación).

CIRCUITO SIMECELE	UNIDAD DE CONTROL EN SIMECELE	UNIDAD DE CONTROL ANTERIOR	DESCRIPCIÓN
02. SUCCIÓN DE CRUDO	<b>UC-TM-027</b>	Succión de Crudo, Circuito 12	Succión de BA-20N
02. SUCCIÓN DE CRUDO	<b>UC-TM-028</b>	Succión de Crudo, Circuito 12	Succión de BA-20O
02. SUCCIÓN DE CRUDO	<b>UC-TM-029</b>	Succión de Crudo, Circuito 12	Succión de BA-20P
02. SUCCIÓN DE CRUDO	<b>UC-TM-030</b>	Succión de Crudo, Circuito 12	Succión de BA-20Q
02. SUCCIÓN DE CRUDO	<b>UC-TM-031</b>	S/EXP	De TV-5001 a GA-5001 A/R
03. DESCARGA DE CRUDO	<b>UC-TM-032</b>	Descarga de Crudo, Circuito 2	De BA-20F-I a muelle 3E/W
03. DESCARGA DE CRUDO	<b>UC-TM-033</b>	Descarga de Crudo, Circuito 1	De CB4 a muelle 3E (F/O)
03. DESCARGA DE CRUDO	<b>UC-TM-034</b>	Descarga de Crudo, Circuito 3	De BA-20J-M a muelle 4E
03. DESCARGA DE CRUDO	<b>UC-TM-035</b>	Descarga de Crudo, Circuito 4	De BA-20N-Q a muelles 4W
03. DESCARGA DE CRUDO	<b>UC-TM-036</b>	Descarga de Crudo, Circuito 5	De CB4 a muelle 6M
03. DESCARGA DE CRUDO	<b>UC-TM-037</b>	S/EXP	De GA-5001 A/R a descarga a muelle 7E/W
03. DESCARGA DE CRUDO	<b>UC-TM-038</b>	Descarga de Crudo, Circuito 6	De BA-10A-F a muelle 7W
03. DESCARGA DE CRUDO	<b>UC-TM-039</b>	Descarga de Crudo, Circuito 7	De BA-10A-F a muelle 7E

TABLA 6: Censo de unidades de control (continuación).

CIRCUITO SIMECELE	UNIDAD DE CONTROL EN SIMECELE	UNIDAD DE CONTROL ANTERIOR	DESCRIPCIÓN
03. DESCARGA DE CRUDO	<b>UC-TM-040</b>	S/EXP	Patín de medición 100E/100W
03. DESCARGA DE CRUDO	<b>UC-TM-041</b>	S/EXP	Patín de medición 800 (F/O por mantenimiento)
03. DESCARGA DE CRUDO	<b>UC-TM-042</b>	S/EXP	Patín de medición 1000
03. DESCARGA DE CRUDO	<b>UC-TM-043</b>	S/EXP	Patín de medición 1800
04. COMBUSTÓLEO	<b>UC-TM-044</b>	Combustóleo, Circuito 2	De L.B. (Refinería) a TV-200/205
04. COMBUSTÓLEO	<b>UC-TM-045</b>	S/EXP	Carga a intercambiador de calor de Combustóleo
04. COMBUSTÓLEO	<b>UC-TM-046</b>	S/EXP	Descarga de intercambiador de calor de Combustóleo
04. COMBUSTÓLEO	<b>UC-TM-047</b>	Combustóleo, Circuito 3	De TV-200-205 a BA-40A-C
04. COMBUSTÓLEO	<b>UC-TM-048</b>	Combustóleo, Circuito 4	De BA-40A/B a muelles 3E/W, 4W y 5M
04. COMBUSTÓLEO	<b>UC-TM-049</b>	Combustóleo, Circuito 5	De BA-40C a L.B. (TAR)
04. COMBUSTÓLEO	<b>UC-TM-050</b>	Combustóleo, Circuito 1	De L.B.(F/O)
04. COMBUSTÓLEO	<b>UC-TM-051</b>	S/EXP	Patín de medición 1600

TABLA 6: Censo de unidades de control (continuación).

CIRCUITO SSIMECELE	UNIDAD DE CONTROL EN SIMECELE	UNIDAD DE CONTROL ANTERIOR	DESCRIPCIÓN
05. DIESEL	<b>UC-TM-052</b>	Diesel Primario, Circuito 1	De poliducto a TV-216, 217 y 218.
05. DIESEL	<b>UC-TM-053</b>	Diesel Primario, Circuito 2	De TV-216, 217 y 218 a BA-30A,B,H,I,J,K.
05. DIESEL	<b>UC-TM-054</b>	S/EXP	De BA-30I/K a L.B. (TAR)
05. DIESEL	<b>UC-TM-55</b>	S/EXP	De descarga a TAR a L.B. (CPQ)
05. DIESEL	<b>UC-TM-056</b>	S/EXP	De TV-216, 217 y 218 a BA-30Ñ
05. DIESEL	<b>UC-TM-057</b>	S/EXP	De BA-30H,Ñ a poliducto
05. DIESEL	<b>UC-TM-058</b>	Diesel, Circuito 1	De BA-30A/B a muelles 3E/W, 4W y 5M
05. DIESEL	<b>UC-TM-059</b>	S/EXP	Patín de medición 1400
06. BENCENO	<b>UC-TM-060</b>	Benceno, Circuito 1	De límite de baterías (puente 6) a tanque TV-505
06. BENCENO	<b>UC-TM-061</b>	Benceno, Circuito 2	De tanque TV-505 a bomba BA-3101-A, BA-3101-B, BA-3101-C y BA-304 A/B
06. BENCENO	<b>UC-TM-062</b>	Benceno, Circuito 3	De bombas BA-3101-A, BA-3101-B y BA-3101-C a muelle 1
07. ISOBUTANO	<b>UC-TM-063</b>	Isobutano	De muelle 2 a L.B. (TAR)
08 GASOLINAS	<b>UC-TM-064</b>	Gasolina Magna, Circuito 1	De peine de tuberías a tanques de almacenamiento TV-240, TV-241 y TV-242

TABLA 6: Censo de unidades de control (continuación).

CIRCUITO SIMECELE	UNIDAD DE CONTROL EN SIMECELE	UNIDAD DE CONTROL ANTERIOR	DESCRIPCIÓN
08 GASOLINAS	<b>UC-TM-065</b>	Gasolina magna, Circuito 2	De tanques de almacenamiento TV-240, TV-241 y TV-242 a casa de bombas 9
08 GASOLINAS	<b>UC-TM-066</b>	Gasolina Magna, Circuito 3	De bombas 20-A, 20-B y 20-C a muelles 3, 4 y 5
08 GASOLINAS	<b>UC-TM-067</b>	Gasolina Magna, Circuito 4	De bombas 1025-A y 1025-B a límites de batería hacia TAR para ventas.
08 GASOLINAS	<b>UC-TM-068</b>	Gasolina Magna, Circuito 5	De bombas 1060-A, 1060-B Y 1060-C a UC-TM-058
08 GASOLINAS	<b>UC-TM-069</b>	S/EXP	Sección de tubería fuera de operación ubicada en la casa de bombas 9
09. GASOLINAS	<b>UC-TM-070</b>	S/EXP	De poliducto a TV-100, 101, 102, 103
09. GASOLINAS	<b>UC-TM-071</b>	S/EXP	Recibo a TV-214 y 215.
09. GASOLINAS	<b>UC-TM-072</b>	S/EXP	De CPC a TV-104.
09. GASOLINAS	<b>UC-TM-073</b>	Tame Alkulado, Circuito 3	De BA-1022A y recibo de poliducto a TV-503 y 507
09. GASOLINAS	<b>UC-TM-074</b>	S/EXP	Interconexión de TV-104, 214 y 215 de 18"
09. GASOLINAS	<b>UC-TM-075</b>	Tame Alkulado, Circuito 2	De TV-503 a BA-1022A
09. GASOLINAS	<b>UC-TM-076</b>	S/EXP	De TV-507 a BA-100A/B
09. GASOLINAS	<b>UC-TM-077</b>	S/EXP	De BA-100A/B a descarga a muelles

TABLA 6: Censo de unidades de control (continuación).

CIRCUITO SIMECELE	UNIDAD DE CONTROL EN SIMECELE	UNIDAD DE CONTROL ANTERIOR	DESCRIPCIÓN
09. GASOLINAS	<b>UC-TM-078</b>	Gasolina, Circuito 1	De TV-214 y 215 a BA-300,P
09. GASOLINAS	<b>UC-TM-079</b>	Gasolina Nova-Amorfa, Circuito 1	De TV-100/104 a BA-50A/F
09. GASOLINAS	<b>UC-TM-080</b>	Gasolina Nova-Amorfa, Circuito 1	De TV-103 a BA-50A/F
09. GASOLINAS	<b>UC-TM-081</b>	Gasolina Nova-Amorfa, Circuito 2	De BA-50A/F A muelles 3, 4, 5 y TAR
09. GASOLINAS	<b>UC-TM-082</b>	S/EXP	De BA-50A/F A muelles 2, 3, 4, 5
10. DILUENTE/DIESEL PRIMARIO/ACEITE CÍCLICO	<b>UC-TM-083</b>	Diesel Primario, Circuito 1	De poliducto a trinchera de CB8
10. DILUENTE/DIESEL PRIMARIO/ACEITE CÍCLICO	<b>UC-TM-084</b>	Diesel Primario, Circuito 1	Recibo a TV-219 y 207
10. DILUENTE/DIESEL PRIMARIO/ACEITE CÍCLICO	<b>UC-TM-085</b>	Diesel Primario, Circuito 2	De TV-219 a BA-30C-G
10. DILUENTE/DIESEL PRIMARIO/ACEITE CÍCLICO	<b>UC-TM-086</b>	Diesel Primario, Circuito 3	De BA-30C-E a muelles 3, 4 y 5
10. DILUENTE/DIESEL PRIMARIO/ACEITE CÍCLICO	<b>UC-TM-087</b>	S/EXP	De BA-30F,G,O,P a línea de recibo de Diesel Primario de poliducto
11. GASÓLEO	<b>UC-TM-088</b>	Crudo, Circuito 1	Recibo TV-212
11. GASÓLEO	<b>UC-TM-089</b>	Diesel Primario, Circuito 2. Succión de Crudo, Circuito 10	De TV-212 a BA-30C/G
11. GASÓLEO	<b>UC-TM-090</b>	Gasóleo, Circuito 1	De BA-30A/E a muelles 4 y 5

TABLA 6: Censo de unidades de control (continuación).

CIRCUITO SIMECELE	UNIDAD DE CONTROL EN SIMECELE	UNIDAD DE CONTROL ANTERIOR	DESCRIPCIÓN
12. GASOLINA PRIMARIA/NAFTA IMPORTADA	<b>UC-TM-091</b>	Gasolina Primaria 2009. Gasolina Primaria, Circuito 1	De poliducto a TV-205/210
12. GASOLINA PRIMARIA/NAFTA IMPORTADA	<b>UC-TM-092</b>	Gasolina Primaria 2009	De TV-106, 108 a BA-1072B,C y BA-1074A
12. GASOLINA PRIMARIA/NAFTA IMPORTADA	<b>UC-TM-93</b>	Gasolina Primaria 2009	De BA-1072B,C y A a recibo de muelle 2
12. GASOLINA PRIMARIA/NAFTA IMPORTADA	<b>UC-TM-094</b>	Gasolina Primaria 2009	De BA-1072B,C y A cabezal de interconexión de gasolinas (F/O)
12. GASOLINA PRIMARIA/NAFTA IMPORTADA	<b>UC-TM-095</b>	Gasolina Primaria 2009. Nafta Importación Circuito 1	De muelle 2 a TV-105/110
12. GASOLINA PRIMARIA/NAFTA IMPORTADA	<b>UC-TM-096</b>	Gasolina Primaria 2009. Nafta Importación Circuito 2	De TV-105, TV-107 y TV-109 a bomba BA-1072B,C y BA-1074A
12. GASOLINA PRIMARIA/NAFTA IMPORTADA	<b>UC-TM-097</b>	Gasolina Primaria 2009. Nafta Importación Circuito 3	De bomba BA-1074 a límite de baterías (puente 6)
13. CRUDO RECUPERADO	<b>UC-TM-098</b>	Aceite Recuperado 2009	De Cárcamo 1 y 2 a Presa de Lastre
13. CRUDO RECUPERADO	<b>UC-TM-099</b>	Aceite Recuperado 2009	De Cárcamo 3 a Presa de Lastre
13. CRUDO RECUPERADO	<b>UC-TM-100</b>	Aceite Recuperado 2009	De Presa de Lastre a unidad de control: Interconexión de líneas
13. CRUDO RECUPERADO	<b>UC-TM-101</b>	Aceite Recuperado 2009	Interconexión de líneas de tubería de carga y descarga de tanques TV-63, TV-64, TV-65 y TV-76
13. CRUDO RECUPERADO	<b>UC-TM-102</b>	Aceite Recuperado 2009	De unidad de control: Interconexión de líneas a TV-63, TV-64 y TV-65 y a línea que conecta con el circuito de Lastre
13. CRUDO RECUPERADO	<b>UC-TM-103</b>	Aceite Recuperado 2009	De TV-63, TV-64 y TV-65 a Succión de bombas

TABLA 6: Censo de unidades de control (continuación).

CIRCUITO SIMECELE	UNIDAD DE CONTROL EN SIMECELE	UNIDAD DE CONTROL ANTERIOR	DESCRIPCIÓN
13. CRUDO RECUPE-RADO	<b>UC-TM-104</b>	Aceite Recuperado 2009	De TV-76 a conexión con descarga de los tanques TV-63, TV-64 y Tv-65
13. CRUDO RECUPE-RADO	<b>UC-TM-105</b>	Aceite Recuperado 2009	De descarga de bombas a tubería fuera de operación
13. CRUDO RECUPE-RADO	<b>UC-TM-106</b>	Aceite Recuperado 2009	De interconexión de líneas a TV-204
14 TOLUENO	<b>UC-TM-107</b>	Tolueno, Circuito 1	De límite de baterías (puente 6) a tanques TV-301 y TV-501
14 TOLUENO	<b>UC-TM-108</b>	Tolueno, Circuito 2	De tanques TV-301 y TV-501 a bombas BA-80-A y BA-80-B
14 TOLUENO	<b>UC-TM-109</b>	Tolueno, Circuito 3	Descarga de BA-80A/B
14 TOLUENO	<b>UC-TM-110</b>	Tolueno, Circuito 4	De BA-80A/B a muelle 6
15. LASTRE	<b>UC-TM-111</b>	Lastre, Circuito 1	De muelles 3, 4, 5 y 6 a tanque TV-76
15. LASTRE	<b>UC-TM-112</b>	S/EXP	De tanque TV-76 a presa de Lastre # 3
16. CONTAMINADOS	<b>UC-TM-113</b>	Kerosina, Circuito 1	De poliducto a TV-514
16. CONTAMINADOS	<b>UC-TM-114</b>	Kerosina, Circuito 2	De TV-514 a BA-1072A y BA-1074B
17. TURBOSINA	<b>UC-TM-115</b>	S/EXP	De poliducto a TV-509, 510 y 511
17. TURBOSINA	<b>UC-TM-116</b>	S/EXP	De CPC a TV-502

TABLA 6: Censo de unidades de control (continuación).

CIRCUITO SIMECELE	UNIDAD DE CONTROL EN SIMECELE	UNIDAD DE CONTROL ANTERIOR	DESCRIPCIÓN
17. TURBOSINA	UC-TM-117	S/EXP	De CPC a TV-509. 510 y 511
17. TURBOSINA	UC-TM-118	S/EXP	De TV-502. 509, 510 y 511 a BA-1053A/C
17. TURBOSINA	UC-TM-119	S/EXP	De BA-1053A/C a FA-2/4
17. TURBOSINA	UC-TM-120	S/EXP	De FA-2/4 a TAR, muelle 4, 5 y 6
17. TURBOSINA	UC-TM-121	S/EXP	Patín de medición 1200
18. PARAXILENO	UC-TM-122	Paraxileno, Circuito 1	De CPC a recibo a TV-300 y 500
18. PARAXILENO	UC-TM-123	Paraxileno, Circuito 1	Recibo a TV-300 y 500
18. PARAXILENO	UC-TM-124	Paraxileno, Circuito 2	De TV-300 y 500 a BA-70A/B
18. PARAXILENO	UC-TM-125	Paraxileno, Circuito 4	De BA-70A/B a TV-300 y 500
18. PARAXILENO	UC-TM-126	Paraxileno, Circuito 3	De BA-70A/B a muelle 1
18. PARAXILENO	UC-TM-127	Paraxileno, Circuito 5	De CPC a TAR
20. POLIDUCTO	UC-TM-128	S/EXP	Patín de medición de poliducto de 12"
20. POLIDUCTO	UC-TM-129	S/EXP	Patín de medición de poliducto de 10"

s/exp: sin expediente

cpc: complejo petroquímico

f/op: fuera de operación

TAR: Terminal de Almacenamiento y Reparto

### Actualización de isométricos

Con base a las unidades de control antes descritas en los censos de unidades de control, se actualizaron en la Terminal aproximadamente 300 isométricos entre líneas y tanques de almacenamiento, cumpliendo con una parte de la implementación del software SIMECELE, la **actualización de isométricos**; esta parte del trabajo ayuda a tener los diagramas de inspección técnica listos y con la información obtenida directamente en campo de las condiciones en las que se encuentran las líneas y los equipos, es un trabajo multidisciplinario ya que se realiza con ayuda de los ingenieros de la Terminal; esta actualización servirá para su uso en la captura de las unidades de control al sistema.

### Captura de especificaciones de material de tuberías de proceso de la Terminal Marítima y Portuaria en el software SIMECELE.

El servicio y las condiciones de operación determinan, el material a emplear para los sistemas de tubería, siendo entre otros los siguientes:

- a) Composición química del fluido a manejar.
- b) Condiciones de operación: presión y temperatura (máximas y mínimas).
- c) Contenido de sólidos abrasivos, aceites o alguna otra sustancia extraña.
- d) Problemas de contaminación o coloración del fluido a ser manejado.
- e) Resultado de materiales utilizados y experiencias adquiridas.
- f) Condiciones ambientales.
- g) Factores de corrosión y su control.

En las especificaciones de materiales se concretan los índices de servicios y las especificaciones mínimas para tubería, válvulas, conexiones y accesorios en la construcción de instalaciones de producción y plantas industriales. En las especificaciones de material se concretan los espesores de pared de los tubos, ya que en ellos se ven cuales son los requeridos por el diseño, así como los espesores por tolerancias.<sup>17</sup>

En la Terminal Marítima se encontraron dos especificaciones de materiales (**TABLA 7**) que fueron cargados al sistema SIMECELE para así comenzar con la captura de unidades de control, para los diferentes servicios que se manejan, los cuales son:<sup>18</sup>

*TABLA 7: Especificación de materiales.*

TIPO DE SERVICIO	REVISIÓN (FECHA)	CLASE DE MATERIAL
<b>Hidrocarburos no corrosivos</b>		
$P_{Dis}=20 \text{ kgf/cm}^2$ a $T=38^\circ\text{C}$	7 (Julio 2003)	T1B
$P_{Dis}=8 \text{ kgf/cm}^2$ a $T=350^\circ\text{C}$		
<b>Hidrocarburos no corrosivos</b>		
$P_{Dis}=52 \text{ kgf/cm}^2$ a $T=38^\circ\text{C}$	7 (Julio 2003)	T1C
$P_{Dis}=38 \text{ kgf/cm}^2$ a $T=350^\circ\text{C}$		

---

UNIDADES DE CONTROL ANALIZADAS Y CAPTURADAS EN EL SOFTWARE SIMECELE.

---

En la **TABLA 8** se enlistan las unidades de control de líneas que fueron cargadas al software SIMECELE.

*TABLA 8: Unidades de control analizadas por el software SIMECELE.*

CIRCUITO EN SIMECELE	UNIDAD DE CONTROL	ÚLTIMA FECHA DE INSPECCIÓN	PRÓXIMA FECHA DE INSPECCIÓN	REQUIERE ORDEN DE EMPLAZAMIENTO
01. CRUDO	UC-TM-001	01/06/2010	01/06/2011	SI
01. CRUDO	UC-TM-002	01/09/2010	01/11/2012	SI
01. CRUDO	UC-TM-003	01/06/2010	01/03/2012	SI
02. SUCCIÓN DE CRUDO	UC-TM-004	01/07/2010	01/01/2014	SI
02. SUCCIÓN DE CRUDO	UC-TM-005	01/07/2010	01/07/2015	NO
02. SUCCIÓN DE CRUDO	UC-TM-006	01/07/2010	01/05/2013	SI
02. SUCCIÓN DE CRUDO	UC-TM-007	01/07/2010	01/02/2014	NO
02. SUCCIÓN DE CRUDO	UC-TM-008	01/07/2010	01/07/2015	NO
02. SUCCIÓN DE CRUDO	UC-TM-009	S/EXP/P	01/11/2011	NO
02. SUCCIÓN DE CRUDO	UC-TM-010	01/07/2010	01/03/2014	NO
02. SUCCIÓN DE CRUDO	UC-TM-011	01/07/2010	01/07/2012	SI
02. SUCCIÓN DE CRUDO	UC-TM-012	01/07/2010	01/10/2014	NO
02. SUCCIÓN DE CRUDO	UC-TM-013	01/07/2010	01/07/2015	NO
02. SUCCIÓN DE CRUDO	UC-TM-014	01/07/2010	01/07/2015	NO
02. SUCCIÓN DE CRUDO	UC-TM-015	01/06/2010	01/06/2015	NO
02. SUCCIÓN DE CRUDO	UC-TM-016	01/07/2010	01/07/2015	NO
02. SUCCIÓN DE CRUDO	UC-TM-017	01/07/2010	01/12/2012	SI
02. SUCCIÓN DE CRUDO	UC-TM-018	01/07/2010	01/07/2015	NO
02. SUCCIÓN DE CRUDO	UC-TM-019	01/07/2010	01/07/2015	NO
02. SUCCIÓN DE CRUDO	UC-TM-020	01/07/2010	01/07/2015	NO
02. SUCCIÓN DE CRUDO	UC-TM-021	01/07/2010	01/07/2015	NO
02. SUCCIÓN DE CRUDO	UC-TM-022	01/09/2010	01/09/2015	NO
02. SUCCIÓN DE CRUDO	UC-TM-023	01/07/2010	01/07/2014	NO
02. SUCCIÓN DE CRUDO	UC-TM-024	01/07/2010	01/07/2015	NO
02. SUCCIÓN DE CRUDO	UC-TM-025	01/09/2010	01/09/2015	NO
02. SUCCIÓN DE CRUDO	UC-TM-026	01/07/2010	01/02/2013	SI
02. SUCCIÓN DE CRUDO	UC-TM-027	01/07/2010	01/05/2013	SI

TABLA 8: Unidades de control analizadas por el software SIMECELE (continuación).

CIRCUITO EN SIMECELE	UNIDAD DE CONTROL	ÚLTIMA FECHA DE INSPECCIÓN	PRÓXIMA FECHA DE INSPECCIÓN	REQUIERE ORDEN DE EMPLAZAMIENTO
02. SUCCIÓN DE CRUDO	<b>UC-TM-028</b>	01/09/2010	01/10/2014	NO
02. SUCCIÓN DE CRUDO	<b>UC-TM-029</b>	01/07/2010	01/10/2014	NO
02. SUCCIÓN DE CRUDO	<b>UC-TM-030</b>	01/07/2010	01/07/2015	NO
02. SUCCIÓN DE CRUDO	<b>UC-TM-031</b>	01/11/2010	01/11/2011	NO
03.DISCARGA DE CRUDO	<b>UC-TM-032</b>	01/07/2010	01/12/2011	SI
03.DISCARGA DE CRUDO	<b>UC-TM-033</b>	01/07/2010	01/12/2011	SI
03.DISCARGA DE CRUDO	<b>UC-TM-034</b>	01/07/2010	01/04/2013	SI
03.DISCARGA DE CRUDO	<b>UC-TM-035</b>	01/07/2010	01/11/2011	SI
03.DISCARGA DE CRUDO	<b>UC-TM-036</b>	01/07/2010	01/01/2011	SI
03.DISCARGA DE CRUDO	<b>UC-TM-037</b>	01/11/2010	01/11/2011	NO
03.DISCARGA DE CRUDO	<b>UC-TM-038</b>	01/07/2010	01/07/2011	SI
03.DISCARGA DE CRUDO	<b>UC-TM-039</b>	01/07/2010	01/03/2011	SI
03.DISCARGA DE CRUDO	<b>UC-TM-040</b>	01/11/2010	01/11/2015	NO
03.DISCARGA DE CRUDO	<b>UC-TM-041</b>	01/11/2010	01/11/2015	NO
03.DISCARGA DE CRUDO	<b>UC-TM-042</b>	01/11/2010	01/11/2015	NO
03.DISCARGA DE CRUDO	<b>UC-TM-043</b>	01/11/2010	01/11/2015	NO
04. COMBUSTÓLEO	<b>UC-TM-044</b>	01/09/2010	01/09/2013	NO
04. COMBUSTÓLEO	<b>UC-TM-045</b>	01/11/2010	01/11/2015	NO
04. COMBUSTÓLEO	<b>UC-TM-046</b>	01/11/2010	01/11/2015	NO
04. COMBUSTÓLEO	<b>UC-TM-047</b>	01/09/2010	01/09/2015	NO
04. COMBUSTÓLEO	<b>UC-TM-048</b>	01/09/2010	01/06/2011	SI
04. COMBUSTÓLEO	<b>UC-TM-049</b>	01/09/2010	01/09/2015	NO
04. COMBUSTÓLEO	<b>UC-TM-050</b>	01/09/2010	01/09/2013	NO
04. COMBUSTÓLEO	<b>UC-TM-051</b>	01/11/2010	01/11/2013	NO
05.DIESEL	<b>UC-TM-052</b>	01/09/2010	01/09/2015	NO
05.DIESEL	<b>UC-TM-053</b>	01/09/2010	01/09/2015	NO
05.DIESEL	<b>UC-TM-054</b>	01/11/2010	01/11/2015	NO
05.DIESEL	<b>UC-TM-055</b>	01/11/2010	01/11/2015	NO

**TABLA 8:** Unidades de control analizadas por el software SIMECELE (continuación).

CIRCUITO EN SIMECELE	UNIDAD DE CONTROL	ÚLTIMA FECHA DE INSPECCIÓN	PRÓXIMA FECHA DE INSPECCIÓN	REQUIERE ORDEN DE EMPLAZAMIENTO
05.DIESEL	<b>UC-TM-056</b>	01/09/2010	01/09/2011	NO
05.DIESEL	<b>UC-TM-057</b>	S/EXP/P	01/11/2011	NO
05.DIESEL	<b>UC-TM-058</b>	01/09/2010	01/09/2011	NO
05.DIESEL	<b>UC-TM-059</b>	S/EXP/P	01/11/2011	NO
07. ISOBUTANO	<b>UC-TM-063</b>	01/09/2010	01/09/2011	NO

Las **unidades de control** de líneas capturadas en el software SIMECELE fueron 60, dada su extensión solo se pudieron realizar en su totalidad 6 circuitos, así como 8 equipos (tanques de almacenamiento), obteniendo el análisis correspondiente de los mismos del software SIMECELE.

En las tablas anteriores (**TABLA 8**), se enlistaron los circuitos con las unidades de control realizadas, se generó por parte del sistema las fechas de próxima inspección y órdenes de emplazamientos; estas unidades requieren de atención urgente ya que en alguna de sus partes su vida útil resulta menor o igual a 1.5 años, por lo que una nueva inspección determinará las condiciones actuales de las mismas, corroborando el resultado del sistema así como la veracidad de los puntos críticos que presente. Para aquellas unidades de control que no tenían inspección previa o bien sólo un rango de valores únicos de inspección (**única fecha de inspección**), la segunda o siguiente medición deberá efectuarse al término de 1 año después de la fecha de la primera medición de espesores. Para el caso de las unidades de control sin expedientes previos (S/EXP/P) el sistema manda inmediatamente a inspección en un lapso de tiempo no mayor a 180 días para determinar condiciones actuales y comenzar con su seguimiento formal de medición de espesores.

En las siguientes tablas (**TABLA 9**) se muestra el censo de unidades de control de equipos, la Terminal Marítima cuenta con aproximadamente 59 tanques, de los cuales dadas sus dimensiones se realizaron solo 8; al igual que en el censo de unidades de control de líneas descritas anteriormente se da un panorama general de las condiciones de estos equipos, generando fechas de próxima inspección así como la identificación de los posibles emplazamientos que se presenten en las unidades de control.

En la **TABLA 9** se enlistan las unidades de control de equipos que fueron cargadas al software SIMECELE.

**TABLA 9:** Unidades de control de equipos analizados por el software SIMECELE.

UNIDAD DE CONTROL	CIRCUITO EN SIMECELE.	ULTIMA FECHA DE INSPECCION	PROXIMA FECHA DE INSPECCION	REQUIERE ORDEN DE EMPLAZAMIENTO
E 01-TV-63-ANILLO 1	<b>TV-63</b>	24/03/2010	24/07/2012	NO
E 01-TV-63-ANILLO 2	<b>TV-63</b>	23/03/2010	11/07/2012	NO
E 01-TV-63-ANILLO 3	<b>TV-63</b>	24/02/2010	24/07/2012	NO
E 01-TV-63-ANILLO 4	<b>TV-63</b>	24/11/2010	24/07/2014	NO
E 01-TV-63-ANILLO 5	<b>TV-63</b>	24/11/2010	24/07/2014	NO
E 01-TV-63-CÚPULA	<b>TV-63</b>	24/11/2010	01/07/2014	NO
E 01-TV-63-FONDO	<b>TV-63</b>	24/11/2010	23/08/2014	NO
E 01-TV-63-SUMIDERO 1	<b>TV-63</b>	24/11/2010	23/08/2014	NO
E 01-TV-63-SUMIDERO 2	<b>TV-63</b>	24/11/2010	23/08/2014	NO
E 02-TV-64-ANILLO 1	<b>TV-64</b>	24/11/2010	08/11/2011	SI
E 02-TV-64-ANILLO 2	<b>TV-64</b>	24/11/2010	17/11/2015	NO
E 02-TV-64-ANILLO 3	<b>TV-64</b>	24/11/2010	23/08/2015	NO
E 02-TV-64-ANILLO 4	<b>TV-64</b>	24/02/2010	21/11/2015	NO
E 02-TV-64-ANILLO 5	<b>TV-64</b>	25/02/2010	23/08/2015	NO
E 02-TV-64-CÚPULA	<b>TV-64</b>	25/02/2010	23/02/2015	NO
E 02-TV-64-FONDO	<b>TV-64</b>	25/02/2010	24/03/2015	NO
E 02-TV-64-SUMIDERO 1	<b>TV-64</b>	25/02/2010	23/03/2015	NO
E 02-TV-64-SUMIDERO 2	<b>TV-64</b>	26/02/2010	24/02/2015	NO
E 03-TV-65-ANILLO 1	<b>TV-65</b>	27/04/2010	24/11/2015	NO
E 03-TV-65-ANILLO 2	<b>TV-65</b>	25/02/2010	24/11/2015	NO
E 03-TV-65-ANILLO 3	<b>TV-65</b>	25/04/2010	24/11/2015	NO
E 03-TV-65-ANILLO 4	<b>TV-65</b>	25/04/2010	24/11/2015	NO
E 03-TV-65-ANILLO 5	<b>TV-65</b>	25/04/2010	24/11/2015	NO
E 03-TV-65-CÚPULA	<b>TV-65</b>	28/01/2010	24/11/2015	NO
E 03-TV-65-FONDO	<b>TV-65</b>	28/01/2010	24/11/2015	NO
E 03-TV-65-SUMIDERO 1	<b>TV-65</b>	28/01/2010	24/11/2015	NO
E 03-TV-65-SUMIDERO 2	<b>TV-65</b>	28/01/2010	24/11/2015	NO
E 05-TV-76-ANILLO 1	<b>TV-76</b>	28/01/2010	24/02/2015	NO
E 05-TV-76-ANILLO 2	<b>TV-76</b>	S/EXP/P	25/11/2011	NO
E 05-TV-76-ANILLO 3	<b>TV-76</b>	S/EXP/P	25/11/2011	NO
E 05-TV-76-ANILLO 4	<b>TV-76</b>	25/02/2010	25/02/2013	NO
E 05-TV-76-ANILLO 5	<b>TV-76</b>	S/EXP/P	25/11/2011	NO
E 05-TV-76-CÚPULA	<b>TV-76</b>	24/11/2010	24/11/2013	SI

TABLA 9: Unidades de control de equipos analizados por el software SIMECELE (continuación).

