



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

**FACULTAD DE QUÍMICA**

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN Y CONTROL DE  
ESPORES EN LÍNEAS Y EQUIPOS (SIMECELE) EN UNA PLANTA  
HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS**

**TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE**

**INGENIERO QUÍMICO**

**PRESENTA:**

**LUIS ANTONIO ALARCÓN CRUZ**



**MÉXICO, D.F.**

**2014**



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 ASIGNADO:**

**PRESIDENTE:** Profesor: JOSE ANTONIO ORTÍZ RAMIREZ  
**VOCAL:** Profesor: MODESTO JAVIER CRUZ GOMEZ  
**SECRETARIO:** Profesor: ALFONSO DURAN MORENO  
**1er. SUPLENTE:** Profesor: EDUARDO FLORES PALOMINO  
**2° SUPLENTE:** Profesor: ALEJANDRO ZANELLI TREJO

## **SITIO DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA:**

TORRE DE INGENIERÍA, UNAM

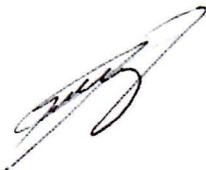
### **ASESOR DEL TEMA:**

MODESTO JAVIER CRUZ GOMEZ



### **SUSTENTANTE:**

LUIS ANTONIO ALARCÓN CRUZ



## DEDICATORIAS

Mi tesis la dedico con mucho cariño y amor.

A Dios, por haberme permitido llegar hasta éste momento tan especial en mi vida, por bendecirme con salud y una magnífica familia y hacerme un hombre de fe.

A mi padre Antonio, por sus enseñanzas valiosas que me ha infundido siempre, además de haberme transmitido los fundamentos que edifican a una persona en su gran calidad humana y sobre todo por la libertad otorgada para elegir y decidir el rumbo de mi vida con su apoyo incondicional.

A mi madre Luisa, por el tiempo y dedicación que me ha regalado en la vida, además de creer en mí en todo momento y concederme sus consejos, valores y el amor de madre incondicional.

A mi hermana Lizeth, a quien considero como una persona excepcional además de mi mejor amiga, porque te convertiste en mi ejemplo a seguir y has colaborado en mi vida dejándome enseñanzas únicas para alcanzar un equilibrio en muchos aspectos.

A mi profesor José Antonio Ortíz, por enseñarme la importancia del equilibrio que debe tener un profesionalista en lo profesional, familiar y espiritual, porque es una persona que transmite mucha tranquilidad y por encausarme al equipo del Dr. Javier Cruz.

Al Dr. Javier Cruz, por su gran apoyo y motivación para la culminación de ésta tesis e impulsarme con sabios consejos en mi formación profesional, así mismo me siento altamente honrado por pertenecer a su grupo de trabajo y brindarme la oportunidad de crecer laboralmente con su guía y liderazgo que nos ha llevado a concluir objetivos ambiciosos.

A todos mis amigos, por compartir conmigo momentos agradables y tristes, porque esos momentos nos hacen crecer y valorar a las personas que nos rodean, por hacer que recuerde mi paso por la universidad como una época muy memorable en mi vida.

## CONTENIDO

Resumen	1
INTRODUCCIÓN	
Introducción	3
Objetivo	5
Alcance	5
CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO	
Desgaste	7
Corrosión	8
Integridad Mecánica	11
Sistemas de Seguridad	12
Mantenimiento	13
Inspección técnica de líneas y equipos de proceso	15
Medición de espesores de líneas y equipos de proceso	18
Diagramas de Flujo de Proceso	21
Diagramas de Tubería e Instrumentación	22
Isométricos para Inspección Técnica	23
Importancia de la Planta Hidrodesulfuradora de Destilados Intermedios	24
Descripción de la Planta Hidrodesulfuradora de Destilados Intermedios	25
Descripción del Proceso de la Planta Hidrodesulfuradora de Destilados Intermedios	25
Sistema de Medición y Control de Espesores de Líneas y Equipos (SIMECELE)	28
Normatividad Aplicable	34
CAPÍTULO II. TRABAJO DE CAMPO	
Recopilación de información	36
Elaboración e identificación del censo de circuitos	37
Elaboración e identificación del censo de unidades de control	37

Digitalización de Isométricos para inspección técnica	39
Captura de la información procesada en el SIMECELE	46
Análisis Estadístico de SIMECELE	61
Captura de información en el SIMECELE	63

### CAPÍTULO III. RESULTADOS

Recopilación de información	74
Elaboración e identificación del censo de circuitos	75
Elaboración e identificación del censo de unidades de control	76
Digitalización de Isométricos para inspección técnica	90
Captura de la información procesada en el SIMECELE	90
Análisis	100

### CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES

Conclusiones	119
Recomendaciones	120
Bibliografía	122
Anexos I	125
Anexos II	126
Anexos III	127
Glosario	129

## ÍNDICE DE FIGURAS

### CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO INTRODUCCIÓN

1.1 Principales formas de Desgaste.	7
1.2 Medidas para combatir la Corrosión.	9
1.3 Daños ocasionados por la Corrosión.	9
1.4 Pérdidas económicas por la Corrosión.	10
1.5 Filosofía de la Integridad Mecánica.	11
1.6 Fases del Medidor de Espesores.	20
1.7 Secciones en que se divide el proceso de la planta.	26
1.8 Ventajas de Implementación del SIMECELE.	29
1.9 Implementación del SIMECELE según la norma DG-SASIPA-IT-0204.	30
1.10 Proceso del SIMECELE.	31
1.11 Almacenamiento de datos del SIMECELE.	31
1.12 Pantalla principal del SIMECELE	32

### CAPÍTULO II. TRABAJO DE CAMPO

2.1 QIT Draw, Herramienta para la elaboración de isométricos de líneas y diagramas de equipos para inspección técnica utilizando AutoCAD.	40
2.2 Bloques de la Barra de Herramientas QIT Draw, para la elaboración de Isométricos.	40
2.3 Isométrico de líneas digitalizado con la barra de Herramientas	45
2.4 Diagrama de equipo digitalizado con la barra de Herramientas	45
2.5 Notación con letras y números en la Tubería.	47
2.6 Notación con letras y números en las Tee's.	48
2.7 Notación con letras y números en los Codos.	50
2.8 Puntos de calibración en una tubería.	52
3.9 Isométrico con niveles de medición de Tubería.	53
2.10 Unidades de Control en una Torre de Destilación.	54
2.11 Unidades de Control en un Tanque Esférico.	54
2.12 Unidades de Control en un Tanque Vertical.	54

2.13 Unidades de Control en un Tanque Acumulador.	54
2.14 Unidades de Control en un Rehervidor.	55
2.15 Unidades de Control en un Intercambiador de Calor.	55
2.16 Arreglos de Niplerías para Tuberías y Equipos.	57
2.17 Isométrico con todos los niveles de inspección técnica	59
2.18 Fotografía de los distintos niveles de medición en una tubería.	60
2.19 Equipo DMS-2 para la medición de espesores en las tuberías.	60
2.20 Licenciador en SIMECELE.	63
2.21 Especificación de Materiales en SIMECELE.	64
2.22 Modificación de la Especificación de Materiales en SIMECELE.	64
2.23 Sectores de la Planta en SIMECELE.	65
2.24 Captura de los Sectores de la Planta en SIMECELE.	65
2.25 Captura de Plantas en SIMECELE.	66
2.26 Captura de Circuito en SIMECELE.	67
2.27 Captura de Unidad de Control de Tuberías en SIMECELE.	69
2.28 Captura de Unidad de Control de Equipos en SIMECELE.	70
2.29 Captura de Inspección de la Unidad de Control de en SIMECELE.	71
2.30 Resumen de la Información en el SIMECELE.	72

### CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1 Cantidad de isométricos digitalizados en la Planta	90
3.2 Cantidad de Unidades de Control capturadas en SIMECELE	90
3.3 Ubicación de la Unidad de Control.	91
3.4 Datos Generales.	92
3.5 Especificación de Materiales.	92
3.6 Rango de Operación y Servicio.	93
3.7 Características de la Unidad de Control.	93
3.8 Lista de Diámetros.	94
3.9 Niveles de Tubería.	94
3.10 Niveles de Niplería.	95
3.11 Niveles de Tornillería.	95
3.12 Resumen general de la unidad de control capturada	96
3.13 Captura de Inspección de la unidad de control.	97

3.14 Inspección de Tubería de la unidad de control.	97
3.15 Inspección Visual de Tubería de la unidad de control.	98
3.16 Inspección de Niplería de la unidad de control.	98
3.17 Inspección Visual de Niplería de la unidad de control.	99
3.18 Inspección Visual de Tornillería de la unidad de control.	99
3.19 Expediente de Inspecciones de la unidad de control	100
3.20 Análisis de la unidad de control capturada.	100
3.21 Reportes de la unidad de control en SIMECELE.	102
3.22 Gráfico de calibraciones de la unidad de control.	103

## **ÍNDICE DE TABLAS**

### **CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO INTRODUCCIÓN**

1.1 Objetivos del Mantenimiento.	14
1.2 Sistemas de Mantenimiento.	14
1.3 Aplicaciones de las Pruebas no Destructivas.	15
1.4 Características de los materiales utilizados con el método de Ultrasonido.	17
1.5 Importancia del Equipo Ultrasonico para la Medición de Espesores.	19
1.6 Ventajas de Medición de Espesores con el método de Ultrasonido.	20
1.7 Desventajas de Medición de Espesores con el método de Ultrasonido	21

### **CAPÍTULO II. TRABAJO DE CAMPO**

2.1 Recopilación de Información.	36
2.2 Funcionalidad de los Elementos de la Barra de Herramientas.	41
2.3 Notación de la Orientación de los accesorios.	47
2.4 Determinación de un nivel de inspección en una tubería.	52
2.5 Determinación de un nivel de inspección en un equipo.	55
2.6 Posiciones para inspección en las distintas partes de un equipo.	56
2.7 Determinación de un nivel de inspección en una niplería.	58
2.8 Evaluación de las tornillerías en tuberías y equipos.	58
2.9 Determinación de un nivel de inspección en una tornillería.	59
2.10 Entidades para la captura de Información en el SIMECELE.	63

## CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1 Información Técnica Recopilada.	74
3.2 Censo de Circuitos.	75
3.3 Censo de Unidades de Control de Líneas.	76
3.4 Censo de Unidades de Control de Equipos.	84
3.5 Análisis de Resultados de la Unidad de Control.	101
3.6 Análisis del Censo de las Unidades de Control de Líneas capturadas en SIMECELE.	104
3.7 Análisis del Censo de las Unidades de Control de Equipos capturadas en SIMECELE.	112



## RESUMEN

La presente tesis de licenciatura explica la implementación de un Sistema de Medición y Control de Espesores de Líneas y Equipos (SIMECELE), centrado en las instalaciones de proceso de una Planta Hidrodesulfuradora de Destilados Intermedios, fundamentado en el hecho de que los fluidos que pasan a través de las tuberías de proceso de una refinería poseen en su mayoría altas cantidades de sustancias corrosivas y se manejan condiciones de operación críticas en la planta que con el tiempo desgastan los materiales por los que transitan los fluidos. Debido a esto se deben efectuar medidas preventivas, entre las que se encuentran programas de medición, prevención y mantenimiento para el reemplazo de las tuberías que se van desgastando. Sin embargo, parte importante de éste trabajo va destinado a mostrar la metodología utilizada para la correcta aplicación del sistema SIMECELE que busca en todo momento se tenga una respuesta preventiva y predictiva por parte del departamento de mantenimiento y seguridad de la planta; en este contexto las actividades de mantenimiento se realizarían de manera programada y oportunamente se tomarían decisiones de remplazo de tuberías, trabajando y operando la planta de manera normal. De tal forma se presentarán las ventajas de contar con un sistema que aproveche las nuevas tecnologías para mejorar la administración, análisis y control de la información.

En cuanto a la estructura y contenido del presente trabajo, éste se divide en cuatro capítulos. El primero de los capítulos está orientado a la parte conceptual que rige la medición preventiva de espesores en una planta, tales como su importancia y las generalidades en cuanto a la revisión bibliográfica enfocada hacia la seguridad industrial. En el segundo capítulo se mostrarán las bases fundamentales para la realización del trabajo de campo así como la parte metodológica que gobierna la implementación del SIMECELE. En el tercer capítulo se ofrecen los resultados obtenidos del trabajo de campo. Por último el cuarto capítulo está destinado a la elaboración de las conclusiones y algunas recomendaciones, relacionadas con el proceso de implementación de sistemas como el del presente trabajo, así como de la metodología empleada en la realización de inspecciones técnicas de líneas y equipos, y por último, de los resultados obtenidos del análisis de las mediciones de espesores de una planta Hidrodesulfuradora de Destilados Intermedios, para que pueda servir de base en plantas similares de otras instalaciones.

IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN Y CONTROL DE ESPESORES EN LINEAS Y EQUIPOS EN UNA PLANTA HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS

# INTRODUCCIÓN





## INTRODUCCIÓN

Hoy en día, ante la complejidad creciente de los procesos industriales y el aumento en la producción de estos, es pertinente recordar que desde el punto de vista de seguridad se tiene el objetivo fundamental de evitar daños, o mitigar las consecuencias de éstos. En la industria química se han presentado eventualidades desfavorables que involucran explosiones, liberación de gases, accidentes ambientales y en el peor de los casos hasta pérdidas humanas.

La preocupación por la seguridad es una de las características más sobresalientes de nuestra civilización, y el resultado de ésta, ha propiciado que se desarrolle un extenso campo de estudio en los sistemas de seguridad en la industria. En la actualidad las autoridades han dado a conocer lineamientos de carácter obligatorio para que las industrias puedan operar y en particular la industria química.

Los especialistas en seguridad industrial deben estar preocupados por evitar las circunstancias de las cuales puedan derivarse daños a las personas o daños económicos. Para eso han de analizarse las causas y procesos por las cuales el daño se llega a concretar, y disponer o implantar las precauciones necesarias con objeto de reducir los riesgos al nivel apropiado.

Una de las preocupaciones de la industria de los procesos químicos, es el problema de la corrosión, es un fenómeno que ataca la mayoría de los metales y debilita su estructura, éste afecto llega a poner en riesgo a los sistemas de producción de plantas de la industria química y petrolera.

El transportar hidrocarburos líquidos o gaseosos derivados del petróleo a través tuberías, conlleva a realizar actos riesgosos, debido a las propiedades explosivas o inflamables que poseen dichas sustancias.

Para mitigar accidentes o deterioros ocasionados por el fenómeno de la corrosión durante el proceso de operación en la refinación del petróleo, es pertinente realizar actividades de mantenimiento.

En la industria de los procesos químicos una de las actividades de mantenimiento es el procedimiento de inspección. Para realizar una inspección es necesario identificar y dimensionar a detalle los daños mecánicos, desgaste y fatiga por la continua operación, así como el comportamiento corrosivo de los fluidos que se transportan o almacenan.



## IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN Y CONTROL DE ESPESORES EN LINEAS Y EQUIPOS EN UNA PLANTA HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS

Para evitar accidentes es necesario realizar mantenimiento preventivo y predictivo a las instalaciones, pues desafortunadamente ha habido un sin fin de accidentes producidos por ignorar este tipo de mantenimiento.

Hay varios métodos para darle mantenimiento a las instalaciones de la industria química, pues se debe evaluar el proceso que se tenga, el tipo y cantidad de sustancias que se transportan por las tuberías y equipos que con el tiempo se adelgazan y si no se atiende a tiempo éstos materiales se romperían ocasionando graves accidentes.

Es de vital importancia entender que la medición de espesores es un factor crítico en la industria química ya que si se detecta acertadamente alguna fisura o fuga de alguna tubería o equipo a tiempo, se podrá reemplazar la pieza evitando realizar el mantenimiento correctivo que implica muchos riesgos en una planta.

Dentro de las instalaciones de la planta de refinación se realiza una actividad, parte de la integridad mecánica, es decir, el procedimiento para el registro, análisis y programación de la medición preventiva de espesores, para minimizar riesgos o accidentes que perjudique al personal, a las instalaciones o al ambiente.

El objetivo de este procedimiento es detectar y evaluar oportunamente las disminuciones de espesor bajo los límites permisibles, que puedan afectar la integridad física de las tuberías y equipos, para tomar las medidas necesarias a fin de prevenir la falla de los mismos por corrosión, abrasión o desgaste.

En la industria es frecuente el empleo de equipos para la medición de espesores, detección de zonas de corrosión, en las aplicaciones de nuevos materiales como son: los metales, cerámicos y materiales compuestos. Estos equipos han tenido una gran aceptación en las industrias, por lo sencillo y fácil de aplicar como método de inspección (parte de la integridad mecánica). Ya existen tecnologías en el mercado: medidores ultrasónicos y equipos de cómputo portátiles, así como la combinación con diferentes tipos de transductores.

El trabajo de inspección de líneas y equipos no solo involucra el empleo de equipos de medición de espesores, pues de ellos sólo se obtienen valores; el trabajo que se requiere, posterior a la toma de mediciones, es el análisis de dichos valores y su comparación con mediciones tomadas con anterioridad (es decir, el historial), lo cual representa un trabajo pesado si se considera la cantidad



## IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN Y CONTROL DE ESPESORES EN LINEAS Y EQUIPOS EN UNA PLANTA HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS

de puntos que habría que analizar de una instalación como lo es una planta de una refinería; es aquí donde el empleo de sistemas como el SIMECELE toman gran importancia en la simplificación del trabajo que habría que hacer, ya que no solo es una base datos, sino que incluye las ecuaciones para su análisis y es inteligente en el sentido de la ubicación de valores erróneos como engrosamientos o adelgazamientos, entre otras características que se irán describiendo a lo largo de este trabajo.

### **OBJETIVO**

Implementar el SIMECELE en un Planta Hidrodesulfuradora de Destilados Intermedios para constatar que el sistema realiza la administración y análisis de la información del desgaste de los espesores en las líneas y equipos, con la finalidad de poseer un mayor control de la información y así tomar decisiones pertinentes que colaboren con el óptimo mantenimiento y la integridad mecánica de la planta.

### **ALCANCE**

- Identificar los Circuitos de Proceso en el Diagrama de Flujo de Proceso (DFP). Identificar Unidades de Control (UC) en los Diagramas de Tubería e Instrumentación (DTI's).
- Levantar y actualizar isométricos de líneas y equipos en campo.
- Digitalizar planos Isométricos y DTI's en el software AutoCAD.
- Homologar los isométricos con base a los criterios establecidos para lograr un análisis correcto en la carga de las unidades de control de la planta en SIMECELE.
- Realizar y revisar los análisis estadísticos de desgaste de líneas y equipos con SIMECELE.
- Capacitar al personal destinado a la medición preventiva de espesores, para obtener una implementación exitosa y asegurar que continúen con la metodología establecida.

# CAPÍTULO I

## MARCO

## TEÓRICO





## CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO

### DESGASTE

El desgaste es un gran enemigo en muchas de las industrias, pues con su acción tiende a retirar recursos prematuramente. El análisis del desgaste es complejo, interviniendo factores como dureza, tenacidad, estructura, composición química, modo y tipo de carga, velocidad, rugosidad de la superficie, distancia recorrida, corrosión presente, etc. En la búsqueda de minimizar costos de operación y maximizar el rendimiento de maquinarias y equipos, el desgaste tiene un papel protagónico.

Todo evento que incluya fricción tiene dos efectos negativos: el calor y el desgaste. Normalmente, el desgaste no ocasiona fallas violentas, pero trae como consecuencias: reducción de la eficiencia de operación, pérdidas de potencia por fricción, incremento del consumo de lubricantes, que eventualmente conduce al reemplazo de componentes desgastados y a la obsolescencia de las máquinas en su conjunto.

El desgaste está definido como “la erosión de material sufrida por una superficie sólida por acción de otra superficie”. Está relacionado con las interacciones entre superficies y más específicamente con la eliminación de material de una superficie como resultado de una acción mecánica.

Principales formas de Desgaste:			
Abrasivo	Adhesivo	Corrosivo	Fatiga Superficial

Figura 1.1 Principales formas de Desgaste.

El desgaste por abrasión, que es el más común en la industria, se define como la acción de corte de un material duro y agudo a través de la superficie de un material más suave. Tiende a formar ralladuras profundas cuando las partículas duras penetran en la superficie, ocasionando deformación plástica y/o arrancando virutas.

El desgaste adhesivo, también llamado desgaste por fricción ó deslizante, es una forma de deterioro que se presenta entre dos superficies en contacto deslizante. Este desgaste es el segundo más



común en la industria y ocurre cuando dos superficies sólidas se deslizan una sobre la otra bajo presión. El aspecto de la superficie desgastada será de ralladuras irregulares y superficiales.

El desgaste por fatiga superficial se observa durante el deslizamiento repetido o rodamiento sobre una pista. Las partículas suspendidas entre dos superficies sometidas a una carga cíclica pueden causar fracturas superficiales que, eventualmente debido a la carga repetida conllevan a la destrucción de la superficie.

El desgaste corrosivo ocurre en una combinación de desgaste (abrasivo-adhesivo) y de un ambiente corrosivo. El índice de la pérdida material puede ser muy alto debido a que los productos sueltos o flojos de la corrosión se desprenden fácilmente por el desgaste y se revela continuamente el metal fresco y que alternadamente puede volverse a corroer rápidamente.

## **CORROSIÓN**

En los últimos años se ha dado gran atención a los cada vez mayores problemas que presenta la corrosión metálica, provocados por el progresivo deterioro del medio ambiente. Numerosos trabajos han puesto de relieve la influencia de la contaminación atmosférica, especialmente en zonas urbanas e industriales, sobre la velocidad de corrosión de diferentes materiales.

La corrosión es la causa general de la destrucción de la mayor parte de los materiales naturales o fabricados por el hombre. Si bien esta fuerza destructiva ha existido siempre, no se le ha prestado atención hasta los tiempos modernos, con el avance de la tecnología. El desarrollo de la industria y el uso de combustibles, en especial el petróleo, han cambiado la composición de la atmósfera de los centros industriales y grandes conglomerados urbanos, tornándola más corrosiva.

La producción de acero y las mejoras de sus propiedades mecánicas, han hecho de él un material muy útil, junto con estas mejoras, se está pagando un tributo muy grande a la corrosión, ya que el 25% de la producción mundial anual del acero es destruida por la corrosión.