UNIDAD DE CONTROL	CIRCUITO EN SIMECELE.	ULTIMA FECHA DE INSPECCION	PROXIMA FECHA DE INSPECCION	REQUIERE ORDEN DE EMPLAZAMIENTO
E 05-TV-76-FONDO	<b>TV-76</b>	S/EXP./P	27/11/2011	NO
E 05-TV-76-PARCHES	<b>TV-76</b>	25/11/2010	25/11/2011	SI
E 05-TV-76-SUMIDERO 1	<b>TV-76</b>	24/10/2010	25/04/2015	NO
E 05-TV-76-SUMIDERO 2	<b>TV-76</b>	24/09/2010	25/04/2015	NO
E 05-TV-76-SUMIDERO 3	<b>TV-76</b>	24/09/2010	25/04/2015	NO
E 20-TV-204-ANILLO 1	<b>TV-204</b>	24/09/2009	28/01/2014	SI
E 20-TV-204-ANILLO 2	<b>TV-204</b>	24/09/2009	28/01/2014	NO
E 20-TV-204-ANILLO 3	<b>TV-204</b>	24/09/2009	28/01/2014	NO
E 20-TV-204-ANILLO 4	<b>TV-204</b>	28/01/2009	25/06/2014	SI
E 20-TV-204-ANILLO 5	<b>TV-204</b>	28/01/2009	25/06/2014	SI
E 20-TV-204-ANILLO 6	<b>TV-204</b>	25/06/2009	28/11/2014	NO
E 20-TV-204-CÚPULA	<b>TV-204</b>	25/06/2009	25/06/2014	NO
E 20-TV-204-FONDO	<b>TV-204</b>	25/06/2009	25/02/2014	NO
E 20-TV-204-SUMIDERO 1	<b>TV-204</b>	25/06/2009	28/11/2014	NO
E 20-TV-204-SUMIDERO 2	<b>TV-204</b>	S/EXP./P	28/11/2011	NO
E 20-TV-204-SUMIDERO 3	<b>TV-204</b>	27/04/2009	27/04/2014	NO
E 20-TV-204-SUMIDERO 4	<b>TV-204</b>	27/04/2009	27/04/2014	NO
E 42-TV-240-ANILLO 1	<b>TV-240</b>	27/04/2010	27/04/2011	SI
E 42-TV-240-ANILLO 2	<b>TV-240</b>	24/09/2010	27/04/2011	SI
E 42-TV-240-ANILLO 3	<b>TV-240</b>	24/09/2010	27/04/2015	NO
E 42-TV-240-ANILLO 4	<b>TV-240</b>	24/09/2010	27/04/2015	NO
E 42-TV-240-ANILLO 5	<b>TV-240</b>	24/09/2010	27/04/2015	NO
E 42-TV-240-ANILLO 6	<b>TV-240</b>	24/09/2010	27/04/2015	NO
E 42-TV-240-CÚPULA	<b>TV-240</b>	26/04/2010	24/06/2015	NO
E 42-TV-240-FONDO	<b>TV-240</b>	26/04/2010	25/06/2011	SI
E 42-TV-240-PARCHES	<b>TV-240</b>	26/04/2010	25/06/2013	NO
E 42-TV-240-SUMIDERO 1	<b>TV-240</b>	26/04/2010	25/06/2013	NO
E 42-TV-240-SUMIDERO 2	<b>TV-240</b>	26/04/2010	25/06/2015	NO
E 42-TV-240-SUMIDERO 3	<b>TV-240</b>	25/06/2010	27/02/2015	NO
E 42-TV-240-SUMIDERO 4	<b>TV-240</b>	27/01/2010	28/11/2015	NO
E 43-TV-241-ANILLO 1	<b>TV-241</b>	27/01/2010	27/04/2013	NO
E 43-TV-241-ANILLO 2	<b>TV-241</b>	27/01/2010	27/04/2013	NO
E 43-TV-241-ANILLO 3	<b>TV-241</b>	27/01/2010	27/04/2011	SI

**TABLA 9:** Unidades de control de equipos analizados por el software SIMECELE (continuación).

UNIDAD DE CONTROL	CIRCUITO EN SIMECELE.	ULTIMA FECHA DE INSPECCION	PROXIMA FECHA DE INSPECCION	REQUIERE ORDEN DE EMPLAZAMIENTO
E 43-TV-241-ANILLO 4	<b>TV-241</b>	27/01/2010	28/04/2013	NO
E 43-TV-241-ANILLO 5	<b>TV-241</b>	27/01/2010	28/04/2011	SI
E 43-TV-241-ANILLO 6	<b>TV-241</b>	27/09/2010	28/04/2013	NO
E 43-TV-241-CÚPULA	<b>TV-241</b>	27/09/2010	28/04/2013	NO
E 43-TV-241-FONDO	<b>TV-241</b>	27/09/2010	26/04/2013	NO
E 43-TV-241-PARCHES	<b>TV-241</b>	27/09/2010	26/04/2013	NO
E 43-TV-241-SUMIDERO 1	<b>TV-241</b>	27/09/2010	26/04/2014	NO
E 43-TV-241-SUMIDERO 2	<b>TV-241</b>	S/EXP/P	26/11/2011	NO
E 43-TV-241-SUMIDERO 3	<b>TV-241</b>	S/EXP/P	26/11/2011	NO
E 43-TV-241-SUMIDERO 4	<b>TV-241</b>	S/EXP/P	26/11/2011	NO
E 44-TV-242-ANILLO 1	<b>TV-242</b>	S/EXP/P	27/11/2011	NO
E 44-TV-242-ANILLO 2	<b>TV-242</b>	S/EXP/P	27/11/2011	NO
E 44-TV-242-ANILLO 3	<b>TV-242</b>	S/EXP/P	27/11/2011	NO
E 44-TV-242-ANILLO 4	<b>TV-242</b>	S/EXP/P	27/11/2011	NO
E 44-TV-242-ANILLO 5	<b>TV-242</b>	S/EXP/P	27/11/2011	NO
E 44-TV-242-ANILLO 6	<b>TV-242</b>	S/EXP/P	27/11/2011	NO
E 44-TV-242-CUPULA	<b>TV-242</b>	S/EXP/P	27/11/2011	NO
E 44-TV-242-FONDO	<b>TV-242</b>	S/EXP/P	27/11/2011	NO
E 44-TV-242-SUMIDERO 1	<b>TV-242</b>	S/EXP/P	27/11/2011	NO
E 44-TV-242-SUMIDERO 2	<b>TV-242</b>	S/EXP/P	27/11/2011	NO
E 44-TV-242-SUMIDERO 3	<b>TV-242</b>	S/EXP/P	27/11/2011	NO
E 44-TV-242-SUMIDERO 4	<b>TV-242</b>	S/EXP/P	27/11/2011	NO

Los equipos y líneas anteriormente descritos (**TABLAS 8 Y 9**) muestran el panorama en el que se encontraba la Terminal Marítima antes de la aplicación del software SIMECELE es decir contaba con inspecciones de los años 2010 y 2009 como últimas fechas de medición así como unidades de control de las cuales no se tenían expedientes previos de medición. Con esto, se logró la captura de todas las unidades antes descritas en el sistema arrojando resultados concretos como fueron los posibles emplazamientos y las fechas de próxima medición, ayudando a la Terminal a la mejora en sus prácticas de administración al dejar un calendario de próximas mediciones de espesores para su futuro seguimiento.

Para las fechas generadas con base a la próxima medición de espesores se observan rangos que van desde 1, 3 a 5 años ya que en el análisis de la estadística de la misma, se obtienen diferentes vidas útiles estimadas para cada unidad de control.

Por lo anterior todas las unidades de control con fecha de 2011 son a las cuales se les debe dar prioridad en una nueva inspección por parte de la gente que realiza dicha labor (calibradores). La aplicación del software SIMECELE como un sistema que aprovecha el control de la información contribuyó con la Terminal a tener un control riguroso de las inspecciones futuras, por lo cual es importante mencionar que se tiene que tener un plan de trabajo enfocado en futuras calibraciones por parte de la Terminal Marítima.

Cabe destacar la importancia del uso del sistema SIMECELE como un software capaz de calcular la vida útil estimada y generar resultados en base a la medición de espesores, conociendo con esto la integridad con la cual se encuentran operando las tuberías de proceso de la Terminal Marítima. El software SIMECELE y su implementación correcta pueden ser una herramienta útil para dar un panorama global de lo que a integridad mecánica de líneas y equipos se refiere.

Adicionalmente, es de importancia señalar que los Ingenieros de la Terminal Marítima encargados de su operación y seguridad, tienen la obligación de atender los elementos que requieren de atención urgente entre lo que destaca:

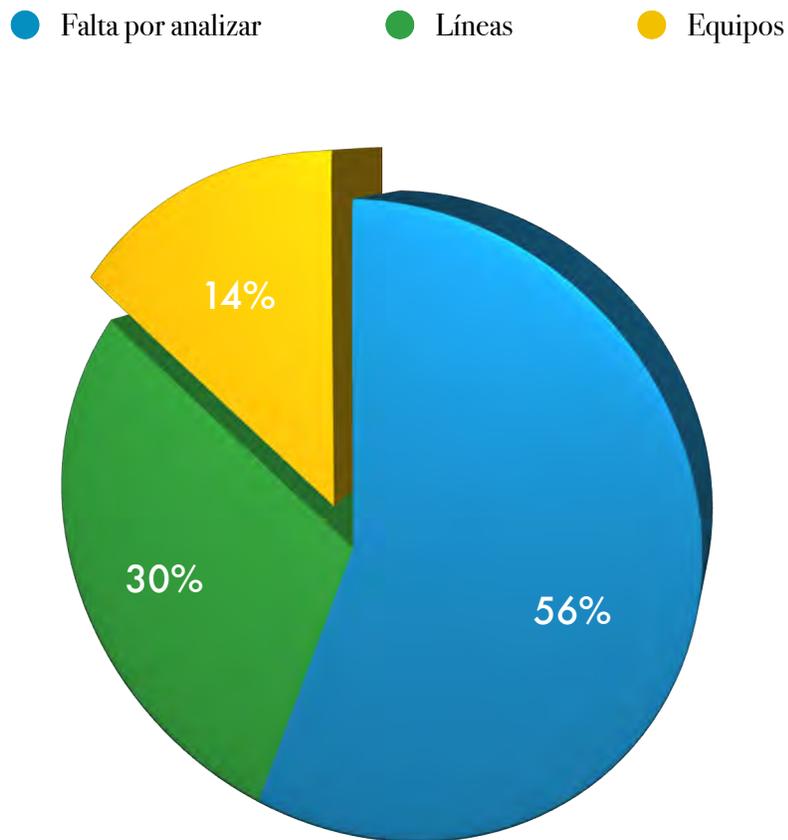
- I. Conocimiento de las unidades de control con aviso de emplazamiento y cuyos espesores son críticos en alguna de sus partes.
- II. Calibración inmediata de las unidades de control con orden de emplazamientos.
- III. Toma de decisiones con base al mantenimiento de las unidades de control a emplazamiento.
- IV. Cambio de tramos de tuberías y/o equipos afectados.
- V. Ayuda a tener un trabajo seguro y confiable cuya prioridad es cero accidentes contribuyendo a un ambiente seguro con base a la operación en la Terminal Marítima.

El software SIMECELE también es una herramienta útil en la prevención de accidentes por bajos espesores; con el sistema se mejora las prácticas de la administración de la Integridad Mecánica y su Inspección Preventiva de Espesores de la Terminal Marítima, en donde la información de medición y control de espesores quedará resguardada y a la mano de todos los Ingenieros encargados de la seguridad de la planta.

En el siguiente gráfico (figura 44) se observa el porcentaje que se logró cubrir de la Terminal Marítima con base en la implementación del sistema SIMECELE.

**CIRCUITOS CARGADOS Y ANALIZADOS EN EL SOFTWARE SIMECELE.**

(porcentaje de avance del proceso de implementación)



**Figura 44:** Porcentajes de avance en la implementación del software SIMECELE en la Terminal Marítima y Portuaria.

## ANÁLISIS DE LA MEDICIÓN DE ESPESORES

Se analizan 3 unidades de control cargadas en el software SIMECELE, éstas representan a cada caso específico de rangos de fechas de próxima inspección que arroja el sistema, como son las que se encuentran entre los próximos 5 años, 3 años y 1 año (posibles emplazamientos).

## UC-TM-001

CIRCUITO EN SIMECELE	UNIDAD DE CONTROL	ÚLTIMA FECHA DE INSPECCIÓN	PRÓXIMA FECHA DE INSPECCIÓN	REQUIERE ORDEN DE EMPLAZAMIENTO
01. CRUDO	UC-TM-001	01/06/2010	01/06/2011	SI

La siguiente información corresponde a la unidad de control número uno de la Terminal Marítima, perteneciente al circuito 01 (recibo de crudo) tiene un expediente de medición de espesores del **año 2010** como última medición, con una velocidad de corrosión para puntos normales de **4.93 mpa**, el sistema manda a la siguiente medición en un lapso de un año; dado que en la misma unidad de control se cuenta con puntos críticos con una velocidad promedio de corrosión de **18.23 mpa** el sistema les da un seguimiento aparte; en el **nivel 802** se identificó un espesor de **183 mils** por debajo del límite de retiro. El **límite de retiro** es el espesor con el cual deben retirarse los tramos de tubería y equipos de acuerdo con sus condiciones de diseño, el **espesor mínimo** encontrado se toma como base de cálculo para determinar la vida útil estimada, la cual resultó de **3 años** para puntos normales de esta unidad de control, este resultado da una idea de cuándo es necesario solicitar los materiales requeridos para el cambio de las piezas de la unidad de control; la fecha de retiro probable que el sistema arroja para niveles críticos fue (**01/07/2010**), por lo cual se procederá a emplazar la pieza de línea localizada por debajo del límite de retiro y se continuará vigilando la unidad de control de acuerdo al resultado del análisis.

El siguiente gráfico (figura 45) se genera a partir de toda la estadística de la unidad de control la cual fue inspeccionada al 100% con lo que es claro apreciar el **nivel 802** que requiere emplazamiento, la línea roja denota el límite de retiro por defecto de fabricación de la tubería.

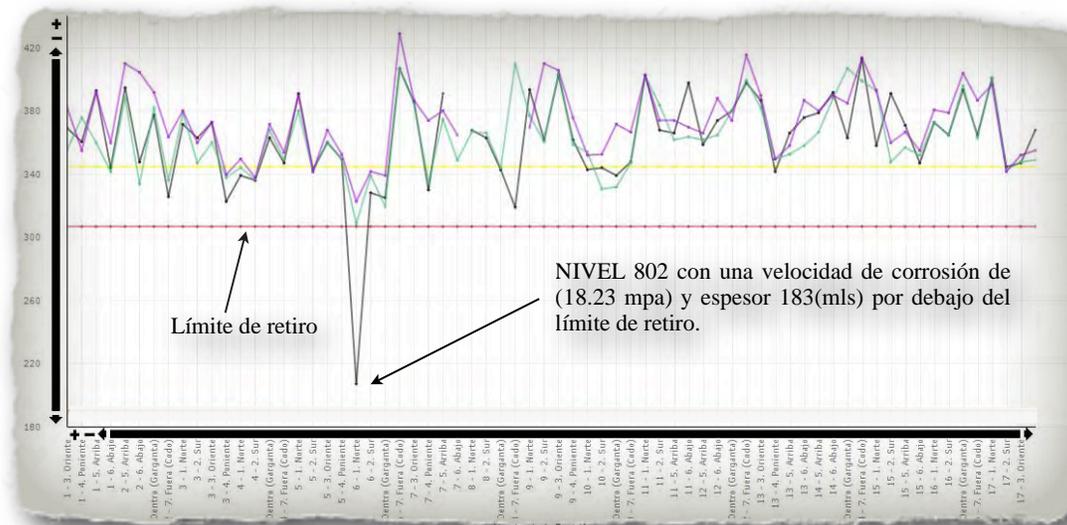


Figura 45: Gráfica generada por el sistema SIMECELE de la unidad de control UC-TM-001.

## UC-TM-034

CIRCUITO EN SIMECELE	UNIDAD DE CONTROL	ÚLTIMA FECHA DE INSPECCIÓN	PRÓXIMA FECHA DE INSPECCIÓN	REQUIERE ORDEN DE EMPLAZAMIENTO
02.DESCARGA DE CRUDO	UC-TM-034	01/06/2010	01/06/2013	SI

La unidad de control **034** corresponde al circuito de descarga de crudo, esta unidad presenta para su siguiente medición de espesores 3 años y requiere orden de emplazamiento ya que, el sistema SIMECELE, al realizar la estadística de la última medición de espesores (**01/06/2010**) con anteriores mediciones capturadas previamente se obtienen las diferencias entre los valores de las dos fechas consideradas, en cada una de las posiciones de medición de cada uno de los puntos de control (norte con norte, sur con sur, 1 con 1, 2 con 2, etc.) llegando a la velocidad de desgaste de la unidad de control la cual es de **5.53 mpa** y una vida útil estimada de **7.60 años**; sin embargo, como se mencionó anteriormente el sistema también cataloga aquellos puntos en que la velocidad de desgaste supera lo permitido (15mpa) y generan vidas útiles menores a 1.5 años pero que aún estos puntos no han superado su límite de retiro (puntos críticos) pero si están próximos a ello; el SIMECELE les da un seguimiento aparte y analiza para esos puntos velocidades de corrosión promedio críticas la cual en este caso resultó de **22.68 mils** así como nuevas fechas de próxima inspección para los mismos, generando una prevención independiente de los niveles críticos de esta unidad de control.

En el siguiente gráfico (figura 46) resultado del análisis del software SIMECELE se puede observar los puntos que están muy cercanos a su límite de retiro (línea roja) los cuales ya tienen un seguimiento aparte por parte del sistema, para toda la unidad de control se requiere inspeccionar nuevamente en un lapso no mayor a 3 años y para sus puntos críticos en un lapso de tiempo no mayor a un año para identificar su estado.

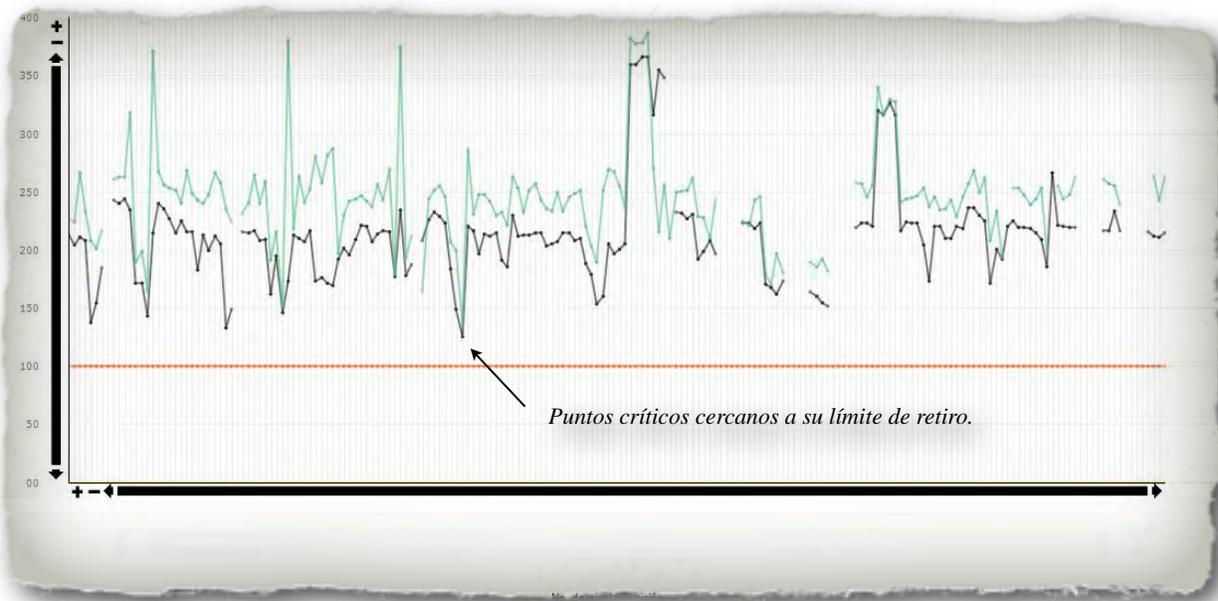


Figura 46: Gráfico generado por el software SIMECELE de la unidad de control UC-TM-034.

## UC-TM-030

CIRCUITO EN SIMECELE	UNIDAD DE CONTROL	ÚLTIMA FECHA DE INSPECCIÓN	PRÓXIMA FECHA DE INSPECCIÓN	REQUIERE ORDEN DE EMPLAZAMIENTO
02.SUCCIÓN DE CRUDO	UC-TM-030	01/06/2010	01/06/2015	NO

La unidad de control **030** presenta un rango de 5 años para su próxima medición de espesores dado las condiciones estables en la que se encuentra, esta unidad de control en particular denota por parte del sistema SIMECELE una velocidad de corrosión **2.56 mpa**, una vida útil estimada de **14.07 años** dado que no presenta niveles críticos a los cuales dar un seguimiento aparte.

En el siguiente gráfico (figura 47) resultado del análisis del software SIMECELE se puede observar los puntos estables con una tendencia uniforme, se requiere inspeccionar nuevamente esta unidad de control en un lapso mínimo de 5 años.

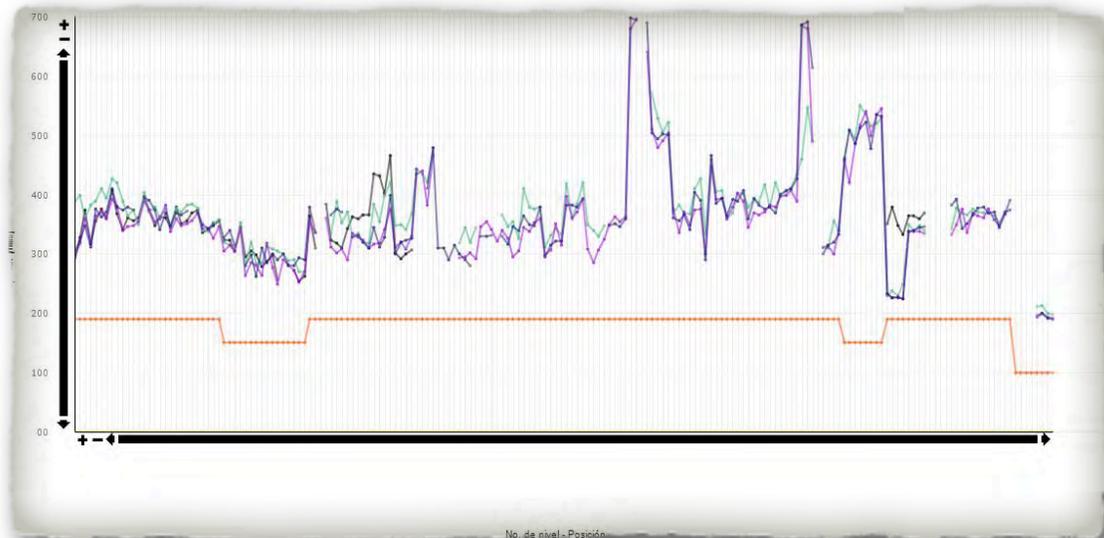


Figura 47: Gráfico generado por el software SIMECELE de la unidad de control UC-TM-030.

Es factible tener en cuenta los siguientes criterios en base a las unidades de control con vidas útiles estimadas que generen orden de emplazamiento para sacar conjeturas y resultados correctos, es por ello que SIMECELE es una herramienta útil en dichos análisis de espesores:

- I. Cuando las velocidades de desgaste sean mayores en determinados puntos de las líneas o equipos, debe considerarse que pudiera tenerse el caso de corrosión de tipo localizado y por lo tanto, se procede a hacer la revisión de los materiales y de las corrientes de la unidad de control, como base para un estudio de corrosión posterior.
- II. Cuando el desgaste se encuentre localizado y definido en alguna sección de las líneas o equipos, se deben analizar materiales tanto de diseño como de construcción, cambios bruscos de dirección, cédula menor, puntos de inyección, ramales muertos, interfaces suelo – aire, daños por congelamiento, orificios de restricción, incrustación interior, etc., y se deberán de incluir puntos de monitoreo de espesores adicionales, como niveles o puntos de inspección identificados dentro de los isométricos de las unidades de control o equipos (API-570, API-510 y API-653).

- III. Una inspección visual externa se deberá de realizar antes de la medición de espesores con la finalidad de verificar el estado existente para determinar si existen condiciones que puedan derivar en la formación de corrosión o signos de que éste haya comenzado. Las fuentes de incitación de la corrosión es por la humedad por lluvias, perdidas de agua, condensación, etc., la presencia es más común en aceros al carbón y fisuración por corrosión bajo tensiones por cloruros en aceros inoxidables.

---

# CAPÍTULO IV

## Conclusiones

---



*Buquetanque*

*Este tipo de buques se dedican al transporte de petrolíferos, hidrocarburos, y otras sustancias desde las Terminal de operaciones marítimas a otros lugares y países o desde puertos de países productores hasta las refinerías. Son los buques de mayor tamaño. Hasta hace muy poco se llegaron a construir petroleros de más de 500.000 Bls. Verdaderos monstruos cúbicos de casi 400 metros de largo.*

---

## CONCLUSIONES

---

En la Terminal Marítima se analizaron 6 circuitos de líneas y 8 de equipos con sus diferentes unidades de control dada la extensión de la instalación. Se realizó completamente el censo de circuitos de todos los productos que se manejan, así como el censo de unidades de control de los 19 circuitos, cubriendo con ésto el 90% de la instalación en cuestión de identificación de unidades de control en DTI's; se logro concretar un 44% de la terminal cargada en el software SIMECELE. La implementación del SIMECELE se vuelve un trabajo multidisciplinario ya que con la colaboración de los ingenieros de línea de la Terminal, se logrará tener cubierta al 100% la instalación (cargada y analizada) en el software SIMECELE.

El proceso de implementación se llevó a cabo con éxito ya que se logró el conocimiento de el software y la correcta aplicación de la normatividad de inspección técnica en la Terminal, con lo cual se cumple la hipótesis de este trabajo de tesis, la cual al tener una administración adecuada de las inspecciones, ayudará en un futuro no muy lejano en tenerla perfectamente analizada y a la vanguardia en seguridad industrial, procurando peligros potenciales por bajos espesores.

**Se llevaron acabo los objetivos particulares planteados en este trabajo de tesis, los cuales se describen a continuación:**

- ☼ Disponibilidad de la información del proceso a través de las tecnologías de la información, tales como la intranet de la Terminal, con lo cual una cuarta parte de ésta ya está disponible en la red cuyos análisis pueden ser vistos por todo el personal involucrado en la inspección de espesores en líneas y equipos.
- ☼ Información actualizada y disponible de los expedientes de inspección técnica de líneas y equipos de proceso, ya que al tener un nuevo censo de circuitos y un nuevo censo de unidades de control se hace más accesible el proceso de mejora en las prácticas de integridad mecánica de líneas y equipos; los circuitos y unidades quedan correctamente agrupadas bajo norma para su seguimiento.
- ☼ Se concretó la actualización rápida y sencilla de los Diagramas para Inspección Técnica de Espesores (isométricos) actualizando aproximadamente 300, se levantaron en campo todos los isométricos de las líneas de los circuitos trabajados, con ellos el análisis se hace más eficaz obteniendo información veraz de las condiciones en las que opera la planta.
- ☼ Control y administración del trabajo de inspección, lo cual mejorará la eficacia en el trabajo cotidiano de medición de espesores en líneas y equipos que lo denomina como un proceso cíclico, una vez que el software da las fechas de próxima calibración es simple y sencillo seguir con la inspección en fechas y programaciones dadas por el mismo software teniendo una administración de la inspección, con una organización al 100%.
- ☼ Se dejaron disponibles en la base de datos del sistema SIMECELE, todos los expedientes de inspección técnica con base en la medición de espesores de líneas y equipos de proceso con los que contaba la Terminal anteriormente.

☼ Se utilizó el software SIMECELE, para identificar las unidades de control que requerían orden de emplazamiento, para su pronta revisión, inspección y mantenimiento por parte de la Terminal.

**Con la implementación del sistema SIMECELE en la Terminal Marítima y Portuaria se promueve:**

- I. Una mejor Administración de Información en sus análisis de Integridad Mecánica en Líneas y Equipos.
- II. Una disminución de errores humanos en el análisis de espesores al tener un programa más actual con una correcta estadística de la medición de espesores.
- III. Un aumento en la productividad de la Terminal contando con una planta que labora al 100% en cuestión de seguridad.

**Las ventajas que proporciona la implementación del sistema SIMECELE en la Terminal Marítima y Portuaria son:**

- I. Se tiene en un sólo archivo la información del **Programa Anual de Medición de Espesores de toda la Planta** de tal manera que se pueden identificar fácilmente para cada **unidad de control** la fecha de última calibración, de próxima calibración, los niveles normales y críticos con sus respectivas velocidades de desgaste así como la fecha en que se tiene que reemplazar (emplazamiento).
- II. Toda su información está respaldada en una base de datos y contenida en archivos electrónicos.
- III. Sólo se necesita de una computadora conectada a la intranet para la consulta de información.
- IV. Disminución de malos análisis de medición de espesores debido al error humano efectuando malos cálculos.
- V. Compatible con el equipo DMS2 u otro equipo que mida espesores, una vez teniendo la medición, sólo es cuestión de descargarla al software y obtener los resultados del análisis.
- VI. Los datos registrados en el sistema SIMECELE no pueden ser alterados sin la aprobación del personal autorizado (inspectores y jefes de seguridad).
- VII. Detecta rápidamente espesores mal medidos y niveles con velocidad de desgaste normal y crítica, así como las unidades de control cuyo rango es de emplazamiento para su atención inmediata.
- VIII. Minimiza considerablemente el tiempo del análisis de medición de espesores (cálculos) así como la generación y consulta de reportes cuya información dentro de SIMECELE se requieren de 5 minutos aproximadamente para su observación.

- IX. Toda la información se tiene ordenada y disponible para el personal autorizado, dentro de la planta.
- X. Tener un Centro de Trabajo con seguridad en el manejo de sus productos como es el caso de una Terminal Marítima y Portuaria.
- XI. El poder salvaguardar los intereses industriales, así como vidas humanas hace que la seguridad industrial no sea un tema que se tome a la ligera, dejar la seguridad industrial en segundo plano es de alto riesgo ya que las vidas humanas son prioridad en cualquier centro de trabajo.
- XII. Crear conciencia en las empresas ya que no ven a la seguridad industrial como prioridad, la seguridad en la industria es sobre todas las cosas una inversión.
- XIII. La seguridad industrial es simplemente un tema que engloba la integridad y tranquilidad de todos los que trabajan en la Terminal Marítima cuya meta es cero accidentes, así como todo lo que se procesa en ella como materia industrial.
- XIV. De seguirse al pie de la letra, la seguridad industrial puede prevenir accidentes y evitar delitos. Suena fácil, pero la seguridad industrial no puede ser encargada a cualquiera y con el sistema SIMECELE la información de la planta ayuda mucho en cuestión de integridad mecánica de líneas y equipos ya que aplica correctamente las normas de inspección técnica, coadyuvando a la mejora en sus prácticas de medición de espesores futuras.

---

## RECOMENDACIONES

---

- ☀ Implementar un Sistema de Integridad Mecánica como lo es SIMECELE para todas las plantas químicas que manejen y/o almacenen hidrocarburos y sus derivados así como otros fluidos o sustancias abrasivas que desgasten tuberías y equipos.
- ☀ Que todo el personal de la planta use de manera eficiente SIMECELE dependiendo el puesto que realizan en la planta, poner énfasis en la medición ya que de ellos dependerá si se cumple con las normas de seguridad vigentes.
- ☀ Tener gente especializada de planta en el uso del SIMECELE que este monitoreando todas las unidades de control que se trabajen en la Terminal y que tenga un seguimiento constante ya que es indispensable tener un buen nombre en cuestión de seguridad ya que en los reaseguros que se hacen en las plantas químicas es muy importante conocer que tan cuidada tienes tu planta y que tan riesgosa puede o no ser.
- ☀ Que el personal de la planta haga buen manejo del SIMECELE, es decir tanto el personal encargado de realizar la medición de espesores (calibradores) como el ingeniero en jefe, este ultimo deberá de ratificar y aprobar la calibración así como tomar las decisiones adecuadas; el SIMECELE arroja resultados, los humanos (ingenieros) las procesan.
- ☀ Antes de empezar la calibración de la unidad de control, verificar que el isométrico en revisión concuerde con lo que está en campo; que correspondan los niveles indicados para así proceder a la medición de espesores; en caso que no correspondan, se deberá editar la unidad de control en SIMECELE para que se tengan en cuenta los niveles nuevos y el análisis sea realizado de una manera adecuada.
- ☀ Los expedientes de inspección son los que dan la pauta de un excelente análisis. Trabajar de manera segura con ellos es primordial para el personal encargado de la calibración. Los errores humanos se pagan con vidas humanas, el software es capas de decir cómo se encuentra una Terminal, más no cómo actuar después de un siniestro.
- ☀ Tener un orden en los expedientes de inspecciones conduce a tener una buena información que garantice la obtención de buenos resultados. El contar con mala información arroja malos resultados que pueden repercutir en el análisis del SIMECELE.
- ☀ La seguridad de las personas es primordial en cada planta, terminal y centro, donde se trabajan sustancias químicas. SIMECELE es una herramienta hecha por humanos para ayudar a los mismos en sobre guardar sus vidas en sus respectivos centros de trabajo coadyuvando a la mejora en sus prácticas de integridad mecánica de sus líneas y equipos en este caso de una TERMINAL MARÍTIMA Y PORTUARIA.

---

## BIBLIOGRAFÍA

---

- (1) **NOM-DG-SASIPA-IT-0204 Rev.7**-Documento normativo *Guía para el registro, análisis y programación de la medición preventiva de espesores.*
- (2) **SEGURIDAD INDUSTRIAL EN PLANTAS QUÍMICAS Y ENERGÉTICAS.** *Fundamentos, evaluación de riesgos y diseño 2a Edición J.M. Storch de Gracia, T. García Martín. Ediciones Díaz Santos.*
- (3) **PROY-NRF-227-PEMEX-2008, NRF-032-PEMEX-2005 - DOCUMENTOS NORMATIVOS PARA LA EVALUACIÓN DE LA INTEGRIDAD MÉCANICA DE TUBERÍAS DE PROCESO Y RECIPIENTES A PRESIÓN EN INSTALACIONES MARINAS** (Comité de Normalización de Petróleos mexicanos y Organismos Subsidiarios).
- (4) **NRF-187 PEMEX-2007 - Mantenimiento a sistemas de tubería de proceso.**
- (5) **MANUAL DE RECIPIENTES A PRESIÓN, DISEÑO Y CALCULO** Eugene F. Megyesi. pág. 445. Edit. LIMUSA 1992.
- (6) **CRANE.** *Flujo de fluidos en válvulas, accesorios y tuberías. McGRAW-HILL-(teoría del flujo de fluidos en tuberías)*
- (7) **DICCIONARIO PEMEX - Diccionario de Términos Pemex Refinación.**
- (8) **NRF-004 PEMEX-2003 (Protección con recubrimientos anticorrosivos a instalaciones superficiales)** establece las especificaciones y requisitos que deben cumplirse para la preparación de superficie, aplicación, inspección y los criterios de aceptación para los trabajos relacionados con los sistemas de recubrimientos anticorrosivos, para las instalaciones superficiales que transportan hidrocarburos y sus derivados.
- (9) **NORMA AVIII-4 (DG-ASIPA-IT-00008) - Normatividad, espesores de retiro para tuberías, válvulas y conexiones metálicas, empleadas en el transporte de fluidos.**
- (10) **NRF-015-PEMEX-2008 - Protección de áreas y tanques de almacenamiento de productos inflamables y combustibles** (comité de normalización de Petróleos Mexicanos).
- (11) **DG-SASIPA-IT-209 - PROTECCIÓN AMBIENTAL Y SEGURIDAD INDUSTRIAL.** *Documento normativo, procedimiento para efectuar la inspección de tuberías de proceso y servicios auxiliares en operación de las instalaciones de refinación.*

- (12) **NOM-013-SEDG- 2002** - Evaluación de espesores mediante medición ultrasónica usando el método de pulso, eco, para la verificación de recipientes tipo no portátil para contener Gas L.P en uso. **NOM-020-STPS- 2002** - Recipientes sujetos a presión y calderas-Funcionamiento - condiciones de seguridad.
- (13) **ASME -API 570**: código de inspección de tuberías a presión.
- (14) **NOM-DG-GPASI-IT-0903** - Gerencia de protección ambiental y seguridad industrial procedimiento para efectuar la revisión de la tornillería de tuberías y equipos en as instalaciones en operación de Pemex Refinación.
- (15) **NOM-GPEI-IT-0201** - PROCEDIMIENTO DE REVISIÓN DE NIPLERÍA DE PLANTAS EN OPERACIÓN- Documento normativo para la inspección de niplería de plantas en operación.
- (16) **NOM-GPEI-IT-4200** - SUBDIRECCIÓN DE TRANSFORMACIÓN INDUSTRIAL, GERENCIA DE PROTECCIÓN ECOLÓGICA E INDUSTRIAL. Documento normativo procedimiento para el control de desgaste de niplería.
- (17) **ANSI/ ASME B31.3** Normatividad aplicable a la especificación de material, así como a los espesores por tolerancias.
- (18) **NRF-032-PEMEX-2005 SISTEMAS DE TUBERIA EN PLANTAS INDUSTRIALES, DISEÑO Y ESPECIFICACIONES DE MATERIALES** Normatividad la cual muestra las especificaciones de materiales de las tuberías. Establece los requisitos que deben cumplir los servicios de ingeniería de diseño de los sistemas tuberías, así como las especificaciones de materiales que se adquieran.

#### CONSULTA:

- Richard Frank LAURENCE, “The Petroleum Chemical Industry”, Mc Grown-Hill, terser edition.
- Instructivo del DMS2 Utilizado para la Medición de Espesores.

NACIONAL AUTÓNOMA



• POR • MI •

# GLOSARIO



LIBERTAD Y JUSTICIA  
1808

# GLOSARIO

**Análisis de la estadística.-** Es el análisis formal que se ejecuta a partir de los datos asentados en el “Registro de medición de espesores”, para determinar las fechas de la próxima medición y de retiro probable de tuberías y equipos.

**Análisis preliminar.-** Es el análisis inmediato que debe realizarse comparando los espesores obtenidos en ese momento con los de mediciones anteriores y con el límite de retiro.

**Circuito.-** Se considera como «circuito», el conjunto de líneas y equipos que manejen un fluido de la misma composición, pudiendo variar en sus diferentes partes las condiciones de operación.

**Corrosión generalizada.** – Corrosión distribuida más o menos uniformemente sobre la superficie del metal. Y puede ser por el interior o exterior de la pared metálica de la tubería o equipo.

**Desgaste.-**Es la pérdida de material que sufren las paredes de la tubería, válvula o conexión, por la acción química del producto contenido (corrosión), por abrasión, o bien por la acción corrosiva del medio donde se encuentra instalada. No debe considerarse como desgaste la corrosión localizada, ni el deterioro tipo metalúrgico.

**Espesor de retiro.-**Es el espesor calculado de la pared de una tubería, válvula o conexión de acuerdo con el Código aplicable al caso, para las condiciones de diseño, sin tomar en cuenta espesores adicionales para desgaste, y por debajo del cual se considera que no puede operar con seguridad.

**Equipos.-** Son todos aquellos dispositivos (recipientes, cambiadores, bombas, tanques de almacenamiento, etc. ) que conjuntamente con las líneas integran los circuitos. Cabe hacer notar que éstos por lo general, se encuentran sujetos a corrosión variable, por lo que las unidades de control en este caso pueden ser equipos enteros o partes de los mismos que presenten similares condiciones de corrosión.

**Espesor remanente.-** Es la diferencia de espesores entre el obtenido en la última medición y el límite de retiro.

**Examinador.** – Persona que asiste al inspector en la ejecución de una prueba no destructiva.

**Ensayos No Destructivos (END).** –Son técnicas de inspección que se utilizan para verificar la sanidad interna y externa de los materiales, sin deteriorarlos, ni alterar o afectar de forma permanente sus propiedades físicas, químicas o mecánicas.

**Fecha de próxima medición de espesor (FPME).-** Es la fecha en la cual debe efectuarse la siguiente medición de la unidad de control, de acuerdo al análisis.

**Fecha de retiro probable (FRP).-** Es la fecha en la cual se estima que debe retirarse la unidad de control, por haber llegado al término de su vida útil.

**Inspector.** – Es la persona calificada que lleva a cabo las funciones de inspección requeridas en las instalaciones de Refinación, utilizando códigos o procedimientos para las etapas de: fabricación, ensamblaje, construcción, reparación, o rediseño y que avala el certificado de inspección o cualquier otro documento específico.

# GLOSARIO

**Línea.-** Se considera como «línea» al conjunto de tramos de tubería y accesorios que manejen el mismo fluido a las mismas condiciones de operación. Normalmente esto se cumple para la tubería localizada entre dos equipos en la dirección de flujo.

**Líneas y equipos críticos.-** Son aquellos, cuyas velocidades de desgaste exceden el valor de 20 milésimas de pulgada por año (20 mpa). Cuando no se tenga información sobre la velocidad de desgaste, se consideran como críticas aquellas unidades de control que de acuerdo con su historial, hayan presentado problemas de desgaste habiendo tenido que repararse o reponerse. En el caso de plantas nuevas debe considerarse el comportamiento de unidades de control equivalentes de otras plantas similares.

**Límite de retiro.-** Es el espesor con el cual deben retirarse los tramos de tubería y equipos de acuerdo con sus condiciones de diseño.

**Margen de corrosión.-** Es el espesor de la pared de una tubería que se adiciona al límite de retiro y que está destinado a compensar el desgaste originado por corrosión, abrasión o erosión.

**Medición de espesores.-** Actividad en la cual se mide el espesor por medios ultrasónicos, electromagnéticos, mecánicos o la combinación de ellos.

**Medición preventiva de espesores.-** Es el trabajo de medición sistemática de espesores de pared en tuberías y equipos. Esta medición generalmente se lleva a cabo mediante técnicas ultrasónicas, pudiendo también utilizar métodos físicos directos, radiográficos, etc.

**Medición de espesores con la instalación o unidad fuera de operación.-**

Es la medición del espesor de líneas y equipos que se efectúa durante sus períodos de inactividad, principalmente durante las reparaciones, para verificar los resultados obtenidos en operación; para llevar a cabo la medición comprobatoria de puntos sospechosos que por alguna razón no haya podido efectuarse inmediatamente después de la medición preventiva, para medir los espesores de equipos por el interior, líneas inaccesibles, así como otras piezas donde no sea factible hacerlo en operación por diversas causas, tales como, alta temperatura, vibración, incrustación, etc.

**Nivel de medición.-** Es el conjunto de posiciones de medición que se deben efectuar en un mismo sitio de una tubería o equipo, por ejemplo, las cuatro mediciones que se hacen en una tubería de diámetro usual, las mediciones que se hacen en un recipiente o cambiador alrededor de una boquilla (4 o más), etc., lo anterior de acuerdo con los dibujos números 1, 2, 3 y 4.

**Pieza de tubería.-** Es el tramo recto de tubería o accesorio (tee, codo, reducción, válvula, etc.) colocado entre bridas, soldaduras o roscas. El conjunto de “piezas de tubería” integrará por lo tanto, las “líneas”.

**Periodicidad de medición de espesores.-** Se considera como tal el tiempo que transcurre entre una fecha de medición y la siguiente consecutiva y la cual depende del análisis de la velocidad de desgaste.

**Posición o punto de medición.-** Es el lugar en donde se mide el espesor de pared.

**Planeación.-** Se considera como tal la elaboración del programa con los dibujos de unidades de control, necesarios para efectuar la medición preventiva de espesores en una fecha determinada.

# GLOSARIO

**Programación de la medición preventiva de espesores.-** Se considera como tal la elaboración del programa anual de medición preventiva, en el cual se indica para cada línea y equipo la fecha en que deben medirse sus espesores conforme al criterio de unidad de control que resulta del análisis de la velocidad de desgaste y del límite de retiro.

**Prueba de martillo.-** Es la prueba que se efectúa golpeando con un martillo las tuberías y equipos, con el objeto de determinar la existencia y magnitud, de zonas de pared adelgazadas.

**Saneamiento de la estadística.-** Es el trabajo consistente en repetir la medición de espesores en aquellos equipos, líneas, piezas, etc., así como en aquellos puntos, cuya velocidad de desgaste sea muy diferente al típico obtenido para la línea o equipo de que se trate.

**Software para la administración de las mediciones de espesores Utilizados en los Centros de Trabajo.-** Programa de Administración de Datos para el Monitoreo de Corrosión.

**Tuberías de proceso.-** Son aquellas que se encuentran dentro de los límites de instalaciones de explotación, refinación, petroquímica, ventas, portuarias y administrativas, así como dentro de las embarcaciones, para cuyo diseño se toma en consideración el código ANSI B 31.3.

**Tuberías de transporte y recolección.-** Son aquellas que se encuentran fuera de los límites de las instalaciones mencionadas en el párrafo anterior, para cuyo diseño se toman en consideración los Códigos ANSI B 31.4 y B 31.8.

**Transductor (Palpador).** – En la inspección ultrasónica se define como aquel elemento que tiene como función transformar la energía mecánica (vibraciones) en energía eléctrica o viceversa.

**Unidad de control.-** Los circuitos se deben dividir en «unidades de control», estas últimas se definen como secciones de circuitos que tengan una velocidad de corrosión más o menos homogénea. En el caso de tuberías, la unidad de control será la línea.

**Ultrasonido.** – Son vibraciones mecánicas con frecuencias mayores a 20 000 ciclos por segundo (Hz).

**Velocidad de desgaste.-** Como tal, se considera la rapidez con la cual disminuye el espesor de una pared metálica. Ordinariamente, se calcula comparando los espesores obtenidos en mediciones efectuadas en dos fechas consecutivas.

**Vida útil estimada (VUE).-** Es el tiempo supuesto que debe transcurrir antes de que la unidad de control llegue a su límite de retiro.

**Vaciado de datos.-** Es transferir la lectura de los espesores obtenidos en el campo a un registro permanente llamado también “Registro de medición de espesores”.

**Verificación de puntos sospechosos.-** Es repetir la medición de los puntos cuyos espesores de acuerdo al análisis preliminar, arrojan dudas sobre su veracidad, por observarse “disparados” con respecto a los que por lógica sería recomendable encontrar. Se incluyen aquí aquellos casos donde por una u otra causa no se pudo obtener ningún valor.

**100% de medición.-** Toda tubería en la que se haya medido su espesor, mínimo en un nivel de medición por cada una de las piezas que lo componen, se considera como medida 100%. En el caso de equipo, el 100% de medición consiste en medir el espesor en todas las posiciones posibles marcadas en el dibujo del mismo.

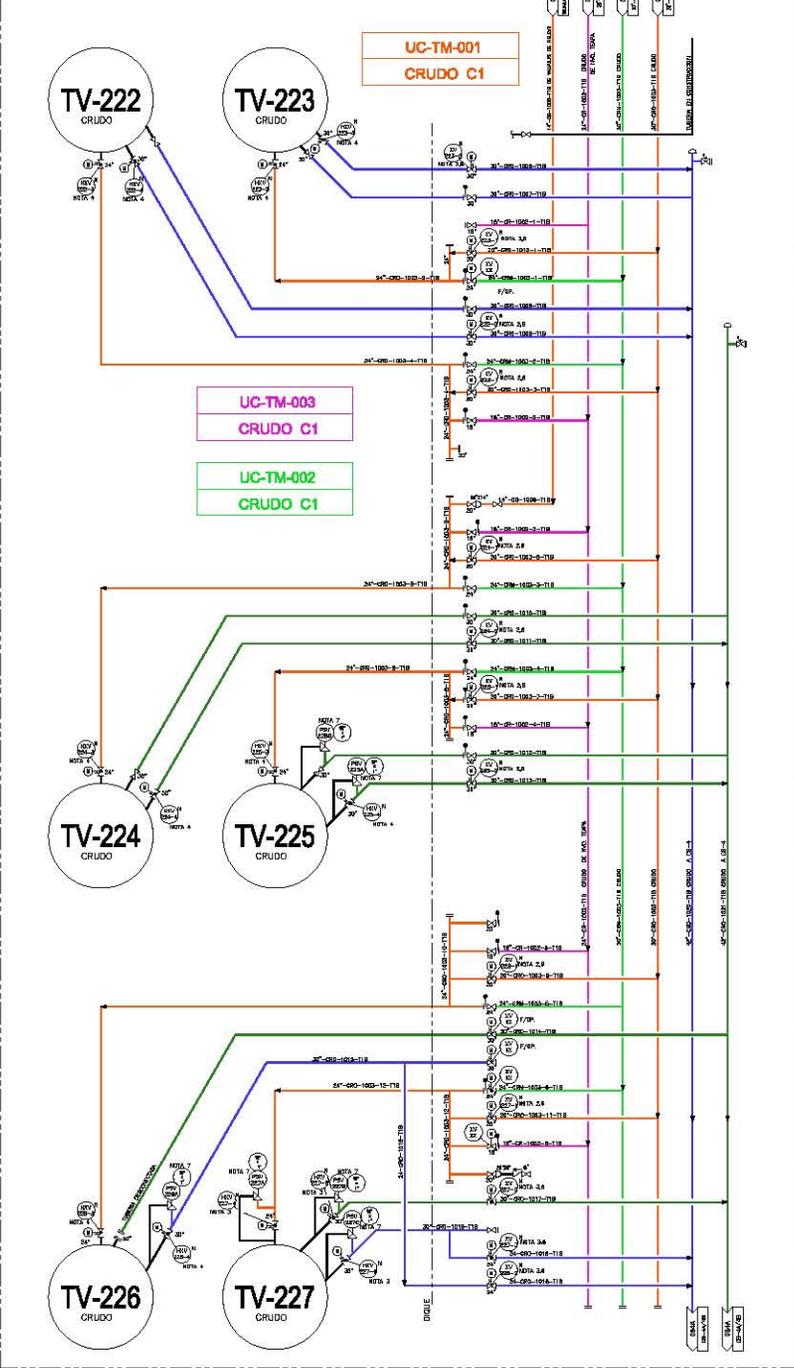


# **ANEXO I**

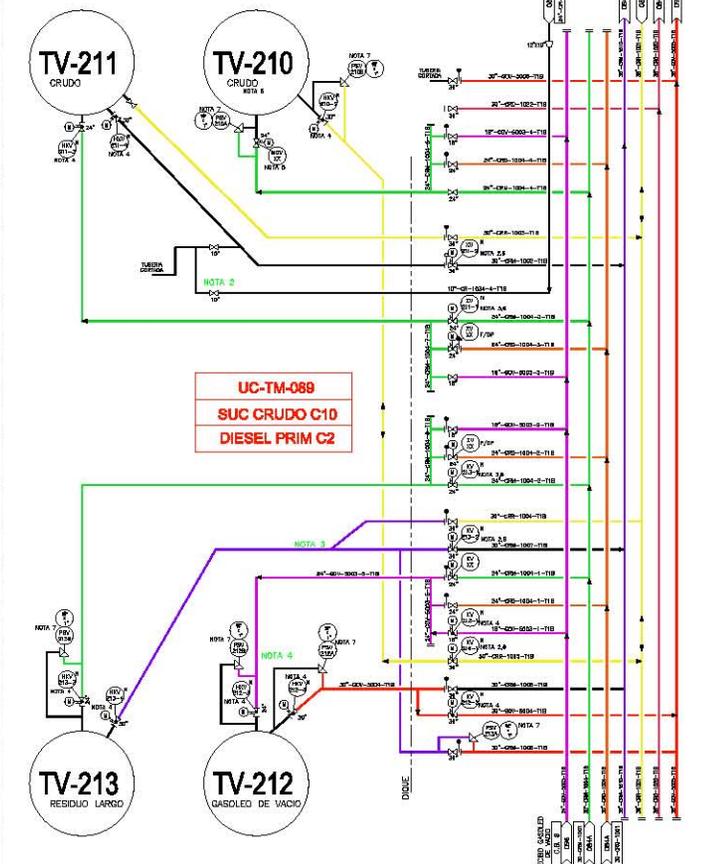
**DIAGRAMAS DE IDENTIFICACIÓN  
DE UNIDADES DE CONTROL  
(DTI'S TERMINAL MARÍTIMA Y  
PORTUARIA).**



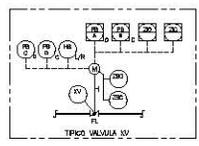
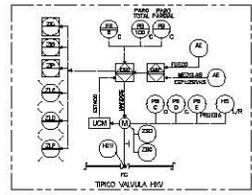
DETALLE "E"  
RECIBO Y DESCARGA DE TANQUES TV-210-211-212-213



DETALLE "D"  
RECIBO Y DESCARGA DE TANQUES TV-210-211-212-213



- UC-TM-088  
CRUDO C1
- UC-TM-005  
SUC. CRUDO C2
- UC-TM-004  
SUC. CRUDO C1



<p>TV-213 TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE RESIDUO LARGO CAP = 200,000 Bbl H = 14.63 m. D = 54.894 m.</p>	<p>TV-210 TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE CRUDO CAP = 200,000 Bbl H = 14.63 m. D = 54.894 m.</p>	<p>TV-211 TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE CRUDO CAP = 200,000 Bbl H = 14.63 m. D = 54.894 m.</p>	<p>TV-212 TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE GASOLEO DE VACIO CAP = 200,000 Bbl H = 14.63 m. D = 54.894 m.</p>
--	--	--	---

TV-222/223/224/225/226/227  
TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE CRUDO  
CAP = 200,000 Bbl  
H = 14.63 m.  
D = 54.894 m.

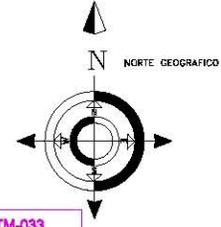
- NOTAS
- 1.- PARA REVISAR CONEXIONES, DIBUJOS DE REFERENCIA, CÓDIGOS DE TUBERÍA Y SÍMBOLOS DE INSTRUMENTACIÓN, VER CIB. VALV-001.
  - 2.- VALVULA EXISTENTE A LA CUAL SE LE INSTALARA ACTUADOR NUEVO CON LA SOLUCIONACION CORRESPONDIENTE AL CUARTO DE CONTROL.
  - 3.- ACTUADOR EXISTENTE QUE SEVA SUSTITUIDO POR UNO NUEVO CON LA SOLUCIONACION CORRESPONDIENTE AL CUARTO DE CONTROL.
  - 4.- EL CONTRAYENTE DEL PIC DEBERA SUSTITUIR LA VALVULA EXISTENTE POR VALVULA TIPO VALVULA XV ALTERNATIVA EN LOS CASOS QUE SE RECOMIENDA. EL CONTRAYENTE DEBERA VERIFICAR SI LAS ADICIONES A LAS INSTRUMENTACION TIENE SOLUCION LA VALVULA COMPLETAMENTE NUEVA (VER TIPO VALVULA XV).
  - 5.- SE RECOMIENDA TENER LINEA DE ENTUBAMIENTOS EN TANQUE FUNDAMENTOS DE RESERVOIR A INSTRUMENTACION.
  - 6.- PARA TODOS LAS VALVULAS XV EL CONTRAYENTE DEL PIC DEBERA VERIFICAR LA INSTRUMENTACION DE LAS VALVULAS DEBE SER DE ESTE TIPO: VALVULA DE UN SOLO DE NO SER OTRA, SUSTITUIR LA POR VALVULA DE ALTERNATIVA DE TIPO VALVULA XV (CONTRAYENTE CON TIPO VALVULA XV).
  - 7.- VALVULA DE RELEVO POR EXPANSION TERMICA.
  - 8.- ESTE DIBUJO MUESTRA SOLO LAS TUBERIAS DE LAS TUBERIAS EXISTENTES, ASÍ COMO LOS INSTRUMENTOS Y LAS VALVULAS QUE SE AUTOMATIZAN PARA CADA LINEA DE LOS INSTRUMENTOS CONSIDERADOS EN EL ALCEDE DEL PROYECTO, POR LO TANTO, SERA RESPONSABLE DEL CONTRAYENTE DEL PIC INSTALAR LA INSTRUMENTACION ADICIONAL DE LA INGENIERIA SIGMA Y DE DETALLE COMO AVANCE DE SU PROYECTO.

- UC-TM-011  
SUC. CRUDO C13
- UC-TM-007  
SUC. CRUDO C8
- UC-TM-010  
SUC. CRUDO C9
- UC-TM-001  
CRUDO C1
- UC-TM-002  
CRUDO C1

NOTA 1: OTRO OMBIGAMENTE UTILIZADO PARA LA IDENTIFICACION DE UNIDADES DE CONTROL.  
NOTA 2: LA LINEA SE ENCUENTRA DESMONTADA.  
NOTA 3: LA UC 010 SE MODIFICÓ, YA QUE EL DISEÑO FUE DESARROLLADO, Y SE AÑADIÓ TUBERÍA NUEVA, SE IDENTIFICA COMO REFERENCIA QUE DESCARGA DEL TV-218.

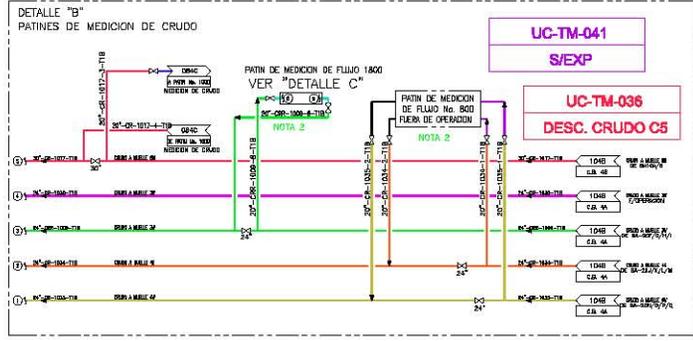
NOTAS

- 1.- PARA NOTAS GENERALES, INCLUIDE DE REFERENCIA, CÓDIGOS DE TUBERÍA Y SÍMBOLOS DE INSTRUMENTACIÓN, VER TAB. No. F-001.
- 2.- ESTE DIAGRAMA MUESTRA EL RUTEO A MUELLES 3,4 Y 5H DE LOS CRUDOS "1", "2".
- 3.- PARA DETALLE DE ALIMENTACIÓN Y BERGARA DE CRUDO A TANQUE DE ALMACENAMIENTO TV-203-221 VER DETALLE "D" EN DIAGRAMA No. 009.
- 4.- PARA DETALLE DE ALIMENTACIÓN Y BERGARA DE CRUDO A TANQUE DE ALMACENAMIENTO TV-203-221 VER DIAGRAMA No. 009-010-010-010 DE CARGA DE BOMBAS No. 8.
- 5.- CONTROLADOR DE FLUJO LOCALIZADO EN CUARTO DE CARGA DE BOMBAS No. 4.
- 6.- ESTE DIAGRAMA MUESTRA SOLAMENTE LAS TRANSFERENCIAS DE LOS TANQUES EXISTENTES, así COMO LOS INSTRUMENTOS Y LAS VÁLVULAS QUE SE RECOMIENDAN PARA CADA UNO DE LOS PRODUCTOS CONTENIDOS EN EL ALICATE DEL PROYECTO, POR LO TANTO, SIN RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA DEL P.C. MOSTRAR LA INFORMACIÓN ADICIONAL DE LA FABRICACIÓN, MODELO Y DE DETALLE COMO AGUAS DE SU PROYECTO.
- 7.- LA ESPECIFICACIÓN DE TUBERÍA MOSTRADA EN ESTE DIAGRAMA ES SOLO DE REFERENCIA Y CORRESPONDE A LA UTILIZACIÓN POR PASADIZO DE MUESTRA DE LA NORMA G-101 POR LO QUE EL CONTRATISTA DEL P.C. DEBERÁ SOLICITAR UNA ESPECIFICACIÓN ADICIONAL PARA LOS MUELLES DE TUBERÍA, VÁLVULAS Y ACCESORIOS Y TUBERÍA SI ES COMPATIBLE CON LA EXISTENTE.



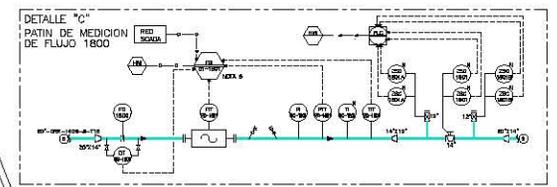
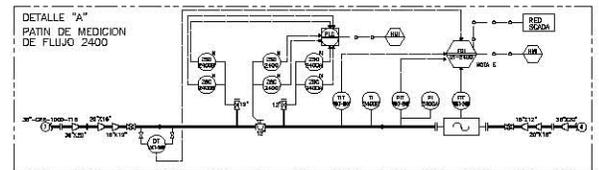
UC-TM-042  
S/EXP

UC-TM-043  
S/EXP



- UC-TM-033  
DESC. CRUDO C1
- UC-TM-032  
DESC. CRUDO C2
- UC-TM-034  
DESC. CRUDO C3
- UC-TM-035  
DESC. CRUDO C4

UC-TM-044  
COMBUSTOLEO C2



UC-TM-038  
DESC. CRUDO C7

UC-TM-043  
S/EXP

UC-TM-049  
COMBUSTOLEO C5

UC-TM-128  
CRUDO C1

UC-TM-001  
CRUDO C1

UC-TM-006  
SUC. CRUDO C3

UC-TM-007  
SUC. CRUDO C4

NOTA 1: OTRO INSTRUMENTO UTILIZADO PARA LA IDENTIFICACION DE UNIDADES DE CONTROL.  
NOTA 2: EL PATIN 800 SE ENCUENTRA FUERA DE OPERACION, Y NO TIENE DESCRIPCION EL PATIN DE MEDICION 1800 TIENE PRES. DESCRIBIDAS A LA UC-025, 034 Y 035.  
NOTA 3: LA CONTRIBUCION DE LA LINEA DE INGENIERIA DESMANTELADA.

REPLAZAMIENTO DE UN SISTEMA PARA LA ADAPTACION DE LA INTEGRACION MEDICION ON LINEAS Y EQUIPOS ANEXOS.

AUTORES DE TUBERIA E INSTRUMENTACION

PERIODES MANTENIMIENTO Y PROMOCION

Revista No. 11/12/11 REV. C

HELIPUERTO

ALMACEN DE POLIPROPILENO

TALLERES DE LA TERMINAL REFRIGERADA

TALLER MECANICO

CARCAMO C.I.

ALMACEN

CASA DE BOMBAS No. 1

CASA DE BOMBAS No. 2

CASA DE BOMBAS No. 3

CASA DE BOMBAS No. 4

CASA DE BOMBAS No. 5

CASA DE BOMBAS No. 6

CASA DE BOMBAS No. 7

CASA DE BOMBAS No. 8

CASA DE BOMBAS No. 9

CASA DE BOMBAS No. 10

CASA DE BOMBAS No. 11

CASA DE BOMBAS No. 12

CASA DE BOMBAS No. 13

CASA DE BOMBAS No. 14

CASA DE BOMBAS No. 15

CASA DE BOMBAS No. 16

CASA DE BOMBAS No. 17

CASA DE BOMBAS No. 18

CASA DE BOMBAS No. 19

CASA DE BOMBAS No. 20

CASA DE BOMBAS No. 21

CASA DE BOMBAS No. 22

CASA DE BOMBAS No. 23

CASA DE BOMBAS No. 24

CASA DE BOMBAS No. 25

CASA DE BOMBAS No. 26

CASA DE BOMBAS No. 27

CASA DE BOMBAS No. 28

CASA DE BOMBAS No. 29

CASA DE BOMBAS No. 30

CASA DE BOMBAS No. 31

CASA DE BOMBAS No. 32

CASA DE BOMBAS No. 33

CASA DE BOMBAS No. 34

CASA DE BOMBAS No. 35

CASA DE BOMBAS No. 36

CASA DE BOMBAS No. 37

CASA DE BOMBAS No. 38

CASA DE BOMBAS No. 39

CASA DE BOMBAS No. 40

CASA DE BOMBAS No. 41

CASA DE BOMBAS No. 42

CASA DE BOMBAS No. 43

CASA DE BOMBAS No. 44

CASA DE BOMBAS No. 45

CASA DE BOMBAS No. 46

CASA DE BOMBAS No. 47

CASA DE BOMBAS No. 48

CASA DE BOMBAS No. 49

CASA DE BOMBAS No. 50

CASA DE BOMBAS No. 51

CASA DE BOMBAS No. 52

CASA DE BOMBAS No. 53

CASA DE BOMBAS No. 54

CASA DE BOMBAS No. 55

CASA DE BOMBAS No. 56

CASA DE BOMBAS No. 57

CASA DE BOMBAS No. 58

CASA DE BOMBAS No. 59

CASA DE BOMBAS No. 60

CASA DE BOMBAS No. 61

CASA DE BOMBAS No. 62

CASA DE BOMBAS No. 63

CASA DE BOMBAS No. 64

CASA DE BOMBAS No. 65

CASA DE BOMBAS No. 66

CASA DE BOMBAS No. 67

CASA DE BOMBAS No. 68

CASA DE BOMBAS No. 69

CASA DE BOMBAS No. 70

CASA DE BOMBAS No. 71

CASA DE BOMBAS No. 72

CASA DE BOMBAS No. 73

CASA DE BOMBAS No. 74

CASA DE BOMBAS No. 75

CASA DE BOMBAS No. 76

CASA DE BOMBAS No. 77

CASA DE BOMBAS No. 78

CASA DE BOMBAS No. 79

CASA DE BOMBAS No. 80

CASA DE BOMBAS No. 81

CASA DE BOMBAS No. 82

CASA DE BOMBAS No. 83

CASA DE BOMBAS No. 84

CASA DE BOMBAS No. 85

CASA DE BOMBAS No. 86

CASA DE BOMBAS No. 87

CASA DE BOMBAS No. 88

CASA DE BOMBAS No. 89

CASA DE BOMBAS No. 90

CASA DE BOMBAS No. 91

CASA DE BOMBAS No. 92

CASA DE BOMBAS No. 93

CASA DE BOMBAS No. 94

CASA DE BOMBAS No. 95

CASA DE BOMBAS No. 96

CASA DE BOMBAS No. 97

CASA DE BOMBAS No. 98

CASA DE BOMBAS No. 99

CASA DE BOMBAS No. 100

CASA DE BOMBAS No. 101

CASA DE BOMBAS No. 102

CASA DE BOMBAS No. 103

CASA DE BOMBAS No. 104

CASA DE BOMBAS No. 105

CASA DE BOMBAS No. 106

CASA DE BOMBAS No. 107

CASA DE BOMBAS No. 108

CASA DE BOMBAS No. 109

CASA DE BOMBAS No. 110

CASA DE BOMBAS No. 111

CASA DE BOMBAS No. 112

CASA DE BOMBAS No. 113

CASA DE BOMBAS No. 114

CASA DE BOMBAS No. 115

CASA DE BOMBAS No. 116

CASA DE BOMBAS No. 117

CASA DE BOMBAS No. 118

CASA DE BOMBAS No. 119

CASA DE BOMBAS No. 120

CASA DE BOMBAS No. 121

CASA DE BOMBAS No. 122

CASA DE BOMBAS No. 123

CASA DE BOMBAS No. 124

CASA DE BOMBAS No. 125

CASA DE BOMBAS No. 126

CASA DE BOMBAS No. 127

CASA DE BOMBAS No. 128

CASA DE BOMBAS No. 129

CASA DE BOMBAS No. 130

CASA DE BOMBAS No. 131

CASA DE BOMBAS No. 132

CASA DE BOMBAS No. 133

CASA DE BOMBAS No. 134

CASA DE BOMBAS No. 135

CASA DE BOMBAS No. 136

CASA DE BOMBAS No. 137

CASA DE BOMBAS No. 138

CASA DE BOMBAS No. 139

CASA DE BOMBAS No. 140

CASA DE BOMBAS No. 141

CASA DE BOMBAS No. 142

CASA DE BOMBAS No. 143

CASA DE BOMBAS No. 144

CASA DE BOMBAS No. 145

CASA DE BOMBAS No. 146

CASA DE BOMBAS No. 147

CASA DE BOMBAS No. 148

CASA DE BOMBAS No. 149

CASA DE BOMBAS No. 150

CASA DE BOMBAS No. 151

CASA DE BOMBAS No. 152

CASA DE BOMBAS No. 153

CASA DE BOMBAS No. 154

CASA DE BOMBAS No. 155

CASA DE BOMBAS No. 156

CASA DE BOMBAS No. 157

CASA DE BOMBAS No. 158

CASA DE BOMBAS No. 159

CASA DE BOMBAS No. 160

CASA DE BOMBAS No. 161

CASA DE BOMBAS No. 162

CASA DE BOMBAS No. 163

CASA DE BOMBAS No. 164

CASA DE BOMBAS No. 165

CASA DE BOMBAS No. 166

CASA DE BOMBAS No. 167

CASA DE BOMBAS No. 168

CASA DE BOMBAS No. 169

CASA DE BOMBAS No. 170

CASA DE BOMBAS No. 171

CASA DE BOMBAS No. 172

CASA DE BOMBAS No. 173

CASA DE BOMBAS No. 174

CASA DE BOMBAS No. 175

CASA DE BOMBAS No. 176

CASA DE BOMBAS No. 177

CASA DE BOMBAS No. 178

CASA DE BOMBAS No. 179

CASA DE BOMBAS No. 180

CASA DE BOMBAS No. 181

CASA DE BOMBAS No. 182

CASA DE BOMBAS No. 183

CASA DE BOMBAS No. 184

CASA DE BOMBAS No. 185

CASA DE BOMBAS No. 186

CASA DE BOMBAS No. 187

CASA DE BOMBAS No. 188

CASA DE BOMBAS No. 189

CASA DE BOMBAS No. 190

CASA DE BOMBAS No. 191

CASA DE BOMBAS No. 192

CASA DE BOMBAS No. 193

CASA DE BOMBAS No. 194

CASA DE BOMBAS No. 195

CASA DE BOMBAS No. 196

CASA DE BOMBAS No. 197

CASA DE BOMBAS No. 198

CASA DE BOMBAS No. 199

CASA DE BOMBAS No. 200

CASA DE BOMBAS No. 201

CASA DE BOMBAS No. 202

CASA DE BOMBAS No. 203

CASA DE BOMBAS No. 204

CASA DE BOMBAS No. 205

CASA DE BOMBAS No. 206

CASA DE BOMBAS No. 207

CASA DE BOMBAS No. 208

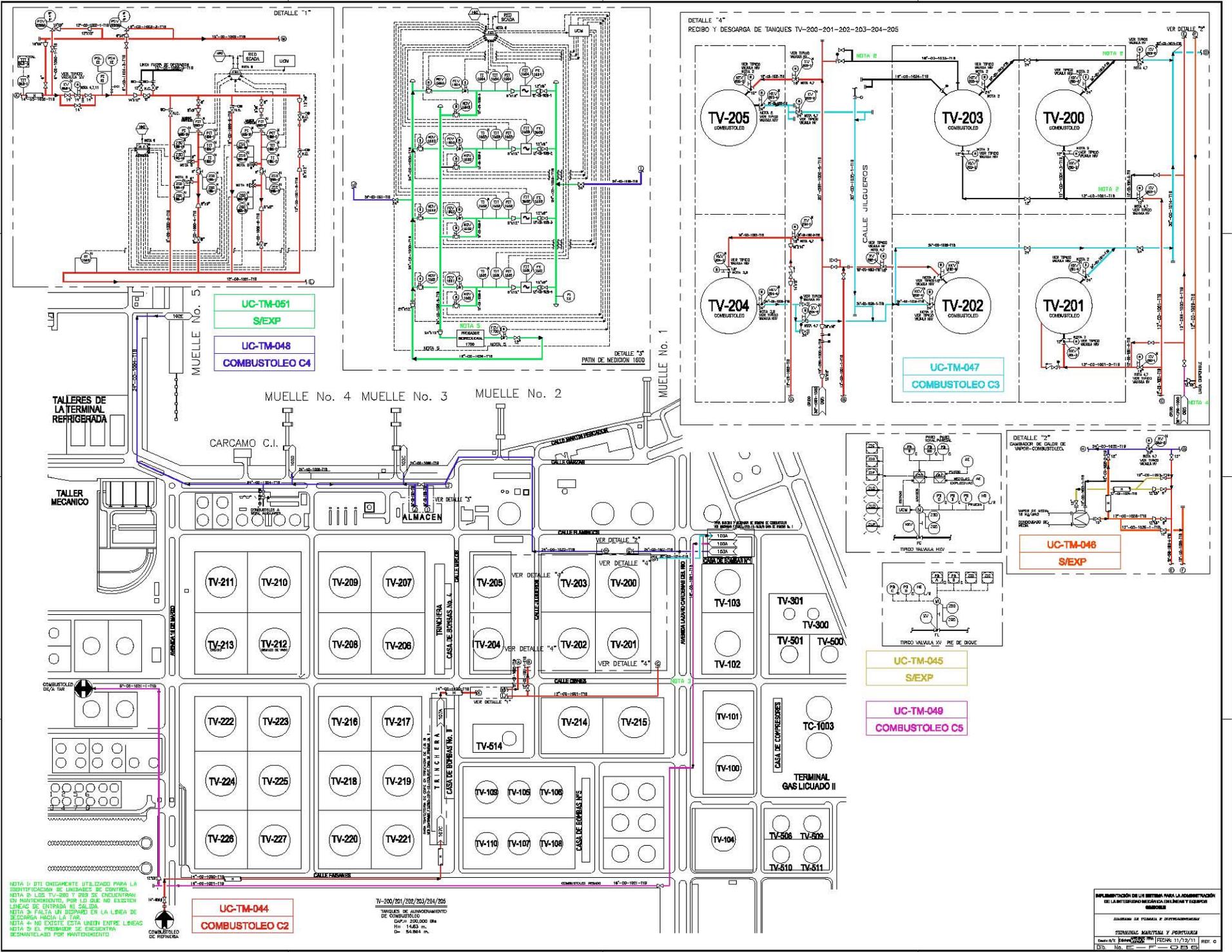
CASA DE BOMBAS No. 209

CASA DE BOMBAS No. 210

CASA DE BOMBAS No. 211

CASA DE BOMBAS No. 212

CASA DE BOMBAS No. 213



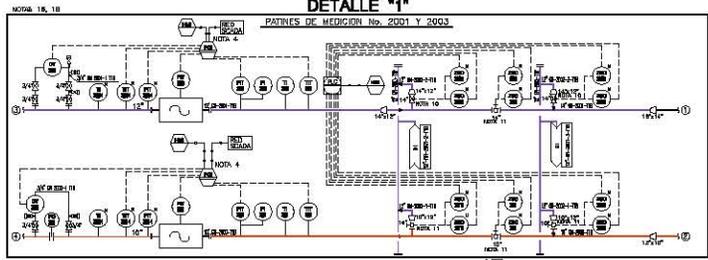
NOTA 1: DITI CONVENCIONALMENTE UTILIZADO PARA LA IDENTIFICACION DE LINEAS DE CONTROL.  
 NOTA 2: LOS TV-200 Y LOS DE EVOLUCION EN MANEJAMIENTO, POR LO QUE NO EXISTE LINEA DE ENTRADA AL CALDERA.  
 NOTA 3: FALTA UN DISPARO EN LA LINEA DE DESCARGA HACIA LA T-102.  
 NOTA 4: NO EXISTE ESTA UNION ENTRE LINEAS. NOTA 5: EN PRESENCIA DE EMERGENCIAS RECONSTRUIRLO POR MANTENIMIENTO.