La corrosión de los metales constituye una de las pérdidas económicas más grande de la civilización moderna, debido a la gran variedad de industrias en el sector químico. Es evidente que su primer manifestación es la fuga de un gas o de un líquido tales como roturas de los tanques de almacenamiento y oleoductos que transportan hidrocarburos (aparte del costo que acarrea el cambio del mismo hay que tener en cuenta el problema de contaminación del petróleo derramado, que



## IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN Y CONTROL DE ESPESORES EN LINEAS Y EQUIPOS EN UNA PLANTA HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS

muchas veces es irreversible y esto tiene un impacto ambiental muy considerable, así como también el paro de la refinería). Así, es evidente la necesidad de extremar la prevención de la corrosión la cual debe evaluarse en el diseño inicial de las plantas, por el contrario se reduce cuando la planta experimenta modificaciones tanto estructurales como de operación que no son acordes con los requisitos de seguridad iniciales.

La corrosión es un fenómeno espontáneo que se presenta prácticamente en todos los materiales procesados por el hombre. Si bien existen varias definiciones, los especialistas definen a la corrosión como una oxidación acelerada y continua que desgasta, deteriora y que incluso puede afectar la integridad física y química de los objetos o estructuras. Este fenómeno pone en riesgo sistemas completos de producción, como es el caso de la industria química y petrolera; ocasionando pérdidas que pueden llegar a cifras muy importantes.

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

- Uso y selección de materiales de gran pureza.
- Presencia de elementos de adición en aleaciones, ejemplo aceros inoxidables.
- 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 anticongelantes usados en radiadores de los automóviles.
- Recubrimiento superficial: Pinturas, capas de óxido, recubrimientos metálicos.
- Protección catódica



Figura 1.2 Medidas para combatir la Corrosión.

### Algunos de los daños ocasionados por los problemas de corrosión pueden ser:

- Efectos indeseables en equipos, tuberías y maquinarias
- Paro de proceso
- Daños al ambiente
- Inversiones en mantenimiento



Figura 1.3 Daños ocasionados por la Corrosión.



**IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN Y CONTROL DE ESPESORES EN LINEAS Y EQUIPOS EN UNA PLANTA HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS**

La corrosión está ligada en la industria a problemas tanto de seguridad como económicos, y debido a esta razón, los ingenieros en la mayoría de los casos son los responsables de minimizar sus costos y riesgos en plantas de procesos químicos. Sin embargo muchas veces ignoran las causas posibles de la corrosión y su forma de prevenirla.

**Pérdidas económicas INDIRECTAS que implican a la corrosión.**

Paradas de planta imprevistas para efectuar reparaciones.

Pérdidas de producto de contenedores, tanques, etc.

Pérdidas de eficiencia por productos de corrosión en intercambiadores de calor.

Contaminación por los derrames producidos a causa de corrosión en tanques, contenedores, etc.

Por sobredimensionamiento en el diseño de instalaciones debido a la falta de información sobre la corrosión de los componentes en un ambiente determinado.

**Pérdidas económicas DIRECTAS que implican a la corrosión**

Se relacionan con el reemplazo de la parte dañada



**Figura 1.4 Pérdidas económicas por la Corrosión.**



La corrosión además ha sido la causa de pérdidas de vidas humanas como accidentes aéreos debidos a corrosión bajo tensiones, o incendios ocasionados por pérdidas masivas de combustible.



## INTEGRIDAD MECÁNICA

En las últimas décadas el análisis de integridad de equipos de proceso se ha vuelto muy importante como herramienta de gestión de riesgo de la mayoría de las industrias que poseen equipos sometidos a presión tales como recipientes, tanques de almacenamiento, tuberías de proceso, torres, reactores y equipo en general que contienen productos peligrosos, ya que una falla en uno de ellos puede generar consecuencias graves, por esta razón en varios países se realizan programas para prevenir incidentes, mantener la productividad, la planta y la viabilidad económica.

La Integridad Mecánica es una filosofía que tiene por objeto asegurar que la integridad de los sistemas (que contienen fluidos peligrosos) se mantenga toda la vida de la instalación, desde su diseño, fabricación, instalación o construcción, operación y mantenimiento hasta su desmantelamiento, garantizando así la protección de las instalaciones, del personal, comunidad y del medio ambiente.

Es importante saber que cuando una planta cuenta con un programa de integridad mecánica, es reconocida y aceptada de manera general por las buenas prácticas de ingeniería.

Un buen programa de integridad mecánica prioriza equipo para ayudar a asignar los recursos de manera óptima (por ejemplo, el personal, dinero, espacio de almacenamiento). Ayuda al personal de la planta para realizar tareas de mantenimiento.

La filosofía de integridad mecánica es aplicable en diferentes fases desde el diseño de los equipos hasta su desincorporación, como se muestra a continuación:



Figura 1.5 Filosofía de la Integridad Mecánica.



## SISTEMAS DE SEGURIDAD

La preocupación por la seguridad es una de las características más sobresalientes de nuestra civilización. Ello se denota de diversas formas, siendo una de las más significativas la cobertura de riesgos mediante las pertinentes pólizas de seguros. No hay ámbito de la actividad humana que sea ajeno a esta práctica, con la que intentamos precavernos respecto al daño que podamos sufrir por diversas actividades, siendo este daño a veces biológico, económico ó mixto.

Los accidentes graves suceden con poca frecuencia debido al cuidado realizado en el desarrollo de los equipos, y la creciente experiencia de los diseñadores y operadores de plantas. Sin embargo, muchas empresas enfrentan desafíos mayores relacionados con la velocidad en que se instalan las plantas, la reducción de la mano de obra, presiones ambientales que pueden causar cambios en el proceso, en algunos casos la antigüedad de la planta, y en otros casos la adquisición de otros sitios.

La Administración de la Seguridad de Procesos es una parte de la gestión de la seguridad, la cual está relacionada con los peligros mayores que impactan la seguridad, daño al medio ambiente y pérdida de negocio.

Los negocios de Petróleo y Gas son usuarios significativos de los métodos de la Administración de la Seguridad de Procesos, particularmente donde existen procesos peligrosos o grandes inventarios de materiales flamables o tóxicos. Los reguladores esperan que los operadores de plantas de alto riesgo, implementen medidas para garantizar que sus plantas son operadas y mantenidas de manera segura.

Las técnicas de Administración de la Seguridad de Procesos son numerosas, desde la proyección del proceso y selección del concepto, a través de la identificación de peligros, evaluación de consecuencias, evaluación de riesgos, auditoría de respuesta a las acciones de pre arranque, hasta la inspección y auditoría durante la operación (Reaseguros).

El propósito principal de la Administración de la Seguridad de Procesos es desarrollar plantas, sistemas y procedimientos para prevenir emisiones no deseadas que puedan generar y causar impactos tóxicos, incendios locales, o explosiones en la planta y establecimientos cercanos.

La Seguridad Industrial anticipa, reconoce, evalúa y controla factores de riesgo que pueden ocasionar accidentes de trabajo en industrias. Es un conjunto de técnicas multidisciplinarias que se



encargan de identificar el riesgo, determinar su significado, evaluar las medidas correctivas disponibles y la selección del control óptimo. Se ha definido como el conjunto de normas y principios encaminados a prevenir la integridad física del trabajo, así como el buen uso y cuidado de las maquinarias, equipos y herramientas de la empresa.

Una Inspección se realiza para verificar el funcionamiento seguro, eficiente y económico de la maquinaria y del equipo de protección.

Nunca ha sido mayor la necesidad de que las inspecciones sean efectivas, a fin de mantener a los empresarios informados de los problemas que puedan afectar las operaciones. Uno de los elementos más antiguos y más usados es detectar y controlar los accidentes potenciales, antes de que ocurran las pérdidas que pueden involucrar gentes, equipos, material y medio ambiente.



## MANTENIMIENTO

El mantenimiento se define como un conjunto de normas y técnicas establecidas para la conservación de la maquinaria e instalaciones de una planta industrial, para que proporcione mejor rendimiento en el mayor tiempo posible.

El mantenimiento ha sufrido transformaciones con el desarrollo tecnológico; a los inicios era visto como actividades correctivas para solucionar fallas. Las actividades de mantenimiento eran realizadas por los operarios de las maquinas; con el desarrollo de las máquinas se organiza los departamentos de mantenimiento no solo con el fin de solucionar fallas sino de prevenirlas, actuar antes que se produzca la falla, en esta etapa se tiene ya personal dedicado a estudiar en que período se produce las fallas con el fin de prevenirlas y garantizar eficiencia para evitar los costos por averías.

Actualmente el mantenimiento busca aumentar y confiabilizar la producción; aparece el mantenimiento preventivo, el mantenimiento predictivo, el mantenimiento correctivo (como se muestra en la Tabla 1.2), la gestión de mantenimiento asistido por computador y el mantenimiento basado en la confiabilidad.



**IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN Y CONTROL DE ESPESORES EN LINEAS Y EQUIPOS EN UNA PLANTA HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS**

La finalidad del mantenimiento (como se muestra en la Tabla 1.1) es mantener operable el equipo e instalación y restablecer el equipo a las condiciones de funcionamiento predeterminado; con eficiencia y eficacia para obtener la máxima productividad.

El mantenimiento tiene el objetivo de conservar en óptimas condiciones y en buen estado la integridad mecánica de las instalaciones. Con la finalidad de:

- Evitar, reducir, y en su caso, reparar, las fallas sobre los bienes precitados.
- Disminuir la gravedad de las fallas que no se lleguen a evitar.
- Evitar detenciones inútiles o paro de máquinas.
- Evitar accidentes y aumentar la seguridad en las personas.
- Conservar los bienes productivos en condiciones seguras y preestablecidas de operación.
- Balancear el costo de mantenimiento con el correspondiente al lucro cesante.
- Alcanzar o prolongar la vida útil de los bienes.

**Tabla 1.1 Objetivos del Mantenimiento.**

**A continuación se hace referencia de los más importantes sistemas de mantenimiento:**

**El Mantenimiento Predictivo.**

Este tipo de mantenimiento se basa en predecir la falla antes de que esta se produzca. Se trata de conseguir adelantarse a la falla o al momento en que el equipo o elemento deja de trabajar en sus condiciones óptimas. Para conseguir esto se utilizan herramientas y técnicas de monitores de parámetros físicos.

**Mantenimiento Preventivo.**

Este tipo de mantenimiento surge de la necesidad de rebajar el correctivo y todo lo que representa. Pretende reducir la reparación mediante una rutina de inspecciones periódicas y la renovación de los elementos dañados, si la segunda y tercera no se realizan, la tercera es inevitable.

**Mantenimiento correctivo.**

Es aquel que se ocupa de la reparación una vez se ha producido la falla y el paro súbito de la máquina o instalación.



**Tabla 1.2 Sistemas de Mantenimiento.**



## INSPECCIÓN TÉCNICA DE LÍNEAS Y EQUIPOS DE PROCESO

Hoy en día en las plantas de proceso se realiza la inspección técnica de maquinaria, equipos y tuberías de proceso, los cuales deben cumplir con varias regulaciones y especificaciones con el fin de garantizar la integridad de las instalaciones.

Dentro de las actividades del mantenimiento predictivo se realiza el procedimiento de inspección. El objetivo de esta inspección es identificar y dimensionar con precisión los daños por la continua operación, desgaste, fatiga, daños mecánicos y por el comportamiento de los componentes principales.

Con la inspección técnica se puede calcular el espesor real de un equipo y/o tubería, con el cual se pueden realizar los cálculos correspondientes para determinar si dicho material aún nos servirá para el trabajo que deseamos, o si soportará la presión con los fluidos que va a conducir o contener. Evitando riesgos como deformaciones, fugas o fisuras y en el peor de los casos una explosión.

Esta inspección se puede llevar a cabo utilizando pruebas no destructivas, pues es una manera de que la pieza a inspeccionar no se altere.

Las pruebas no destructivas (PND), como su nombre lo indica, son pruebas o ensayos de carácter no destructivo, que se realizan a los materiales, ya sean éstos, plásticos (polímeros), cerámicos o compuestos. Este tipo de pruebas, generalmente se emplea para determinar cierta característica física o química del material en cuestión. Algunas aplicaciones se muestran en la tabla 1.3.

### Las principales aplicaciones de las PND las encontramos en:

Detección de discontinuidades (internas y superficiales).

Determinación de composición química.

Detección de fugas.

Medición de espesores y monitoreo de corrosión.

Adherencia entre materiales.

Inspección de uniones soldadas.

Tabla 1.3 Aplicaciones de las Pruebas no Destructivas.



Las pruebas no destructivas son sumamente importantes en el continuo desarrollo industrial. Gracias a ellas es posible, por ejemplo, determinar la presencia de efectos en los materiales o en las soldaduras de equipos tales como recipientes a presión, en los cuales una falla catastrófica puede representar grandes pérdidas en dinero, vidas humanas y daño al medio ambiente.

Las principales pruebas no destructivas que aluden a esta tesis y que se emplean en la refinería son: la inspección visual y la prueba de ultrasonido.

**La inspección visual**, es sin duda una de las pruebas no destructivas más ampliamente utilizada, ya que gracias a esta, uno puede obtener información rápidamente, de la condición superficial de los materiales que se estén inspeccionando, con el simple uso del ojo humano. Durante la inspección visual, en muchas ocasiones, el ojo humano recibe ayuda de algún dispositivo óptico, ya sea para mejorar la percepción de las imágenes recibidas (anteojos, lupas, etc.) o bien para proporcionar contacto visual en áreas de difícil acceso, tal es el caso de la inspección visual del interior de tuberías de diámetro pequeño, en cuyo caso se pueden utilizar boroscopios (son accesorios que se utilizan en las inspecciones visuales en las cuales no disponemos de un espacio físico a través del cual poder ver, lo cual nos obliga a utilizar un instrumento que tenga un tamaño reducido para acceder a través de los huecos, y que en algunos casos permita incluso el giro), ya sean estos rígidos o flexibles, pequeñas videocámaras, etc.



**El método de Ultrasonido** se basa en la generación, propagación y detección de ondas elásticas (sonido) a través de los materiales. En la figura de abajo, se muestra un sensor o transductor acústicamente acoplado en la superficie de un material. Este sensor, contiene un elemento piezoeléctrico, cuya función es convertir pulsos eléctricos en pequeños movimientos o vibraciones, las cuales a su vez generan sonido, con una frecuencia en el rango de los megahertz (inaudible al oído humano). El sonido o las vibraciones, en forma de ondas elásticas, se propaga a través del material hasta que pierde por completo su intensidad ó hasta que topa con una interface, es decir algún otro material tal como el aire o el agua y, como consecuencia, las ondas pueden sufrir



**IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN Y CONTROL DE ESPESORES EN LINEAS Y EQUIPOS EN UNA PLANTA HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS**

reflexión, refracción, distorsión, etc. Lo cual puede traducirse en un cambio de intensidad, dirección y ángulo de propagación de las ondas originales. Además su versatilidad permite una aplicación sobre distintos materiales en los cuales las ondas ultrasónicas puedan ser transmitidas. Este método provee una medición muy precisa, conjugado a su gran velocidad, lo que permite medir espesores, profundidad, tipo, forma, orientación y el tipo de discontinuidades, todo esto con solo tener acceso a una cara de la pieza analizada.



De esta manera, es posible aplicar el método de ultrasonido para determinar ciertas características de los materiales tales como:

Velocidad de propagación de ondas.
Tamaño de grano en metales.
Presencia de discontinuidades (grietas, poros, laminaciones, etc.)
Adhesión entre materiales.
Inspección de soldaduras.
Medición de espesores de pared.

**Tabla 1.4 Características de los materiales utilizados con el método de Ultrasonido.**

Como puede observarse en la tabla 1.4, con el método de ultrasonido es posible obtener una evaluación de la condición interna del material en cuestión. Sin embargo, el método de ultrasonido es más complejo en práctica y en teoría, lo cual demanda personal calificado para su aplicación e interpretación de indicaciones o resultados de prueba.



## MEDICIÓN DE ESPESORES DE LÍNEAS Y EQUIPOS DE PROCESO

Mediante el ultrasonido y los procedimientos recomendados por ASME (American Society of Mechanical Engineers) y API (American Petroleum Institute) se puede determinar los espesores de las partes de equipos expuestos a corrosión, abrasión o desgaste pues se emplea energía vibracional mecánica de alta frecuencia para revelar y localizar discontinuidades en los materiales.

Los parámetros a controlar en un sistema de ultrasonido son: sensibilidad, resolución, frecuencia central y la atenuación del haz.

El principio del medidor de espesores se basa en el resultado matemático de la multiplicación entre el tiempo que tarda un pulso ultrasónico en viajar a través de una pieza de prueba y la velocidad acústica del material. Cuando se quiera realizar alguna inspección hay que verificar que la velocidad acústica con la que el equipo fue calibrado sea la misma que la del material que se va a inspeccionar, esto con el fin de minimizar posibles errores.





Lo más importante de un Equipo Ultrasónico para la Medición de Espesores es:

#### **El Acoplante.**

Es un líquido más o menos viscoso que se utiliza para permitir el paso de las ondas del transductor a la pieza que se está examinando, ya que las frecuencias que se utilizan para materiales metálicos no se transmiten en el aire. Las características del líquido acoplante son: Humectabilidad (capaz de mojar la superficie y el palpador), viscosidad adecuada, baja atenuación (que el sonido se transmita al 100%), bajo costo, removible, no tóxico, no corrosivo, impedancia acústica adecuada. Los tipos de acoplantes pueden ser: agua, aceite, grasa, glicerina y vaselina.

#### **El Bloque de Calibración.**

Los patrones de referencia pueden ser un bloque o juego de bloques con discontinuidades artificiales y/o espesores conocidos. Que son empleados para calibrar equipos de ultrasonido y para evaluar las indicaciones de las discontinuidades de la muestra inspeccionada. Deben de tener las mismas propiedades físicas, químicas y de estructura que el material a inspeccionar. Por medio de los bloques de calibración se puede verificar que el sistema compuesto por el transductor, cable coaxial y el equipo funciona correctamente.

Lo más importante de un Equipo Ultrasónico para la Medición de Espesores es:

#### **Los Transductores.**

Que es el medio por el cual la energía eléctrica se convierte en energía mecánica (ondas sonoras) o viceversa. Opera debido al efecto piezoelectrico, el cual consiste en que ciertos cristales cuando se tensionan, se polarizan eléctricamente y generan voltaje eléctrico entre las superficies opuestas. Esto es reversible en el sentido de que al aplicar un voltaje a través de las caras de un cristal, se produce una deformación del mismo. Este efecto microscópico se origina por las propiedades de simetría de algunos cristales. La elección de un transductor tiene que ver con la clase de cristal, el diámetro del cristal, y la frecuencia.

#### **Los Materiales Piezoelectricos.**

Principalmente se usan algunos como: cuarzo, sulfato de litio y cerámicas polarizadas.

#### **Los Tipos de Palpadores.**

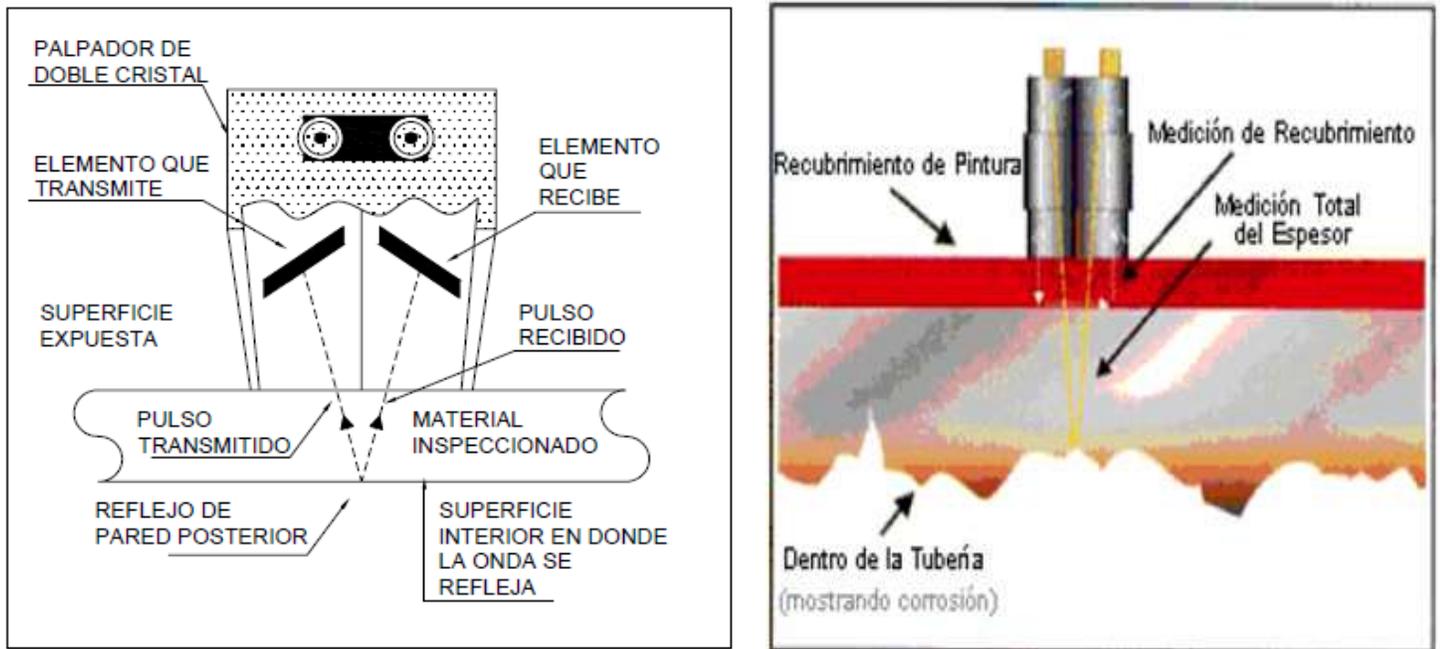
De contacto, de haz recto y de incidencia angular.

Tabla 1.5 Importancia del Equipo Ultrasónico para la Medición de Espesores.



**IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN Y CONTROL DE ESPESORES EN LINEAS Y EQUIPOS EN UNA PLANTA HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS**

En la figura 1.6 se muestran las fases que realiza el medidor de espesores en un tramo de tubería.



**Figura 1.6 Fases del Medidor de Espesores.**

**Ventajas de la Medición de Espesores por el Método Ultrasonico:**

La prueba se efectúa rápidamente obteniendo resultados inmediatos.

Se tiene mayor exactitud al determinar la posición de las discontinuidades internas; estimando sus dimensiones, orientación y naturaleza.

Alta sensibilidad para detectar discontinuidades pequeñas.

Alta capacidad de penetración, lo que permite localizar discontinuidades a gran profundidad del material.

Buena resolución que permite diferenciar dos discontinuidades próximas entre sí.

Solo requiere acceso por un lado del objeto a inspeccionar.

No requiere de condiciones especiales de seguridad.