**UC-TM-044**  
**COMBUSTOLEO C2**

TV-200/201/202/203/204/205  
 TUBERIAS DE ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE  
 CAP: 200,000 m<sup>3</sup>  
 H= 14.63 m.  
 D= 34.84 m.

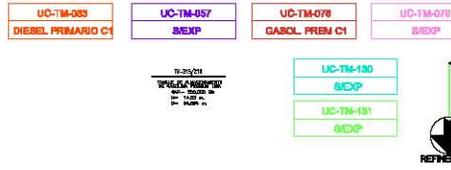
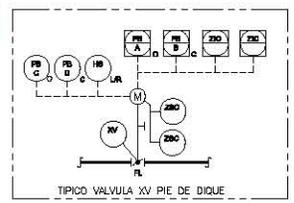
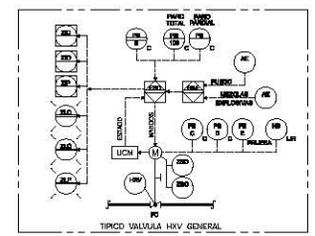
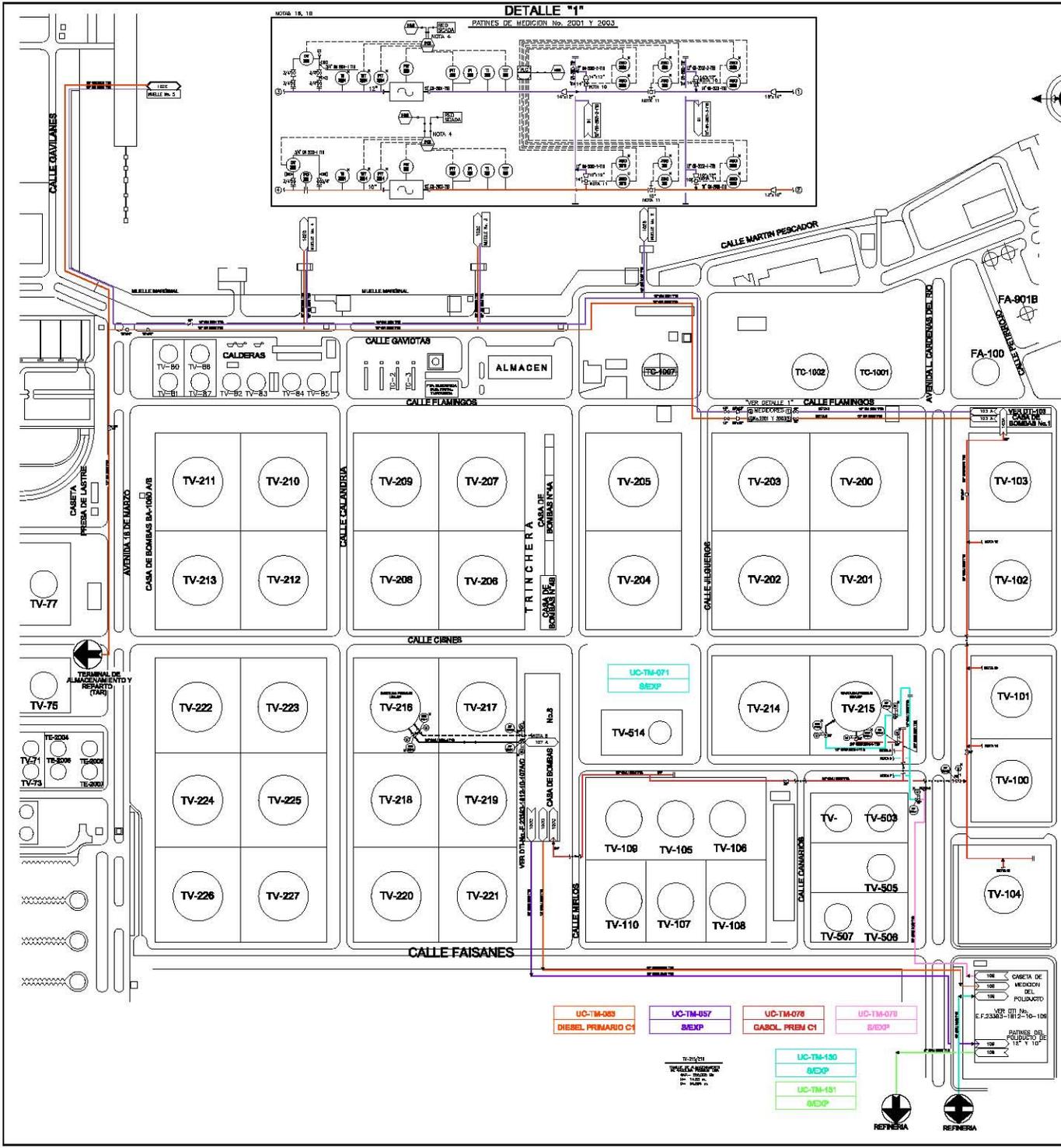
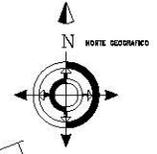
REEMPLAZACION DE UN SISTEMA PARA LA COMBUSTION DE LA INTERMEDIO DE LINEAS EN LINEAS Y TUBERIAS  
 SISTEMA DE TUBERIAS Y EQUIPAMIENTO  
 TUBERIAS MANIFIESTA Y PERFORADA  
 Fecha: 07/08/2011 FRENTE: 11/2/11 REV: 0  
 DISEÑADO POR: C-2 E-2

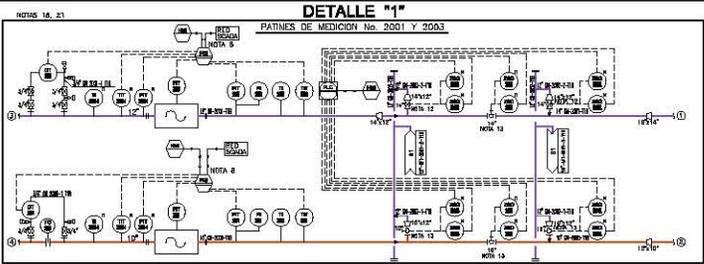
**DETALLE "1"**



**NOTAS**

NOTA 1: ESTE DIBUJANTE UTILIZADO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE UNIDADES DE CONTROL.





UC-TM-081  
GN NOVA-AMORF C2

UC-TM-082  
S/EXP

UC-TM-078  
GN NOVA-AMORF C1

UC-TM-072  
S/EXP

UC-TM-088  
DIESEL PRIMARIO C1

UC-TM-067  
S/EXP

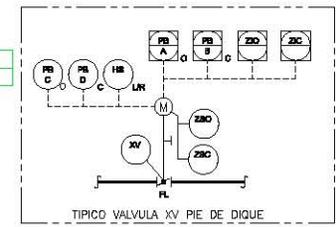
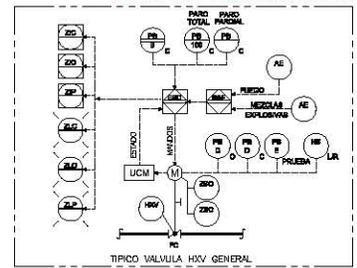
UC-TM-076  
GASOL. PREM C1

UC-TM-079  
S/EXP

UC-TM-130  
S/EXP

UC-TM-131  
S/EXP

NOTA 1: SE USARÁ ÚNICAMENTE PARA LA RESTROCCION DE UNIDADES DE CONTROL.

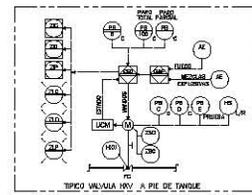
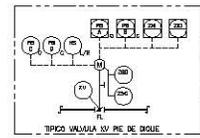
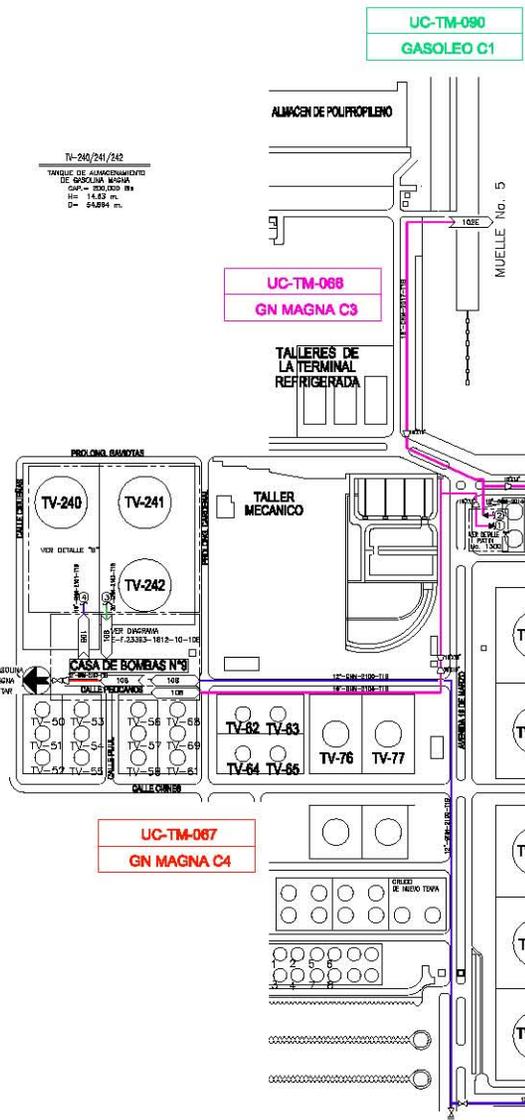
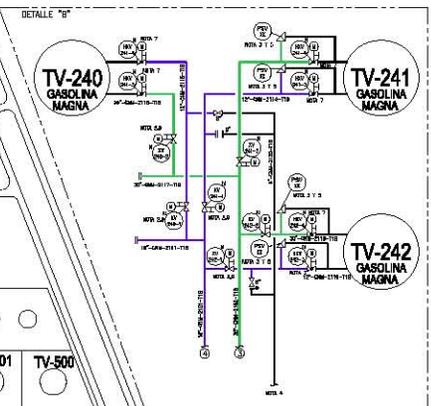
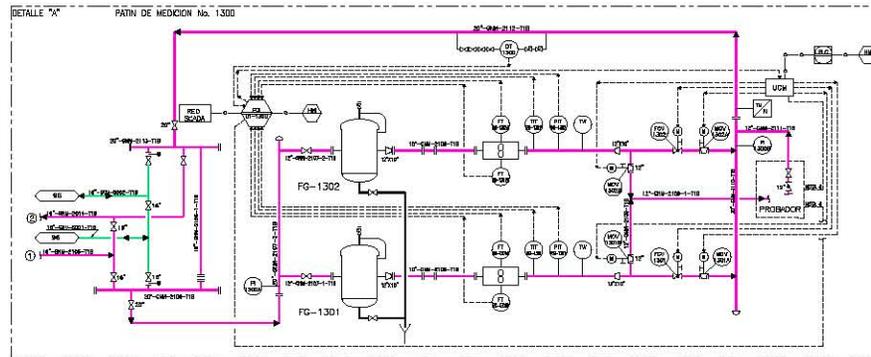


11-07/00  
SINTE DE ASESORAMIENTO  
EN OBRAS DE INGENIERIA  
CALLE 1400 No. 1400  
BOGOTÁ, COLOMBIA



PROYECTO: OBRAS DE RECONSTRUCCION DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ  
FASE: DISEÑO PRELIMINAR  
FECHA: 11-07-00  
AUTOR: INGENIERO EN SISTEMAS DE AGUA POTABLE  
REVISOR: INGENIERO EN SISTEMAS DE AGUA POTABLE  
APROBADO: INGENIERO EN SISTEMAS DE AGUA POTABLE





**UC-TM-064**  
**GN MAGNA C1**

NOTA 1: DTD ÚNICAMENTE UTILIZADO PARA LA IDENTIFICACION DE UNIDADES DE CONTROL

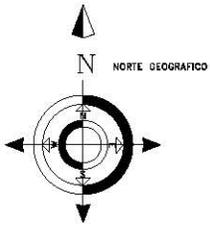
REPLAZAMIENTO DE UN SISTEMA PARA LA AUTOMATIZACION DE LA INTEGRACION DE CAMARAS CALIENTAS Y TIPO DE BOMBEO

PROYECTO DE INGENIERIA Y PLANTILLA

FECHA: 11/12/11 REV. C





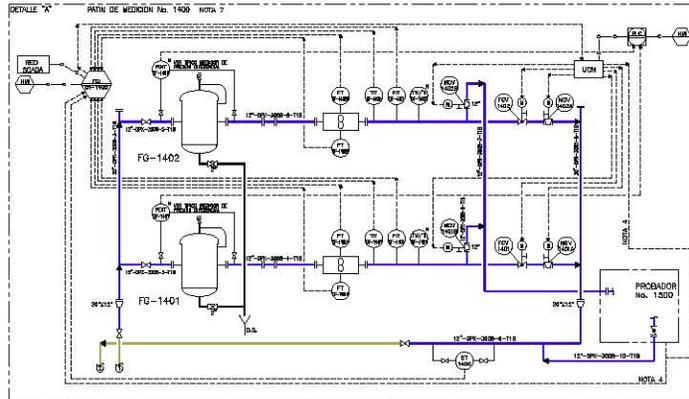
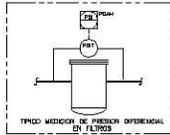


FG-1401-1402

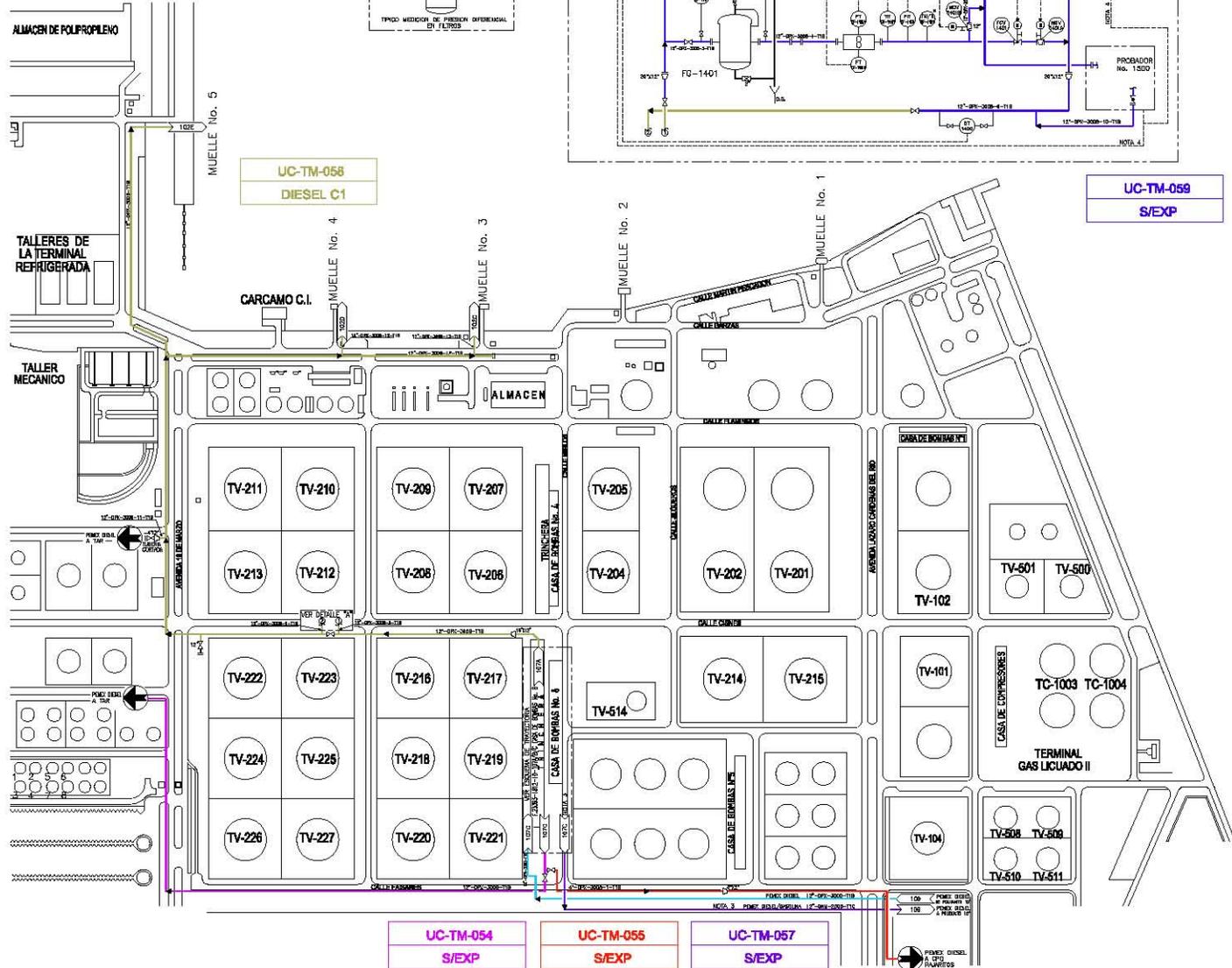
FILTRO DEL PATIN  
POMPA DIESEL

PATIN 1400

EQUIPO DE MEDICION  
POMPA DIESEL



NOTA 1: DTD ORDINAMENTE UTILIZADO PARA LA IDENTIFICACION DE UNIDADES DE CONTROL.



UC-TM-058  
DIESEL C1

UC-TM-059  
S/EXP

UC-TM-054  
S/EXP

UC-TM-055  
S/EXP

UC-TM-057  
S/EXP

UC-TM-052  
DIESEL PRIM C1

REPLANTACION DE UN SISTEMA PARA LA ADAPTACION DE LA INTEGRACION MEDIANTE OMBLINES Y EQUIPOS AMBULOS

PROYECTO DE TUBERIA Y OMBLINES

PROYECTO DE TUBERIA Y OMBLINES

FECHA: 11/12/11

REV. C

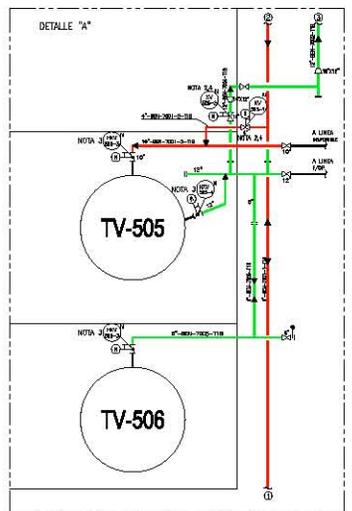
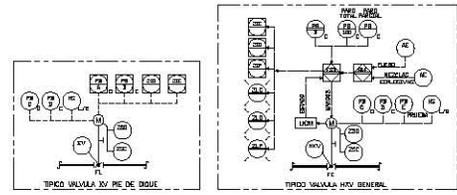
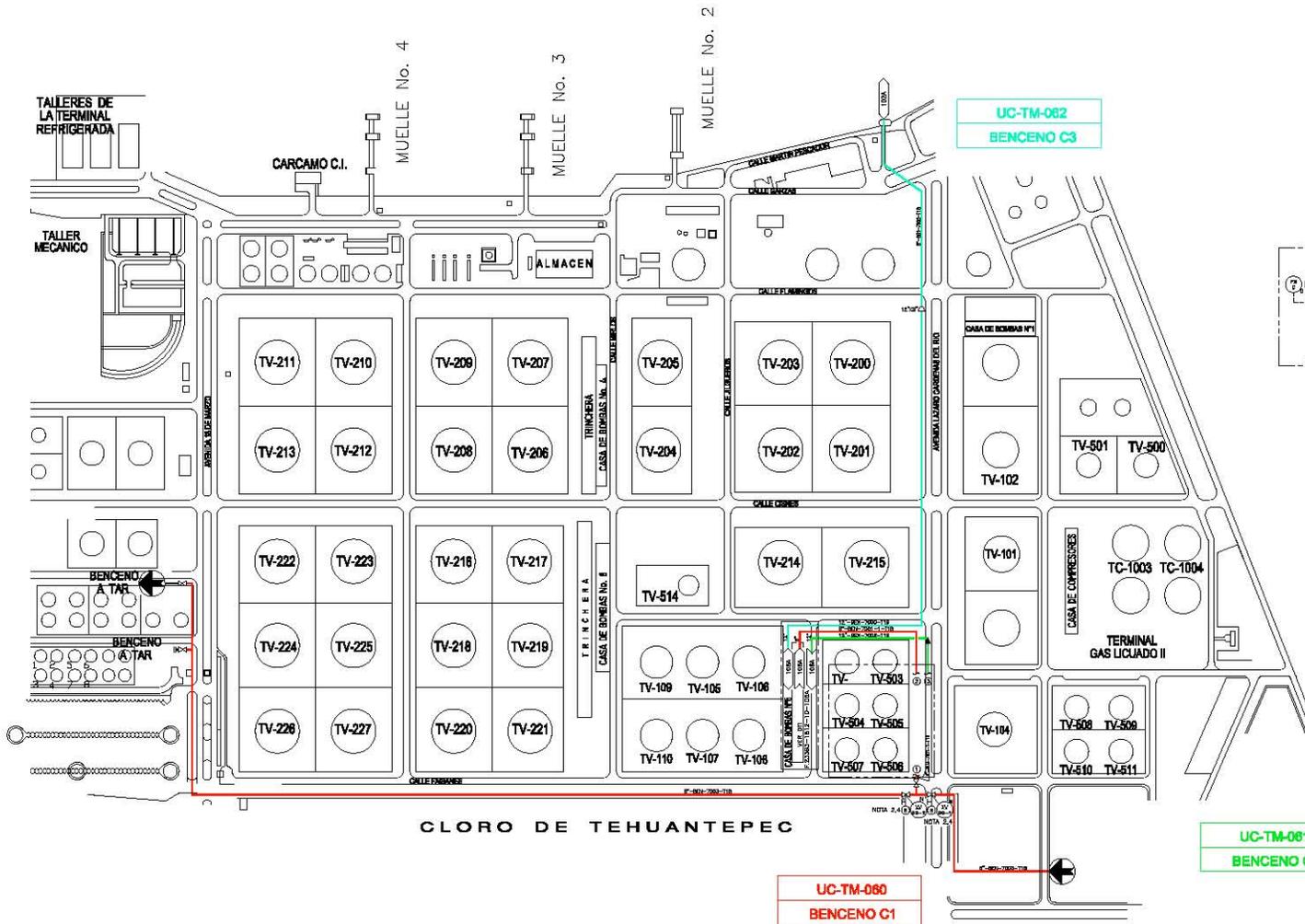
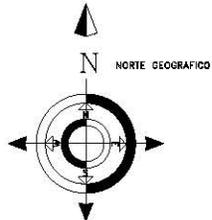






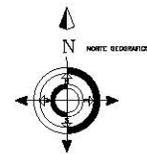


TV-505/506  
 TANGUL DE ALMACENAMIENTO  
 DE BENCENO  
 CAP= 55,000 Bn  
 P= 12,100 ps  
 30.48 m.



NOTAS

NOTA 1: SÍMBOLO ÚNICAMENTE UTILIZADO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE UNIDADES DE CONTROL.



UC-TM-126  
PARAXILENO C3

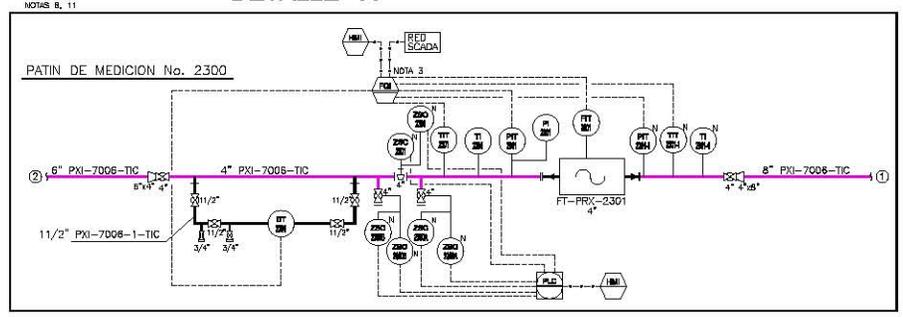
TV-300  
TANQUE DE ALMACENAMIENTO  
DE PARAXILENO  
CAP= 20,000 bbl  
H= 12,182 m  
D= 22,329 m

TV-500  
TANQUE DE ALMACENAMIENTO  
DE PARAXILENO  
CAP= 20,000 bbl  
H= 12,182 m  
D= 22,460 m

UC-TM-125  
PARAXILENO C4

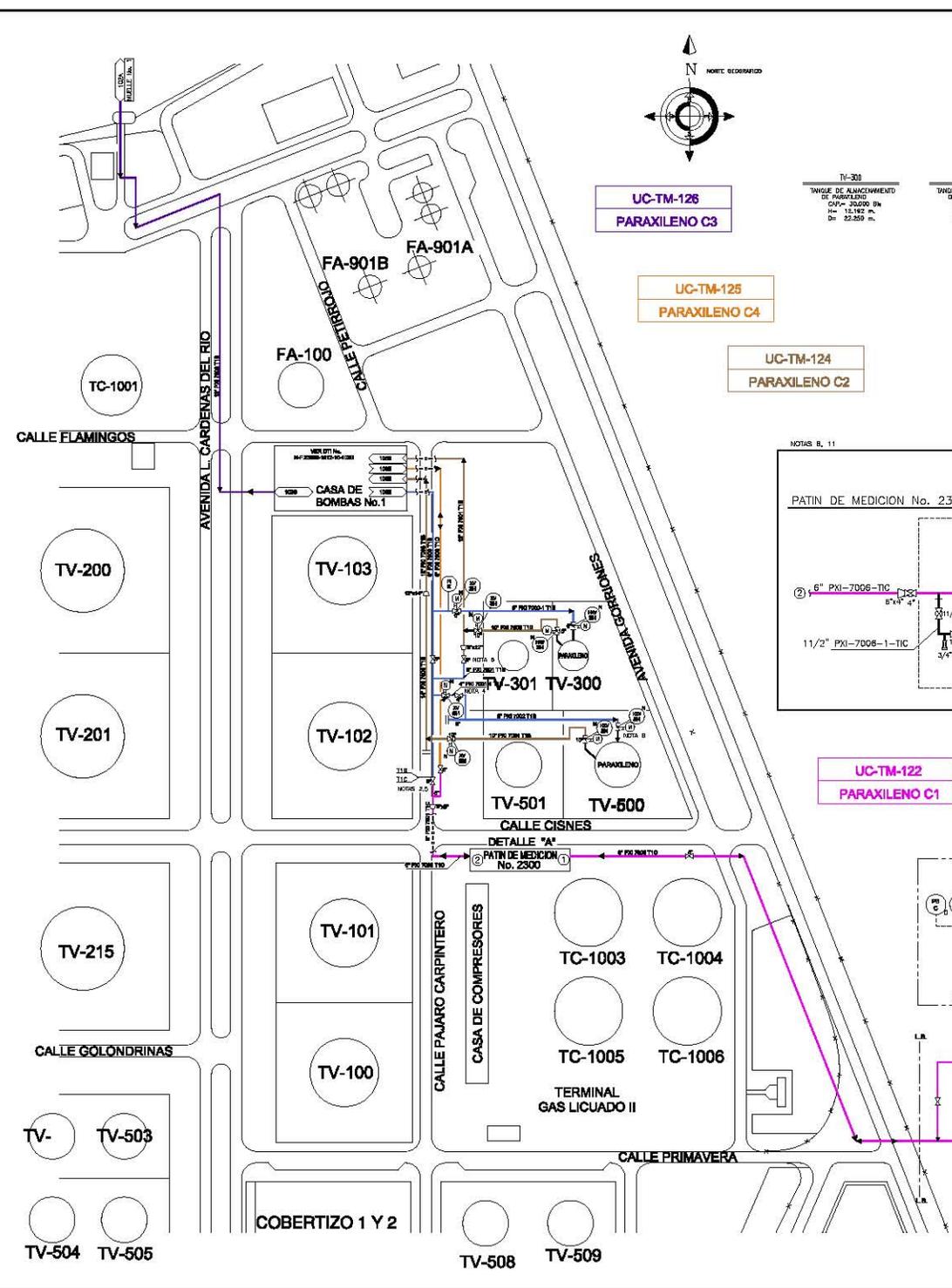
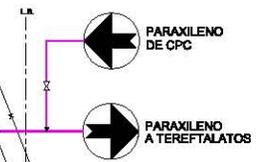
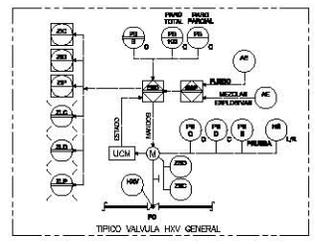
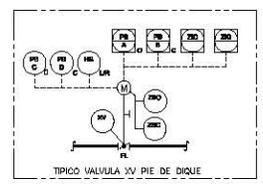
UC-TM-124  
PARAXILENO C2

DETALLE "A"



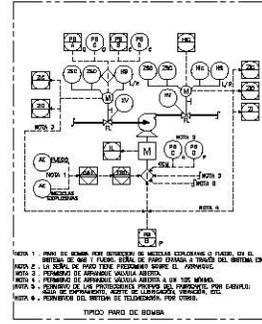
UC-TM-122  
PARAXILENO C1

UC-TM-123  
PARAXILENO C1



NOTAS

NOTA 1: SÍmbolos UTILIZADOS PARA LA IDENTIFICACIÓN DE UNIDADES DE CONTROL



NOTA 1: TIPO DE BOMBA PARA SERVICIO DE MEDIDAS CALORÍFICAS O FLUJO EN EL SISTEMA DE AGUA Y FLUJO DE AGUA FRÍO EN TUBOS DEL SISTEMA DE AGUA.  
 NOTA 2: LA SERVIDOR PARA TODE PRECISIÓN SOBRE EL PARADO DE BOMBA.  
 NOTA 3: SERVIDOR DE SERVIDOR AGUA.  
 NOTA 4: SERVIDOR DE SERVIDOR AGUA.  
 NOTA 5: SERVIDOR DE SERVIDOR AGUA.  
 NOTA 6: SERVIDOR DEL SISTEMA DE TELESEÑALAMIENTO POR CABLE.  
 NOTA 7: SERVIDOR DEL SISTEMA DE TELESEÑALAMIENTO POR CABLE.  
 TIPO PARADA DE BOMBA

UC-TM-081  
GN NOVA-AMORF C2

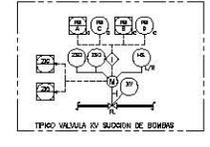
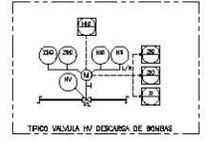
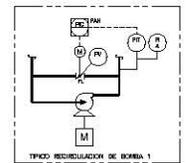
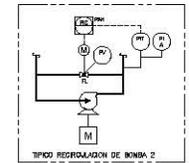
UC-TM-082  
S/EXP

UC-TM-110  
TOLUENO C3

UC-TM-109  
TOLUENO C3

UC-TM-107  
TOLUENO C1

UC-TM-123  
PARAXILENO C1



UC-TM-047  
COMBUSTOLEO C3

UC-TM-079  
GN NOVA-AMORF C1

UC-TM-080  
GN NOVA-AMORF C1

UC-TM-124  
PARAXILENO C2

UC-TM-125  
PARAXILENO C4

UC-TM-126  
PARAXILENO C3

BA-40C  
SERVICIO: COMBUSTOLEO  
Q = 8000 Btu/h  
P<sub>1</sub> = 6.0 Kg/cm<sup>2</sup> (NOTA 3)

BA-80A/B  
SERVICIO: TOLUENO  
Q = 3000 Btu/h  
P<sub>1</sub> = 7.0 Kg/cm<sup>2</sup>

BA-70B  
SERVICIO: PARAXILENO  
Q = 3000 Btu/h  
P<sub>1</sub> = 7.0 Kg/cm<sup>2</sup>

BA-70A  
SERVICIO: PARAXILENO  
Q = 345 Btu/h  
P<sub>1</sub> = 20.0 Kg/cm<sup>2</sup>

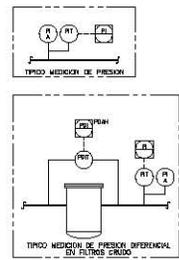
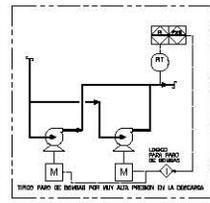
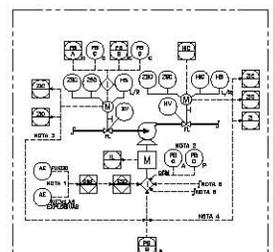
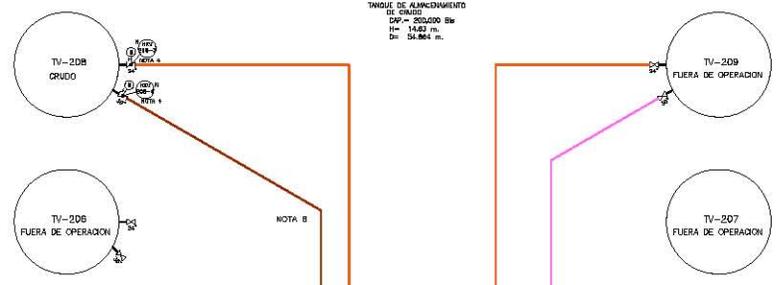
BA-80F  
SERVICIO: GASOLINA  
PREMIUM LIBR/COMPONENTE/MAGNA  
Q = 3000 Btu/h  
P<sub>1</sub> = 6.0 Kg/cm<sup>2</sup>

REPLAZAMIENTO DE UN SISTEMA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LA INTEGRIDAD MECÁNICA EN LINEAS Y EQUIPOS SIMILARES  
 ASOCIADO DE TUBERÍA Y COMPONENTES  
 PROYECTO MULTIPHASIS Y POSIBILIDAD  
 REVISIÓN 11/12/11 REV. C  
 DISEÑO: [Firma] [Firma] [Firma] [Firma] [Firma] [Firma] [Firma] [Firma] [Firma] [Firma]

NOTAS

NOTA 1: DTI ÚNICAMENTE UTILIZADO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE UNIDADES DE CONTROL.  
 NOTA 2: LA LÍNEA ESTÁ SEPARADA, POR LO QUE SE TRATA DE DOS UNIDADES DE CONTROL INDEPENDIENTES.  
 NOTA 3: LÍNEA NUEVA NO POSEE DISPAROS DE TIPO-000.  
 NOTA 4: LÍNEA NUEVA NO POSEE DISPAROS DE TIPO-200 Y 208.  
 NOTA 5: EXISTE DISPARO DE ENTRADA DEL TIPO-209.  
 NOTA 6: LÍNEA MODIFICADA, SE SEPARA Y ENTRA A DOS CABEZALES DE SUCCIÓN DIFERENTES.  
 NOTA 7: LÍNEA MODIFICADA, SE SEPARA Y ENTRA A DOS CABEZALES DE SUCCIÓN DIFERENTES.

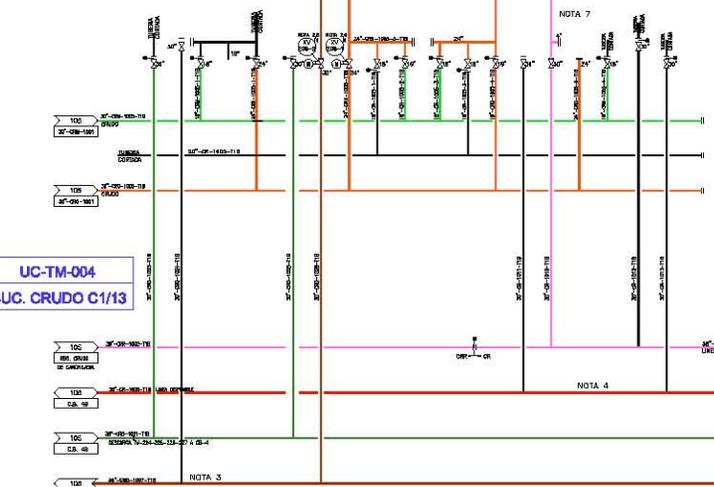
TV-108  
 TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE CRUDO  
 CAP = 200,000 Bbl  
 H = 14.82 m  
 Di = 54.864 m



NOTA 1: PARO DE BOMBA POR DETECTOR DE MEDIDAS EXCESIVAS O FALTA DE EL SUPLENTE DE UNA Y FALTA DE OTRA EN UNO DE LOS SISTEMAS DE ALIMENTACION.  
 NOTA 2: LA SEÑAL DE PARO TIENE PRESORIOS SOBRE EL ARRANQUE.  
 NOTA 3: PRESORIOS DE ARRANQUE SÓLO EN SERVICIO.  
 NOTA 4: PRESORIOS DE ARRANQUE SÓLO EN SERVICIO A UN UNO UNO.  
 NOTA 5: PRESORIOS DE ARRANQUE SÓLO EN SERVICIO EN COMPLETA.  
 NOTA 6: PRESORIOS DEL SISTEMA DE SELECCION POR SEÑAL.

UC-TM-001  
 CRUDO C1  
 UC-TM-002  
 CRUDO C1

UC-TM-004  
 SUC. CRUDO C1/13



UC-TM-006  
 SUC. CRUDO C3

UC-TM-009  
 SUC. CRUDO C8

UC-TM-005  
 SUC. CRUDO C2

UC-TM-008  
 SUC. CRUDO C7

UC-TM-011  
 SUC. CRUDO C13

UC-TM-007  
 SUC. CRUDO C6

UC-TM-010  
 SUC. CRUDO C9

UC-TM-035  
 DESC. CRUDO C4

UC-TM-034  
 DESC. CRUDO C3

UC-TM-032  
 DESC. CRUDO C2

UC-TM-033  
 DESC. CRUDO C1

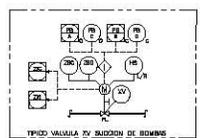
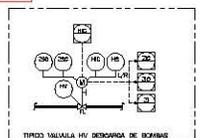
UC-TM-089  
 SUC. CRUDO C10  
 DIESEL PRIM C2

UC-TM-038  
 DESC. CRUDO C6

UC-TM-036  
 DESC. CRUDO C5

UC-TM-019  
 SUC. CRUDO C12

UC-TM-020  
 SUC. CRUDO C12



BA-20F/G/H/I  
 SERVICIO CRUDO  
 Q = 1000 Bbl/h  
 Pmax = 6.0 Kg/cm<sup>2</sup>

BA-20J/K  
 SERVICIO CRUDO /  
 Q = 1000 Bbl/h  
 Pmax = 6.0 Kg/cm<sup>2</sup>

FG-20F-I  
 FILTRO DE CRUDO  
 SUC. CRUDO C12

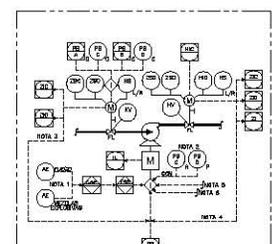
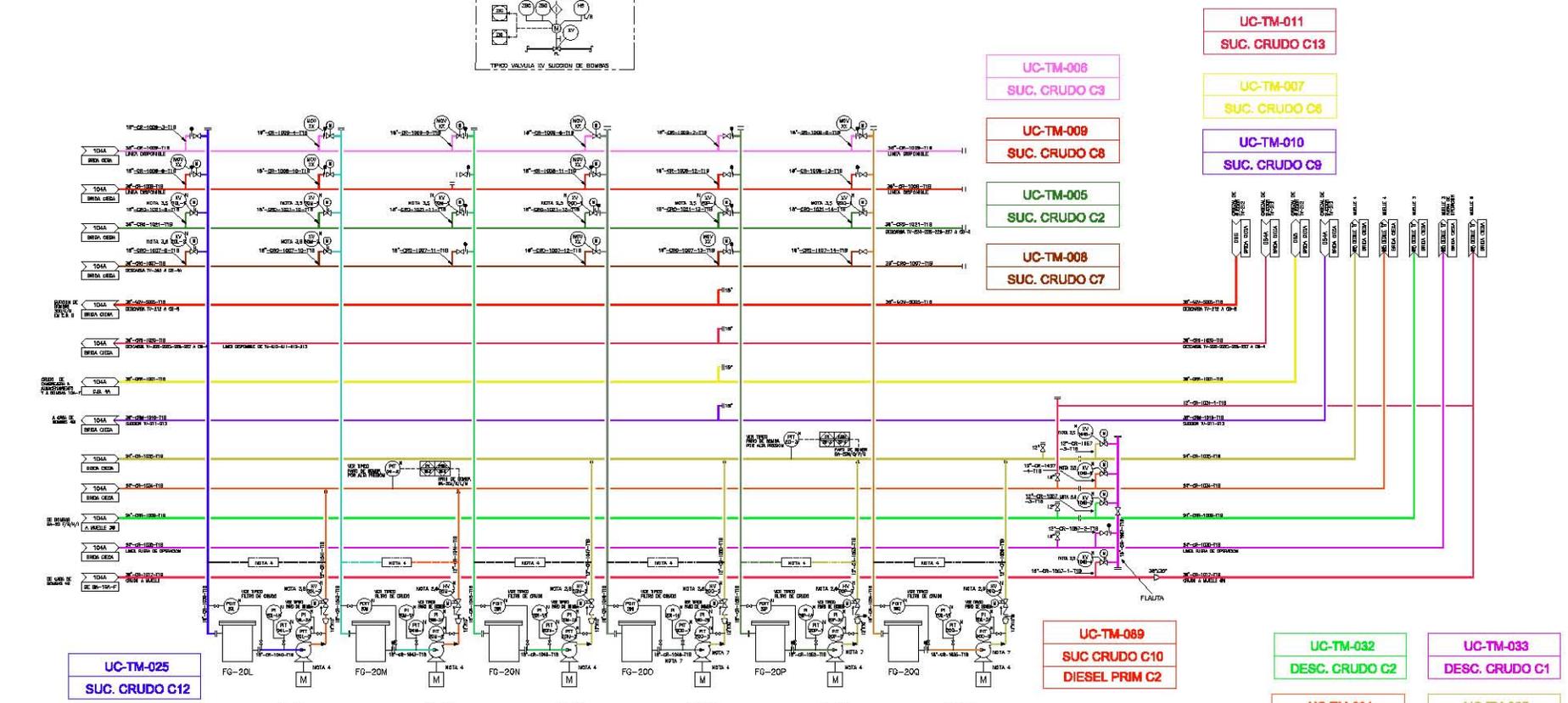
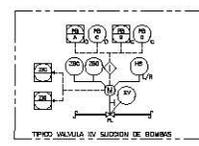
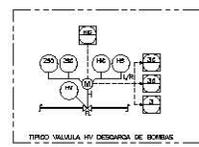
FG-20J-K  
 FILTRO DE CRUDO /  
 SUC. CRUDO C12

UC-TM-023  
 SUC. CRUDO C12

UC-TM-024  
 SUC. CRUDO C12

REPLAZAMIENTO DE UN SISTEMA PARA LA ADMINISTRACION DE LA MANTENIMIENTO DE UNIDADES Y EQUIPOS SIMILARES.  
 AUTORES: EN TIEMPO Y ENTORNO  
 PERSONAL MANTENIMIENTO Y OPERACION  
 Fecha: 11/12/11  
 Rev: C

NOTA 15: DTD ORIGINALMENTE UTILIZADO PARA LA IDENTIFICACION DE UNIDADES DE CONTROL.



UC-TM-026  
SUC. CRUDO C12

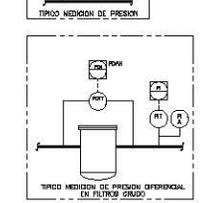
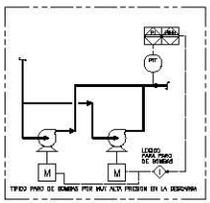
UC-TM-027  
SUC. CRUDO C12

UC-TM-028  
SUC. CRUDO C12

UC-TM-029  
SUC. CRUDO C12

UC-TM-030  
SUC. CRUDO C12

NOTA 1. PANE DE BOMBA POR DETECCIÓN DE MEDIDA SUPERIOR O TIEMPO EN EL SECTOR DE CORTA TIEMPO...  
NOTA 2. LA SEÑAL DE ALTO TIEMPO PROHIBE SOBRE EL ARRANQUE...  
NOTA 3. PROHIBICION DE ARRANQUE MIENTRAS SE EN LOS SEÑALES...  
NOTA 4. ARRANQUE DE LAS INTERCONEXIONES MEDIANTE DEL ARRANQUE POR CARRERA...  
NOTA 5. ARRANQUE DE LAS INTERCONEXIONES MEDIANTE DEL ARRANQUE POR CARRERA...  
NOTA 6. ARRANQUE DE LAS INTERCONEXIONES MEDIANTE DEL ARRANQUE POR CARRERA...  
TIPO: PANE DE BOMBA



BA-20L/M  
SERVIDOR CRUDO /  
Q = 600 BWS /  
Pmax = 6.0 KG/CM<sup>2</sup>

BA-20N/O/P/Q  
SERVIDOR CRUDO /  
Q = 600 BWS /  
Pmax = 6.0 KG/CM<sup>2</sup>

FG-20L-M  
FILTRO DE CRUDO /

FG-20N-Q  
FILTRO DE CRUDO

UC-TM-089  
SUC. CRUDO C10  
DIESEL PRIM C2

UC-TM-032  
DESC. CRUDO C2

UC-TM-033  
DESC. CRUDO C1

UC-TM-034  
DESC. CRUDO C3

UC-TM-035  
DESC. CRUDO C4

UC-TM-036  
DESC. CRUDO C5

UC-TM-006  
SUC. CRUDO C3

UC-TM-011  
SUC. CRUDO C13

UC-TM-007  
SUC. CRUDO C6

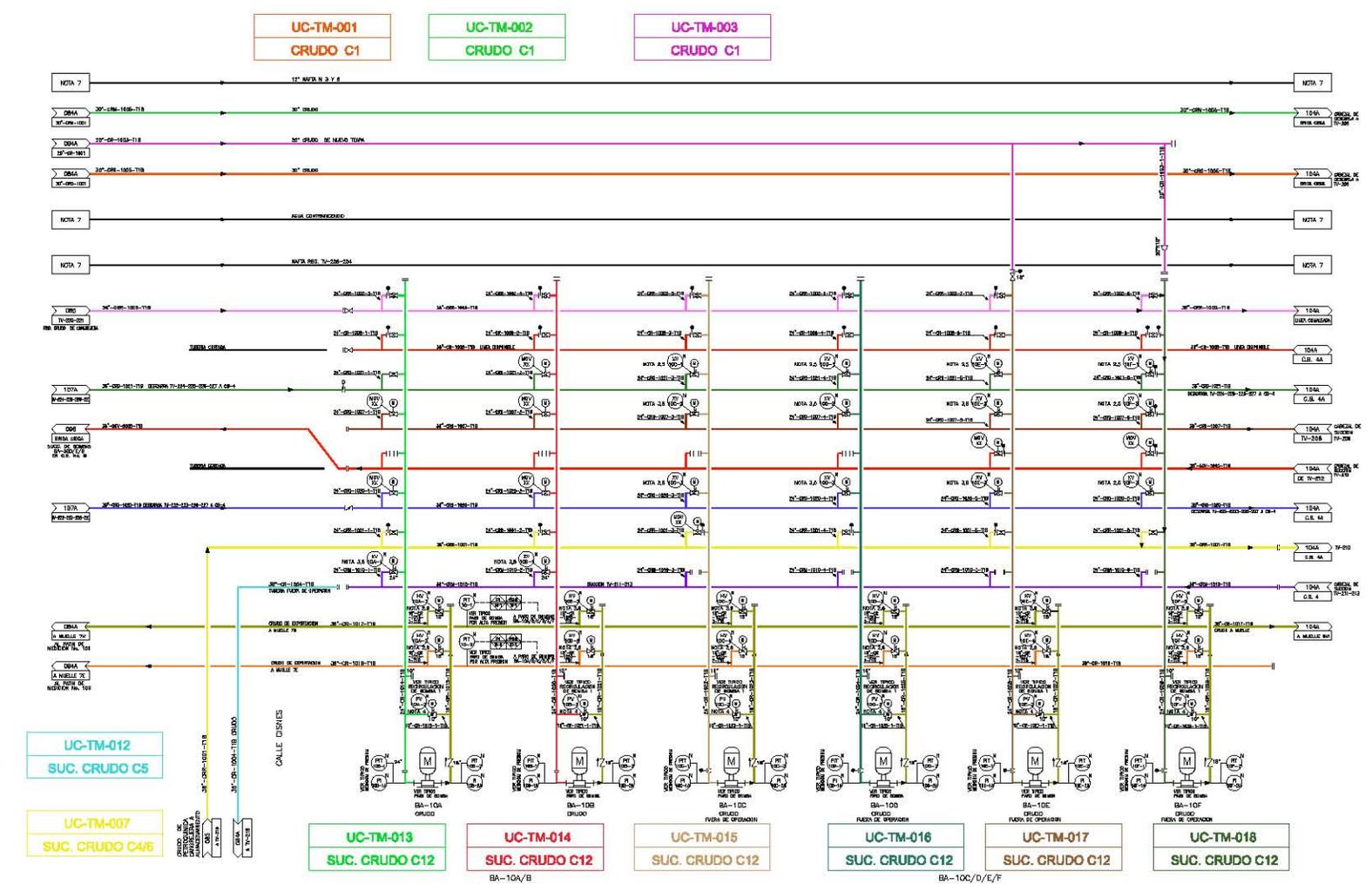
UC-TM-009  
SUC. CRUDO C8

UC-TM-010  
SUC. CRUDO C9

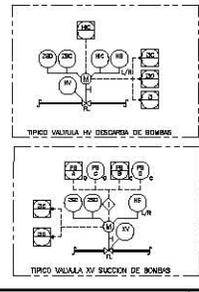
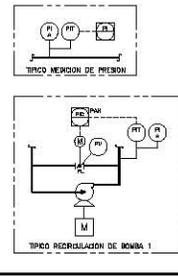
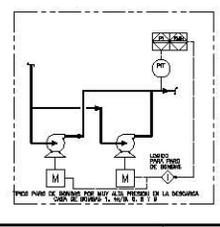
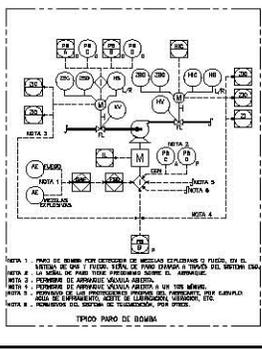
UC-TM-005  
SUC. CRUDO C2

UC-TM-008  
SUC. CRUDO C7

NOTA 15: DIT ÚNICAMENTE UTILIZADO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE UNIDADES DE CONTROL.



- UC-TM-006  
SUC. CRUDO C3
- UC-TM-009  
SUC. CRUDO C8
- UC-TM-005  
SUC. CRUDO C2
- UC-TM-008  
SUC. CRUDO C7
- UC-TM-004  
SUC. CRUDO C1/13
- UC-TM-010  
SUC. CRUDO C9/5
- UC-TM-038  
DESC. CRUDO C6
- UC-TM-039  
DESC. CRUDO C7
- UC-TM-089  
SUC. CRUDO C10
- UC-TM-088  
DIESEL PRIM C2



BA-10A/B  
SERVIDO CRUDO  
Q = 10000 BBL/D  
Pmax = 7.5 Kg/cm<sup>2</sup>

BA-10C/D/E/F  
SERVIDO CRUDO  
Q = 10000 BBL/D  
Pmax = 7.5 Kg/cm<sup>2</sup>



NOTA 1: OTI DOCUMENTO UTILIZADO PARA LA IDENTIFICACION DE UNIDADES DE CONTROL.

UC-TM-004  
SUC. CRUDO C1

UC-TM-005  
SUC. CRUDO C2

UC-TM-006  
SUC. CRUDO C3

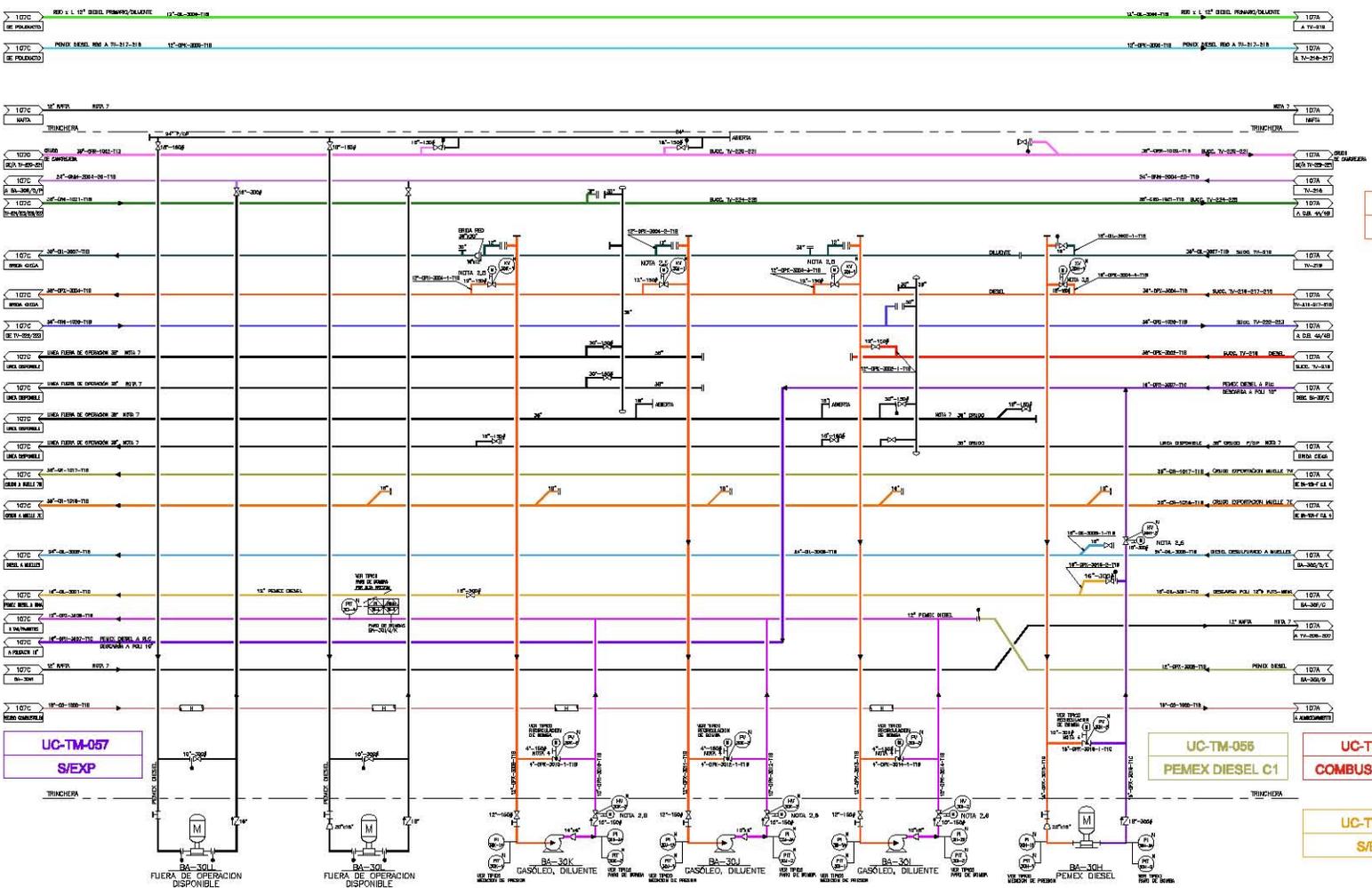
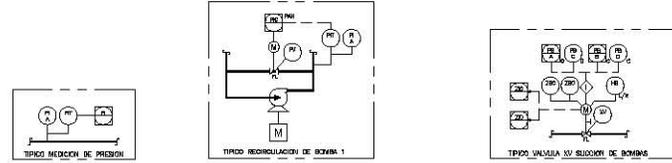
UC-TM-085  
DIESEL PRIMARIO C2

UC-TM-052  
DIESEL PRIMARIO C1

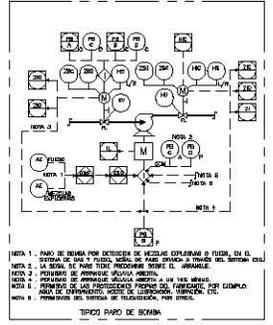
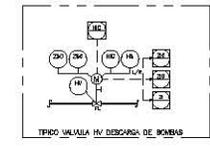
UC-TM-056  
S/EXP

UC-TM-084  
DIESEL PRIMARIO C1

UC-TM-089  
SUC. CRUDO C10  
DIESEL PRIM C2

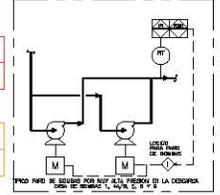


UC-TM-053  
DIESEL PRIM C2



UC-TM-044  
COMBUSTOLEO C2

UC-TM-057  
S/EXP



UC-TM-054  
S/EXP

UC-TM-038  
DESC. CRUDO C6

UC-TM-039  
DESC. CRUDO C7

UC-TM-086  
DIESEL PRIMARIO C3

BA-30L/LL  
SERVIDO: DISPONIBLE  
Pump = 100 Kg/CM

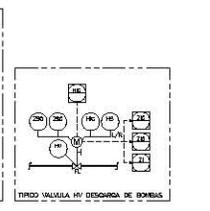
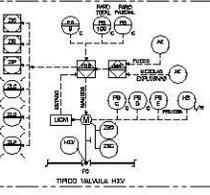
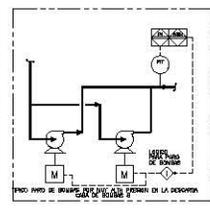
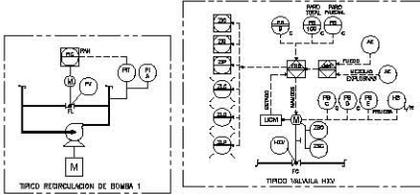
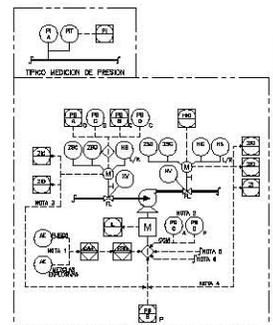
BA-30I/LL/K  
SERVIDO: GASOLEO/DILUYENTE  
Pump = 100 Kg/CM

BA-30H  
SERVIDO: PEMEX DIESEL  
Pump = 100 Kg/CM

NOTAS

NOTA 1: COTINGAMENTE UTILIZADO PARA LA IDENTIFICACION DE UNIDADES DE CONTROL.

TV-220/221  
TANQUE DE ALMACENAMIENTO  
DE CRUDO  
CAP = 200,000 Bbl  
H = 14.63 m.  
D = 54.864 m.



NOTA 1: LINEA DE BOMBA PARA RECIBIR EL CRUDO DE LOS TANQUES A PLENOS DEL TIPO DE ALMACENAMIENTO DE CRUDO. VERIFICAR QUE LA BOMBA OPERE EN SU RANGO DE OPERACION NOMINAL.  
NOTA 2: LINEA DE BOMBA PARA RECIBIR EL CRUDO DE LOS TANQUES A PLENOS DEL TIPO DE ALMACENAMIENTO DE CRUDO. VERIFICAR QUE LA BOMBA OPERE EN SU RANGO DE OPERACION NOMINAL.  
NOTA 3: LINEA DE BOMBA PARA RECIBIR EL CRUDO DE LOS TANQUES A PLENOS DEL TIPO DE ALMACENAMIENTO DE CRUDO. VERIFICAR QUE LA BOMBA OPERE EN SU RANGO DE OPERACION NOMINAL.  
NOTA 4: LINEA DE BOMBA PARA RECIBIR EL CRUDO DE LOS TANQUES A PLENOS DEL TIPO DE ALMACENAMIENTO DE CRUDO. VERIFICAR QUE LA BOMBA OPERE EN SU RANGO DE OPERACION NOMINAL.  
NOTA 5: LINEA DE BOMBA PARA RECIBIR EL CRUDO DE LOS TANQUES A PLENOS DEL TIPO DE ALMACENAMIENTO DE CRUDO. VERIFICAR QUE LA BOMBA OPERE EN SU RANGO DE OPERACION NOMINAL.  
NOTA 6: LINEA DE BOMBA PARA RECIBIR EL CRUDO DE LOS TANQUES A PLENOS DEL TIPO DE ALMACENAMIENTO DE CRUDO. VERIFICAR QUE LA BOMBA OPERE EN SU RANGO DE OPERACION NOMINAL.  
NOTA 7: LINEA DE BOMBA PARA RECIBIR EL CRUDO DE LOS TANQUES A PLENOS DEL TIPO DE ALMACENAMIENTO DE CRUDO. VERIFICAR QUE LA BOMBA OPERE EN SU RANGO DE OPERACION NOMINAL.

UC-TM-052  
DIESEL PRIMARIO C1

UC-TM-083  
DIESEL PRIMARIO C1

UC-TM-084  
DIESEL PRIMARIO C1

UC-TM-085  
DIESEL PRIMARIO C2

UC-TM-004  
SUC. CRUDO C1

UC-TM-005  
SUC. CRUDO C2

UC-TM-006  
SUC. CRUDO C3

UC-TM-053  
DIESEL PRIM C2

UC-TM-054  
S/EXP

UC-TM-044  
COMBUSTOLEO C2

UC-TM-057  
S/EXP

UC-TM-087  
S/EXP

UC-TM-038  
DESC. CRUDO C6

UC-TM-039  
DESC. CRUDO C7

UC-TM-078  
PEMEX PREM C1

UC-TM-086  
DIESEL PRIMARIO C3

UC-TM-056  
S/EXP

BA-30M/N  
SERVICIO DISPONIBLE  
F = 1.800 RPM  
P = 210 Psig

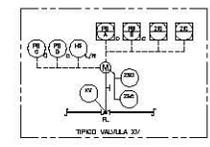
BA-30R  
SERVICIO PRIMARIO/COMBUSTION  
F = 1.800 RPM  
P = 210 Psig

BA-30 D/P  
SERVICIO PRIMARIO/COMBUSTION  
F = 2.800 RPM  
P = 210 Psig

REPLAZAMIENTO DE UN SISTEMA PARA LA ADAPTACION DEL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE CRUDO Y TANTOS SIMILARES.  
ALCANCE DE TRABAJO Y ENTREGA DE MATERIALES.  
PERSONAL MANTENIMIENTO Y OPERACION.  
FECHA: 11/12/11  
REV. C

**NOTAS**

NOTA 1: OTRO SIMBOLO UTILIZADO PARA LA IDENTIFICACION DE UNIDADES DE CONTROL.