**Tabla 1.6 Ventajas de Medición de Espesores con el método de Ultrasonido.**



### Desventajas de la Medición de Espesores por el Método Ultrasónico:

Baja velocidad de inspección cuando se emplean métodos manuales.

Requiere de personal con una buena preparación técnica y gran experiencia.

Dificultad para inspeccionar piezas con geometría compleja, espesores muy delgados o de configuración irregular.

Dificultad para detectar o evaluar discontinuidades cercanas a la superficie sobre la que se introduce el ultrasonido.

Requiere de patrones de calibración y referencia.

Alto costo del equipo.

Se requiere de un agente acoplante.

Tabla 1.7 Desventajas de Medición de Espesores con el método de Ultrasonido.

En la prueba de ultrasonido, la información se obtiene a partir de las áreas a las cuales tiene acceso el haz. Hay que tener mucho cuidado al momento de hacer conclusiones acerca de las áreas a las cuales tiene acceso el haz o cuales quedan fuera de los límites. Por ejemplo, cuando se inspecciona un material grueso, puede resultar imposible o poco práctico inspeccionar la totalidad de la pieza.

Cuando se tiene que realizar una inspección por muestreo, hay que ver las áreas especificadas a inspeccionar. Las conclusiones que se hagan acerca de la condición en la que se encuentran las áreas no inspeccionadas, a partir de los datos que se obtuvieron de las áreas que si fueron inspeccionadas, solo deben ser realizadas por personal altamente capacitado en técnicas estadísticas y probabilidad aplicables. En particular los materiales sujetos a erosión o corrosión pueden variar significativamente su condición en cualquier área.

### DIAGRAMAS DE FLUJO DE PROCESO

En la actualidad todas las industrias deben poseer diagramas técnicos con información valiosa en sus diversas áreas (operación, mantenimiento, seguridad, planeación, etc.), por lo que los diagramas deben de estar completos y con claridad en la interpretación de los mismos. El empleo de dichos



diagramas técnicos favorece en la visualización clara de cada área de proceso de las plantas. En la actualidad los diagramas deben estar actualizados, digitalizados, revisados y distribuidos a los sectores pertinentes de la planta.

Un Diagrama de Flujo de Proceso (DFP) debe mostrar el flujo básico del proceso de la planta, de igual forma se muestra la tubería de los equipos principales, y la instrumentación para el control del proceso.

Los datos más importantes que normalmente están contenidos en un diagrama de flujo de proceso son:

- Presión y temperatura de todas las líneas de cada recipiente.
- Flujo y calidad del vapor de calentamiento.
- Tipo de agua de enfriamiento y su temperatura.
- Capacidad térmica de cambiadores de calor y de calentadores.
- Capacidad actual de bombas (no indicar la capacidad de diseño).
- Altura de empacados y tipo de los mismos, en torres empacadas.
- Tabla de balance de material. Para su integración, deberán identificarse las corrientes en las líneas de proceso (con flechas que indiquen la dirección del flujo).
- Tipo de instrumentos de control básico.
- Dimensiones de recipientes y torres.

En el Anexo I se muestra un DFP de una planta típica Hidrodesulfuradora de Destilados Intermedios, realizado en AutoCAD con su simbología correspondiente.

## DIAGRAMAS DE TUBERÍA E INSTRUMENTACIÓN

Un Diagrama de Tubería e Instrumentación (DTI) es la representación gráfica de la secuencia de equipos, tuberías y accesorios que conforman una sección de la planta. Debe contener información exacta, clara y completa, con la mínima complejidad, mostrando todos los componentes que forman el sistema que representa. También pueden ser nombrados como Diagrama Mecánico de Flujo o Diagrama de Flujo de Ingeniería.

En el Anexo II se muestran los DTI's de una planta típica Hidrodesulfuradora de Destilados Intermedios, realizado en AutoCAD con su simbología correspondiente.



## ISOMÉTRICOS PARA INSPECCIÓN TÉCNICA

Los diagramas para inspección técnica de espesores, son el conjunto de isométricos y dibujos de equipos utilizados para medición preventiva de espesores. Estos representan de manera gráfica los niveles de medición de una unidad de control.

Los isométricos y dibujos de equipos para inspección, son la representación pictórica de una unidad de control en donde se indican claramente los sitios en donde debe de existir un nivel de medición.

En los isométricos de medición preventiva de espesores se muestra información de gran importancia como lo es:

- Centro de trabajo.
- Nombre de la dependencia.
- Nombre o número del sector o región.
- Nombre de la planta.
- Circuito de la planta.
- Unidad de control de la planta.
- Número de isométrico.
- Nombre de la persona que levantó en campo.
- Nombre de la persona que dibujó.
- Nombre de la persona que revisó.
- Especificación de material de la tubería.
- Diámetro de la tubería.
- Condiciones de operación y diseño (temperatura, presión, etc.).

Esta información estará contenida en cada uno de los isométricos de las unidades de control de todos los circuitos de la planta, para su mejor rastreabilidad y manejo.

En el Anexo III se muestra un isométrico de la unidad de control UC-U100-029 (63-76), de una planta típica Hidrodesulfuradora de Destilados Intermedios, realizado en AutoCAD, con su simbología correspondiente.



## IMPORTANCIA DE LA PLANTA HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS

Uno de los procesos que ha venido cobrando mayor importancia dentro de los complejos industriales en la refinación del petróleo es el de Hidrodesulfuración. La presencia de azufre en las diversas corrientes provoca problemas tales como: corrosión de equipo, deterioro en la calidad del producto terminado, envenenamiento de catalizadores, y contaminación ambiental entre otros.

Las primeras investigaciones sobre desulfuración de las fracciones del petróleo fueron realizadas en 1885 sobre un catalizador de óxido de cobre, pero no fue sino hasta los años 80 del siglo XX, con la aparición de la reformación catalítica, que los procesos de hidrodesulfuración se hicieron más atractivos, ya que el hidrógeno requerido en este proceso se obtenía a un precio razonablemente barato. En aquel entonces la idea de eliminar el azufre obedecía a la de eliminar un compuesto corrosivo cuya presencia incrementaba los costos de producción, disminuía la susceptibilidad de las gasolinas al plomo, y que al reducir su concentración mejoraba notablemente el color y el olor de los productos.

Después de la segunda guerra mundial, con la introducción al mercado de los catalizadores de platino para la reformación catalítica es cuando la hidrodesulfuración de naftas en particular y el hidrotratamiento en general se hizo indispensable para evitar el envenenamiento de los catalizadores. Por aquel entonces las unidades de hidrotratamiento utilizaban catalizadores a base de óxidos o sulfuros metales, como el Co, Ni, Fe, Mo, soportado sobre bauxita o tierras de Fuller; pero poco a poco se fueron desarrollando los catalizadores que denominaron al proceso por más de 20 años, los catalizadores en base a “molibdato de cobalto” sulfurado sobre gama-alúmina, los cuales tenían una vida larga (varios años de operación) y podían soportar varias regeneraciones.

El proceso de Hidrodesulfuración ha venido ganando importancia desde que entró en operación la primera Planta Hidrodesulfuradora en la refinería “Gral. Lázaro Cárdenas” ubicada en Minatitlán Veracruz en el año de 1964; hasta la fecha en que PEMEX cuenta con 8 plantas para la hidrodesulfuración de destilados intermedios y lubricantes.

El proceso de hidrotratamiento se mantiene en auge debido a las crecientes necesidades de eliminar el azufre y otros contaminantes presentes en diversas fracciones del petróleo, ya que originan problemas tales como:

- Corrosión del equipo y tuberías de proceso.



- Disminución en la calidad del producto terminado.
- Envenenamiento de los catalizadores del proceso de reformación catalítica.
- Contaminación atmosférica, cuando se emplean como combustibles.

## DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS

La Planta Hidrodesulfuradora de Destilados intermedios es una instalación empleada en la refinación del petróleo para eliminar los compuestos de azufre de destilados intermedios tales como turbosina, querosinas, gasóleos ligeros (diesel) y lubricantes. La planta cuenta con dos secciones importantes: la de reacción y la de fraccionamiento o agotamiento. En la sección de reacción se lleva a cabo la reacción química, en un reactor bajo condiciones de presión y temperatura propias del proceso en presencia de un catalizador de cama fija base molibdeno-cobalto y una corriente de hidrógeno. Además de remover al azufre, se tienen importantes remociones de compuestos de nitrógeno, cloro, metales pesados, metales alcalinos y alcalinotérreos. Por otra parte, dado que se efectúan reacciones de hidrogenación, se obtienen substanciales incrementos en la calidad de los productos hidrotratados debido a la disminución en el contenido de compuestos insaturados tales como: aromáticos y olefinas.

La Ingeniería Básica, de Detalle y Construcción de la Planta Hidrodesulfuradora de Destilados Intermedios (U-100) la desarrolló el Instituto Mexicano del Petróleo (IMP) y fue diseñada para la refinería de Minatitlán, Ver., de Petróleos Mexicanos; tiene capacidad para procesar 25 000 BPD de cargas de nafta pesada ó mezclas de gasóleos, así como cualquier carga intermedia a las anteriores.

El proceso empleado es propiedad del IMP y se basa en la hidrogenación catalítica de los compuestos de azufre y olefinas presentes en las diversas cargas, obteniéndose productos dentro de las especificaciones requeridas.

## DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE LA PLANTA HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS.

La hidrodesulfuración aplicada al tratamiento de destilados intermedios es un proceso de refinación catalítica que utiliza un catalizador selectivo, en combinación con una corriente de gas rica en hidrógeno, para alcanzar las especificaciones comerciales de los destilados del petróleo mediante la



hidrogenación selectiva de los compuestos de azufre, oxígeno, cloruros y compuestos metálicos; así como por la saturación de las olefinas presentes en los destilados.

En el proceso de hidrodesulfuración, los compuestos orgánicos de azufre se convierten a ácido sulfhídrico e hidrocarburos saturados. Es un hecho que al aumentar el peso molecular de la fracción a tratar, aumenta su punto de ebullición y su contenido de azufre; esto implica que el hidrotratamiento deberá efectuarse a condiciones de operación más severas.

Modificando las condiciones de operación del proceso es posible hidrotratar una gran variedad de fracciones líquidas del petróleo, de acuerdo a su contenido de azufre y peso molecular. El incremento de la calidad de los productos hidrotratados, se debe principalmente a la remoción de compuestos contaminantes y a la saturación de moléculas de los compuestos aromáticos y olefínicos que los contienen.

Los contaminantes tales como: ácido sulfhídrico, amoniaco, cloruros de amonio, etc., pueden ser fácilmente separados en las etapas posteriores del proceso; además el catalizador al actuar como filtro, retiene importantes cantidades de compuestos metálicos, los cuales pueden ser añadidos para los procesos subsecuentes.

En la figura 1.7 se muestran las tres secciones en que puede considerarse dividida la planta:



Figura 1.7 Secciones en que se divide el proceso de la planta.

## I. Reacción

La carga proveniente del límite de batería se mezcla con una corriente de hidrógeno y se calienta a través del tren de precalentamiento contra el efluente del reactor y finalmente en el calentador de fuego directo hasta la temperatura a la cual tienen lugar las reacciones de hidrodesulfuración. Ya caliente, la mezcla de hidrocarburos e hidrógeno entra a la parte superior del reactor fluyendo hacia abajo a través de la cama de catalizador y realizándose a su paso las reacciones mencionadas. El efluente del reactor cede calor a la carga en el tren de precalentamiento y fluye hacia el separador de alta presión donde se separan dos corrientes, una de gas rica en hidrógeno y otra de producto sin estabilizar.



El hidrógeno se recircula nuevamente hacia la carga con el compresor y el líquido se envía hacia la sección de agotamiento. Se inyecta agua de lavado a la corriente de salida del reactor para evitar el depósito de cloruro de amonio en el enfriador de productos del reactor. El hidrógeno que se haya consumido en la reacción se repone por una corriente de hidrógeno de la reformadora, que se inyecta en la descarga del compresor. La presión en la sección de reacción se controla en el separador de alta presión por medio de un controlador que envía el exceso de hidrógeno hacia tratamiento.

La mayor parte del agua de lavado que se inyecta al efluente del reactor se colecta en el fondo del separador de alta presión y se envía al sistema de aguas amargas a control de nivel de interfase.

## **II. Sección de agotamiento.**

El producto líquido del separador de alta presión fluye hacia el agotador, precalentándose previamente contra los fondos de la fraccionadora. En el agotador donde se emplea vapor de agotamiento de 250 psig, se le separan más gases ligeros y  $H_2S$ , producto de las reacciones de hidrodesulfuración. Estos gases después de enfriarse y de separarse de los hidrocarburos líquidos en el acumulador del agotador se envían a la planta de tratamiento de gas.

Los fondos del agotador se envían para su rectificación a la torre fraccionadora.

## **III. Sección de fraccionamiento.**

Los fondos del agotador se envían, previo calentamiento a la torre fraccionadora en donde el producto se rectifica para eliminar de él las fracciones más ligeras de hidrocarburos que se produjeron debido a las reacciones de hidrocracking. El producto líquido de la fraccionadora, esencialmente libre de azufre y de contaminantes metálicos se envía a almacenamiento como producto desulfurado y estabilizado. Las fracciones ligeras, que se separan en el acumulador de reflujo de la fraccionadora se envían como gasolina a la planta hidrodesulfuradora de naftas y el gas amargo hacia el desfogue.

El calor necesario en la fraccionadora para la rectificación del producto se da en el calentador de fondos de la torre. En el Anexo I se muestra el DFP de planta Hidrodesulfuradora de Destilados Intermedios.



## SISTEMA DE MEDICIÓN Y CONTROL DE ESPESORES EN LÍNEAS Y EQUIPOS (SIMECELE)

### Descripción del SIMECELE

Es un sistema que aprovecha las nuevas tecnologías para mejorar la administración y control de la información, además de las actividades relacionadas con la Integridad mecánica de los equipos, en las instalaciones de proceso de PEMEX Refinación.

Consiste de una serie de módulos de software para la generación y consulta de la información relacionada con la inspección técnica; así como para la administración y control del trabajo de inspección. Estos sistemas están en mejora continua, para aplicar la experiencia y el buen criterio del personal del centro de trabajo facilitando el trabajo común y ayudando a identificar los posibles errores. Este sistema se basa y aplica la norma DG-SASIPA-IT-0204 “Guía para el Registro, Análisis y Programación de Medición Preventiva de Espesores”.

El sistema también incluye una aplicación capaz de capturar datos directamente en campo desde algún medidor ultrasónico de espesores, identificar claramente los puntos que se están midiendo y analizar los datos en la misma toma, respecto al historial. Esto permite identificar las anomalías en el momento de la medición y disminuye el error humano en la toma de las mediciones por recaptura, dictado de valores y/o mala identificación del punto medido.

La implementación de este sistema en los centros de trabajo, impacta en la mejora de las prácticas de la administración de la integridad mecánica en las instalaciones, tales como:

- Disponibilidad de la información de tecnología del proceso en la intranet.
- Información actualizada, clara, disponible de los expedientes de inspección técnica de líneas y equipos de proceso y respaldada para quien lo necesite (auditorías, reaseguro, mantenimiento, gerencia, etc.).
- Aumento de seguridad y confiabilidad en datos obtenidos en los centros de trabajo.
- Actualización rápida y sencilla de los diagramas isométricos de inspección.
- Control y administración del trabajo de inspección, que mejorará la eficacia en el trabajo cotidiano de medición de espesores en líneas y equipos. Esto quiere decir que habrá un ahorro de tiempo en todas las tareas repetitivas relacionadas con la inspección técnica (medición, listas de verificación, dibujo de isométricos, generación de reportes, programación y planeación).



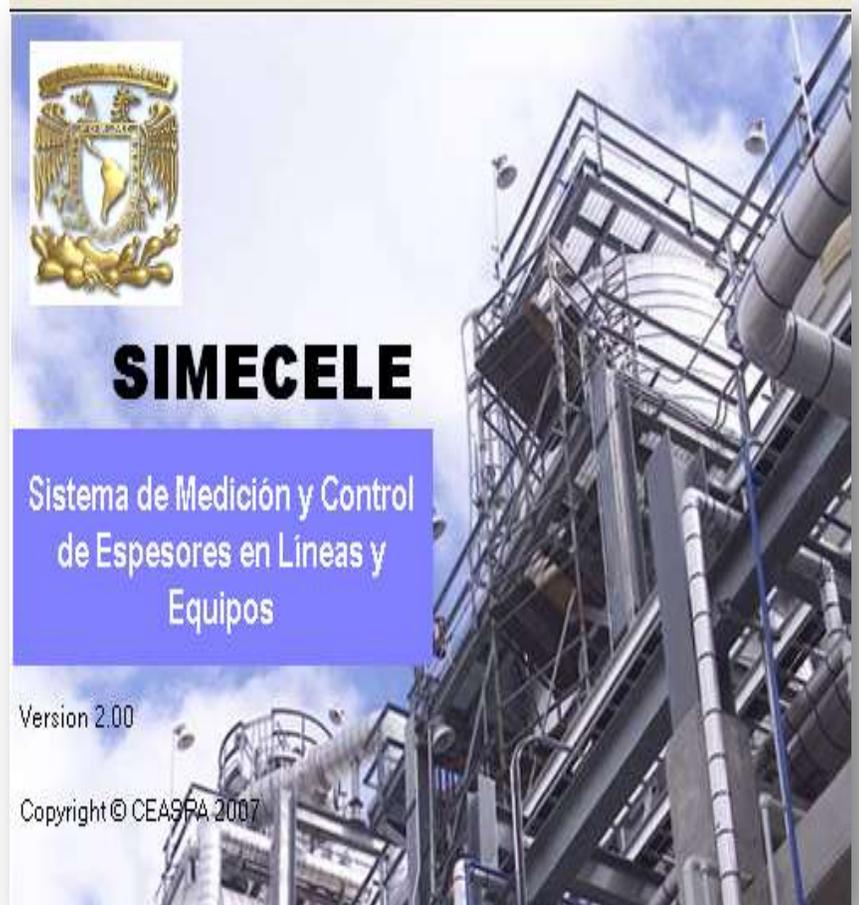
**IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN Y CONTROL DE ESPESORES EN LINEAS Y EQUIPOS EN UNA PLANTA HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS**

El SIMECELE pretende implementar un sistema informático que sirve para:

- Administrar la información
- Disminuir errores humanos
- Aumentar la productividad

**Figura 1.8 Ventajas de Implementación del SIMECELE.**

El SIMECELE es un sistema que involucra un hardware y software con la principal finalidad de tener una conexión entre el DMS 2 y un programa de computadora para que cuando se vayan levantando en campo las mediciones de los espesores éstos automáticamente se almacenen en una base de datos organizada y que el personal autorizado tenga acceso a dicha información de acuerdo a sus necesidades y también que los reportes que se generen no sufran modificaciones en el sentido de que los operarios no tengan que acomodar información sino que sea automático.



El SIMECELE es para todos aquellos que intervengan en el análisis de medición de espesores en líneas y equipos. Así como el personal de las diferentes SIPA's (Seguridad Industrial y Protección Ambiental) de PEMEX Refinación, además de todo el personal que intervenga en las tareas de Inspección Técnica de Espesores y en general, de evaluación de la integridad mecánica.



**IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN Y CONTROL DE ESPESORES EN LINEAS Y EQUIPOS EN UNA PLANTA HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS**

El objetivo es que sea la herramienta de trabajo diario para la administración y control, tanto para el personal que realiza las mediciones de espesores, como los coordinadores de inspección técnica y los jefes de seguridad del centro de trabajo.

El SIMECELE está centrado en colaborar en el suministro de información confiable y rápida para el personal de mantenimiento. Este concepto de administración de la información del SIMECELE está dirigido, también, para que los ejecutivos de las diferentes unidades corporativas de PEMEX Refinación puedan monitorear los avances en los programas de inspección técnica de espesores y les sirva como fuente de información para la toma de decisiones.

La implementación del SIMECELE es obligatoria según la Normatividad de Inspección Técnica; DG-SASIPA-IT-0204, "Guía para el registro, análisis y programación de la medición preventiva de espesores" en el punto 6.21 que habla del Análisis de la estadística, el cual trata lo siguiente:

- "Es el análisis formal que se ejecuta de acuerdo a los datos de medición de espesores de pared, para determinar las fechas de próxima medición, velocidad de corrosión, vida útil estimada y fecha de retiro probable de tuberías y equipos. Este análisis puede ser ejecutado por medio de un software para la administración de las mediciones de espesores SIMECELE o equivalente."

**Figura 1.9 Implementación del SIMECELE según la norma DG-SASIPA-IT-0204.**

Al implementar el Sistema obtenemos nuevas ventajas como son:

- Tener la documentación ordenada y al alcance del personal que la requiera.
- Tener los históricos de los datos anteriores para saber cómo ha cambiado el espesor.
- Se realizarían los cálculos y los reportes de manera rápida e inmediatamente después de que se haya terminado de realizar la medición de espesores en esa unidad de control.
- El valor medido será almacenado directamente en la base de datos.
- Tener los diagramas en archivo electrónico y visualizarlos durante las mediciones en campo.
- Estar disponible las 24 horas del día vía intranet, para el personal autorizado de inspección técnica de la refinería.



**IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN Y CONTROL DE ESPESORES EN LINEAS Y EQUIPOS EN UNA PLANTA HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS**

**Proceso del SIMECELE**

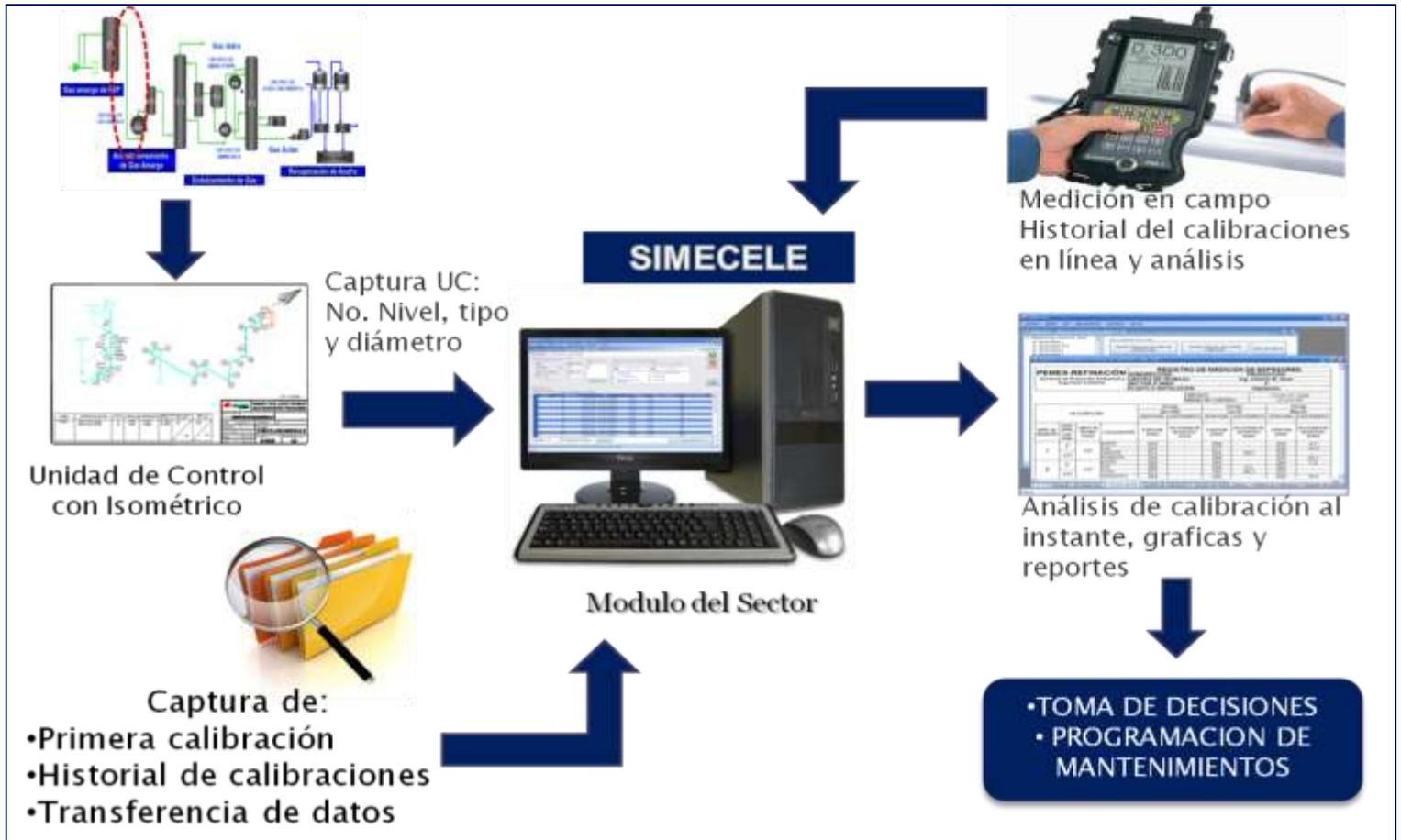


Figura 1.10 Proceso del SIMECELE.



Los datos se almacenan en una base de datos centralizada.

Figura 1.11 Almacenamiento de datos del SIMECELE.



## IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN Y CONTROL DE ESPESORES EN LINEAS Y EQUIPOS EN UNA PLANTA HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS



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

Figura 1.12 Pantalla principal del SIMECELE.

A continuación se describe cada módulo del programa:

- **Capturar o editar información**

El módulo de captura y edición de la información permitirá ingresar nuevos datos al sistema así como, editar la información contenida en el mismo. En esta opción se puede acceder a la captura y edición de nuevas unidades control (líneas y equipos), inspecciones, equipos de medición, personal, etc. Cada una de estas opciones mostrará una ventana con todas las opciones necesarias para la captura y edición de la información contenida en el sistema.



- **Consultar información**

El módulo de consulta de información permitirá acceder, de manera rápida a la información que desee consultar al respecto de la administración de la medición de espesores. En esta opción se puede consultar la información de próximas fechas de inspección, características sobre las unidades de control, así como el resumen de información de alguna planta en el centro de trabajo, etc. El módulo de consulta no permitirá modificar la información contenida en el sistema.





- **Ver isométricos en la Intranet**

En el módulo de consulta de isométricos en la Intranet se creará un enlace a través de la intranet, con el Sistema de Información para Diagramas Técnicos Inteligentes (SIDTI), en el cual se podrán consultar los isométricos, los diagramas de tubería e instrumentación (DTI's) y los diagramas de flujo de proceso (DFP's) de las instalaciones del centro de trabajo.



- **Ver o crear reportes**

El módulo de consulta y creación de reportes le permitirá crear y consultar los reportes para cada inspección de las unidades de control que se requieran. Los reportes se generan de acuerdo a la norma DG-GPASH-IT-0204 y pueden ser impresos desde el SIMECELE. De igual forma la creación de nuevos reportes se realiza con base a las normas vigentes y, en caso de ser necesario, generan automáticamente órdenes de emplazamiento o mantenimiento de las piezas de las unidades de control que así lo requieran. Desde éste módulo es posible imprimir reportes en blanco para la captura manual de los datos requeridos.



- **Ver o cargar especificaciones de materiales**

El módulo de captura y edición de especificación de materiales permitirá administrar la información de los materiales y las especificaciones con las que fue construida cada planta, según el libro de ingeniería del licenciador de la misma. Las especificaciones de materiales se muestran representadas por la misma nomenclatura contenida en el libro de ingeniería y DTI de la planta y cada una contiene los datos de materiales, cédulas y detalles de tuberías, niplerías, bridas y válvulas con las que fue diseñada una sección específica de la planta; así como los servicios que puede manejar y las condiciones máximas de operación (presión y temperatura).



Esta información puede ser ingresada o modificada en el sistema desde éste módulo. Nótese que éstas especificaciones de materiales son propias de cada planta, y no deben confundirse con la información de materiales de otros códigos como ASME o ASTM, que son una parte de la información contenida dentro de las especificaciones a las cuales se hace referencia en este módulo.



- **Hacer o editar un isométrico**

En este módulo estarán disponibles los espacios de edición y creación de isométricos utilizando la barra de herramienta contenida en el SIMECELE, para facilitar el trabajo con isométricos requerido para la administración de espesores.



Los módulos del programa mencionados con anterioridad describen de forma general la función que precisa cada uno de ellos. De manera que en el siguiente capítulo se ahondará de manera particular la implementación del programa en una planta de proceso.

### **NORMATIVIDAD APLICABLE**

El sistema de inspección preventiva de espesores se basa en las siguientes guías y consta de los puntos que se describen brevemente a continuación:

- DG-SASIPA-IT-0204\_REV\_7 Guía para el registro, análisis y programación de la medición preventiva de espesores.
- GPEI-IT-0201 Procedimiento de revisión de niplería de plantas en operación.
- GPASI-IT-0209 Procedimiento para efectuar la inspección de tuberías de proceso y servicios auxiliares en operación de las instalaciones de PEMEX-Refinación.
- DG-GPASI-IT-0903 Procedimiento para efectuar la revisión de la tornillería de tuberías y equipos en las instalaciones en operación de PEMEX-Refinación.
- GPI-IT-4200 Procedimiento para el control de desgaste de niplería.
- DG-ASIPA-IT-00008 Límite de retiro para tuberías, válvulas y conexiones metálicas, empleadas en el transporte de fluidos.
- GPASI-IT-0002 Procedimiento para cálculo por presión interna del espesor mínimo requerido en recipientes.

# CAPÍTULO II

# TRABAJO DE

# CAMPO





## CAPÍTULO 2. TRABAJO DE CAMPO

En este capítulo se describirá la metodología que incluye las etapas y la información necesaria para la realización de la implementación del SIMECELE en la planta Hidrodesulfuradora de Destilados Intermedios. Las etapas se encuentran expuestas de acuerdo al orden en que deben ser ejecutadas, y su descripción se presenta a continuación.

### RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

Para realizar la implementación del SIMECELE en una planta, se debe contar con información necesaria (indicada en la tabla 1.2) que nos facilite el análisis.

**Esta información es el resultado de recopilar datos del diseño de las instalaciones y equipos tales como:**

Descripción del proceso.
Diagrama de Flujo de Proceso (DFP).
Diagramas de Tubería e Instrumentación (DTI).
Censo de Circuitos.
Censo de Unidades de Control (líneas y equipos).
Catalogo de Especificaciones de Materiales de Tubería.
Hojas de Datos o de Diseño Mecánico de Equipos.
Índice de servicios.
Expedientes de Medición de Espesores de la Unidades de Control.
Dibujos para Inspección Técnica (Isométricos) de las Unidades de Control.
Censo de Válvulas de Seguridad/ Hoja de datos de válvulas de seguridad.

Tabla 2.1 Recopilación de Información.

Cuando se cuenta con la información antes mencionada se procede a iniciar su análisis, éste se agilizará en la medida de la accesibilidad, claridad y organización de la información (es recomendable trabajar con archivos en electrónico que facilitan su gestión). Esta etapa es muy



importante ya que la eficacia y calidad de esta información contribuirá a obtener resultados más confiables en las siguientes etapas de la implementación del SIMECELE.

Tras evaluar y extraer datos suficientes se puede continuar con la implementación.

## **ELABORACIÓN E IDENTIFICACIÓN DEL CENSO DE CIRCUITOS**

Previamente revisada la información técnica de la planta, y como resultado de la descripción del proceso y trabajando sobre el diagrama de flujo de proceso, se localizan las secciones del proceso en el que el conjunto de líneas o los equipos manejen un fluido de la misma composición sin distinción a que puedan variar en sus condiciones de operación (temperatura, presión y flujo).

Cabe mencionar que a los equipos se les considera como un circuito en particular, por lo tanto habrá tantos circuitos como equipos en la planta, siempre y cuando estos manejen hidrocarburos. En caso de que manejen un servicio diferente al del proceso se debe evaluar la necesidad de integrarlo al censo de acuerdo a la gravedad de las consecuencias en caso de falla del mismo por fuga.

Considerando este criterio para determinar los circuitos, se genera el Censo de Circuitos de Líneas y Equipos de la Planta. Este censo se reflejará en un listado donde se incluya: el nombre, el número de circuito y el servicio que maneja. Se recomienda tener una breve descripción del circuito. Los circuitos definidos para la planta se identifican en el DFP de la Planta, indicando un color y nombre para cada circuito de proceso.

## **ELABORACIÓN E IDENTIFICACIÓN DEL CENSO DE UNIDADES DE CONTROL**

Ya que se tienen identificados los circuitos, estos se dividirán a su vez en unidades de control, así resultará más conveniente la medición de espesores. Las unidades de control son secciones de circuito que tienen una velocidad de corrosión más o menos homogénea (misma velocidad de desgaste).

En caso de las tuberías, se tendrán diferentes unidades de control en función de las condiciones de operación (temperatura, presión y flujo) y cuando en la línea de proceso se tenga un material diferente o haya un cambio en la composición del fluido.

Considerando este criterio para determinar las unidades de control, se genera el Censo de Unidades de Control de Líneas y Equipos de la planta. Este censo se reflejará en un listado donde se incluya:



## IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN Y CONTROL DE ESPESORES EN LINEAS Y EQUIPOS EN UNA PLANTA HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS

unidad de control anterior, diagrama de ubicación, circuito al que pertenecen y una breve descripción de la misma. Es opcional incluir en el censo condiciones de operación y diseño, y clase de material.

En los centros de trabajo cumplen con un procedimiento de inspección preventiva de espesores, por lo que es probable que la planta ya cuente con un censo de unidades de control previo. Es necesario comprobar que estén contemplando todas las tuberías de proceso de las que está compuesta la planta.

Para la identificación de las unidades de control se trabaja sobre los diagramas de tubería e instrumentación de la planta, considerando aquellos cambios que se detectaron en la etapa de recopilación de información. Es indispensable checar en campo estos detalles y consultar al ingeniero de operación para definir el futuro de las tuberías que se encuentran fuera de operación y así decidir si se incluyen en el censo de unidades de control.

Para realizar el levantamiento de isométricos en campo (dibujarlos y actualizarlos), se debe:

- Conseguir el permiso de trabajo y verificar que ya haya sido autorizado por el personal correspondiente.
- Ubicar en el Plot Plant la planta y los equipos de los que parten las líneas antes de salir a campo.
- Ubicar los equipos y líneas en campo (verificando que los Tag's de los mismos coincidan) y las líneas principales.
- Ubicar el Norte para comenzar a levantar el isométrico. En el caso del levantamiento de equipos indicar la vista o lado del equipo.
- Empezar el levantamiento por un equipo o por un injerto a otra línea principal (inicio del isométrico) en dirección del flujo.
- Seguir la línea principal y disparos o ramificaciones de esta en el orden en que vayan apareciendo, siguiéndolas hasta donde terminen en el isométrico e indicando como referencia líneas o equipos con los que estén conectados.
- Identificar y corroborar diámetros de tuberías y accesorios, arreglos de niplería y tornillería, accesorios reforzados, soportes, etc., así como boquillas en el caso de los equipos.
- Confirmar que el isométrico este correcto.



Las unidades de control que conformen el nuevo censo deben estar relacionadas con la unidad de control anterior para identificar y llevar una relación del isométrico y expediente de calibraciones que corresponderá a la nueva unidad de control.

Las unidades de control de Líneas y Equipos se identifican en los Diagramas de Tubería e Instrumentación (DTI's) de la planta, indicando la unidad de control nueva y anterior así como la asignación de un color para cada unidad de control.

## **DIGITALIZACIÓN DE ISOMÉTRICOS PARA INSPECCIÓN TÉCNICA**

Los isométricos de la planta se encuentran divididos en unidades de control. Archivados en carpetas de acuerdo al área y su circuito; estos son tomados y digitalizados con sus respectivas actualizaciones en AutoCAD, para la creación visual de una unidad de control con sus respectivos niveles de inspección y añadirlos a la base de información histórica.

El objetivo principal de digitalizar los isométricos para inspección técnica, es homologar los criterios para el dibujo de los diagramas de inspección en líneas y equipos incluyendo la indicación de niveles de medición, la simbología y el contenido de los diagramas, para los centros de trabajo.

Para la digitalización de los isométricos de inspección técnica para espesores, se utilizó la simbología establecida en una barra de herramientas llamada QIT Draw desarrollada por la UNAM para su uso en AutoCAD, con el propósito de agilizar y estandarizar el dibujo y tener una mayor comprensión visual del mismo. Esta simbología puede ser: reducciones excéntricas y concéntricas, válvulas (globo, mariposa, check, tres vías, compuerta, de control, etc.), brida, cople, tag de equipo, soldadura y soldadura reforzada, tee, tuerca unión, arreglos típicos de niplería (cople-niple-válvula, cople-termopozo, cople-tapón), tapón hembra y mancho, flecha de dirección de flujo, bloques para indicar origen y destino de línea, así como simbología para indicar unidades de control de referencia, entre otros.

La barra de herramientas posee funciones específicas para el SIMECELE, como simbología para identificar niveles de tubería o equipos, niplería y tornillería, así como una herramienta para reenumerar niveles de cualquier tipo en caso de error.



IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN Y CONTROL DE ESPESORES EN LINEAS Y EQUIPOS EN UNA PLANTA HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS

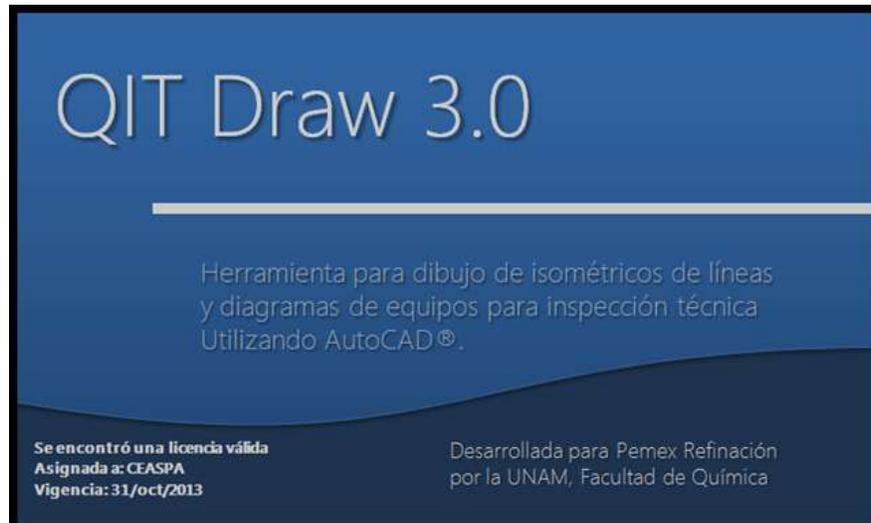


Figura 2.1 QIT Draw, Herramienta para la elaboración de isométricos de líneas y diagramas de equipos para inspección técnica utilizando AutoCAD.

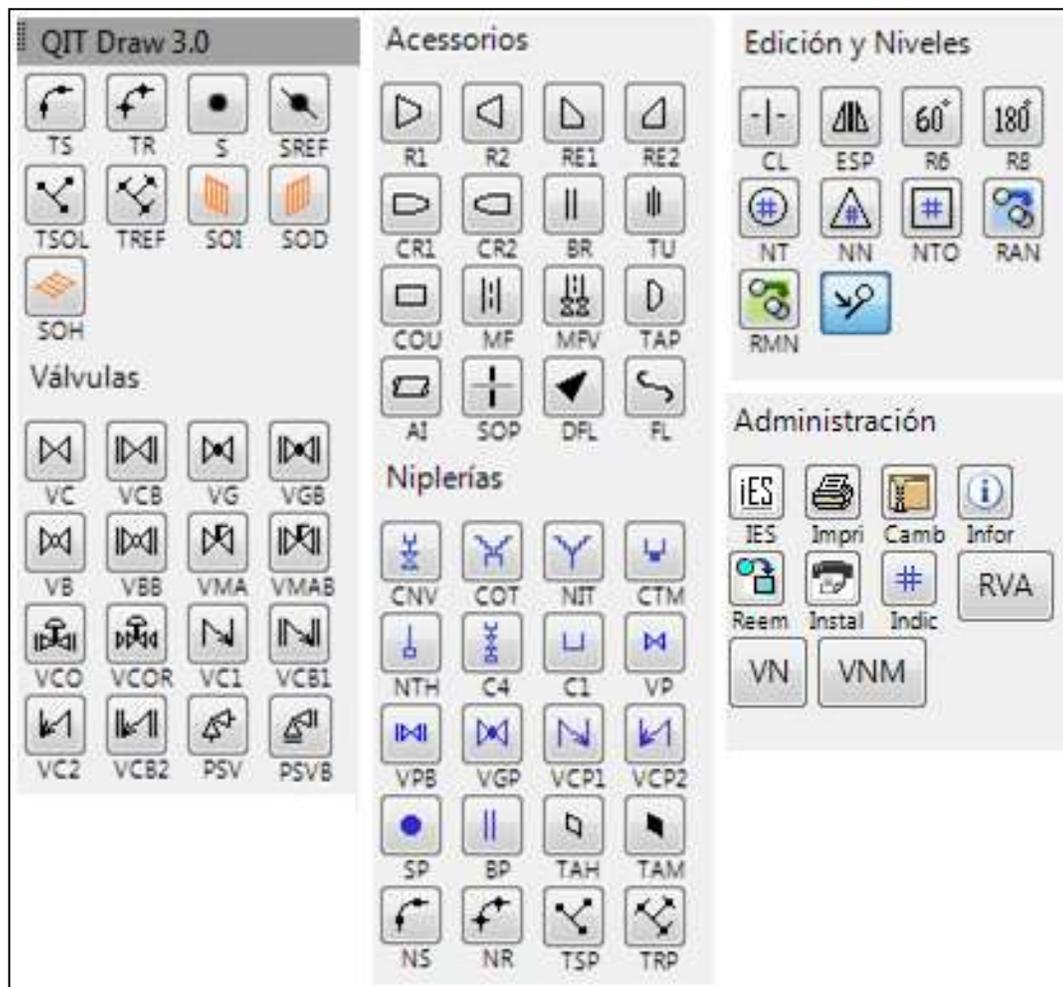


Figura 2.2 Bloques de la Barra de Herramientas QIT Draw, para la elaboración de Isométricos



**IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN Y CONTROL DE ESPESORES EN LINEAS Y EQUIPOS EN UNA PLANTA HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS**

Una forma de facilitar la visualización de los puntos de calibración en tubería, niplería y tornillería, en un isométrico es mediante el apagado de capas. Las cuales representan los niveles para la inspección. Útil cuando hay un exceso de puntos de medición dentro de un isométrico y evitar posibles confusiones en el momento de selección del tipo de inspección.

Cabe mencionar que los isométricos de líneas y diagramas de equipos digitalizados con el uso de la barra de herramientas QIT Draw adquieren atributos que los hacen relevantes, debido a que interactúan directamente con el SIMECELE para brindar información acerca de la medición de espesores.

En la tabla 2.2 se muestra la funcionalidad que poseen los elementos de la barra de herramientas para digitalizar isométricos en la implementación del SIMECELE:

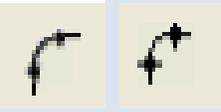
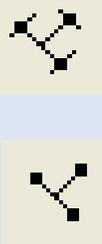
<b>Elemento</b>					
<b>Función</b>	Permite reenumerar los niveles de medición	Corta dos líneas que se crucen, siempre que tengan diferente origen	Convierte la polilínea en una línea de tubería y coloca soldaduras en los codos y codos reforzados	Se cambia el formato de la polilínea en la representación de una Tee reforzada y Tee	Gira un objeto seleccionado a 60° y 180°

Tabla 2.2 Funcionalidad de los Elementos de la Barra de Herramientas.



**IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN Y CONTROL DE ESPESORES EN LINEAS Y EQUIPOS EN UNA PLANTA HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS**

<b>Elemento</b>					
<b>Función</b>	Permite denotar los niveles de tubería	Permite denotar los niveles de niplería	Permite denotar los niveles de tornillería	Esta herramienta se utiliza para que un bloque o un elemento giren en forma de imagen reflejada en el espejo	Válvulas PSV

Tabla 2.2 (continuación) Funcionalidad de los Elementos de la Barra de Herramientas.

<b>Elemento</b>					
<b>Función</b>	Coloca un soporte	Coloca una brida sobre la línea de tubería	Es el símbolo de una tuerca unión	Permite indicar una reducción concéntrica, reducción excéntrica y cople reducido	Permite indicar un aislante para línea

Tabla 2.2 (continuación) Funcionalidad de los Elementos de la Barra de Herramientas.



**IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN Y CONTROL DE ESPESORES EN LINEAS Y EQUIPOS EN UNA PLANTA HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS**

<b>Elemento</b>					
<b>Función</b>	Permite indicar un chamfer	Permite indicar un corte para una línea de proceso que continua en otro dibujo	Indica una placa orificio	Dibuja una soldadura y soldadura reforzada	Indica el corte de una línea

Tabla 2.2 (continuación) Funcionalidad de los Elementos de la Barra de Herramientas.