**UC-TM-087**  
**GASOLINA PRIM 2009**

**UC-TM-112**  
**KEROSINA C1**

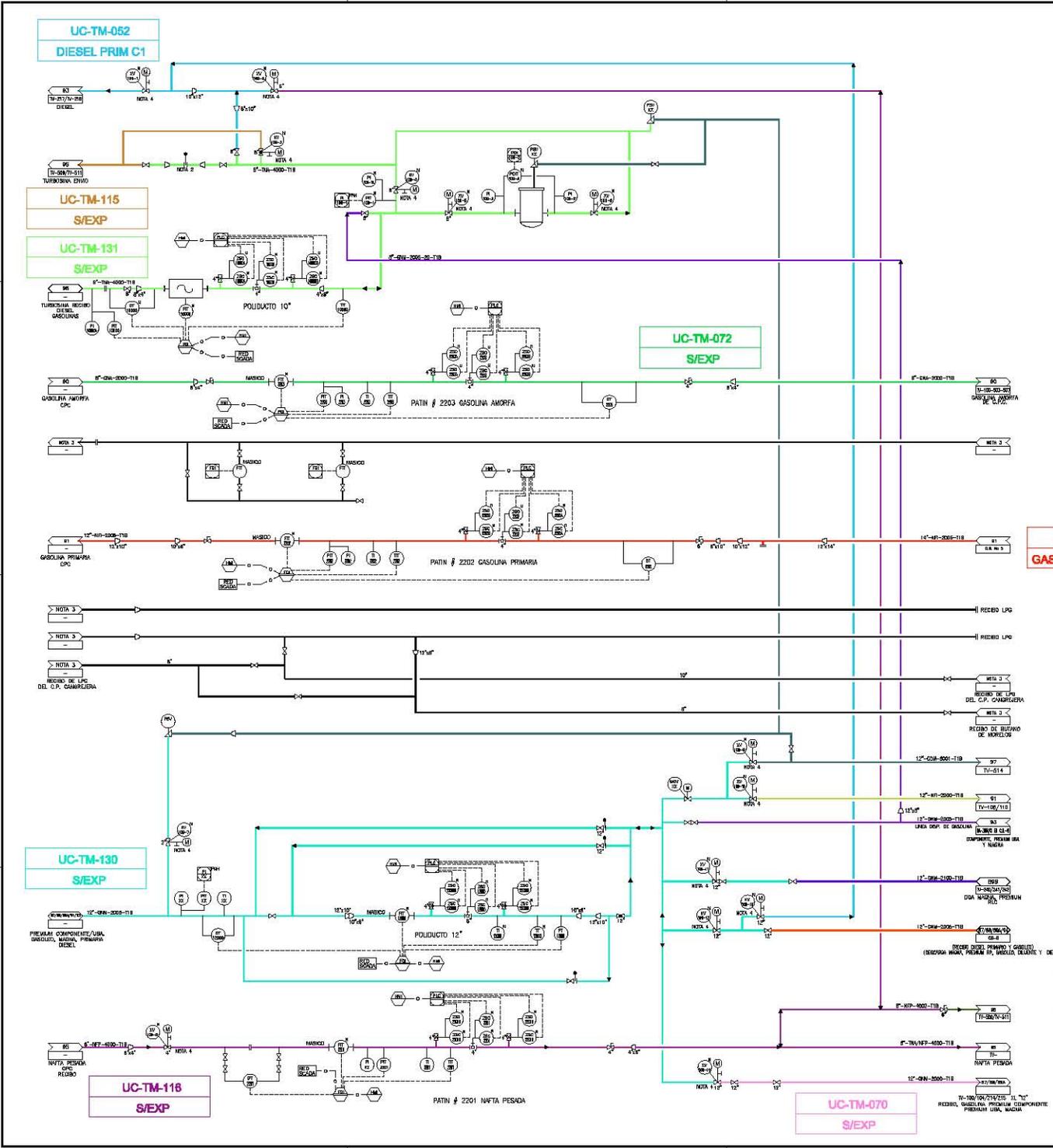
**UC-TM-091**  
**GASOLINA PRIM 2008**

**UC-TM-057**  
**S/EXP**

**UC-TM-064**  
**MAGNA C1**

**UC-TM-083**  
**DIESEL PRIMARIO C1**

**UC-TM-117**  
**S/EXP**





FG-7E-101/7E-102/7E-103/7E-104  
 FILTROS DEL PATIN  
 DE CRUDO

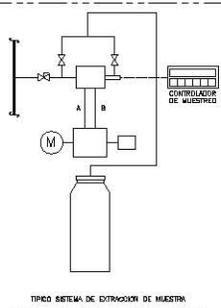
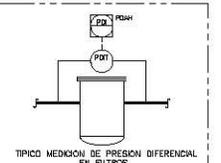
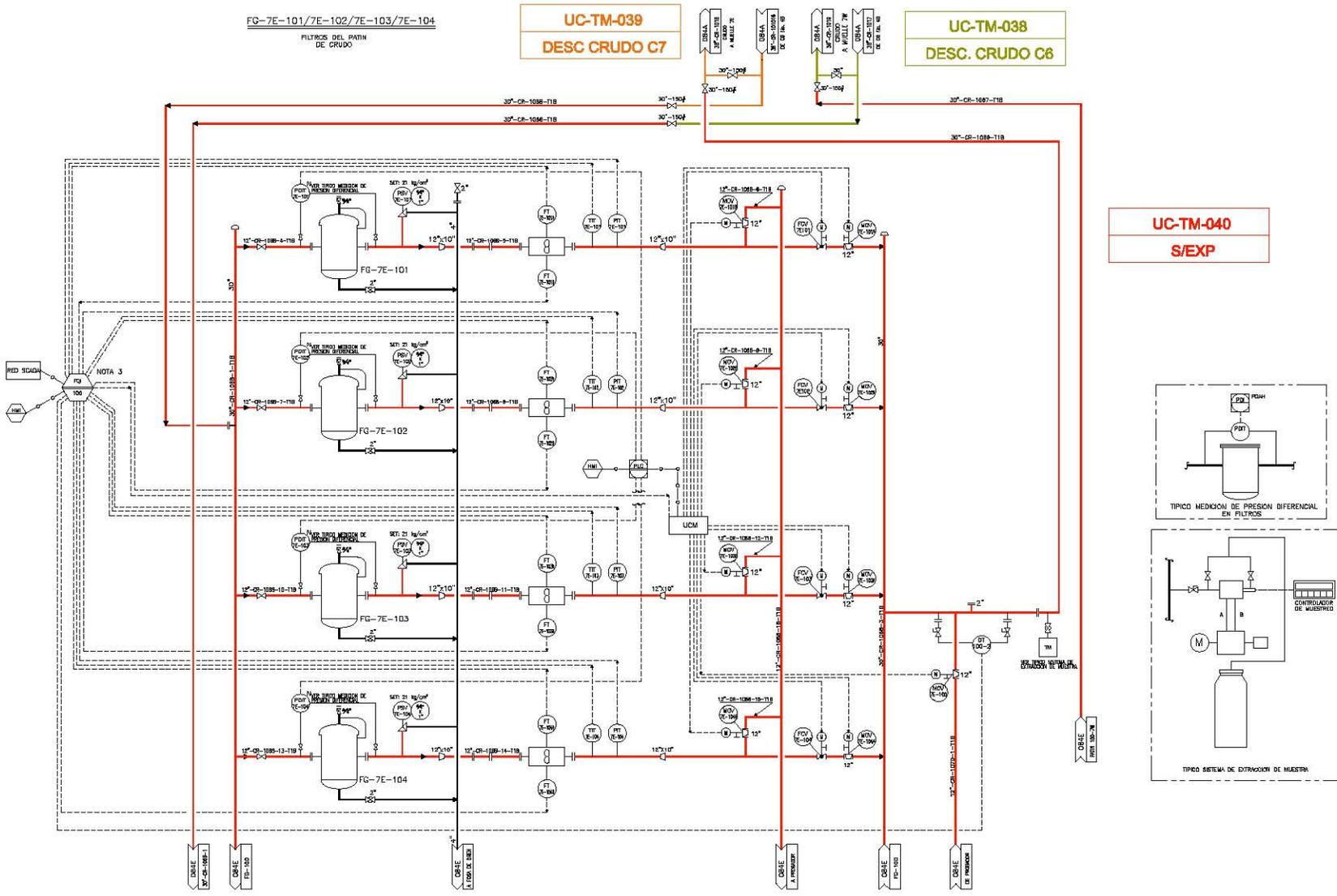
UC-TM-039  
 DESC. CRUDO C7

UC-TM-038  
 DESC. CRUDO C6

UC-TM-040  
 S/EXP

NOTAS

NOTA 1: DTI ÚNICAMENTE UTILIZADO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE UNIDADES DE CONTROL



IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA PARA LA ADMINISTRACION DE LA INTEGRIDAD MECANICA EN LINEAS Y EQUIPOS SIMBOLE

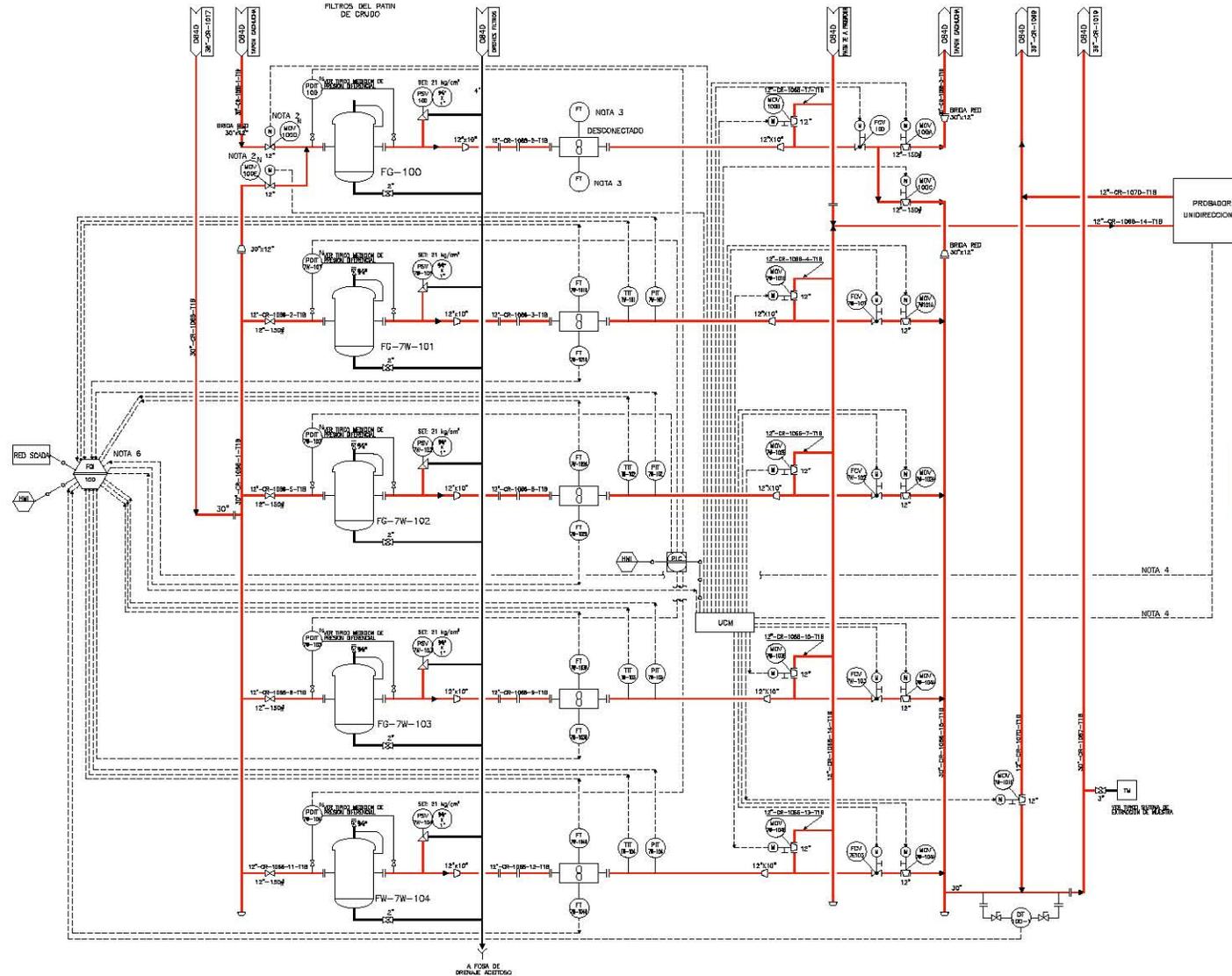
GUAYAMA DE TURBERIA E INSTRUMENTACION

PTORINIAJ, MARUYTIA Y PORTUARIA

Elaboró: S.F.E.	Revisó: E.L.C.	FECHA: 11/12/11	REV: C
Dib. No. T-1-0840			

FG-100/7W-101/7W-102/7W-103/7W-104

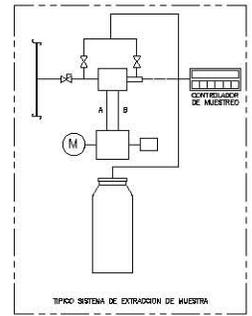
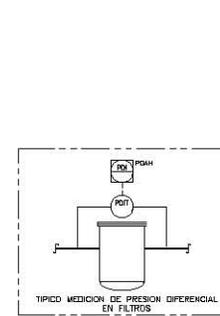
FILTROS DEL PATRÓN DE CRUDO



NOTAS

NOTA 1: OTI ÚNICAMENTE UTILIZADO PARA LA IDENTIFICACION DE UNIDADES DE CONTROL

**UC-TM-040**  
**S/EXP**



IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA PARA LA ADMINISTRACION DE LA INTEGRIDAD MECANICA EN LINEAS Y EQUIPOS SIMBOLE

GUAYAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTACION

PT/INTEGRAL MANTENIMIENTO Y PORTUARIA

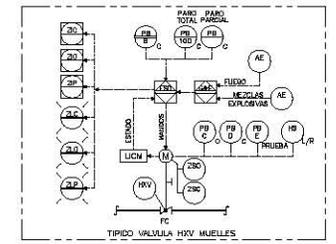
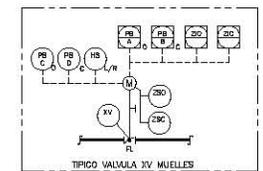
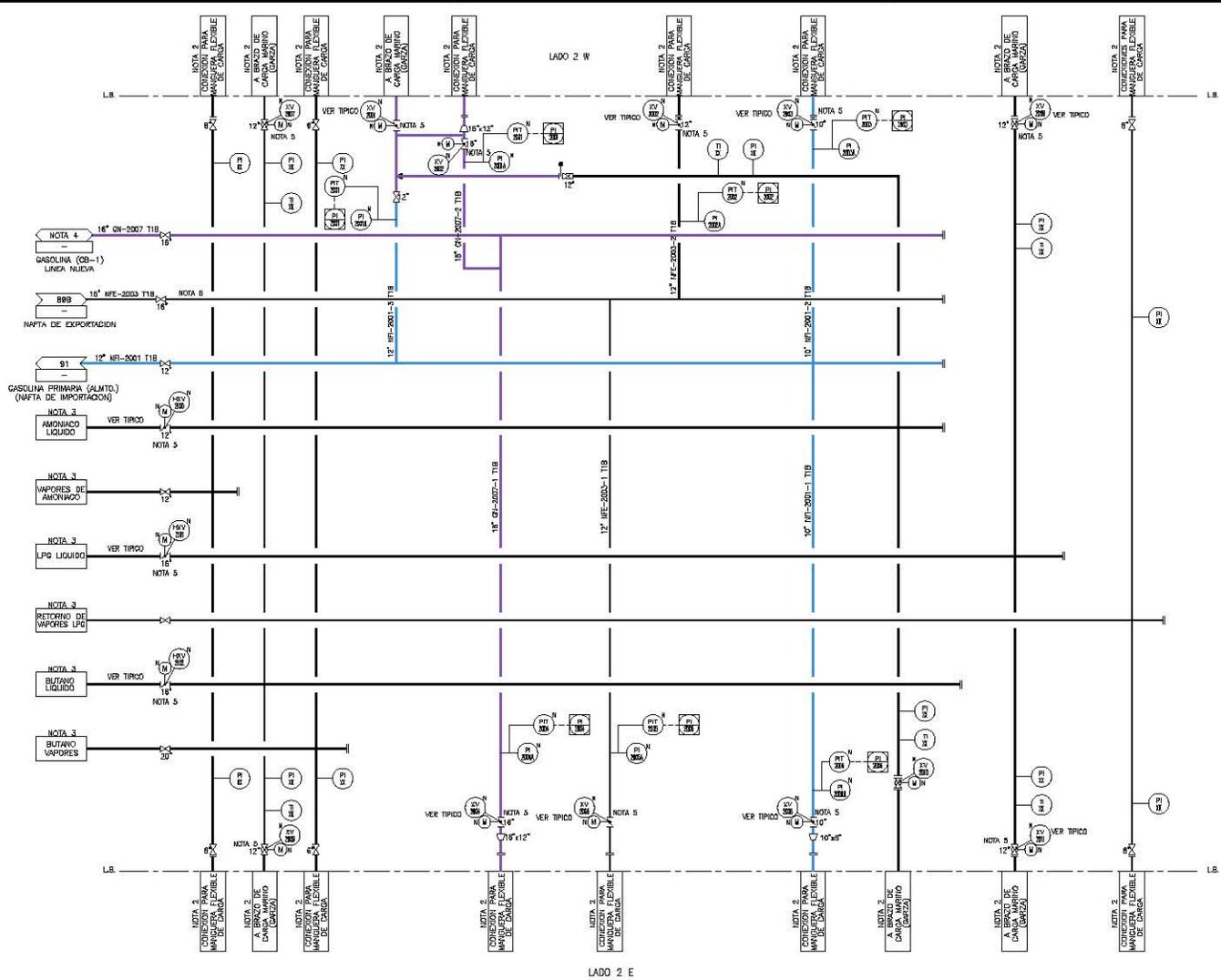
Elaboró: S.F.	Revisó: J.M.	FECHA: 11/12/11	REV: C
Dib. No. T-1-054E			





NOTAS

NOTA 1: DTI ÚNICAMENTE UTILIZADO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE UNIDADES DE CONTROL.



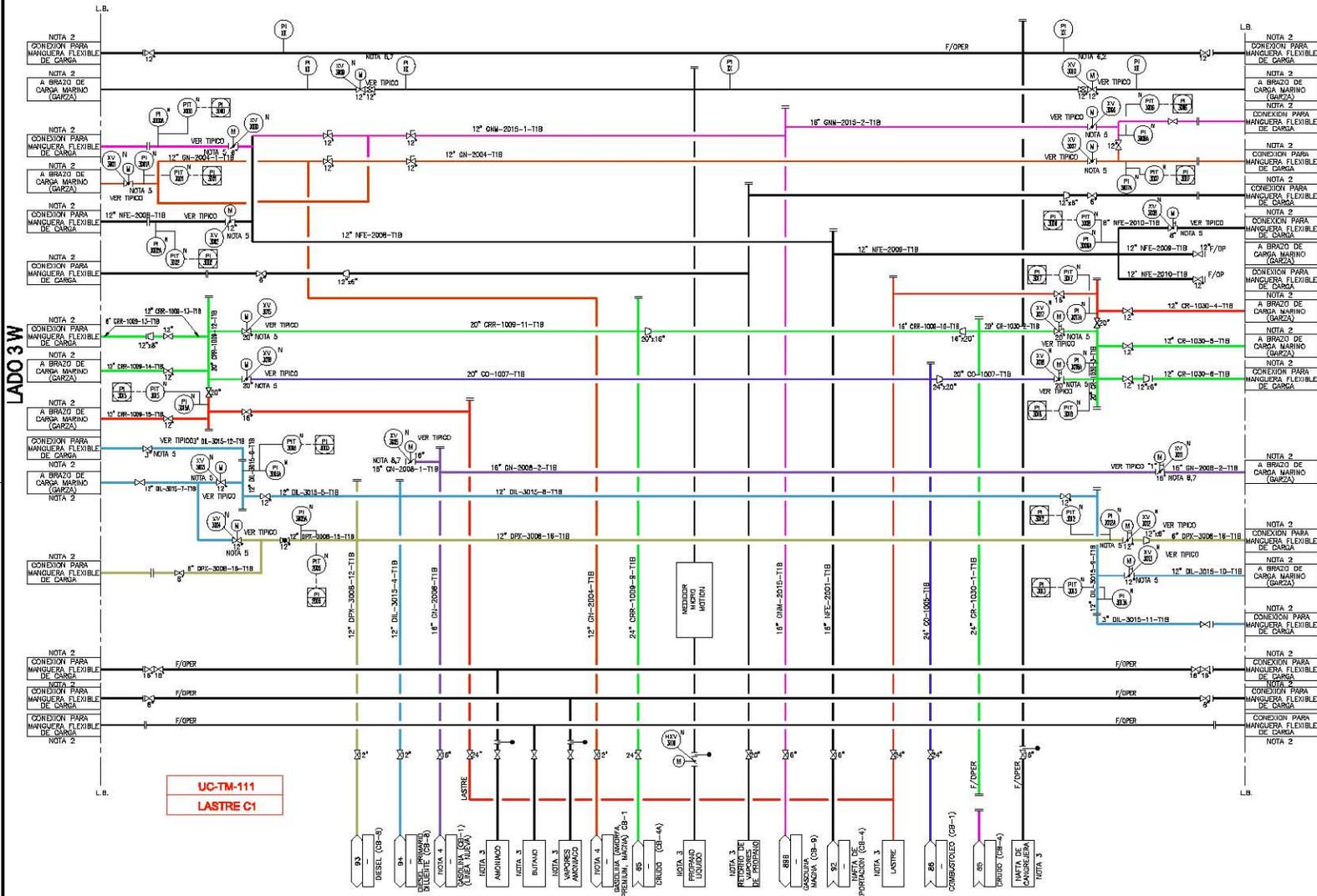
UC-TM-082  
S/EXP

UC-TM-095  
GASOLINA PRIM 2009

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA PARA LA ADMINISTRACIÓN DE LA INTEGRIDAD MECÁNICA EN LINEAS Y EQUIPOS SIMIOBLE	
AGENCIA DE TUBERIA E INSTRUMENTACIÓN	
PETROLIO MARUYTIA Y PORTUARIA	
Diseño: S/E	Revisión: S/M
FECHA: 11/12/11	REV. C
Dib. No. N - F - 1 0 2 E	

NOTAS

NOTA 1: DTB ÚNICAMENTE UTILIZADO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE UNIDADES DE CONTROL.

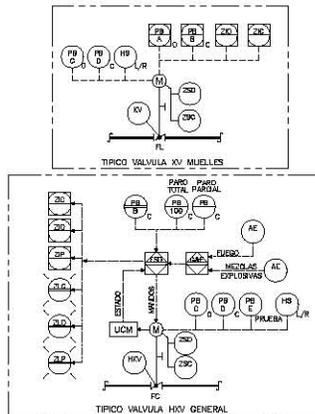


LADO 3 W

LADO 3 E

UC-TM-111  
LASTRE C1

- UC-TM-088  
MAGNA C3
- UC-TM-081  
GN NOVA-AMORF C2
- UC-TM-082  
S/EXP
- UC-TM-068  
DIESEL C1
- UC-TM-032  
DESC. CRUDO C2
- UC-TM-048  
COMBUSTOLEO C4
- UC-TM-033  
DESC. CRUDO C1
- UC-TM-081  
DIESEL PRIMARIO C1



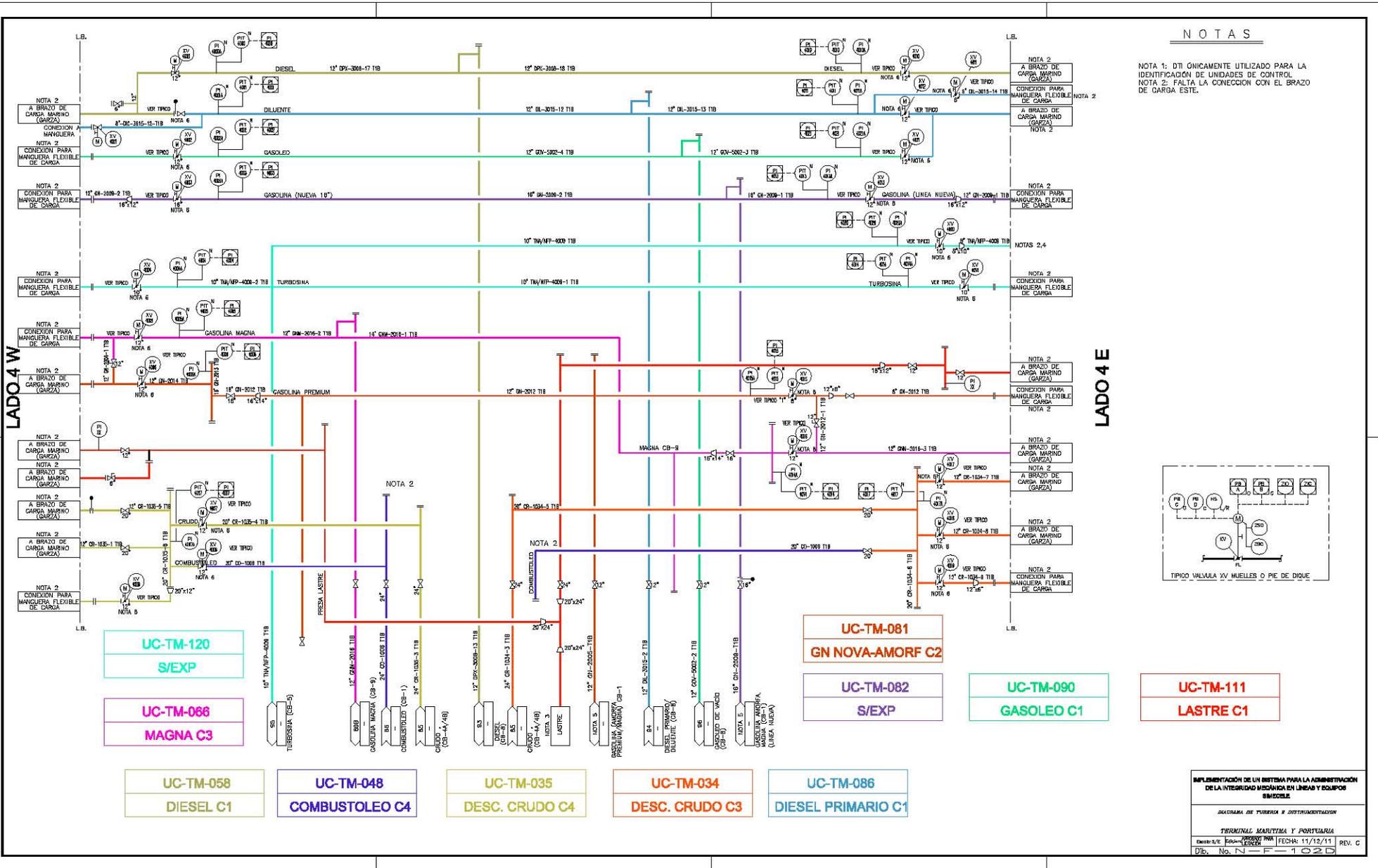
IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA PARA LA ADMINISTRACIÓN DE LA INTEGRIDAD MECÁNICA EN LINEAS Y EQUIPOS SIMBOLIZABLE

GERENCIA DE TURBINA Y INSTRUMENTACIÓN

TERMINAL MARUYTIA Y PORTUARIA

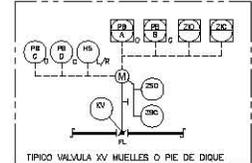
Elaboró S.F. [Signature] Revisó P.M. [Signature] FECHA: 11/12/11 REV. C

Dib. No. N-1-102C



**NOTAS**

NOTA 1: DTI ÚNICAMENTE UTILIZADO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE UNIDADES DE CONTROL  
 NOTA 2: FALTA LA CONEXION CON EL BRAZO DE CARGA ESTE.

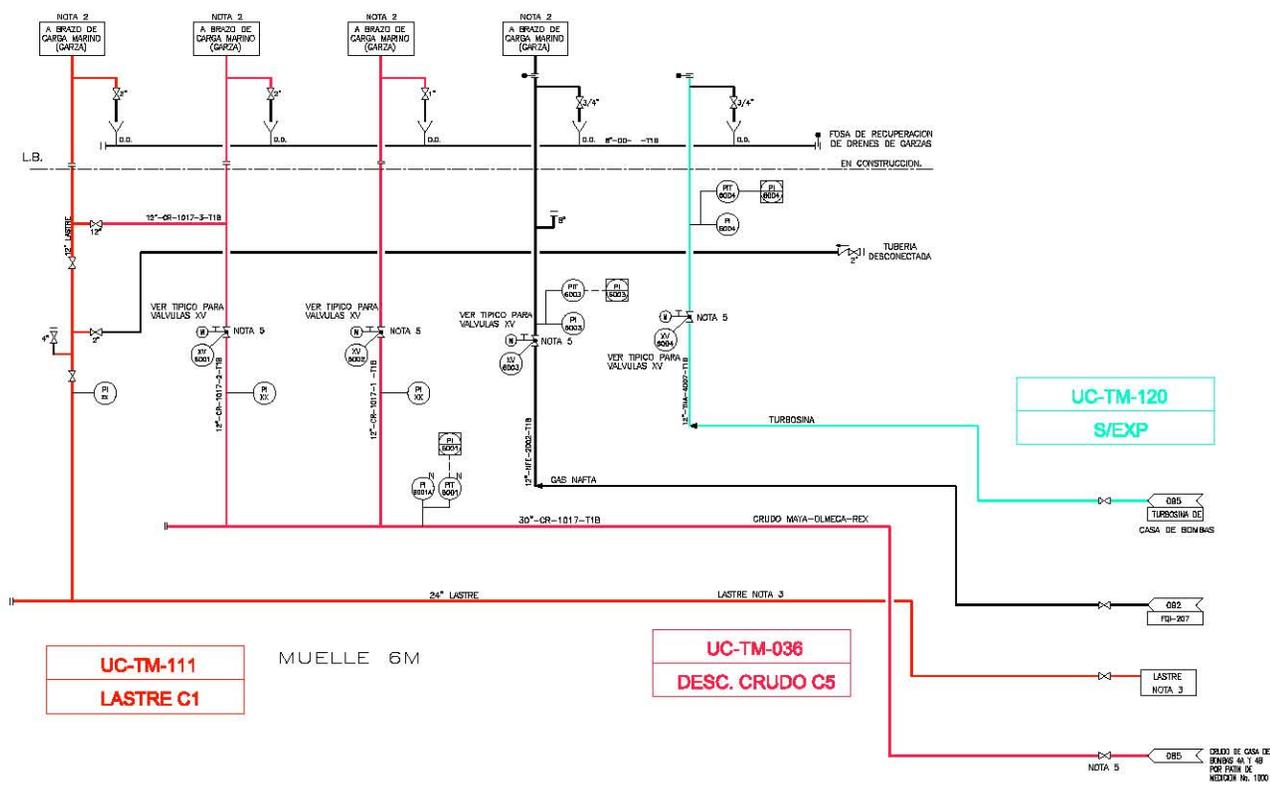


IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA PARA LA ADMINISTRACION DE LA INTEGRIDAD MECANICA EN LINEAS Y EQUIPOS SIMBOLE	
SALICIANA DE PUERBA E INSTRUMENTACION	
TERMINAL MARITIMA Y PORTUARIA	
Desar: S/E	FECHA: 11/12/11
Dis: N	REV. C
No. N - F - 1 0 2 0	



NOTAS

NOTA 1: DTI ÚNICAMENTE UTILIZADO PARA LA IDENTIFICACION DE UNIDADES DE CONTROL

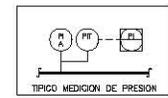
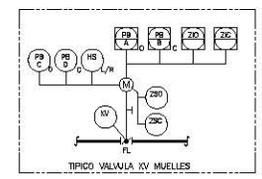


UC-TM-120  
S/EXP

UC-TM-111  
LASTRE C1

MUELLE 6M

UC-TM-036  
DESC. CRUDO C5



IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA PARA LA ADMINISTRACION DE LA INTEGRIDAD MECANICA EN LINEAS Y EQUIPOS SIMBOLE			
SUCURSALA DE TUBERIA E INSTRUMENTACION			
PETROLIO MARUYTIA Y PORTUARIA			
Elaboró: S/E	Revisó: E/EN	FECHA: 11/12/11	REV. C
Dib. No. N - F - 1 02 F			

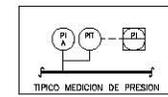
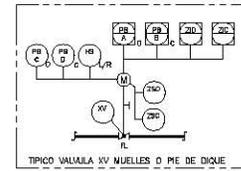
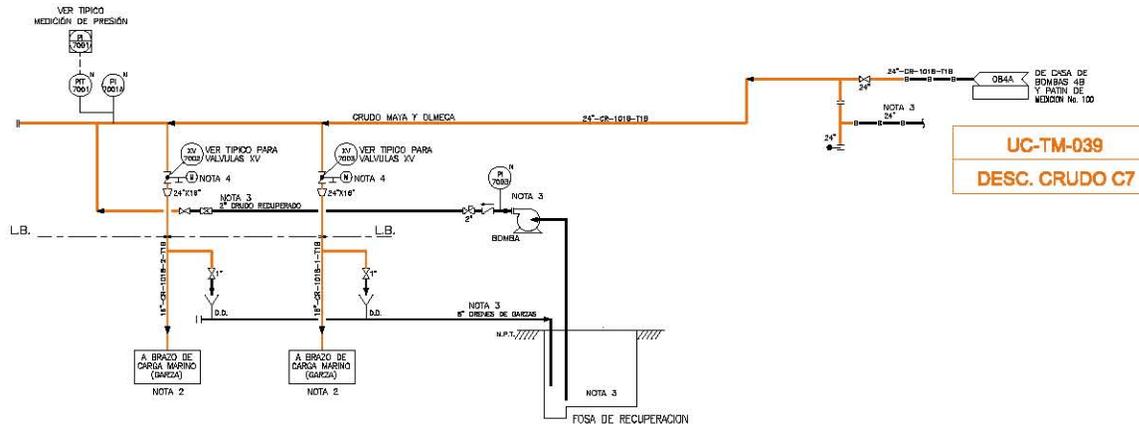
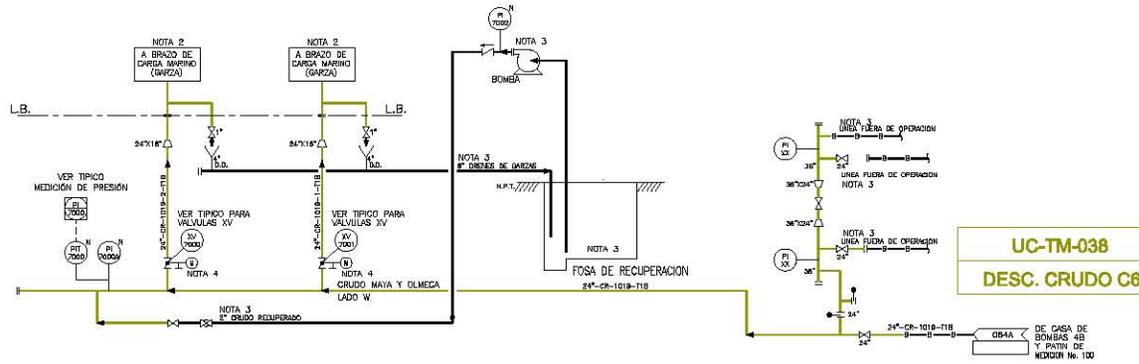
NOTAS

FB-7000-7001  
FOSEA DE RECUPERACION  
DE DRENES DE GARZAS

GA-7000-7001  
BOMBA DE TRANSFERENCIA  
DE DRENES DE GARZAS

NOTA 1: DTI ÚNICAMENTE UTILIZADO PARA LA IDENTIFICACION DE UNIDADES DE CONTROL

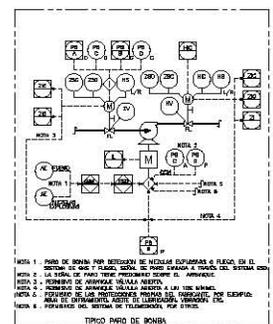
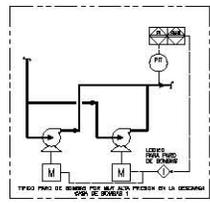
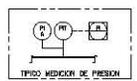
MUELLE 7E



MUELLE 7W

IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA PARA LA ADMINISTRACION DE LA INTEGRIDAD MECANICA EN LINEAS Y EQUIPOS SIMBOLES			
SUCURSALA DE PUERTO RICO E INSTRUMENTACION			
TERMINAL MARITIMA Y PORTUARIA			
Desarrollado por: <b>EDD</b>	Revisado por: <b>EDD</b>	Fecha: 11/12/11	Rev: C
Dib. No. N-102C			