<b>Elemento</b>					
<b>Función</b>	Coloca una válvula de compuerta, válvula de globo, válvula de bola y válvula macho	Indica una válvula con actuador y bridas	Indica una válvula con actuador, bridas y reducciones	Indica una válvula de bola, macho, compuerta y globo con bridas	Permite indicar un arreglo de un medidor de flujo con válvulas

Tabla 2.2 (continuación) Funcionalidad de los Elementos de la Barra de Herramientas.



**IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN Y CONTROL DE ESPESORES EN LINEAS Y EQUIPOS EN UNA PLANTA HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS**

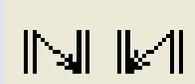
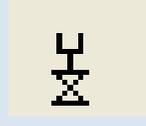
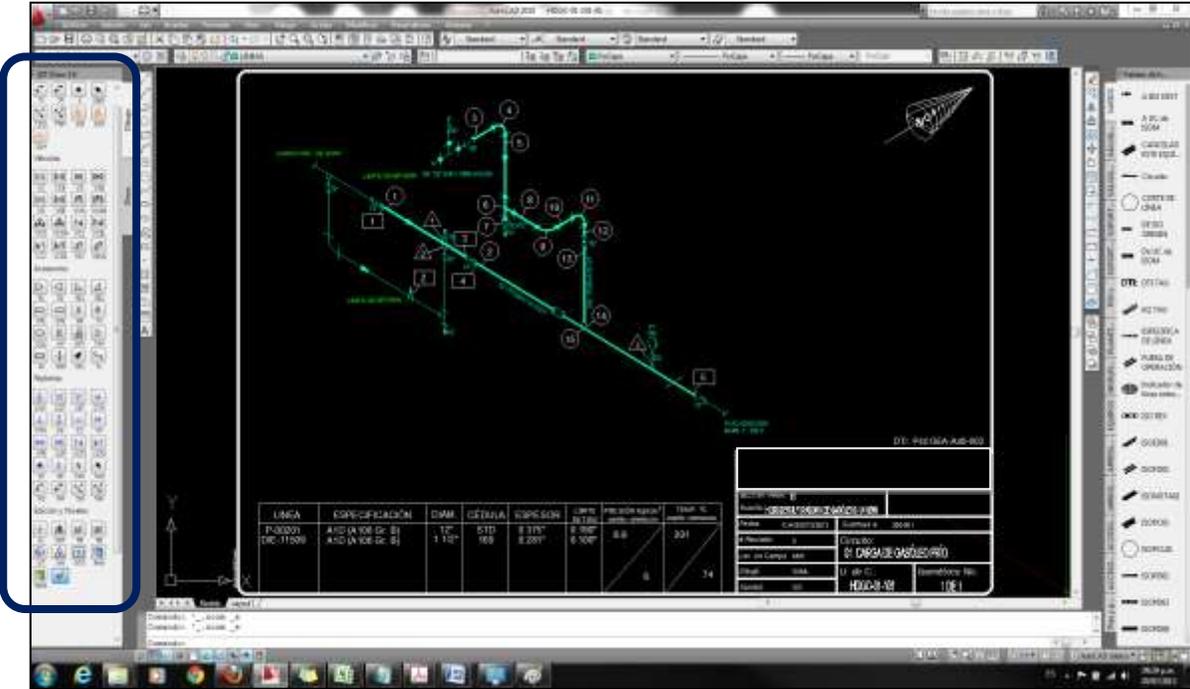
<b>Elemento</b>				 	
<b>Función</b>	Indica una válvula check	Indica una válvula check con bridas	Indica un arreglo típico de niplería: cople-niple-válvula	Dibuja un tapón hembra y macho	Dibuja un cople

Tabla 2.2 (continuación) Funcionalidad de los Elementos de la Barra de Herramientas.



**IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN Y CONTROL DE ESPESORES EN LINEAS Y EQUIPOS EN UNA PLANTA HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS**

Con el adecuado empleo de los elementos ya mencionados de la barra de herramientas se realiza la digitalización en AutoCAD de los isométricos para inspección técnica de espesores de la planta. En la figura 2.3 y 2.4 se muestran el isométrico de líneas y diagrama de equipo respectivamente.



QIT  
Draw

Figura 2.3 Isométrico de líneas digitalizado con la barra de Herramientas

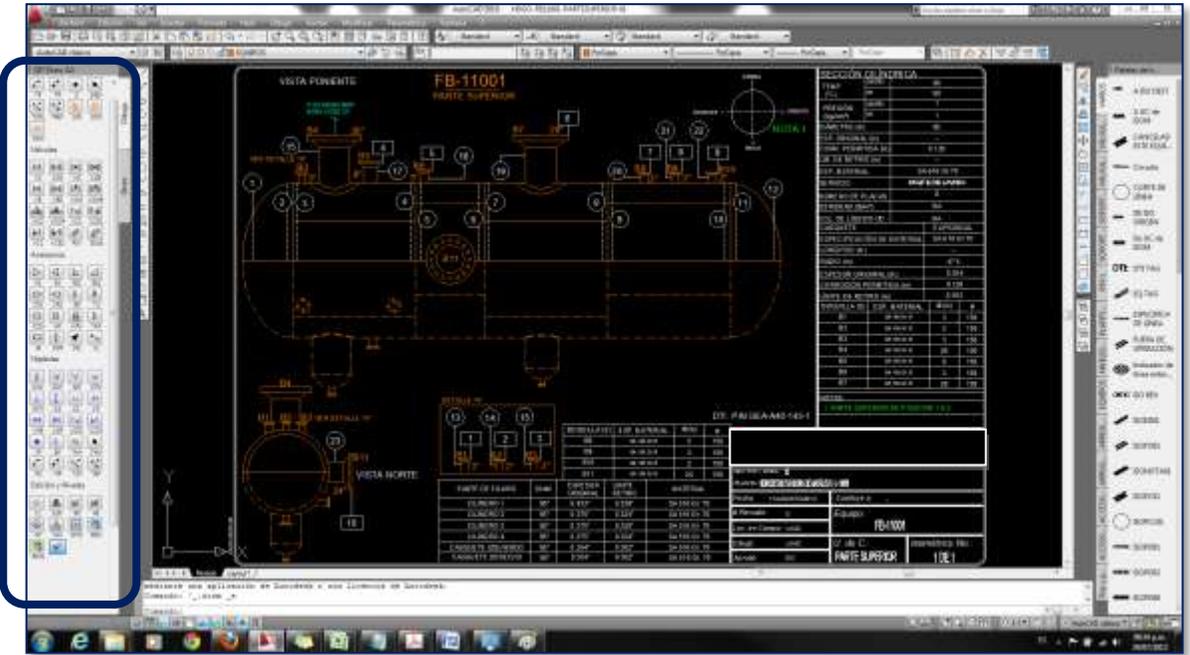


Figura 2.4 Diagrama de equipo digitalizado con la barra de Herramientas



Los isométricos para inspección técnica de espesores deben ser revisados con la finalidad de asegurar que se encuentren elaborados de forma correcta, mostrando en ellos todos los detalles que hay en campo, que los datos contenidos sean correctos, que la simbología y numeración de los niveles de tubería, niplería y tornillería sea correcta con respecto al flujo, etc. Con esta revisión nos aseguramos que en el momento de cargar la unidad de control en el SIMECELE, no se tendrán retrasos ocasionados por corregir isométricos.

La descripción detallada para la digitalización de isométricos, se encuentra en la Guía para dibujar diagramas para inspección técnica de espesores en AutoCAD® 2010, el cual se encuentra administrado por personal de CEASP<sup>4</sup>A (Centro de Estudios para la Administración de la Seguridad de los Procesos Petroquímicos, Poliméricos y la Protección Ambiental) de la Facultad de Química de la UNAM.

## I. CAPTURA DE INFORMACIÓN PROCESADA EN EL SIMECELE

En esta etapa de la metodología para la implementación del SIMECELE, primeramente debemos conocer los conceptos básicos para realizar el trabajo de campo correspondiente a las líneas y equipos de proceso. Por tal razón a continuación se darán a conocer de una manera breve e ilustrada estos conceptos.

### 1) Tuberías (Líneas)

La unión entre tramos de tubería se hace por medio de soldaduras para tener un conjunto de secciones lineales.

Una línea es un conjunto de tramos de tubería y accesorios que manejan el mismo fluido, a las mismas condiciones de operación (normalmente esto se cumple en la tubería localizada entre dos equipos).

Los accesorios de tubería son piezas como tee's, codos, válvulas, ampliaciones y reducciones de diámetro, niples y coples.

Los tramos de tubería sufren modificaciones en su espesor al estarlos soldándolos, por lo que cerca de cada soldadura debe de haber un nivel de calibración para verificar el espesor.



**IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN Y CONTROL DE ESPESORES EN LINEAS Y EQUIPOS EN UNA PLANTA HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS**

Para inspeccionar e identificar una unidad de control en campo, debemos saber cómo se encuentra orientado cada uno de sus accesorios que la conforman en su totalidad. De ésta manera la orientación de la línea determinará la orientación de los puntos de medición de espesores de cada nivel (esto quiere decir que cada nivel de medición está integrado por un conjunto de posiciones dónde se mide el espesor de la pared). Existe una notación numérica y con letras que nos ayuda a comprender como se relacionan los accesorios a medir con sus orientaciones.

Notación de la orientación			
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

**Tabla 2.3 Notación de la Orientación de los accesorios**

Para comprender la medición de espesores de cada accesorio a continuación se muestran las orientaciones y las notaciones para cada uno de ellos:

**Tuberías:**

Dibujo			
<b>Notación con letras</b>	<b>N,S,O,P</b>	<b>N,S,A,B</b>	<b>O,P,A,B</b>
<b>Notación con números</b>	<b>1,2,3,4</b>	<b>1,2,5,6</b>	<b>3,4,5,6</b>

**Figura 2.5 Notación con letras y números de los distintos accesorios de Tuberías**



**IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN Y CONTROL DE ESPESORES EN LINEAS Y EQUIPOS EN UNA PLANTA HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS**

**Tee's:**

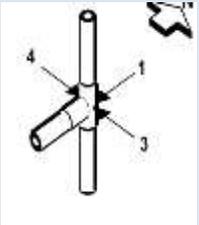
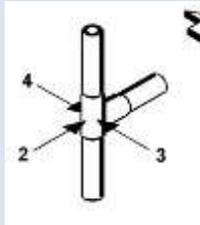
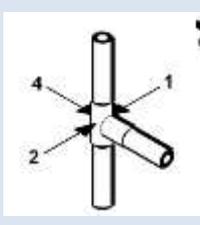
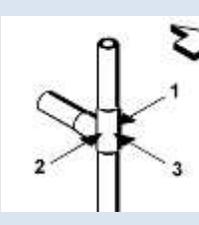
<b>Dibujo</b>				
<b>Notación con letras</b>	<b>N,X,O,P</b>	<b>X,S,O,P</b>	<b>N,S,X,P</b>	<b>N,S,O,X</b>
<b>Notación con números</b>	<b>1,0,3,4</b>	<b>0,2,3,4</b>	<b>1,2,0,4</b>	<b>1,2,3,0</b>

Figura 2.6 Notación con letras y números de los distintos accesorios de Tee's

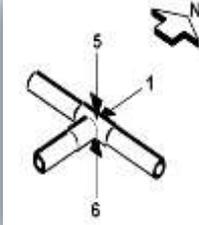
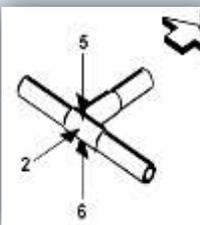
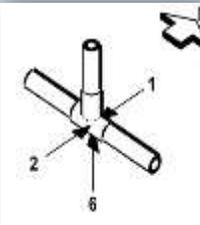
<b>Dibujo</b>				
<b>Notación con letras</b>	<b>N,X,A,B</b>	<b>X,S,A,B</b>	<b>N,S,X,B</b>	<b>N,S,A,X</b>
<b>Notación con números</b>	<b>1,0,5,6</b>	<b>0,2,5,6</b>	<b>1,2,0,6</b>	<b>1,2,5,0</b>

Figura 2.6 (continuación) Notación con letras y números de los distintos accesorios de Tee's



**IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN Y CONTROL DE ESPESORES EN LINEAS Y EQUIPOS EN UNA PLANTA HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS**

**Tee's:**

<b>Dibujo</b>				
<b>Notación con letras</b>	<b>O,X,A,B</b>	<b>X,P,A,B</b>	<b>O,P,X,B</b>	<b>O,P,A,X</b>
<b>Notación con números</b>	<b>3,0,5,6</b>	<b>0,4,5,6</b>	<b>3,4,0,6</b>	<b>3,4,5,0</b>

Figura 2.6 (continuación) Notación con letras y números de los distintos accesorios de Tee's

**Codos:**

<b>Dibujo</b>				
<b>Notación con letras</b>	<b>N,S,C,G</b>	<b>N,S,C,G</b>	<b>N,S,C,G</b>	<b>N,S,C,G</b>
<b>Notación con números</b>	<b>1,2,7,8</b>	<b>1,2,7,8</b>	<b>1,2,7,8</b>	<b>1,2,7,8</b>

Figura 2.7 Notación con letras y números de los distintos accesorios de Codos



**IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN Y CONTROL DE ESPESORES EN LINEAS Y EQUIPOS EN UNA PLANTA HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS**

**Codos:**

<b>Dibujo</b>				
<b>Notación con letras</b>	<b>O,P,C,G</b>	<b>O,P,C,G</b>	<b>O,P,C,G</b>	<b>O,P,C,G</b>
<b>Notación con números</b>	<b>3,4,7,8</b>	<b>3,4,7,8</b>	<b>3,4,7,8</b>	<b>3,4,7,8</b>

Figura 2.7 (continuación) Notación con letras y números de los distintos accesorios de Codos

<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>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>5,6,7,8</b>

Figura 2.7 (continuación) Notación con letras y números de los distintos accesorios de Codos



**IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN Y CONTROL DE ESPESORES EN LINEAS Y EQUIPOS EN UNA PLANTA HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS**

**Codos Obstruidos:**

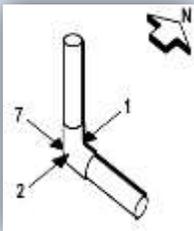
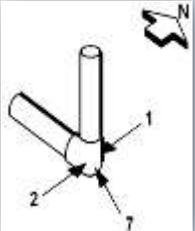
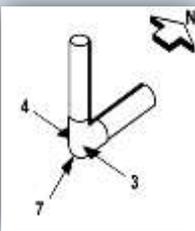
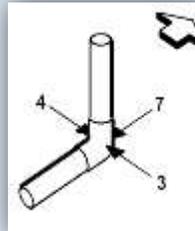
<b>Dibujo</b>				
<b>Notación con letras</b>	<b>N,S,C,X</b>	<b>N,S,C,X</b>	<b>O,P,C,X</b>	<b>O,P,C,X</b>
<b>Notación con números</b>	<b>1,2,7,0</b>	<b>1,2,7,0</b>	<b>3,4,7,0</b>	<b>3,4,7,0</b>

Figura 2.7 (continuación) Notación con letras y números de los distintos accesorios de Codos

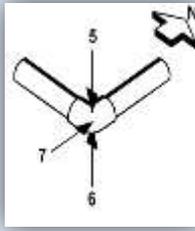
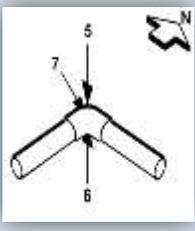
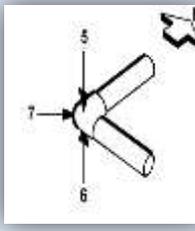
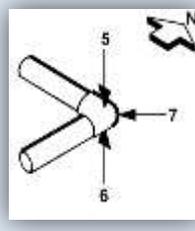
<b>Dibujo</b>				
<b>Notación con letras</b>	<b>A,B,C,X</b>	<b>A,B,C,X</b>	<b>A,B,C,X</b>	<b>A,B,C,X</b>
<b>Notación con números</b>	<b>5,6,7,0</b>	<b>5,6,7,0</b>	<b>5,6,7,0</b>	<b>5,6,7,0</b>

Figura 2.7 (continuación) Notación con letras y números de los distintos accesorios de Codos



**IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN Y CONTROL DE ESPESORES EN LINEAS Y EQUIPOS EN UNA PLANTA HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS**

En la figura 2.8 se muestra un tramo de tubería en la que se realiza un corte y los puntos de calibración.

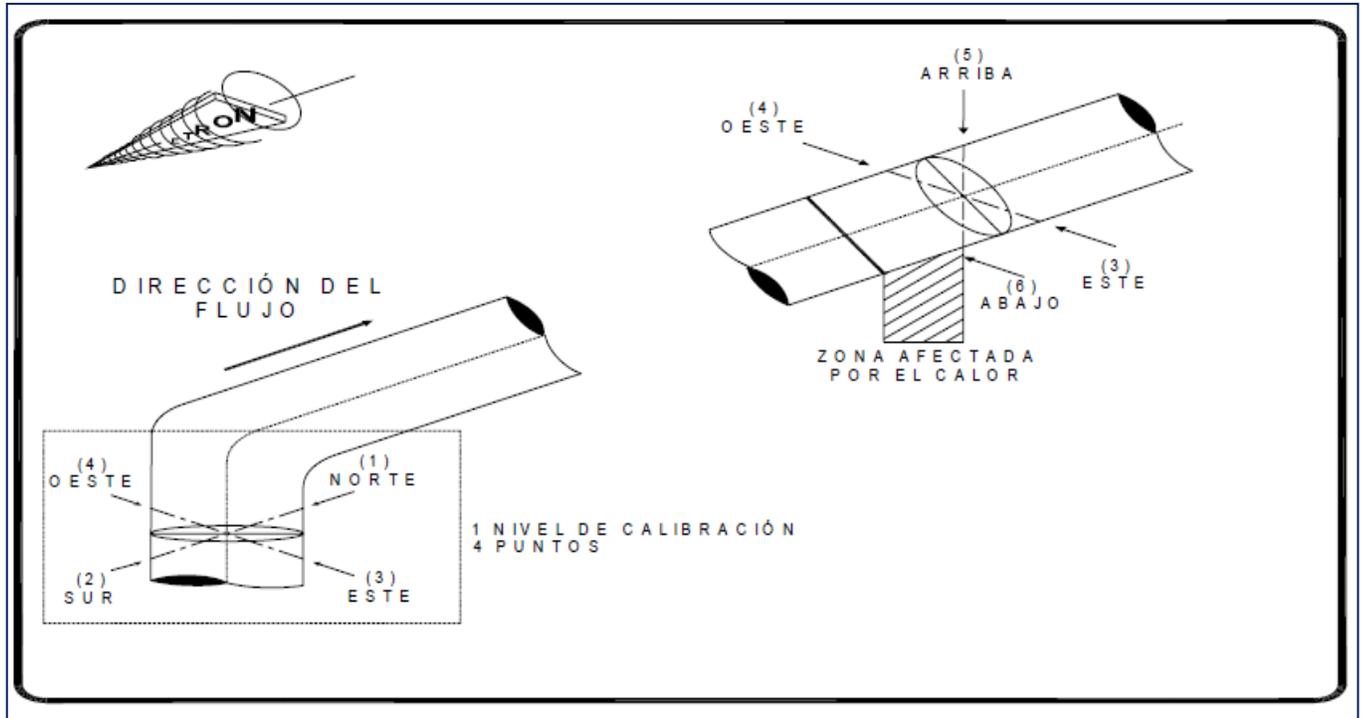


Figura 2.8 Puntos de calibración en una tubería

**Los criterios para determinar un nivel de inspección de tubería son:**

- Después de cada soldadura
- En un injerto
- En los codos
- En la reducción
- En la unipon de la "T"
- En la unión de los filtros
- Después de un medidor de flujo
- Después de una brida

Tabla 2.4 Determinación de un nivel de inspección en una tubería.



**IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN Y CONTROL DE ESPESORES EN LINEAS Y EQUIPOS EN UNA PLANTA HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS**

En la figura 2.9 se muestra el isométrico con niveles de medición de tubería.

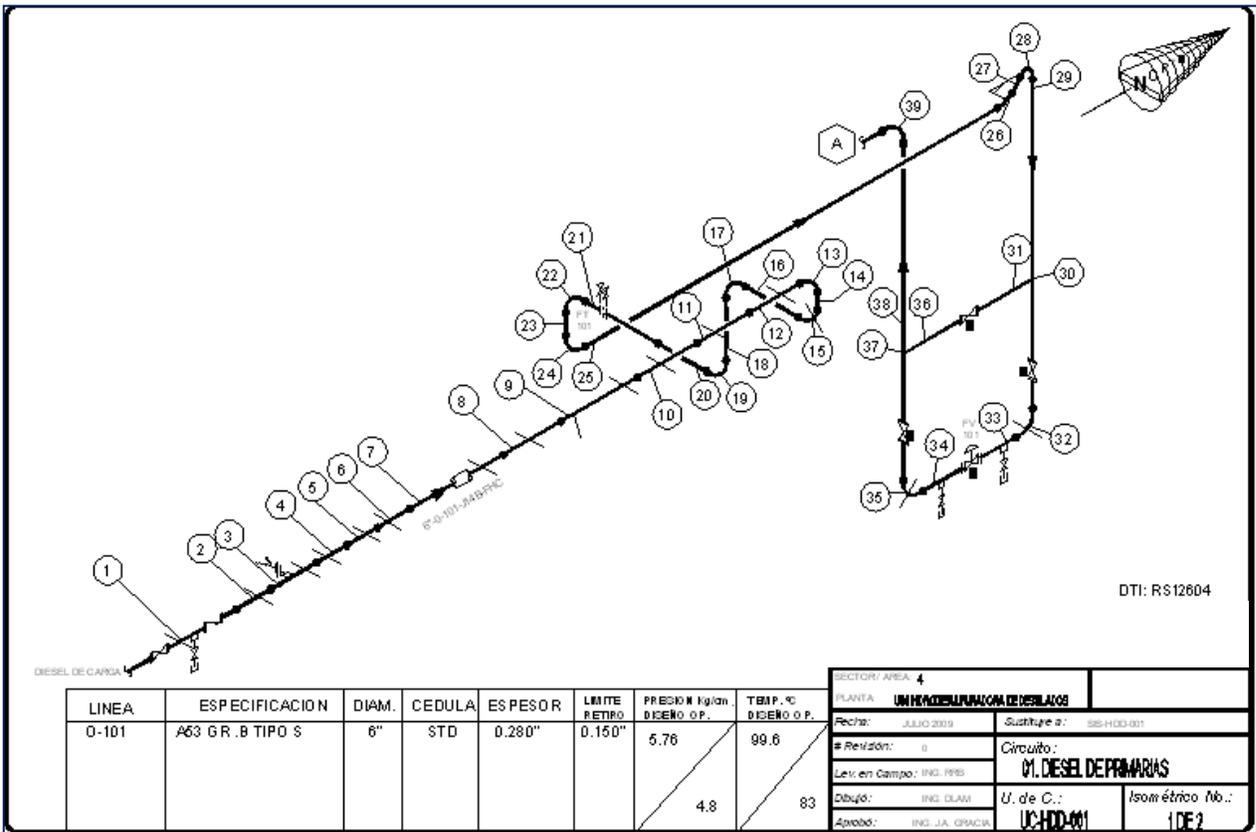


Figura 2.9 Isométrico con niveles de medición de tubería

## 2) Equipos

Es muy extensa la explicación de la medición de espesores por equipos, ya que estos se tienen que seccionar porque en la mayoría de ellos las condiciones de operación no son uniformes.

Antes de empezar es importante mencionar que la medición de espesores a equipos se realiza cuando la planta o sección de planta está en paro absoluto debido a que si estuviera en operación sería imposible medir cuanto se ha adelgazado el material.

La división de circuitos es por equipos, es decir, cada equipo es un circuito. Por lo tanto los circuitos se identificarán con el TAG del equipo y habrá tantos circuitos como equipos en la planta. Puede haber recipientes horizontales o verticales con zonas donde se concentra la corrosión, por ejemplo:



## Torres de Destilación

Debe seccionarse para tener unidades de control con velocidades de desgaste homogéneas. Este equipo se divide en las siguientes unidades de control: Fondo, LG (indicador de nivel), Alimentación, Extracción y Domo.

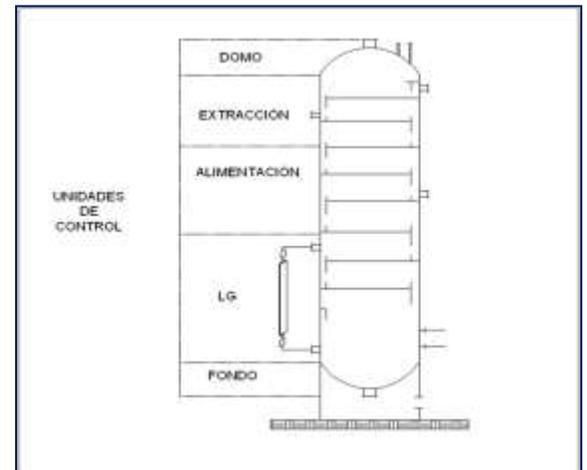


Figura 2.10 Unidades de Control en una Torre de Destilación

## Tanques

En los tanques de almacenamiento atmosféricos, esferas y esferoides, se debe seccionar una unidad de control por Anillo, Casquete inferior ó Fondo y Casquete superior ó Cúpula.

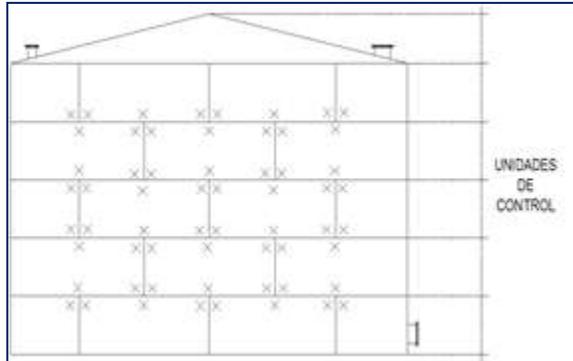


Figura 2.12 Unidad de Control en un Tanque Vertical

## Tanques Acumuladores

En los tanques acumuladores horizontales y verticales se debe seccionar en: Cuerpo, Tapa superior y Tapa inferior. Esto es dividir las unidades de control donde hay zona líquida y zona de vapores, o bien, interfases donde es elevada la velocidad de desgaste en una de ellas.

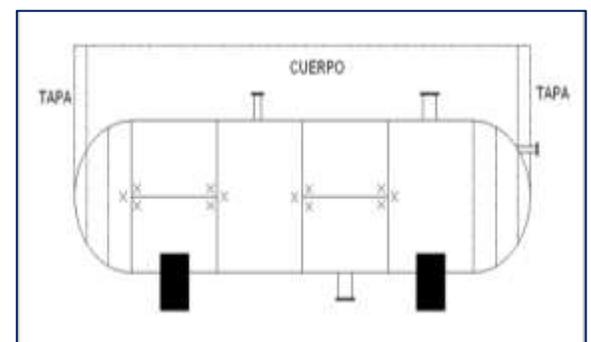


Figura 2.13 Unidad de Control en un Tanque Acumulador



### Rehervidores

Se debe seccionar una unidad de control para el conjunto de piezas que manejan el fluido frío y otra para las que manejan el fluido caliente.

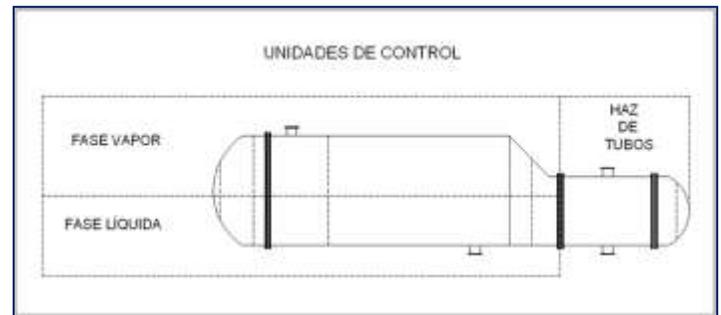


Figura 2.14 Unidad de Control en un Rehervidor

### Intercambiadores de calor

Se debe seccionar una unidad de control para el cuerpo (carcasa) y otra para el carrete (haz de tubos), es decir una para la sección donde maneje fluido caliente y otra para el fluido frío.



Figura 2.15 Unidad de Control en un Intercambiador de Calor

**Los criterios para determinar un nivel de inspección de equipo son:**

Cada placa es un nivel de medición

Cada boquilla es un nivel, con cuatro posiciones cada uno

Antes y después de cada brida

Al final de la tapa

En la zona de transición

Nivel de líquido/fondo

Los niveles que sean necesarios en zonas críticas

Tabla 2.5 Determinación de un nivel de inspección en un equipo.



El número de puntos de medición por cada nivel debe estar en función de la torre o recipiente, de acuerdo con su diámetro, pero en ningún caso menor de 4 puntos.

La orientación del equipo o boquilla determinará las posiciones de los puntos, mientras que el número de posiciones estará fijado por el perímetro del cuerpo o boquilla del equipo como se muestra a continuación:

1	Boquillas y registros	Un nivel con 4 posiciones.
2	Casquetes	1 o 2 niveles, de 4 a 32 posiciones cada uno, preferentemente en zona alrededor de boquilla central, en el domo preferentemente a la salida de vapores.
3	Zona de transición	1 nivel de 4 a 32 posiciones (según diámetro).
4	Nivel de líquido/fondo	1 nivel de 4 a 32 posiciones (según diámetro).
5	Cuerpo Zona de vapores	Los niveles que sean necesarios en forma crítica, de 4 a 32 posiciones (según diámetro).
6	Cuerpo Zona del líquido	Los niveles que sean necesarios en forma crítica, de 4 a 32 posiciones (según diámetro).

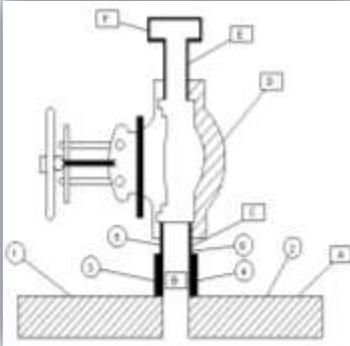
Tabla 2.6 Posiciones para inspección en las distintas partes de un equipo.

### 3) Niplerías

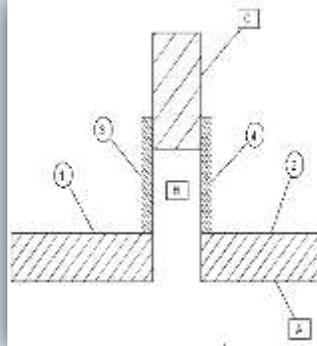
En la figura 2.16 se muestran algunos ejemplos de arreglos de niplería en líneas y equipos de proceso que también se analizan en SIMECELE, indicando los puntos de medición de espesores así como de los puntos a revisar de cada pieza en cada arreglo aplicando la normatividad vigente:



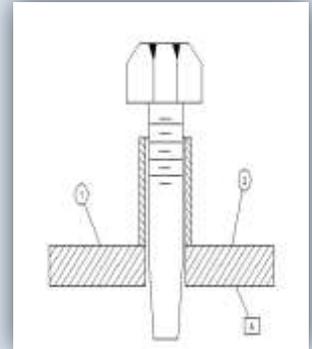
### COPLE-NIPLE-VÁLVULA



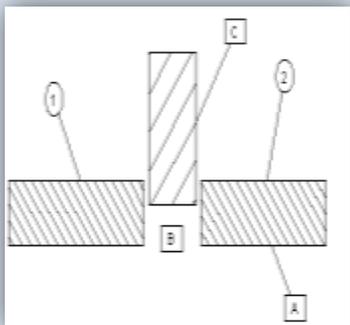
### COPLE-TAPÓN



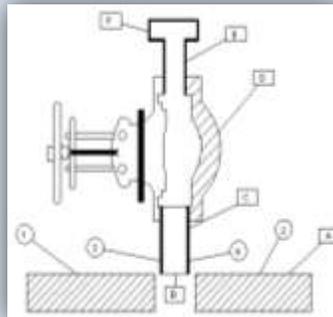
### COPLE-TERMOPOZO



### COPLE-TAPÓN



### ORIFICIO-NIPLE-VÁLVULA



#### Puntos a Revisar:

- Libraje del cople.
- Longitud del cople.
- Cuerdas hembras (cople, válvula, tapón, etc.).
- Cuerdas macho (niples).
- Cabeza del tapón.
- Material de las piezas.
- Estado físico de las piezas.
- Soldaduras en el cople y las demás piezas.
- Cédula del niple.
- Longitud de niple.
- Cuerdas macho (niple).
- "Libraje" de la válvula.
- Revisar si el tapón es sólido o hueco.

Figura 2.16 Arreglos de Niplerías para Tuberías y Equipos



Los criterios para determinar un nivel de inspección de niplería son:

En una purga
En un dren
En un venteo
En una toma de instrumento
Cuando sea un arreglo típico para un termopar (cople, línea de proceso, brida, niple, y termopar)
En un medidor de flujo
En el caso de líneas conectadas a bombas

Tabla 2.7 Determinación de un nivel de inspección en una niplería.

#### 4) Tornillerías

A continuación se muestran los criterios generales para evaluar el estado físico de las tornillerías contenidas en las tuberías y equipos de proceso, con la finalidad de evaluar su integridad y garantizar su vida útil.

Criterios de revisión de Tornillería.		
Grado de corrosión	Descripción	Periodo de revisión
Leve	Se observan oxidados, pero la cuerda del espárrago no se ve desgastada en forma apreciable.	5 años
Moderada	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.	4 años
Alta	El espárrago prácticamente ya no cuenta con rosca en alguna sección, pero se alcanzan a ver todavía los hilos.	3 años
Severa	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.	2 años

Tabla 2.8 Evaluación de las tornillerías en tuberías y equipos



**IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN Y CONTROL DE ESPESORES EN LINEAS Y EQUIPOS EN UNA PLANTA HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS**

Los criterios para determinar un nivel de inspección de tornillería son:

- Todas las bridas unidas a boquillas de equipos
- En un medidor de flujo sólo habrá un nivel
- En bridas
- Cuando sea un arreglo típico para un termopar (cople, línea de proceso, brida, niple y termopar)

Tabla 2.9 Determinación de un nivel de inspección en una tornillería.

En la figura 2.17 se muestra el isométrico con todos los niveles de medición.

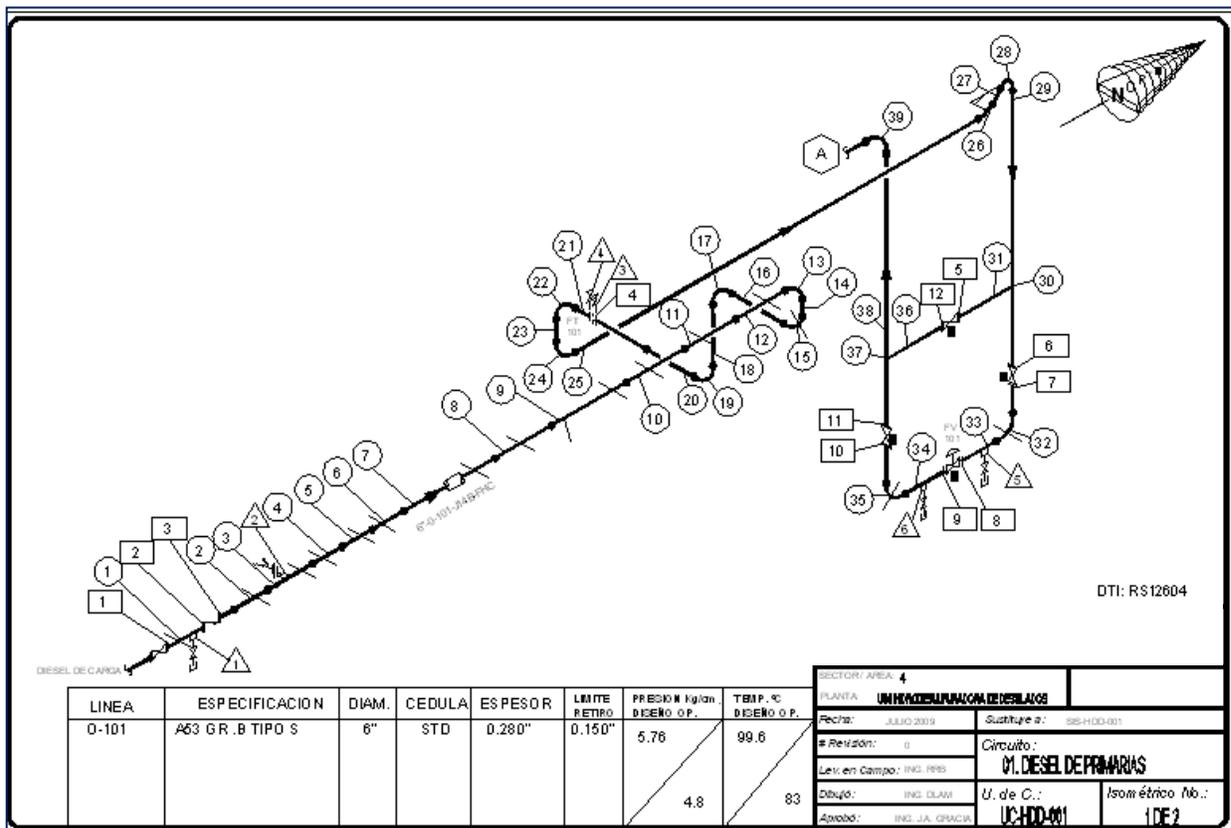
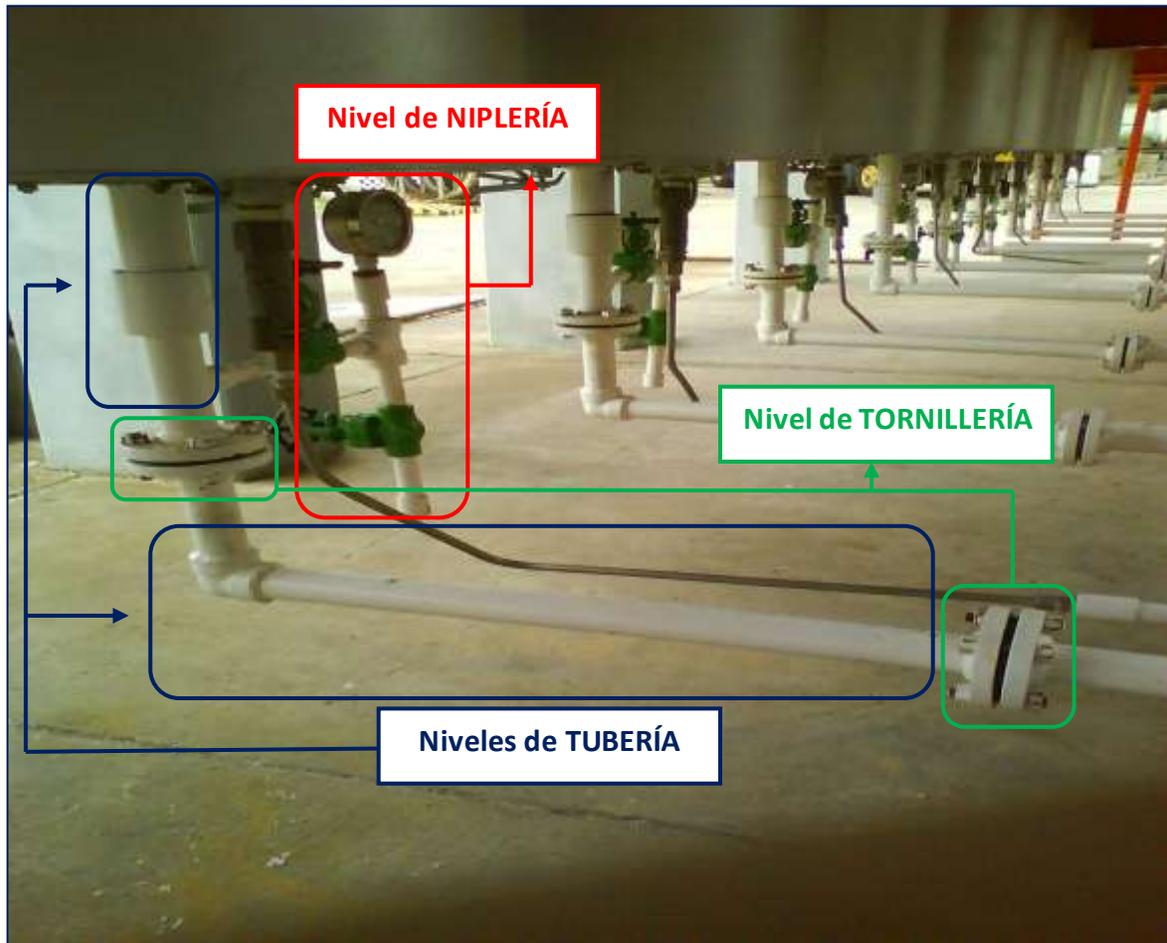


Figura 2.17 Isométrico con todos los niveles de inspección técnica



**IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN Y CONTROL DE ESPESORES EN LINEAS Y EQUIPOS EN UNA PLANTA HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS**

En la figura 2.18 se muestra una fotografía de campo con los distintos niveles de medición.



**Figura 2.18 Fotografía de los distintos niveles de medición en una tubería**

Los datos que se obtienen siendo el resultado de las mediciones en campo, quedan guardados en el DMS-2 o en su defecto se apuntan en una hoja indicando el nivel y la posición en la que fue tomada cada medición. Estos datos son de suma importancia ya que son objeto de análisis y control de las mediciones reportadas.



**Figura 2.19 Equipo DMS-2 para la medición de espesores en las tuberías**



## 5) Análisis estadístico de SIMECELE

Posteriormente realizada la medición de espesores y con la descarga de datos en el SIMECELE, se procede a realizar el análisis de espesores para obtener el desgaste máximo ajustado, vida útil estimada, fecha de próxima medición de espesores y fecha de retiro probable de la unidad de control.

El SIMECELE agrupa los niveles normales y los críticos e identifica los espesores mínimos de acuerdo al diámetro, además discrimina los valores de espesor que exceden 20% del diámetro nominal y los engordamientos.

La velocidad de desgaste o velocidad de corrosión es la velocidad con la cual disminuye el espesor de pared y se considera crítica si su valor puntual o promedio excede las 15 mpa.

Para que sea aceptable el cálculo, debe haber transcurrido cuando menos un año entre una pareja de fechas de medición.

Las ecuaciones que utiliza el SIMECELE para realizar el análisis de los espesores son las siguientes:

**Fecha de Medición ( $f$ ):**

$$f = \text{año} + \frac{\text{mes} + \text{día}}{12}$$

mes: Equivalente en número.

día: Número de días entre el total del mes correspondiente.

**Velocidad de desgaste puntual ( $d$ ):**

$$d = \frac{e_i - e_f}{f_f - f_i}$$

$e_i$ : Espesor obtenido en la fecha  $f_i$  [mpa].

$e_f$ : Espesor obtenido en la fecha  $f_f$  [mpa].

$f_i$ : Fecha de medición anterior [años].

$f_f$ : Fecha de medición que se está analizando [años].

**Velocidad desgaste promedio ( $D_p$ ):**

$$D_p = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{n}$$

$d_i$ : Velocidad de desgaste puntual [mpa].

$n$ : Número total de mediciones.



En caso de detectar varios puntos críticos o atípicos se deberán analizar por separado para programar su fecha próxima de inspección aparte. Para el cálculo de la velocidad de desgaste máxima ajustada se utilizan las siguientes fórmulas:

Para puntos normales:

**Velocidad máxima de desgaste ajustada estadísticamente ( $D_{max}$ ):**

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

$D_p$ : Velocidad de desgaste promedio [mpa].

$n$ : Número total de mediciones.

Una vez determinada la velocidad de desgaste máxima ajustada se pueden determinar los valores de la VUE, FPME y FRP que se definen a continuación:

**Vida Útil Estimada (VUE):**

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

$e_k$ : Espesor mínimo encontrado durante la inspección [mpa].

$L_r$ : Límite de retiro [mpa].

Vida Útil Estimada:  
Tiempo estimado que debe transcurrir antes de que la unidad de control llegue a su límite de retiro.

**Fecha Próxima de Medición de Espesores (FPME):**

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

$f_f$ : Fecha de medición que se está analizando [años].

VUE: Vida Útil Estimada

Fecha de Próxima Medición de Espesores:  
Fecha en la cual debe efectuarse la siguiente medición de la unidad de control.

**Fecha de Retiro Probable (FRP):**

$$FRP = f_f + VUE$$

$f_f$ : Fecha de medición que se está analizando [años].

VUE: Vida Útil Estimada

Fecha de Retiro Probable:  
Fecha en la cual se estima que debe retirarse la unidad de control, por haber llegado al término de su vida útil estimada.

Para el cálculo de VUE, FPME, y FRP es necesario 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.



## IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN Y CONTROL DE ESPESORES EN LINEAS Y EQUIPOS EN UNA PLANTA HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS

Las variables son: Fecha de última medición ( $f_k$ ), Espesor más bajo encontrado en la última medición ( $e_k$ ) y Límite de Retiro ( $L_r$ ).