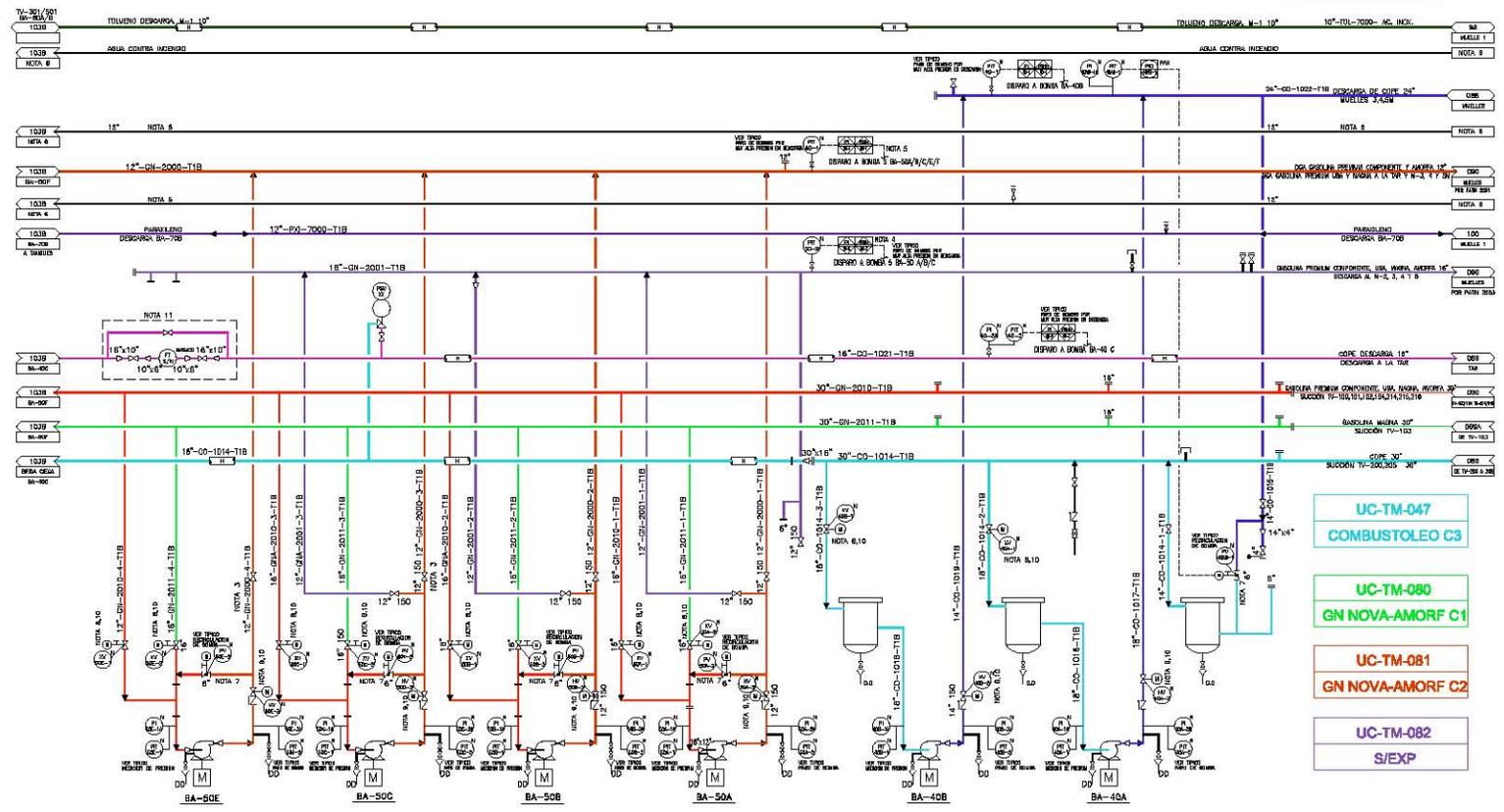
NOTA 1: OTI GENDAMENTE UTILIZADO PARA LA IDENTIFICACION DE UNIDADES DE CONTROL



UC-TM-110  
TOLUENO C3

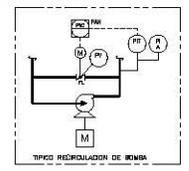
UC-TM-126  
PARAXILENO C3

UC-TM-078  
GN NOVA-AMORF C1

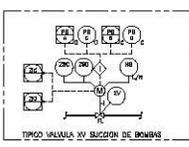


UC-TM-048  
COMBUSTOLEO C4

UC-TM-049  
COMBUSTOLEO C5



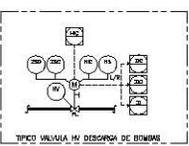
UC-TM-047  
COMBUSTOLEO C3



UC-TM-080  
GN NOVA-AMORF C1

UC-TM-081  
GN NOVA-AMORF C2

UC-TM-082  
S/EXP

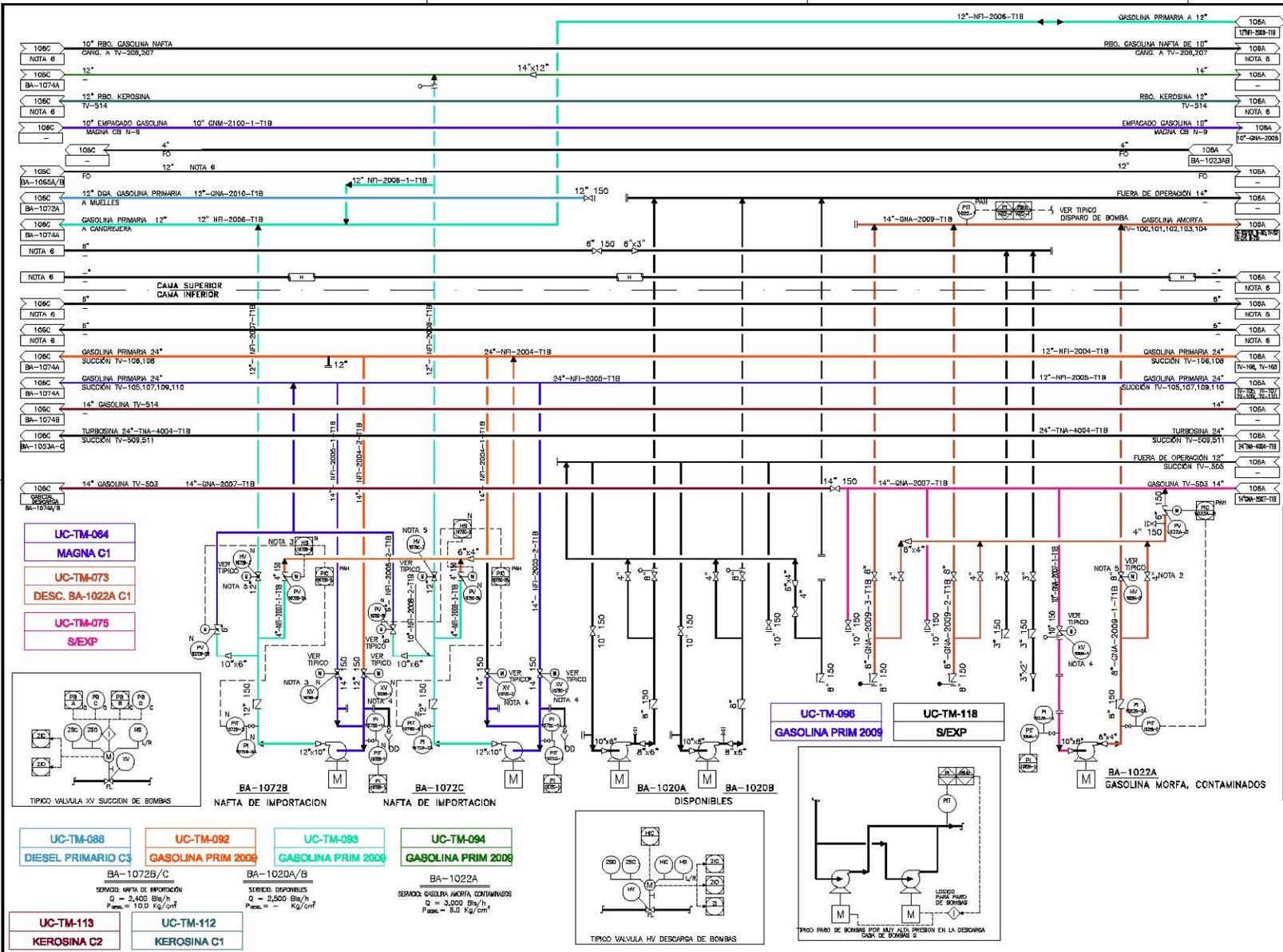


BA-50E  
SERVICIO: GASOLINA PREMIUM  
UBA/COMPONENTE/MAGNA  
D = 5000 Btu/h  
P<sub>g</sub> = 5.0 Kg/cm<sup>2</sup>

BA-50A/9/C  
SERVICIO: GASOLINA PREMIUM  
UBA/COMPONENTE/MAGNA/AMORFA  
D = 5000 Btu/h  
P<sub>g</sub> = 7.0 Kg/cm<sup>2</sup>

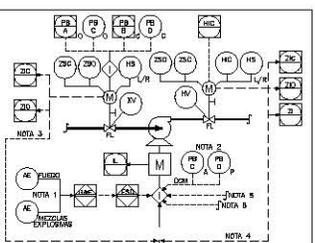
BA-40A/B  
SERVICIO: COMBUSTOLEO  
D = 8000 Btu/h  
P<sub>g</sub> = 8.0 Kg/cm<sup>2</sup> (NOTA 12)





**NOTAS**

NOTA 1: DTI ÚNICAMENTE UTILIZADO PARA LA IDENTIFICACION DE UNIDADES DE CONTROL



TIPOICO PARO DE BOMBA

IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA PARA LA ADMINISTRACION DE LA INTEGRIDAD MECANICA EN LINEAS Y EQUIPOS SIMOELLE

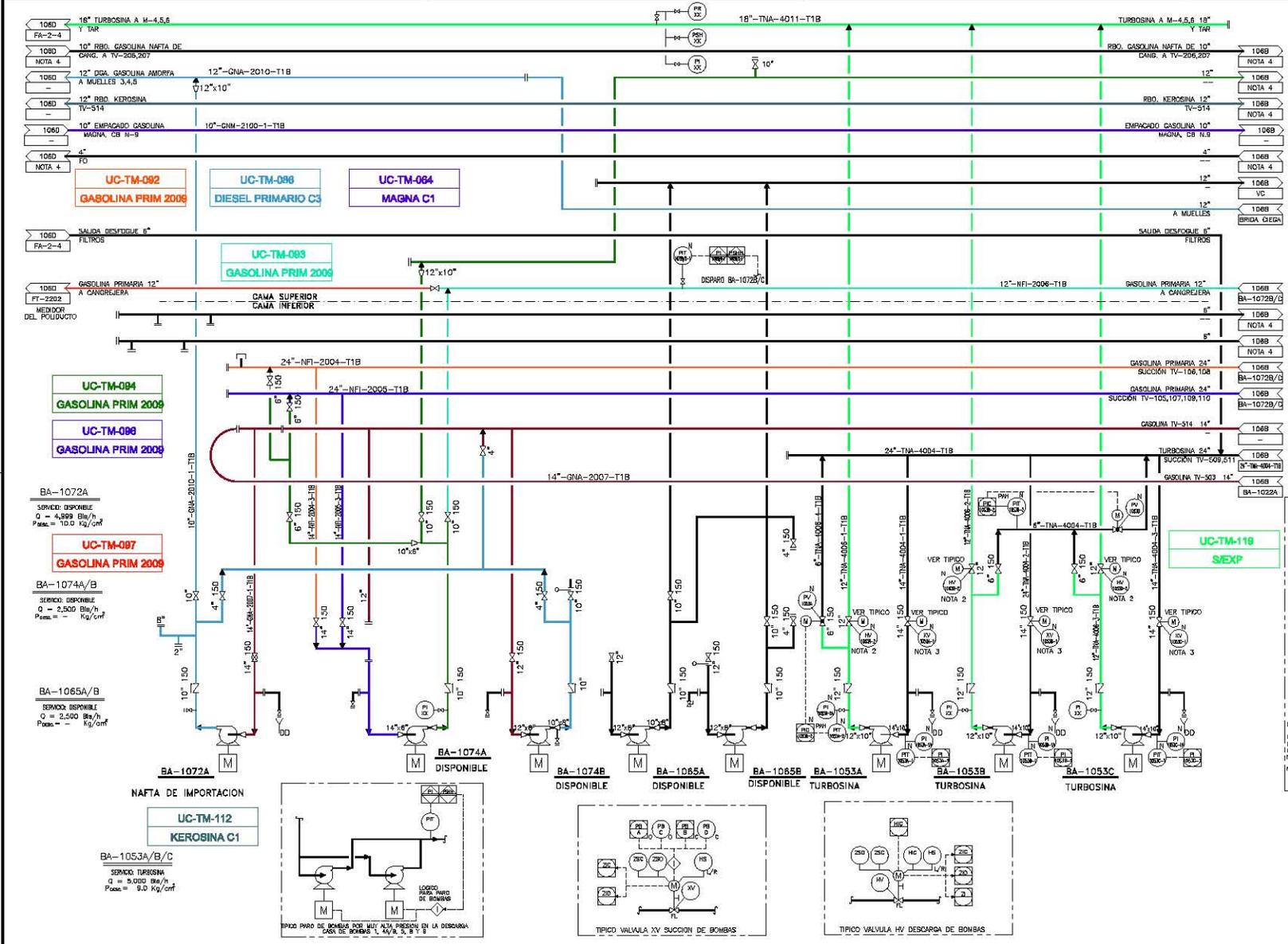
ZUCRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTACION

TERMINAL MARUYMA Y PORTUARIA

Emisor: S/E Fecha: 07/08/11

Revisor: J/TEC Fecha: 11/12/11

Dib. No. T-1-106



**NOTAS**

NOTA 1: DTI ÚNICAMENTE UTILIZADO PARA LA IDENTIFICACION DE UNIDADES DE CONTROL

**UC-TM-113**  
**KEROSINA C2**

**UC-TM-118**  
**S/EXP**

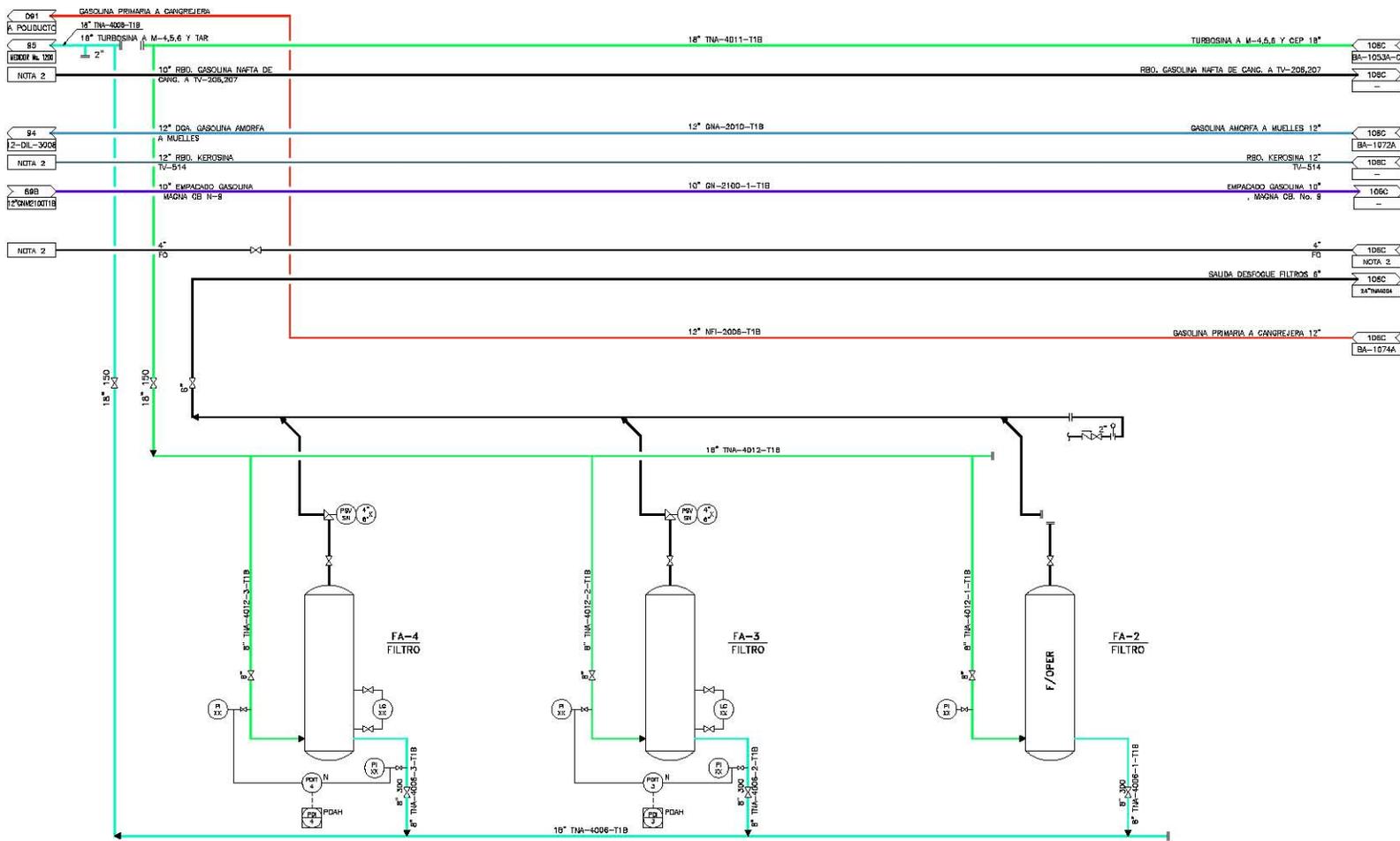
**TIPO PARO DE BOMBA**

**IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA PARA LA ADMINISTRACION DE LA INTEGRIDAD MECANICA EN LINEAS Y EQUIPOS SIMBOLE**

**ALCANTARA DE TURBERIA E INSTRUMENTACION**

**TERMINAL MARUYMA Y PORTUARIA**

Elaboró: S/E **PROYECTO TMT** FECHA: 11/12/11 REV. C  
Dib. No. **IN-F-106**



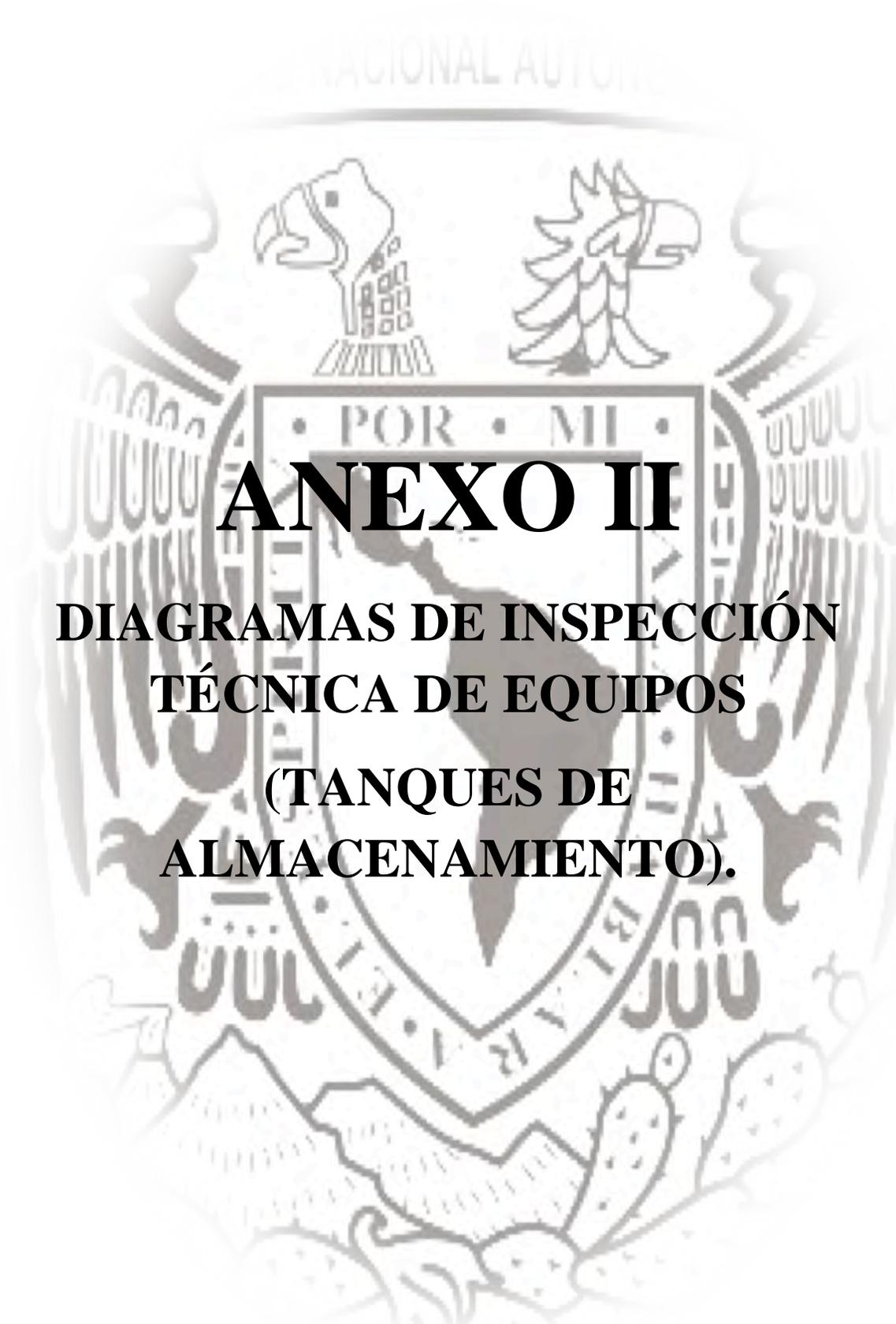
NOTAS

NOTA 1: DTI ÚNICAMENTE UTILIZADO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE UNIDADES DE CONTROL

- UC-TM-084  
MAGNA C1
- UC-TM-086  
DIESEL PRIMARIO C3
- UC-TM-097  
GASOLINA PRIM 2009
- UC-TM-112  
KEROSINA C1
- UC-TM-118  
S/EXP
- UC-TM-119  
S/EXP

UC-TM-120  
S/EXP

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA PARA LA ADMINISTRACIÓN DE LA INTEGRIDAD MECÁNICA EN LINEAS Y EQUIPOS SIMBOLE			
SUCSAMA DE TURBERIA E INSTRUMENTACIÓN			
TERMINAL MARUYTIA Y PORTUARIA			
DISEÑO: S/E	PROYECTO: PMT	FECHA: 11/12/11	REV. C
DISEÑO: L/EDM			
No. N — F — 1063			



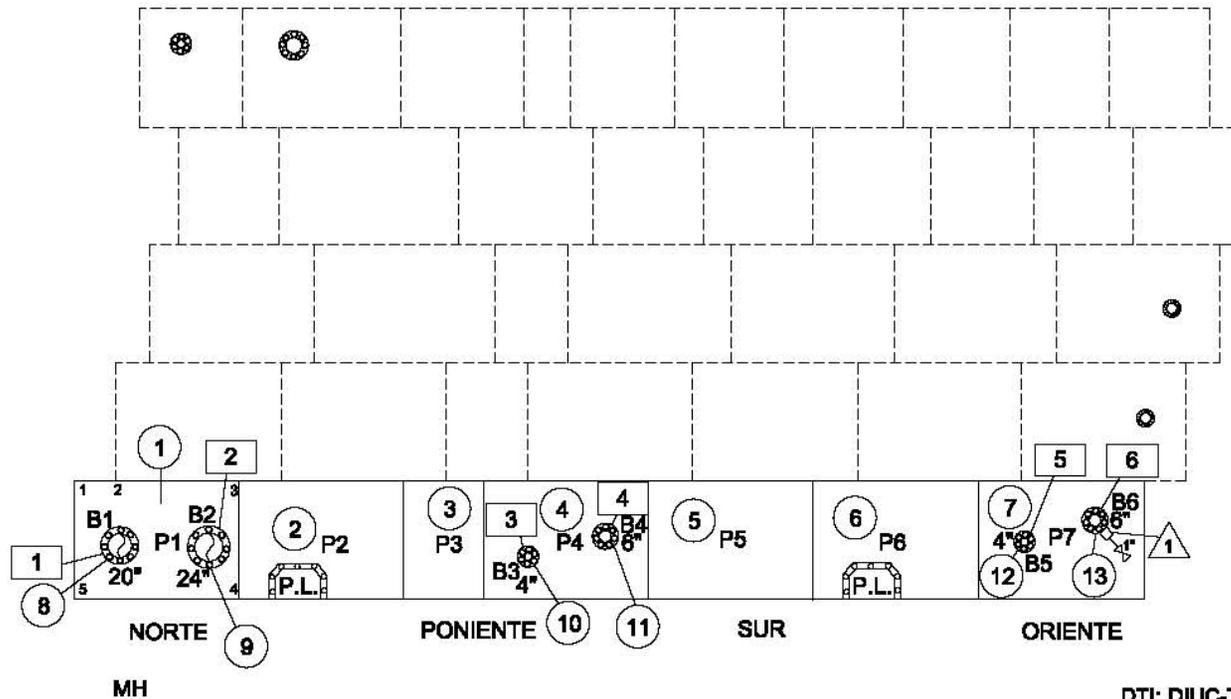
# **ANEXO II**

## **DIAGRAMAS DE INSPECCIÓN TÉCNICA DE EQUIPOS**

**(TANQUES DE  
ALMACENAMIENTO).**

# TV-63

## ANILLO 1



MH: ENTRADA HOMBRE  
P.L.: PUERTA DE LIMPIEZA  
P: PLACA

B1: CALENTADOR  
B2: ENTRADA HOMBRE  
B3: DREN  
B4:—  
B5: DREN  
B6:—

TEMP. (°C)	DISEÑO	36
	OP.	30
PRESIÓN (kg/cm²)	DISEÑO	1.03
	OP.	1.03
DIÁMETRO (in)		713.2°
ESP. ORIGINAL (in)		0.375°
CORR. PERMITIDA (in)		0.115°
LIM. DE RETIRO (in)		0.260°
ESP. MATERIAL	ASTM A-283 Gr. C	
SERVICIO	CRUDO RECUPERADO	
NUMERO DE PLACAS	7	
DENSIDAD (lb/ft³)	—	
COL. DE LÍQUIDO (ft)	—	
BOQUILLA (S)	ESP. MATERIAL	Φ (in) #
B1	ASTM A-53 Gr. B	20" 150
B2	ASTM A-53 Gr. B	24" 150
B3	ASTM A-53 Gr. B	4" 150
B4	ASTM A-53 Gr. B	6" 150
B5	ASTM A-53 Gr. B	4" 150
B6	ASTM A-53 Gr. B	6" 150

NOTAS  
CAPACIDAD: 20, 000 BARRILES

DTI: DIUC-TM502-01



TERMINAL MARITIMA Y PORTUARIA

SECTOR: UNAM  
INSTALACIÓN: TERMINAL MARITIMA

Fecha: 10/12/2011

Sustituye a: —

# Revisión: 0

Circuito:  
TV-63

Lev. en Campo: ING. IEMM

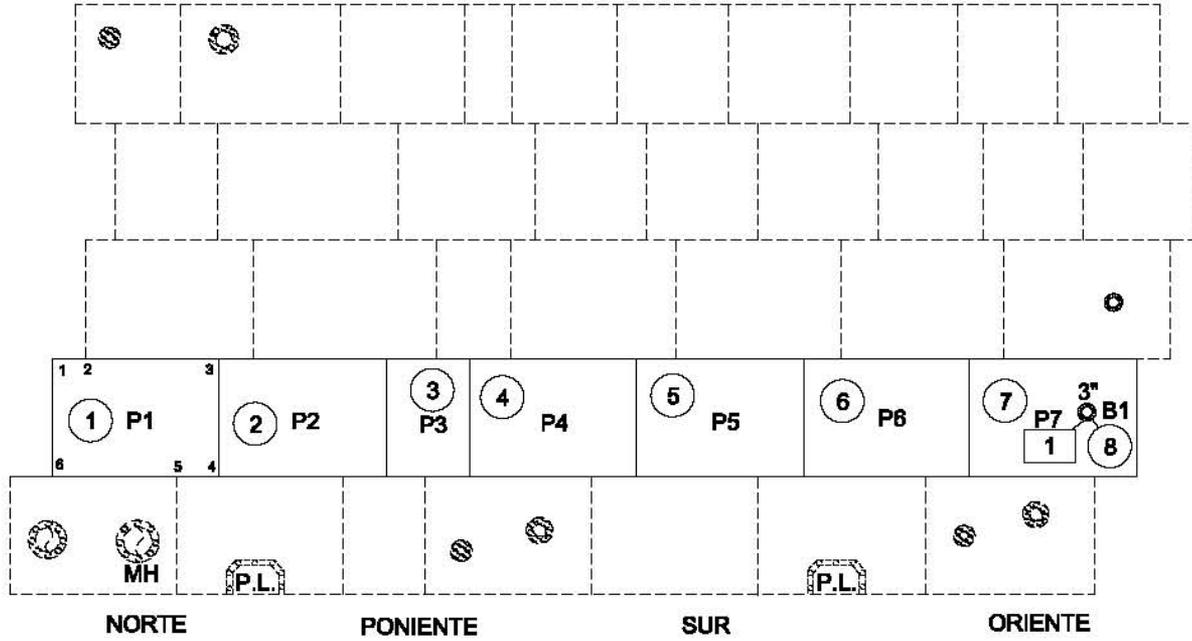
Dibujó: ING. IEMM

U. de C.:  
ANILLO 1

Isométrico No.:  
1 DE 1

Aprobó: ING. IEMM

**TV-63**  
**ANILLO 2**



MH: ENTRADA HOMBRE  
P: PLACA  
P.L.: PUERTA DE LIMPIEZA

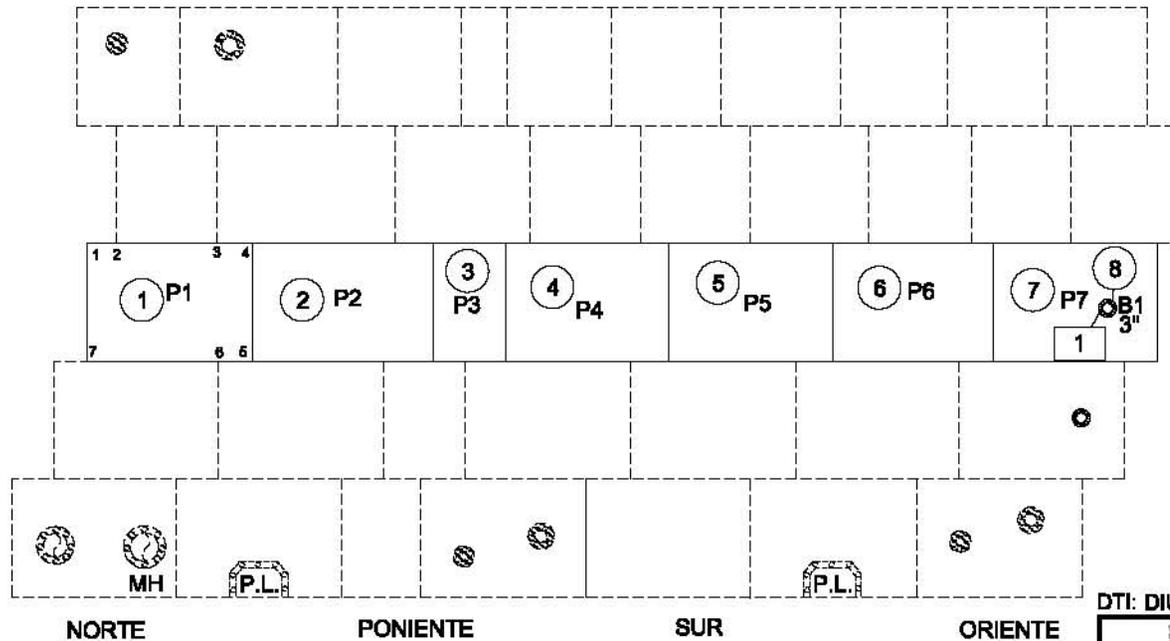
TEMP. (°C)	DISEÑO	36	
	OP.	30	
PRESIÓN (kgf/cm²)	DISEÑO	1.03	
	OP.	1.03	
DIÁMETRO (in)	713.2"		
ESP. ORIGINAL (in)	0.312"		
CORR. PERMITIDA (in)	0.105"		
LIM. DE RETIRO (in)	0.207"		
ESP. MATERIAL	ASTM A-283 Gr. C		
SERVICIO	CRUDO RECUPERADO		
NUMERO DE PLACAS	7		
DENSIDAD (lb/in³)	—		
COL. DE LÍQUIDO (ft)	—		
BOQUILLA (S)	ESP. MATERIAL	Φ (in)	#
B1	ASTM A-53 Gr. B	3"	160

NOTAS  
CAPACIDAD: 20, 000 BLS

DTI: DIUC-TM502-01

	<b>TERMINAL MARITIMA Y PORTUARIA</b>	
SECTOR: UNAM		
INSTALACIÓN: TERMINAL MARITIMA		
Fecha: 10/12/2011	Sustituye a: —	
# Revisión: 0	Circuito: TV-63	
Lev. en Campo: ING. IEMM		
Dibujó: ING. IEMM	U. de C.: ANILLO 2	Isométrico No.: 1 DE 1
Aprobó: ING. IEMM		

**TV-63**  
ANILLO 3



MH: ENTRADA HOMBRE  
P: PLACA  
P.L.: PUERTA DE LIMPIEZA

TEMP. (°C)	DISEÑO	36	
	OP.	30	
PRESIÓN (kg/cm²)	DISEÑO	1.03	
	OP.	1.03	
DIÁMETRO (in)	713.2"		
ESP. ORIGINAL (in)	0.250"		
CORR. PERMITIDA (in)	0.117"		
LIM. DE RETIRO (in)	0.133"		
ESP. MATERIAL	ASTM A-283 Gr. C		
SERVICIO	CRUDO RECUPERADO		
NUMERO DE PLACAS	7		
DENSIDAD (lb/in³)	—		
COL. DE LÍQUIDO (m)	—		
BOQUILLA (S)	ESP. MATERIAL	Φ (in)	#
B1	ASTM A-53 Gr. B	3"	160

NOTAS  
CAPACIDAD: 20, 000 BLS

DTI: DIUC-TM502-01



TERMINAL MARITIMA Y PORTUARIA

SECTOR: UNAM  
INSTALACIÓN: TERMINAL MARITIMA

Fecha: 10/12/2011

Sustituye a: —

# Revisión: 0

Circuito:  
TV-63

Lev. en Campo: ING. IEMM

Dibujó: ING. IEMM

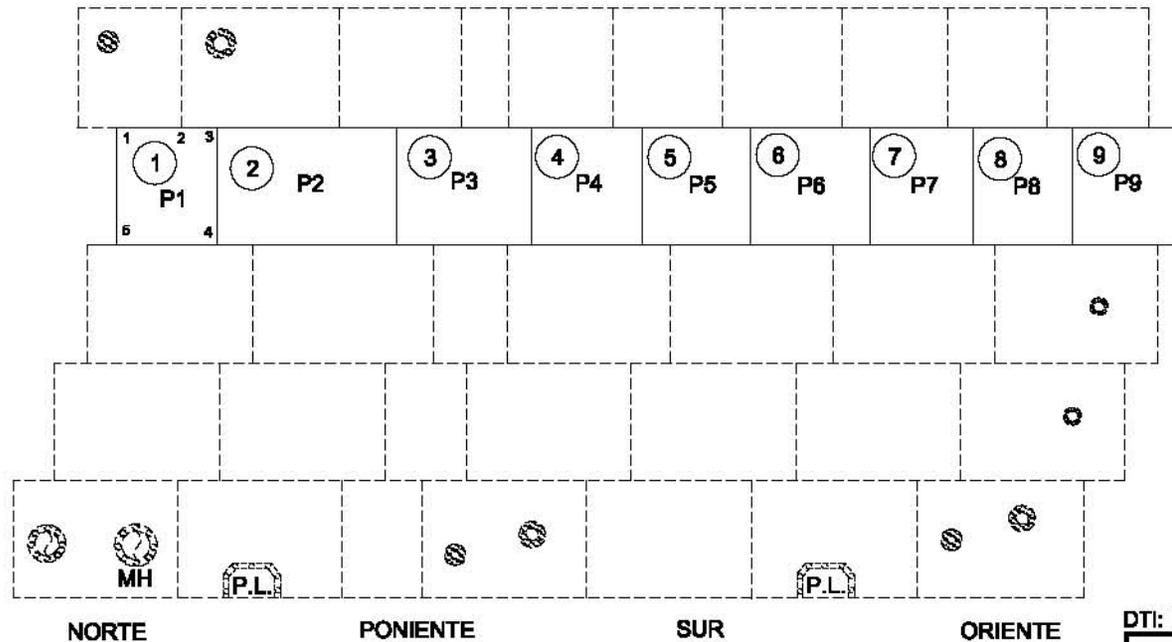
U. de C.:  
ANILLO 3

Isométrico No.:  
1 DE 1

Aprobó: ING. IEMM

# TV-63

## ANILLO 4



MH: ENTRADA HOMBRE  
P: PLACA  
PL: PUERTA DE LIMPIEZA

TEMP. (°C)	DISEÑO	36
	OP.	30
PRESIÓN (kg/cm²)	DISEÑO	1.03
	OP.	1.03
DIÁMETRO (in)		713.2"
ESP. ORIGINAL (in)		0.250"
CORR. PERMITIDA (in)		0.150"
LIM. DE RETIRO (in)		0.100"
ESP. MATERIAL	ASTM A-283 Gr. C	
SERVICIO	CRUDO RECUPERADO	
NUMERO DE PLACAS	9	
DENSIDAD (lb/m³)	—	
COL. DE LÍQUIDO (m)	—	