Con las ecuaciones mostradas anteriormente el SIMECELE puede realizar el análisis de espesores para todas las unidades de control de líneas y equipos.

### CAPTURA DE INFORMACIÓN EN EL SIMECELE

Para dar de alta una unidad de control, se requieren datos previos, como la especificación de material, condiciones máximas de operación (temperatura y presión) o los servicios que ofrece la planta. Por lo que es necesario dar de alta estos datos antes de la unidad de control.

#### Las entidades que se deben dar de alta son:

Licenciador
Especificación de material
Área/Sector
Planta/Instalación
Circuito o Equipo

Tabla 2.10 Entidades para la captura de Información en el SIMECELE.

Para dar de alta dichas entidades al SIMECELE se requieren de las siguientes acciones:

#### 1) Dar de alta un licenciador

El licenciador es el nombre del paquete de especificaciones, bajo el cual está construida la instalación (por ejemplo: IMP, NRF-032, etc.).

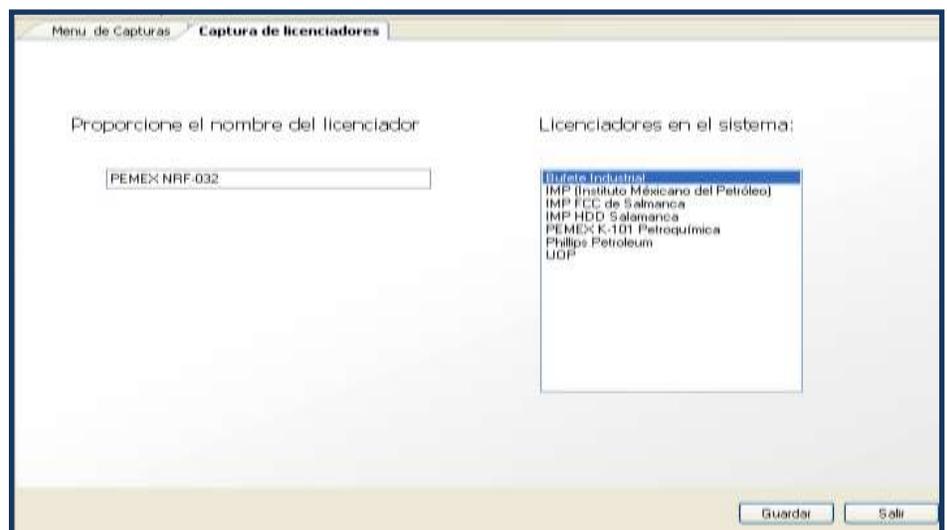


Figura 2.20 Licenciador en SIMECELE



## IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN Y CONTROL DE ESPESORES EN LINEAS Y EQUIPOS EN UNA PLANTA HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS

### 2) Dar de alta especificación de material

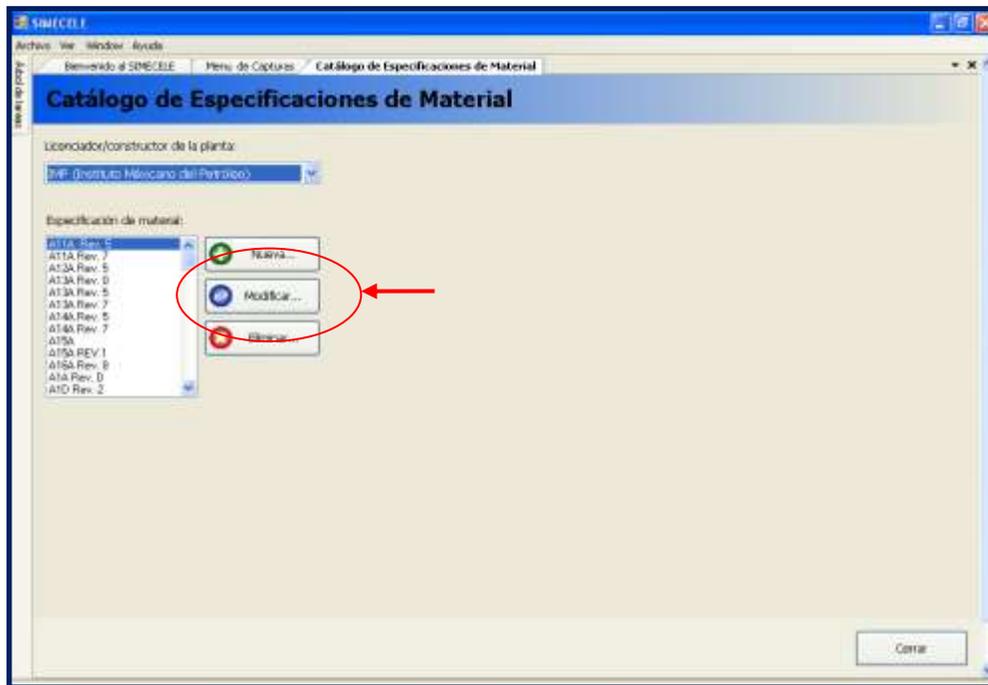


Figura 2.21 Especificación de Materiales en SIMECELE

En el módulo “Ver o cargar especificaciones” se dan de alta las especificaciones de materiales de acuerdo al licenciador de la planta. SIMECELE cuenta con una serie de catálogos de especificaciones de material. Si se requiere otro catálogo se debe dar de alta.

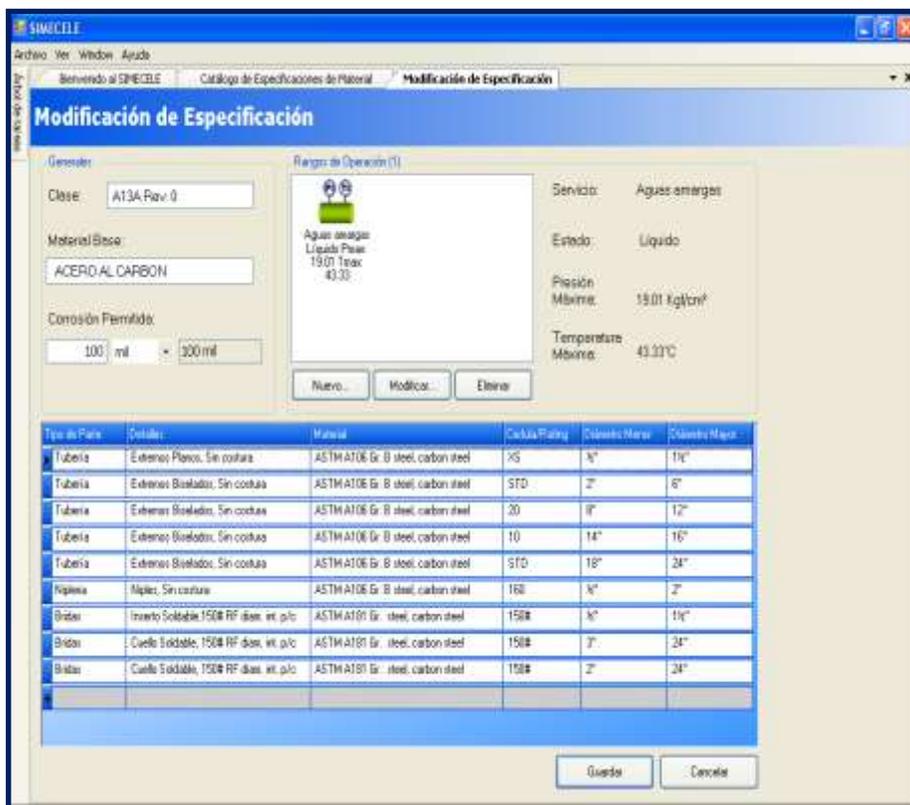


Figura 2.22 Modificación de la Especificación de Materiales en SIMECELE

En la opción “Modificar” se da de alta la clase de material (incluida su revisión), el material base, la corrosión permisible, los servicios que maneja y sus condiciones máximas de operación. Se da de alta además, la parte de la tubería o sus accesorios, una breve descripción del mismo, el material y los rangos de diámetros para dicho material.



## IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN Y CONTROL DE ESPESORES EN LINEAS Y EQUIPOS EN UNA PLANTA HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS

### 3) Dar de alta áreas o sectores de la planta

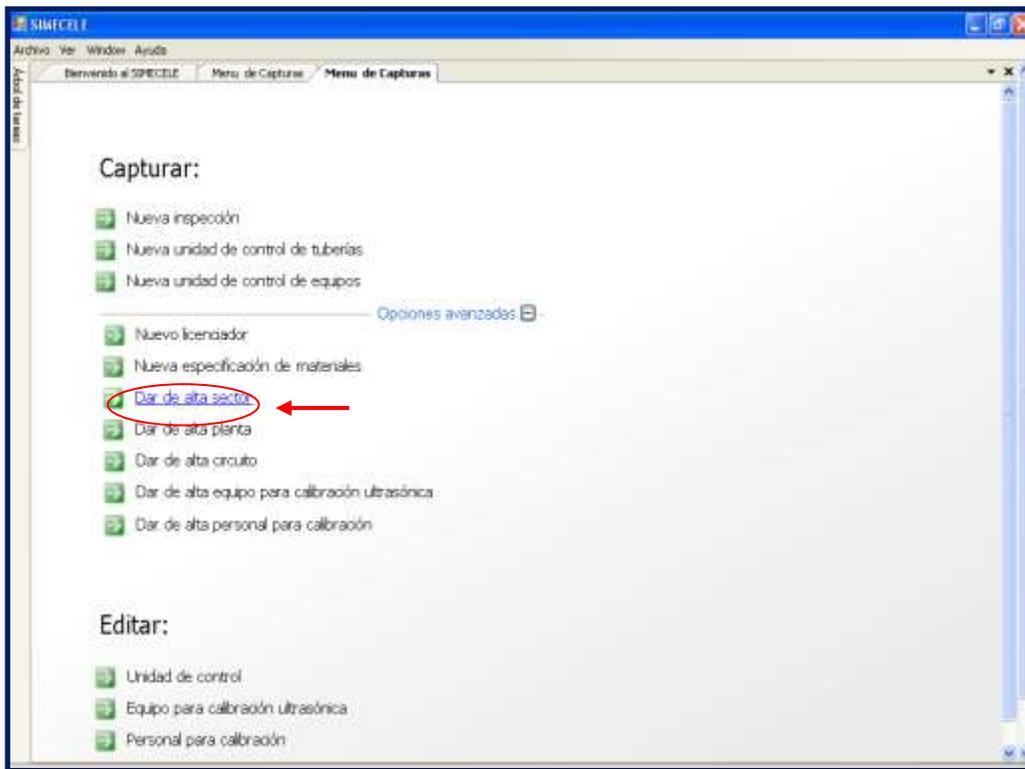


Figura 2.23 Sectores de la Planta en SIMECELE

En el módulo “Capturar o Editar información” y la sección de “Capturar” se despliega el menú de “Opciones Avanzadas” y se elige la opción de “Dar de alta sector”.

Posteriormente se indica el número y nombre del sector con previa selección del centro de trabajo al que pertenece.

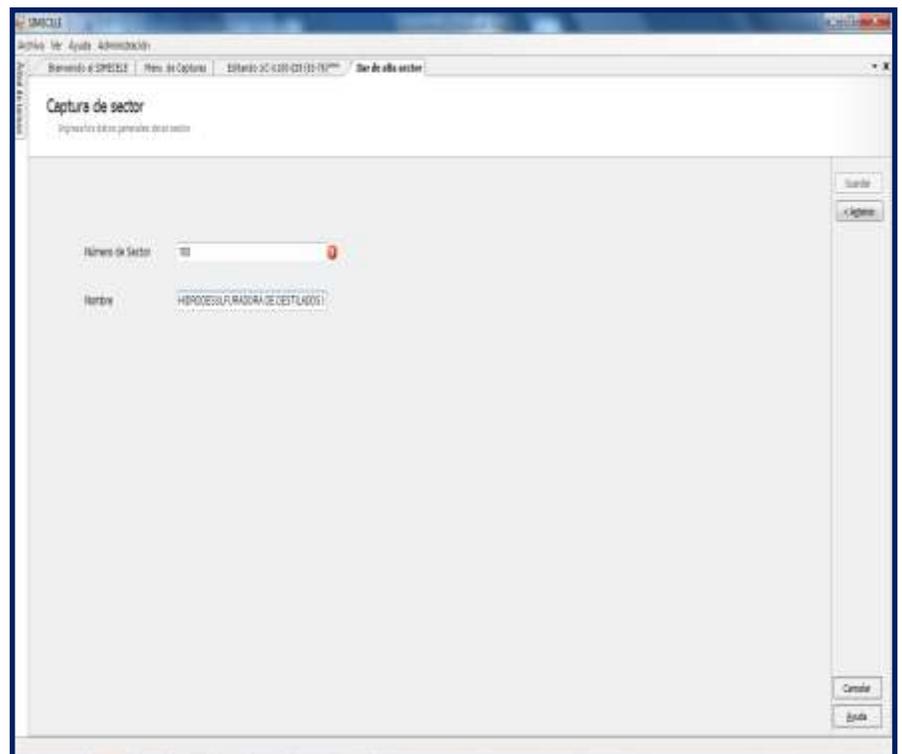


Figura 2.24 Captura del Sector de la Planta en SIMECELE



## IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN Y CONTROL DE ESPESORES EN LINEAS Y EQUIPOS EN UNA PLANTA HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS

### 4) Dar de alta la planta

En el módulo “Capturar o Editar información” y la sección de “Capturar” se despliega el menú de “Opciones Avanzadas” y se elige la opción de “Dar de alta planta”.

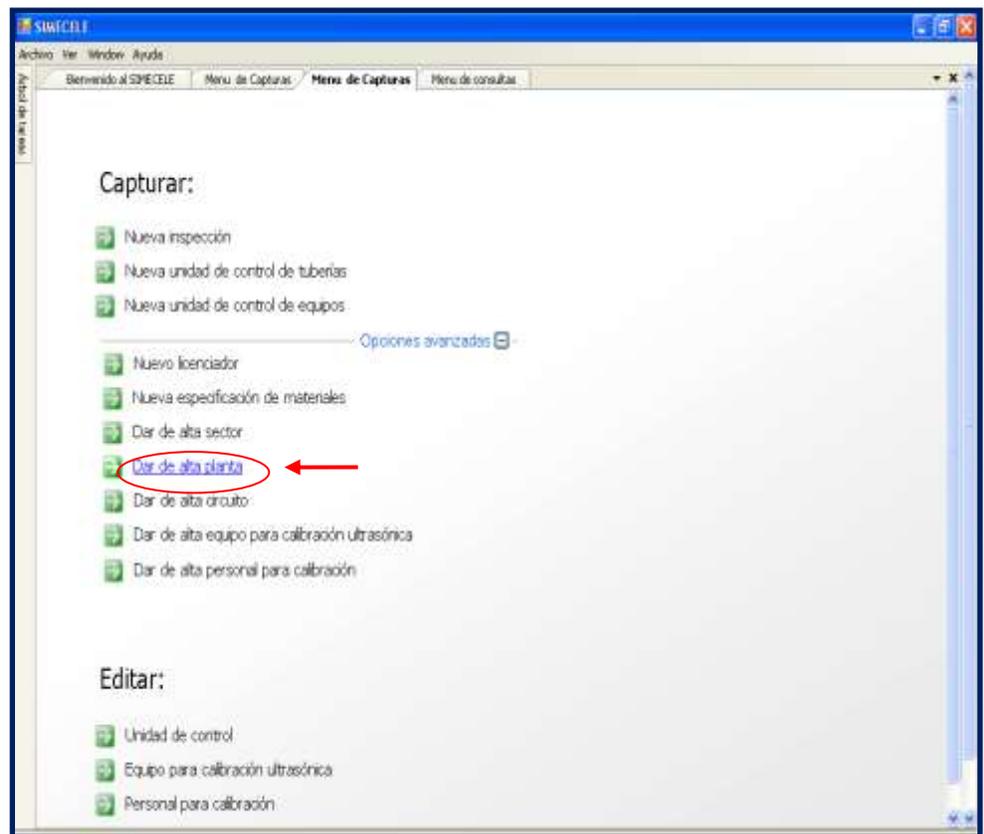


Figura 2.25 Captura de la Planta en SIMECELE

Después se indica el código de identificación y nombre de la planta con previa selección del centro de trabajo y sector al que pertenece.

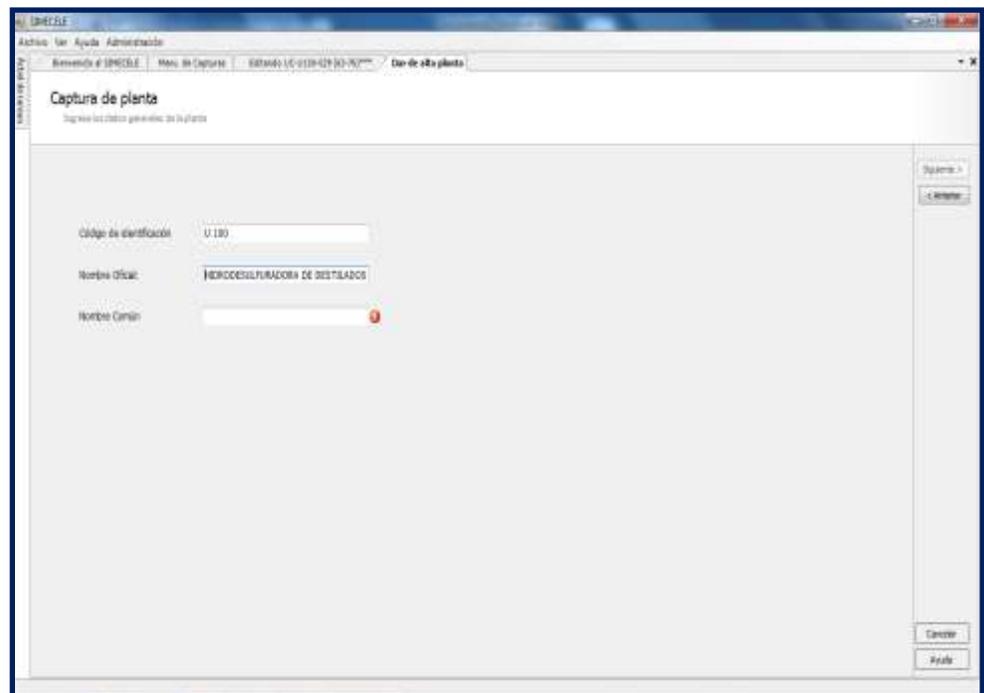


Figura 2.25 (continuación) Captura de la Planta en SIMECELE



**IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN Y CONTROL DE ESPESORES EN LINEAS Y EQUIPOS EN UNA PLANTA HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS**

Posteriormente se selecciona el licenciador de la planta e inmediatamente se capturan los servicios que maneja la planta, así como el estado del fluido.

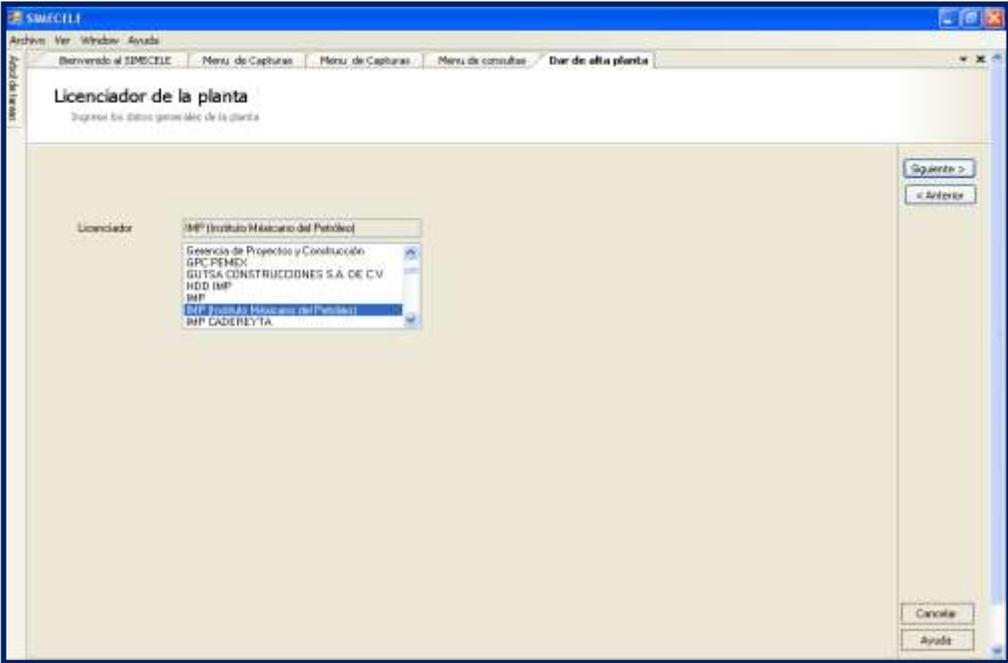


Figura 2.25 (continuación) Captura de la Planta en SIMECELE

**5) Dar de alta un circuito**

En el módulo “Capturar o Editar información” y la sección de “Capturar” se despliega el menú de “Opciones Avanzadas” y se elige la opción de “Dar de alta circuito”.