NOTAS  
CAPACIDAD: 20, 000 BLS

DTI: DIUC-TM502-01



TERMINAL MARITIMA Y PORTUARIA

SECTOR: UNAM  
INSTALACIÓN: TERMINAL MARITIMA

Fecha: 10/12/2011

Sustituye a: —

# Revisión: 0

Circuito:

Lev. en Campo: ING. IEMM

TV-63

Dibujó: ING. IEMM

U. de C.:

Isométrico No.:

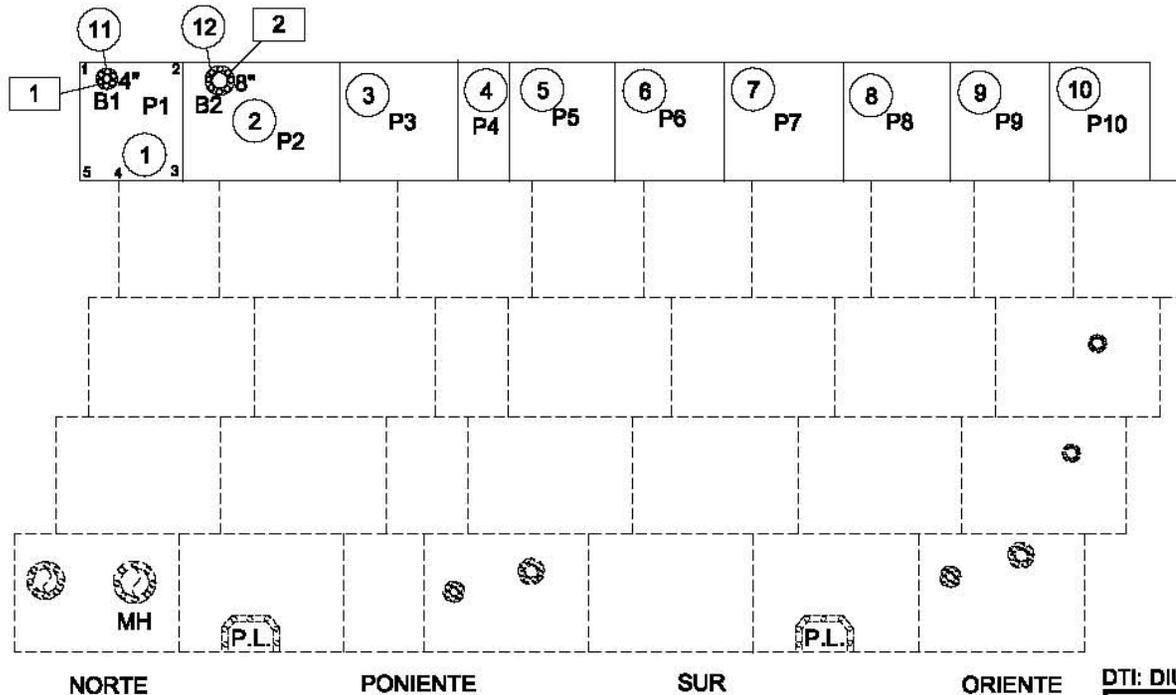
Aprobó: ING. IEMM

ANILLO 4

1 DE 1

# TV-63

## ANILLO 5



MH: ENTRADA HOMBRE  
 P: PLACA  
 PL: PUERTA DE LIMPIEZA

TEMP. (°C)	DISEÑO	38
	OP.	30
PRESIÓN (kg/cm²)	DISEÑO	1.03
	OP.	1.03
DIÁMETRO (in)		713.2"
ESP. ORIGINAL (in)		0.250"
CORR. PERMITIDA (in)		0.188"
LIM. DE RETIRO (in)		0.062"
ESP. MATERIAL	ASTM A-283 Gr. C	
SERVICIO	CRUDO RECUPERADO	
NUMERO DE PLACAS	10	
DENSIDAD (lb/in³)	—	
COL. DE LÍQUIDO (ft)	—	
BOQUILLA (S)	ESP. MATERIAL	Φ (in) #
B1	ASTM A-53 Gr. B	4" 150
B2	ASTM A-53 Gr. B	8" 150

NOTAS  
 CAPACIDAD: 20, 000 BLS

DTI: DIUC-TM502-01

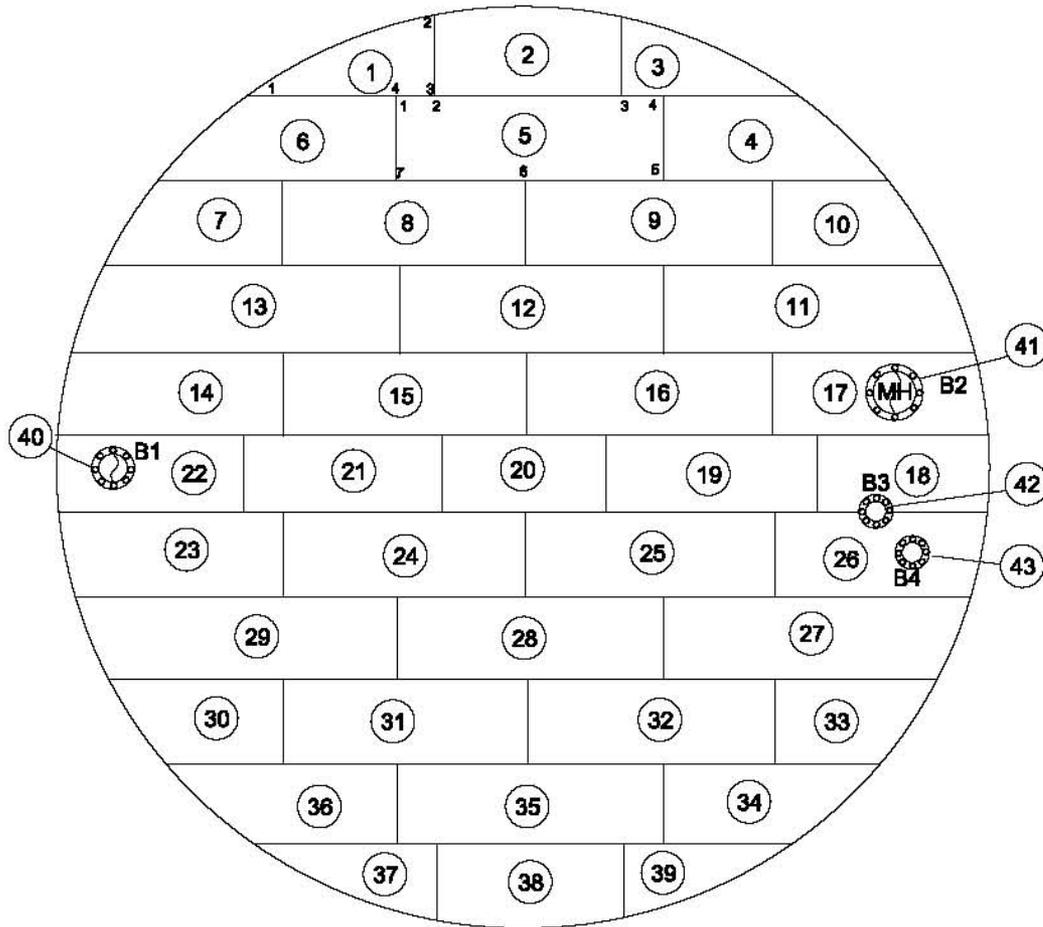


TERMINAL MARITIMA Y PORTUARIA

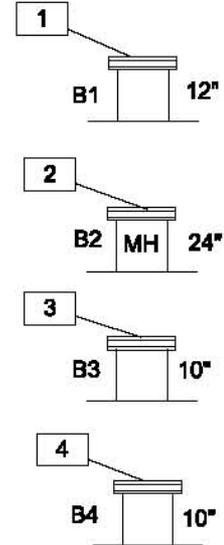
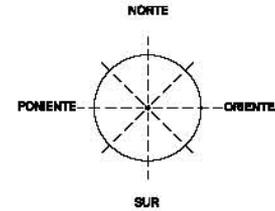
SECTOR: UNAM		
INSTALACIÓN: TERMINAL MARITIMA		
Fecha:	10/12/2011	Sustituye a: —
# Revisión:	0	Circuito: TV-63
Lev. en Campo:	ING. IEMM	
Dibujó:	ING. IEMM	U. de C.: ANILLO 5
Aprobó:	ING. IEMM	Isométrico No.: 1 DE 1

# TV-63

## CUPULA



M.H. ENTRADA HOMBRE



TEMP. (°C)	DISERO	36
	OP.	30
PRESIÓN (kg/cm²)	DISERO	1.03
	OP.	1.03
DIÁMETRO (in)	713.2"	
ESP. ORIGINAL (in)	0.187"	
CORR. PERMITIDA (in)	0.125"	
LIM. DE RETIRO (in)	0.062"	
ESP. MATERIAL	ASTM A-283 Gr. C	
SERVICIO	CRUDO RECUPERADO	
NUMERO DE PLACAS	39	
DENSIDAD (lb/in³)	—	
COL. DE LÍQUIDO (ft)	—	
BOQUILLA (S)	ESP. MATERIAL	Φ (in) #
B1	ASTM A-53 Gr. B	12" 150
B2	ASTM A-53 Gr. B	24" 150
B3	ASTM A-53 Gr. B	10" 150
B4	ASTM A-53 Gr. B	10" 150

NOTAS  
CAPACIDAD: 20,000 BLS

DTI: DIUC-TM502-01



TERMINAL MARITIMA Y PORTUARIA

SECTOR: UNAM  
INSTALACIÓN: TERMINAL MARITIMA

Fecha: 10/12/2011

Sustituye a: —

# Revisión: 0

Circuito: TV-63

Lev. en Campo: ING. IEMM

Dibujó: ING. IEMM

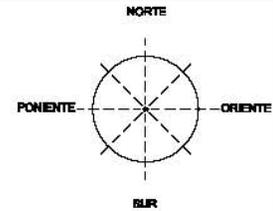
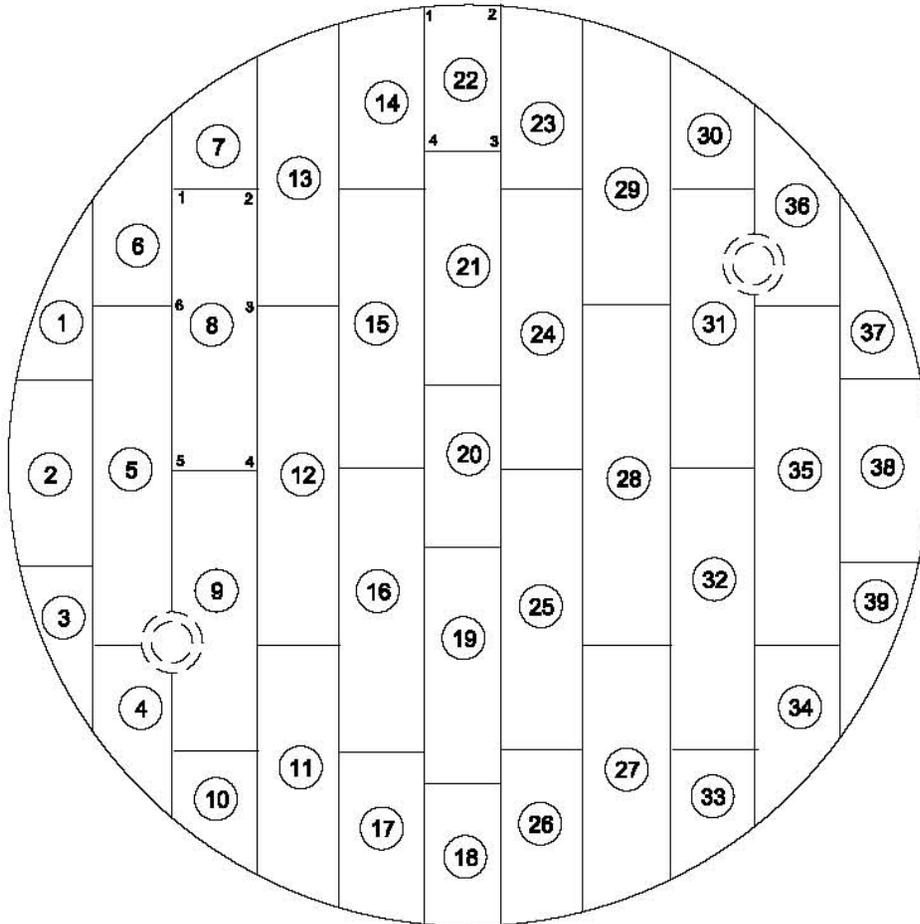
U. de C.: CUPULA

Isométrico No.: 1 DE 1

Aprobó: ING. IEMM

# TV-63

FONDO



TEMP. (°C)	DISEÑO	38
	OP.	30
PRESIÓN (kg/cm²)	DISEÑO	1.03
	OP.	1.03
DIÁMETRO (In)		713.2"
ESP. ORIGINAL (In)		0.250"
CORR. PERMITIDA (In)		0.150"
LIM. DE RETIRO (In)		0.100"
ESP. MATERIAL	ASTM A-283 Gr. C	
SERVICIO	RECUPERADOS	
NUMERO DE PLACAS	39	
DENSIDAD (lb/in³)	—	
COL. DE LÍQUIDO (ft)	—	

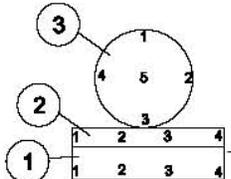
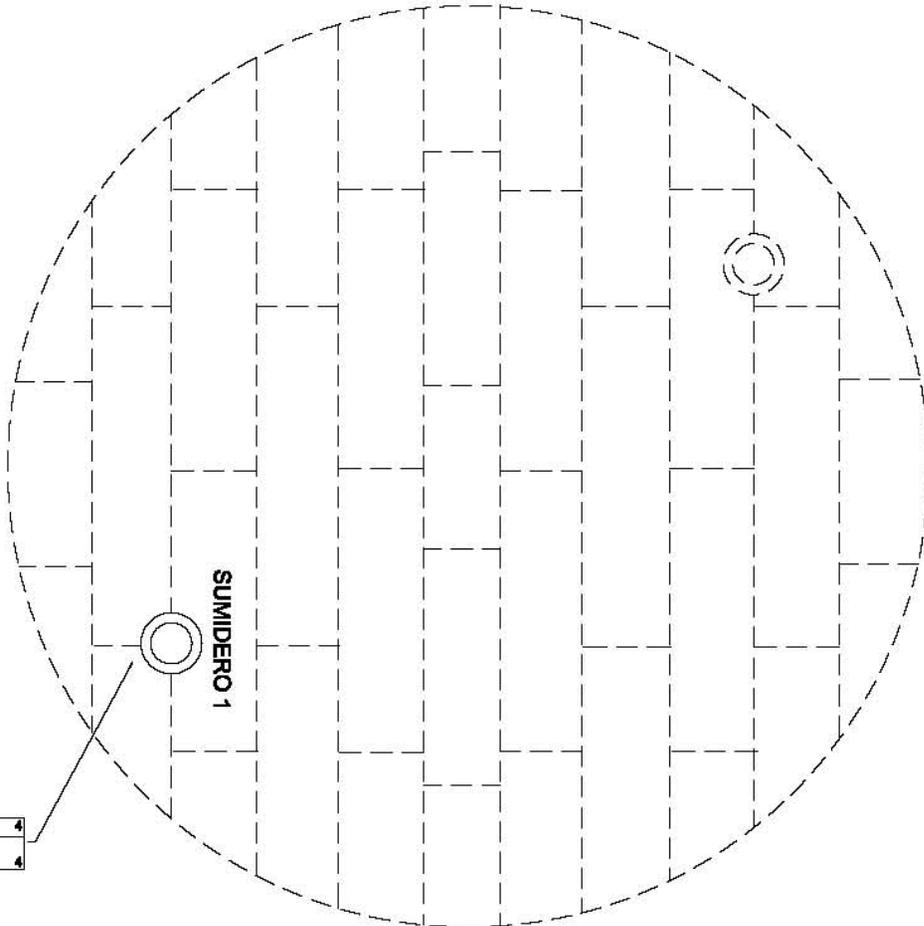
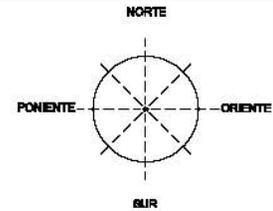
NOTAS  
CAPACIDAD: 20, 000 BLS

DTI: DIUC-TM502-01

		TERMINAL MARITIMA Y PORTUARIA	
		SECTOR: UNAH	
INSTALACIÓN: TERMINAL MARITIMA			
Fecha:	10/12/2011	Supltuye a:	—
# Revisión:	0	Circuito:	TV-63
Lev. en Campo:	ING. IEMM	U. de C.:	FONDO
Dibujó:	ING. IEMM	Isométrico No.:	1 DE 1
Aprobó:	ING. IEMM		

# TV-63

FONDO: SUMIDERO 1



SUMIDERO 1

TEMP. (°C)	DISEÑO	38
	OP.	30
PRESIÓN (kg/cm²)	DISEÑO	1.03
	OP.	1.03
DIÁMETRO (In)		713.2"
ESP. ORIGINAL (In)		0.250"
CORR. PERMITIDA (In)		0.150"
LIM. DE RETIRO (In)		0.100"
ESP. MATERIAL	ASTM A-283 Gr. C	
SERVICIO	RECUPERADOS	
NUMERO DE PLACAS	3	
DENSIDAD (lb/in³)	—	
COL. DE LÍQUIDO (ft)	—	

NOTAS  
CAPACIDAD: 20,000 BLS

DTI: DIUC-TM502-01

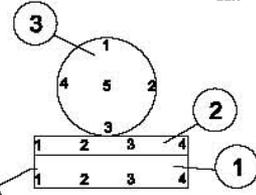
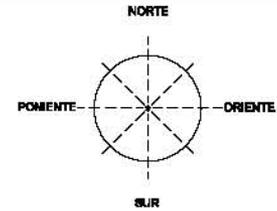
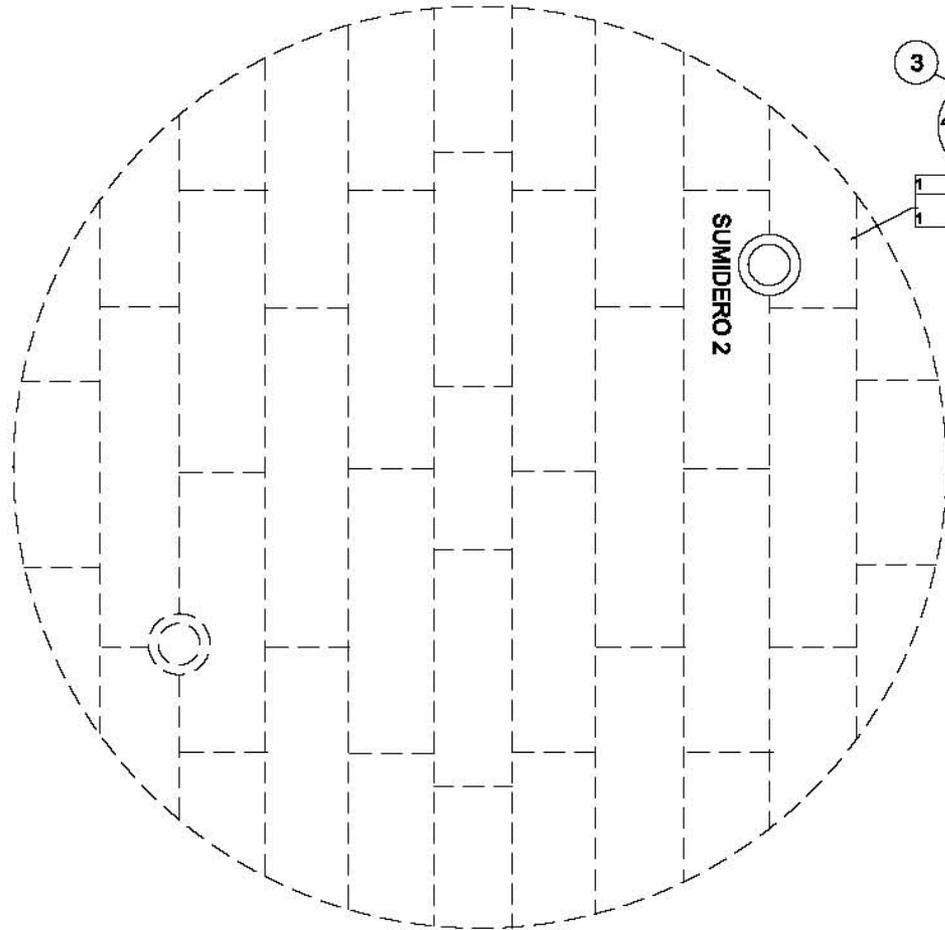


TERMINAL MARITIMA Y PORTUARIA

SECTOR: UNAH			
INSTALACIÓN: TERMINAL MARITIMA			
Fecha:	10/12/2011	Substituye a:	—
# Revisión:	0	Circuito:	TV-63
Lev. en Campo:	ING. IEMM	U. de C.:	SUMIDERO 1
Dibujó:	ING. IEMM	Isométrico No.:	1 DE 1
Aprobó:	ING. IEMM		

# TV-63

FONDO: SUMIDERO 2



TEMP. (°C)	DISEÑO	38
	OP.	30
PRESIÓN (kg/cm²)	DISEÑO	1.03
	OP.	1.03
DIÁMETRO (in)		713.2"
ESP. ORIGINAL (in)		0.250"
CORR. PERMITIDA (in)		0.150"
LIM. DE RETIRO (in)		0.100"
ESP. MATERIAL	ASTM A-283 Gr. C	
SERVICIO	RECUPERADOS	
NUMERO DE PLACAS	3	
DENSIDAD (lb/in³)	—	
COL. DE LÍQUIDO (ft)	—	

NOTAS  
CAPACIDAD: 20,000 BLS

DTI: DIUC-TM502-01

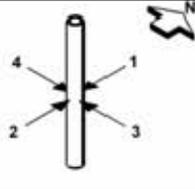
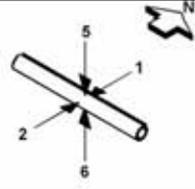
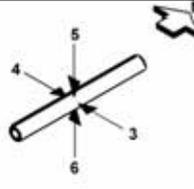
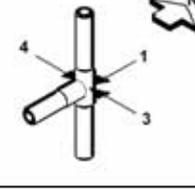
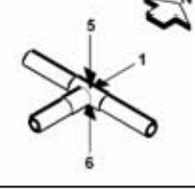
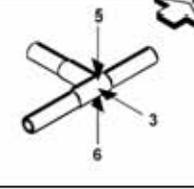
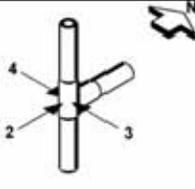
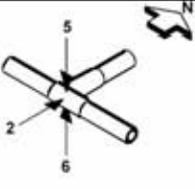
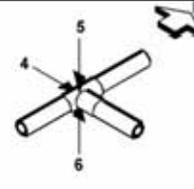
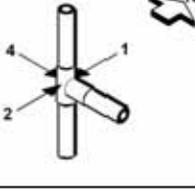
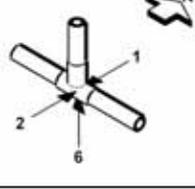
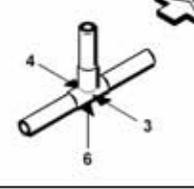
		TERMINAL MARITIMA Y PORTUARIA	
		SECTOR: UNAM	
INSTALACIÓN: TERMINAL MARITIMA			
Fecha:	10/12/2011	Sustituye a:	—
# Revisión:	0	Circuito:	TV-63
Lev. en Campo:	ING. IEMM	U. de C.:	SUMIDERO 2
Dibujó:	ING. IEMM	Isométrico No.:	1 DE 1
Aprobó:	ING. IEMM		

NACIONAL AUTÓNOMA

# **ANEXO III**

**FIGURAS DE LA  
REPRESENTACIÓN DE LOS  
PUNTOS DE CALIBRACIÓN DE  
ESPESORES (LÍNEAS).**

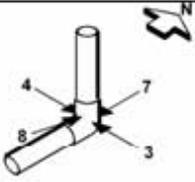
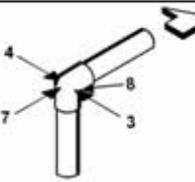
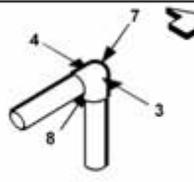
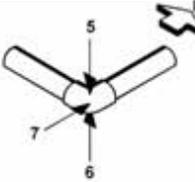
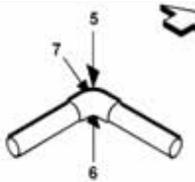
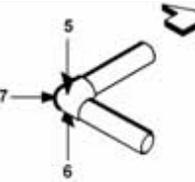
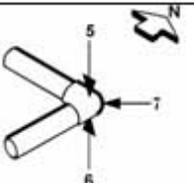
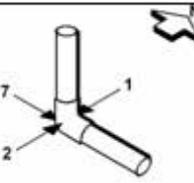
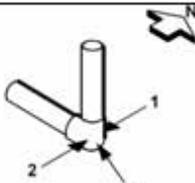
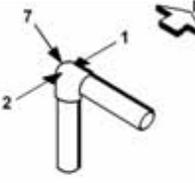
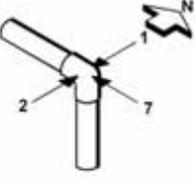
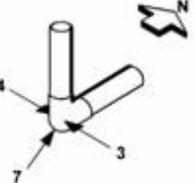
PUNTOS DE CALIBRACIÓN DE TUBERÍA

Dibujo			
Notación con letras	N,S,O,P	N,S,A,B	O,P,A,B
Notación con números	1,2,3,4	1,2,5,6	3,4,5,6
Dibujo			
Notación con letras	N,X,O,P	N,X,A,B	O,X,A,B
Notación con números	1,0,3,4	1,0,5,6	3,0,5,6
Dibujo			
Notación con letras	X,S,O,P	X,S,A,B	X,P,A,B
Notación con números	0,2,3,4	0,2,5,6	0,4,5,6
Dibujo			
Notación con letras	1,2,0,4	1,2,0,6	3,4,0,6
Notación con números	N,S,X,P	N,S,X,B	O,P,X,B

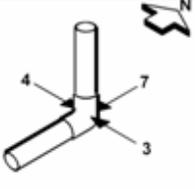
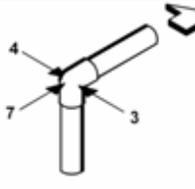
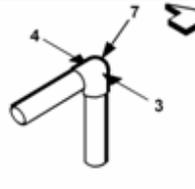
PUNTOS DE CALIBRACIÓN DE TUBERÍA

<b>Dibujo</b>			
<b>Notación con letras</b>	<b>N,S,O,X</b>	<b>N,S,A,X</b>	<b>O,P,A,X</b>
<b>Notación con números</b>	<b>1,2,3,0</b>	<b>1,2,5,0</b>	<b>3,4,5,0</b>
<b>Dibujo</b>			
<b>Notación con letras</b>	<b>A,B,C,G</b>	<b>A,B,C,G</b>	<b>A,B,C,G</b>
<b>Notación con números</b>	<b>5,6,7,8</b>	<b>5,6,7,8</b>	<b>5,6,7,8</b>
<b>Dibujo</b>			
<b>Notación con letras</b>	<b>A,B,C,G</b>	<b>N,S,C,G</b>	<b>N,S,C,G</b>
<b>Notación con números</b>	<b>5,6,7,8</b>	<b>1,2,7,8</b>	<b>1,2,7,8</b>
<b>Dibujo</b>			
<b>Notación con letras</b>	<b>N,S,C,G</b>	<b>N,S,C,G</b>	<b>O,P,C,G</b>
<b>Notación con números</b>	<b>1,2,7,8</b>	<b>1,2,7,8</b>	<b>3,4,7,8</b>

PUNTOS DE CALIBRACIÓN DE TUBERÍA

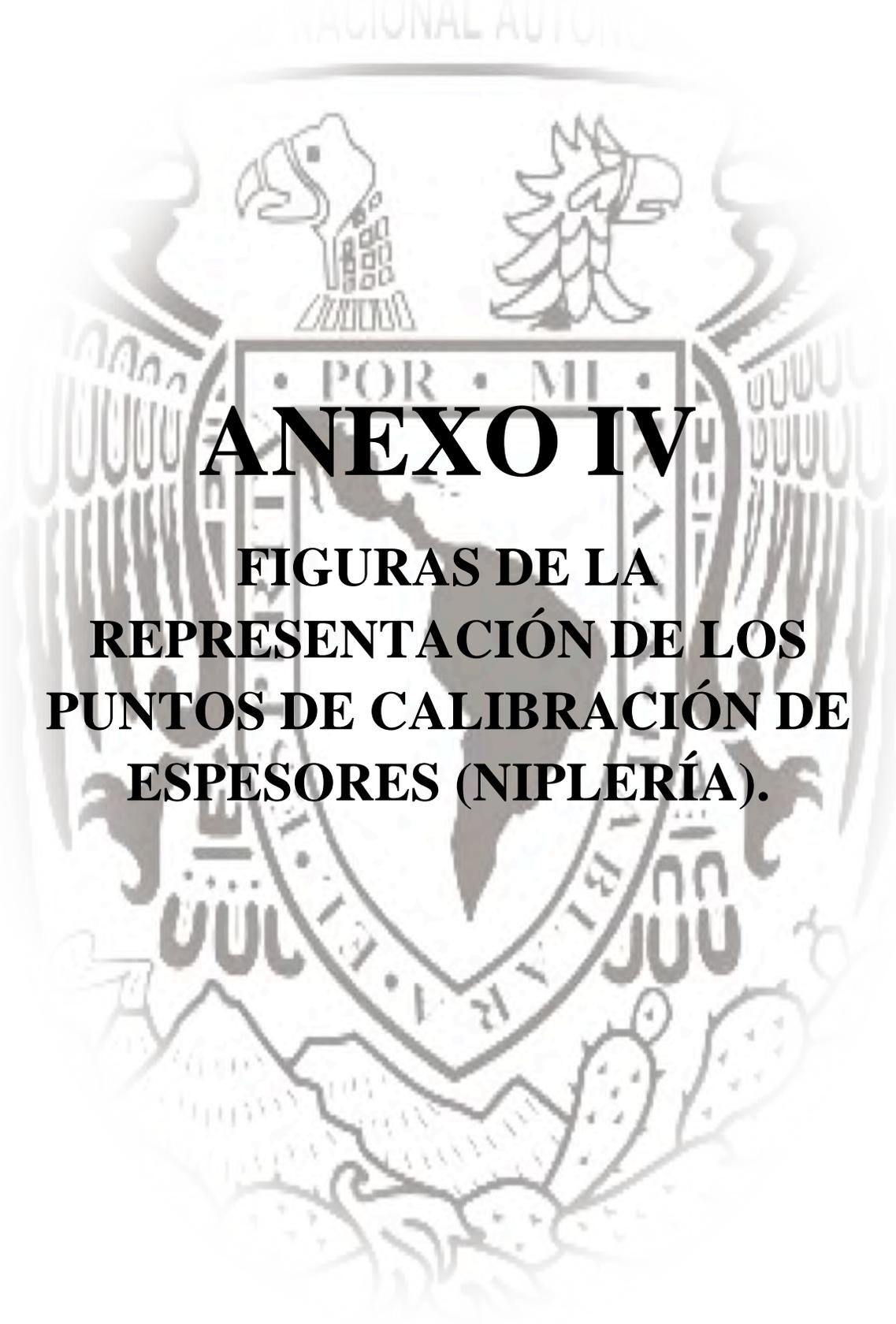
Dibujo			
Notación con letras	O,P,C,G	O,P,C,G	O,P,C,G
Notación con números	3,4,7,8	3,4,7,8	3,4,7,8
Dibujo			
Notación con letras	5,6,7,0	5,6,7,0	5,6,7,0
Notación con números	A,B,C,X	A,B,C,X	A,B,C,X
Dibujo			
Notación con letras	5,6,7,0	1,2,7,0	1,2,7,0
Notación con números	A,B,C,X	N,S,C,X	N,S,C,X
Dibujo			
Notación con letras	1,2,7,0	1,2,7,0	3,4,7,0
Notación con números	N,S,C,X	N,S,C,X	O,P,C,X

**PUNTOS DE CALIBRACIÓN DE TUBERÍA**

<b>Dibujo</b>			
<b>Notación con letras</b>	<b>3,4,7,0</b>	<b>3,4,7,0</b>	<b>3,4,7,0</b>
<b>Notación con números</b>	<b>O,P,C,X</b>	<b>O,P,C,X</b>	<b>O,P,C,X</b>

**POSICIONES Y NOTACIONES DE LOS PUNTOS DE CALIBRACIÓN.**

Nombre de la posición	Nombre alternativo	Notación con letras	Notación numérica
Norte	-	N	1
Sur	-	S	2
Oriente	Este	O	3
Poniente	Oeste	P	4
Arriba	-	A	5
Abajo	-	B	6
Codo	Fuera	C	7
Garganta	Dentro	G	8
Obstrucción	-	X	0



**ANEXO IV**

**FIGURAS DE LA  
REPRESENTACIÓN DE LOS  
PUNTOS DE CALIBRACIÓN DE  
ESPESORES (NIPLERÍA).**

## PUNTOS DE CALIBRACIÓN DE NIPLERÍA