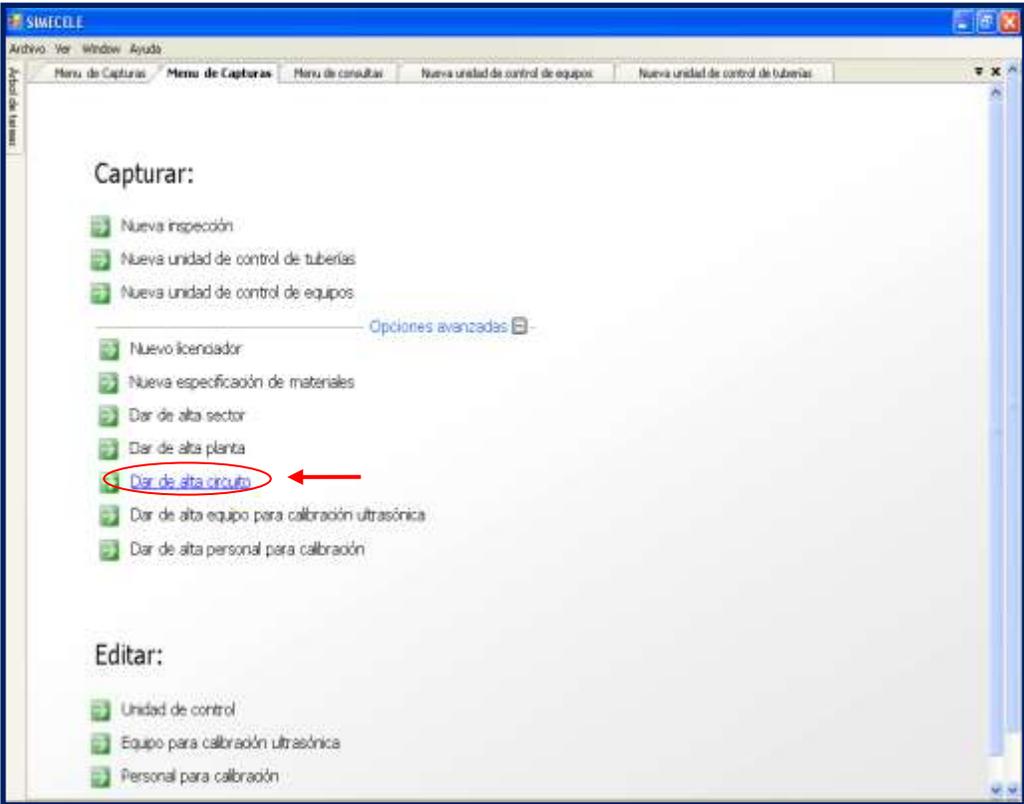


Figura 2.26 Captura del Circuito en SIMECELE



## IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN Y CONTROL DE ESPESORES EN LINEAS Y EQUIPOS EN UNA PLANTA HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS

The screenshot shows a software window titled 'SIMECELE' with a menu bar (Archivo, Ver, Window, Ayuda) and a toolbar (Bienvenido al SIMECELE, Menu de Capturas, Dar de alta circuito, Menu de Capturas, Dar de alta circuito). The main area is titled 'Captura de circuito' with the instruction 'Ingrese los datos generales de un circuito'. It contains two input fields: 'Numero de Circuito (E)' with the value '040' and a red error icon, and 'Nombre' with the value 'MLP-1'. A checkbox labeled 'Circuito para equipo' is checked. On the right side, there are 'Siguiente >' and '< Anterior' buttons. At the bottom right, there are 'Cancelar' and 'Ayuda' buttons.

Posteriormente se indica el nombre y número del circuito (se debe especificar si se trata de un circuito de equipo), con previa selección del centro de trabajo, el sector y la planta al que pertenece.

Figura 2.26 (continuación) Captura del Circuito en SIMECELE

Cuando se tienen dichas entidades en el SIMECELE se procede a dar de alta las unidades de control.

### 6) Dar de alta una unidad de control de líneas

Una vez que los datos anteriores han sido dados de alta, es posible capturar una nueva unidad de control, para esto se requiere tener la siguiente información disponible:

- Características generales de la unidad de control: localización, clave y descripción
- Código de la especificación de materiales
- Servicio que proporciona
- Temperatura y presión de operación normal (índice de riesgo opcional)
- Lista de diámetros a utilizar en su tubería y accesorios
- Niveles de tubería
- Niveles de niplería
- Niveles de tornillería



## IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN Y CONTROL DE ESPESORES EN LINEAS Y EQUIPOS EN UNA PLANTA HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS

En el módulo “Capturar o Editar información” y la sección de “Capturar” se elige la opción de “Nueva unidad de control de tuberías”.

Posteriormente se desplegará una pantalla de “Ubicación de la unidad de control” para seleccionar el centro de trabajo, el sector, la planta y el circuito en donde pertenece la unidad de control.

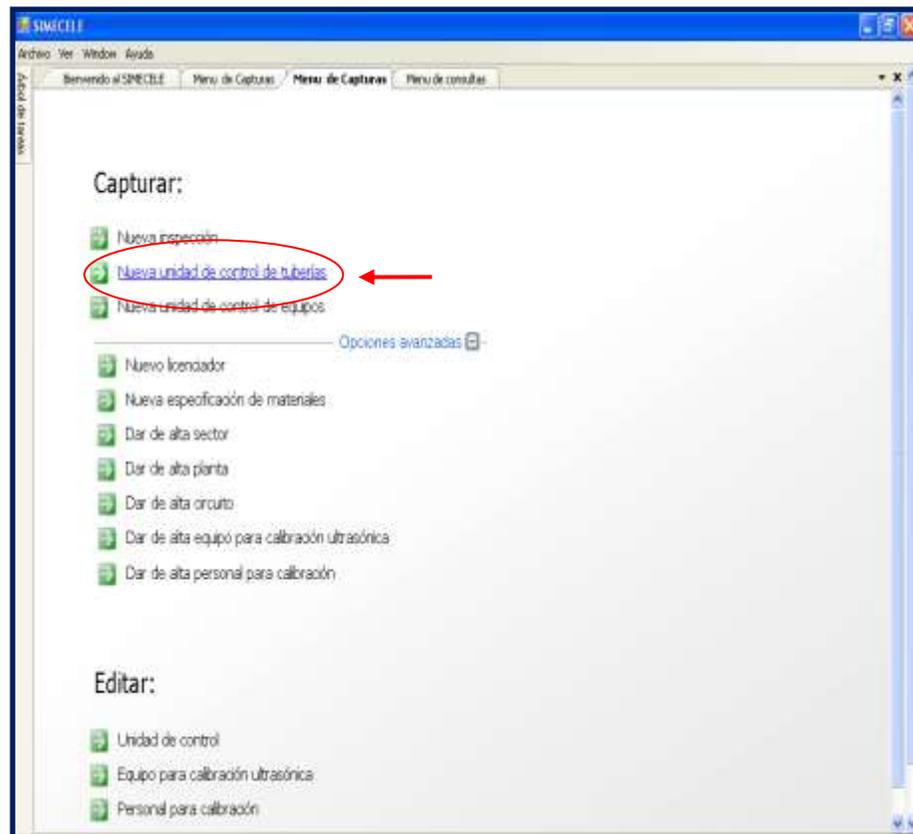


Figura 2.27 Captura de Unidad de Control de Tubería en SIMECELE

En “Lista de diámetros” seleccionamos todos aquellos diámetros incluidos en la tubería y en la niplería (en caso de tenerla).

En “Niveles de Tubería” seleccionamos el diámetro, el tipo de nivel (tramo de tubería, tee, reducción, codo) respetando la orientación que posee cada uno. En automático aparecerá la cédula, el espesor nominal y el límite de retiro (pues anteriormente se seleccionó un tipo de material, ya que el SIMECELE los asocia dado el diámetro). En esta opción se despliegan todas las orientaciones posibles de cada accesorio, y así únicamente seleccionamos la adecuada para cada nivel de tubería que estarán contenidos en la unidad de control.

Inmediatamente cambia la pantalla a “Datos Generales” en la que se incluirá la clave, si es forrada y la descripción de la unidad de control.

En “Especificación de materiales” seleccionamos el código del material de la unidad de control.

En “Rango de operación y servicio” seleccionamos el servicio que maneja la unidad de control y especificamos su temperatura y presión de operación.



## IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN Y CONTROL DE ESPESORES EN LINEAS Y EQUIPOS EN UNA PLANTA HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS

En “Niveles de Niplería” seleccionamos el diámetro, el tipo de arreglo y si se encuentra soldado o roscado. Este apartado funciona de manera similar al de los niveles de tubería.

En “Niveles de Tornillería” seleccionamos el diámetro y se especifica el número de espárragos así como el libraje.

Al final en “¿Los datos son correctos?” se revisa la información previamente conformada (ubicación, clave, descripción, material, servicio, condiciones de operación, niveles de tubería, niplería y tornillería), para dar de alta la unidad de control. Una vez que se revisó “Guardar” y “Finalizar”.

### 7) Dar de alta una unidad de control de equipos

En el módulo “Capturar o Editar información” y la sección de “Capturar” se elige la opción de “Nueva unidad de control de equipos”.

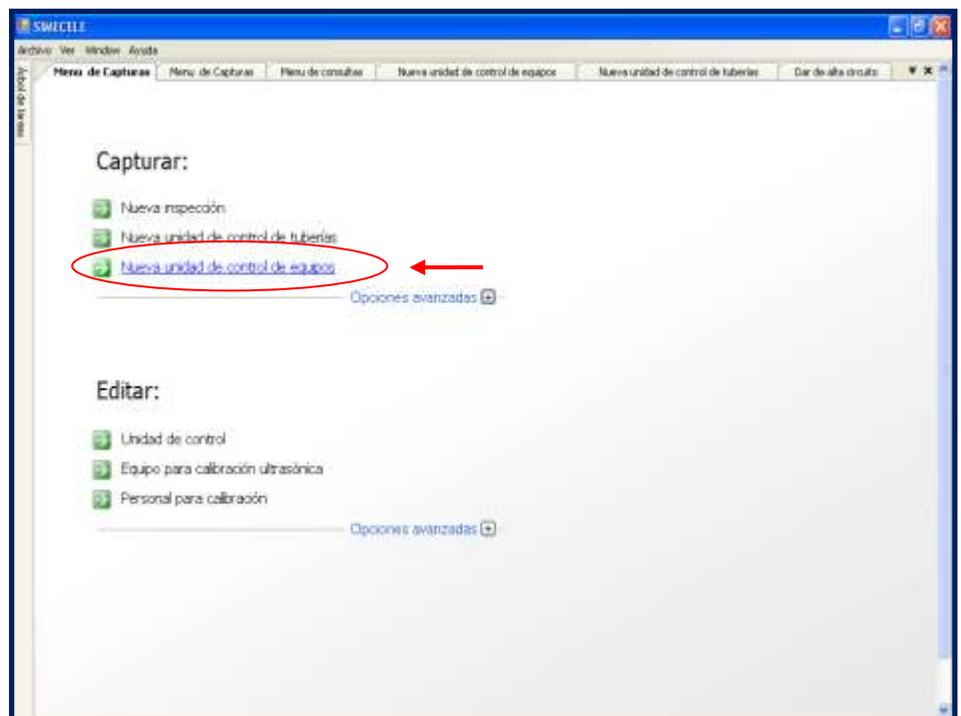
Posteriormente se desplegará una pantalla de “Ubicación de la unidad de control” para seleccionar el centro de trabajo, el sector, la planta y el circuito en donde pertenece la unidad de control.

Inmediatamente cambia la pantalla a “Datos Generales” en la que se incluirá la parte del equipo y la descripción de la unidad de control.

Figura 2.28 Captura de Unidad de Control de Equipo en SIMECELE

En “Condiciones de operación y diseño” se especifican las temperaturas y presiones del equipo.

En “Lista de materiales del equipo” seleccionamos los materiales del cuerpo y niplería de la unidad de control. Buscando el adecuado con respecto al país, la sociedad, el estándar y grado del material.





## IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN Y CONTROL DE ESPESORES EN LINEAS Y EQUIPOS EN UNA PLANTA HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS

En “Niveles de Equipo” se selecciona la parte del equipo (tapa elíptica, placa, sección cilíndrica, boquilla vertical, boquilla horizontal, etc) respetando la orientación que posee cada uno. Enseguida seleccionamos el tipo de material y hacemos una breve descripción de esa parte del equipo. Aquí si es obligatorio especificar el espesor nominal y el límite de retiro. Al igual que en la captura de tuberías, se despliegan todas las orientaciones posibles de cada parte de equipo, y así únicamente seleccionamos la adecuada para cada nivel de equipo que estarán contenidos en la unidad de control.

En “Niveles de Niplería” seleccionamos el diámetro, el tipo de arreglo y si se encuentra soldado o roscado. Este apartado funciona de manera similar al de los niveles de tubería.

En “Niveles de Tornillería” seleccionamos el diámetro y se especifica el número de espárragos así como el libraje.

Al final en “¿Los datos son correctos?” se revisa la información que previamente conformada (ubicación, parte del equipo, descripción, condiciones de operación, niveles de equipo, niplería y tornillería), para dar de alta la unidad de control. Una vez que se revisó “Guardar” y “Finalizar”.

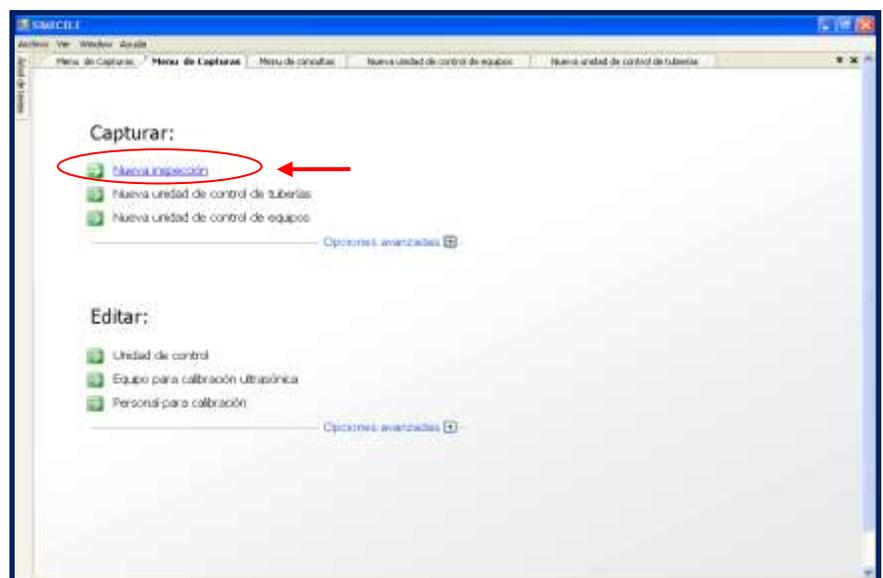
### 8) Capturar inspecciones de la unidad de control

En el módulo “Capturar o Editar información” y la sección de “Capturar” se elige la opción de “Nueva inspección”.

Figura 2.29 Captura de una Inspección de la Unidad de Control en SIMECELE

Posteriormente se abrirá una nueva pestaña de “Detalles de la inspección” para especificar la fecha, el personal de inspección, el equipo utilizado y activar las opciones del tipo de inspección realizada.

Se procede a capturar: inspecciones de tubería, inspección visual de tubería, inspección y revisión de niplería, revisión de tornillería. Y si se





## IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN Y CONTROL DE ESPORES EN LINEAS Y EQUIPOS EN UNA PLANTA HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS

desea se puede incluir una nota de campo. Al final “Guardar” inspección.

### 9) Análisis de la planta

En el módulo “Consultar información” y la sección de “Planta” se elige la opción de “Censo de unidades de control”.

Se mostrará el resumen de la planta seleccionada.

La descripción detallada del proceso del funcionamiento, captura y consulta del SIMECELE se encuentra en el Manual de usuario del SIMECELE, el cual se encuentra administrado por personal de CEASP<sup>4</sup>A de la Facultad de Química de la UNAM.

The screenshot displays the SIMECELE software interface. At the top, there is a menu bar with 'Archivo', 'Ver Ayuda', and 'Administración'. Below the menu bar, a header area contains 'Bienvenido al SIMECELE' and 'Planta Hidrodesulfuradora de destilados intermedios, U100'. The main title is 'Resumen de información de la Planta Hidrodesulfuradora de destilados intermedios, U100' with the subtitle 'Resumen de información de las unidades de control.' Below the title, there are buttons for 'Modo de vista', 'Edición', 'Consultar', 'Exportar', 'Actualizar análisis', and 'Captura'. A dropdown menu for 'Exportar' is open, showing 'Exportar a Excel' and 'Exportar'. The main content is a table with the following columns: 'Unidad de Control', 'Circuito', 'Tipo', 'Descripción', 'Presenta niveles críticos', '¿Está forrada?', 'Fuera de Operación', 'Fecha de Última Inspección', 'Fecha de Próxima Inspección', 'Intervalo de Inspección', and 'Fecha reprog.'. The table lists 159 control units, starting with 'ALIMENTACIÓN (63- DA-101)' and ending with 'CUERPO (63-05)'. Each row includes details such as equipment type (e.g., 'Equipo'), description (e.g., 'Precalentador de carga al reactor DC-101'), and inspection dates.

Unidad de Control	Circuito	Tipo	Descripción	Presenta niveles críticos	¿Está forrada?	Fuera de Operación	Fecha de Última Inspección	Fecha de Próxima Inspección	Intervalo de Inspección	Fecha reprog.
ALIMENTACIÓN (63- DA-101)		Equipo	Alimentación de la Torre Fraccionadora DA-101	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	sep-2006	sep-2011	5	
CARRETE (63-25)	EA-101 A	Equipo	Precalentador de carga al reactor DC-101	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ene-2009	ago-2011	2	
CARRETE (63-26)	EA-101 B	Equipo	Precalentador de carga al reactor DC-101	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ene-2009	ene-2014	5	
CARRETE (63-27)	EA-101 C	Equipo	Precalentador de carga al reactor DC-101	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ene-2008	ene-2013	5	
CARRETE (63-28)	EA-101 D	Equipo	Precalentador de carga al reactor DC-101	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	may-2010	may-2015	5	
CARRETE (63-31)	EA-101 E	Equipo	Precalentador de carga al reactor DC-101	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ene-2009	nov-2011	2	
CARRETE (63-32)	EA-101 F	Equipo	Precalentador de carga al reactor DC-101	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	may-2010	abr-2014	4	
CARRETE (63-33)	EA-101 H	Equipo	Precalentador de carga al reactor DC-101, EA-	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	sep-2006	sep-2011	5	
CARRETE (63-34)	EA-101 G	Equipo	Precalentador de carga al Reactor DC-101	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ene-2008	ene-2013	5	
CARRETE (63-45)	EA-106 A	Equipo	Precalentador de Carga a la Torre Agotadora.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	may-2010	may-2015	5	
CARRETE (63-46)	EA-106 B	Equipo	Precalentador de Carga a la Torre Agotadora.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ene-2009	ene-2014	5	
CARRETE (63-47)	EA-106 C	Equipo	Precalentador de Torre Agotadora DA-102	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ene-2008	ene-2013	5	
CARRETE (63-48)	EA-106 D	Equipo	Precalentador de Carga a la Torre Agotadora.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ene-2009	ene-2014	5	
CARRETE (63-89)	EA-104 A	Equipo	Precalentador de carga a la Torre Agotadora D.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			-	
CARRETE (63-90)	EA-104 B	Equipo	Precalentador de carga a la Torre Agotadora D.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	sep-2006	sep-2011	5	
CARRETE (63-91)	EA-104 C	Equipo	Precalentador de carga a la Torre Agotadora D.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	sep-2006	sep-2011	5	
CARRETE (63-92)	EA-104 D	Equipo	Precalentador de carga a la Torre Fraccionado.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	sep-2006	sep-2011	5	
CARRETE (63-93)	EA-104 E	Equipo	Precalentador de carga a la Torre Fraccionado.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			-	
CARRETE (63-94)	EA-104 F	Equipo	Precalentador de carga a la Torre Agotadora D.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			-	
CUERPO	FG-101 B	Equipo	Filtro de carga FG-101 B	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			-	
CUERPO (63-02)	FG-101 A	Equipo	Filtro de carga FG-101 A	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	may-2010	mar-2014	4	
CUERPO (63-05)	FA-101	Equipo	Tanque de Carga	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ago-2010	ago-2015	5	
CUERPO (63-06)	FA-101 A	Equipo	Precalentador de carga al reactor DC-101	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ene-2009	ene-2014	5	

Figura 2.30 Resumen de información de la Planta en SIMECELE

# CAPÍTULO III

# RESULTADOS





## CAPÍTULO 3. RESULTADOS

En este capítulo se describen los resultados que se obtuvieron al realizar el trabajo de campo con la metodología correspondiente para la implementación del SIMECELE en la planta Hidrodesulfuradora de destilados intermedios.

### RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

Tras haber realizado el trabajo de campo e implementando el SIMECELE en la planta Hidrodesulfuradora de Destilados Intermedios (U-100), se recopiló la siguiente información de la planta como parte del proceso de la identificación de unidades de control:

#### Información técnica recopilada:

Descripción del proceso
1 DFP
14 DTI's, incluyendo servicios auxiliares
Censo de unidades de control
Catálogo de especificaciones de materiales de las líneas
Hojas de datos de equipos
Isométricos no digitalizados de medición preventiva de espesores
Dibujos de equipos para la medición preventiva de espesores
165 Expedientes de medición preventiva de espesores

Tabla 3.1 Información Técnica Recopilada



## ELABORACIÓN E IDENTIFICACIÓN DEL CENSO DE CIRCUITOS

Los circuitos definidos para la planta Hidrodesulfuradora de Destilados Intermedios (U-100) que se identificaron en el DFP se muestran en la tabla 3.2. En el Anexo I se presenta cada circuito identificado con un color diferente.

Tabla 3.2 Censo de Circuitos

No.	Circuito
1	Carga fría
2	Carga fría con hidrógeno
3	Carga vaporizada al reactor DC-101
4	Productos del reactor
5	Carga al agotador DA-102
6	Gases del domo del agotador DA-102
7	Fondo del acumulador FA-105
8	Fondo del agotador DA-102
9	Domo de la fraccionadora DA-101
10	Fondo de la fraccionadora DA-101
11	Hidrógeno con hidrocarburo
12	Hidrogeno recirculado
13	Hidrógeno fresco
14	Gas amargo
15	Aguas amargas
16	Desfogue de baja
17	Desfogue de alta



**IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN Y CONTROL DE ESPESORES EN LINEAS Y EQUIPOS EN UNA PLANTA HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS**

No.	Circuito
18	Drenaje de los filtros FG-101
19	Gas combustible
20	Agua tratada
21	Vapor de media
22	Nitrógeno
23	Regeneración del catalizador

### ELABORACIÓN E IDENTIFICACIÓN DEL CENSO DE UNIDADES DE CONTROL

Las unidades de control de líneas identificadas en los DTÍ's para la planta Hidrodesulfuradora de Destilados Intermedios (U-100) se muestran en la tabla 3.3. En el Anexo II se presenta cada unidad de control identificada con un color diferente.

**Tabla 3.3 Censo de Unidades de Control de Líneas**

U. C. en SIMECELE	Código Anterior	Circuito en SIMECELE	Descripción	No de Isométricos	DTI de referencia
UC-U100-001	63-01	Carga fría	Carga de L.B. a FG-101 A/B	2	U100-001
UC-U100-002	63-04	Carga fría	Carga de FG-101 A/B a FA-101	3	U100-001
UC-U100-003	Nueva	Carga fría	Del LG-101 al cabezal de aguas amargas	1	Sin identificar
UC-U100-004	63-07	Carga fría	De FA-101 a succión de bombas GA-101/R	1	U100-001
UC-U100-005	63-08	Carga fría	De bombas GA-101 a FV-102/103	3	U100-001



**IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN Y CONTROL DE ESPESORES EN LINEAS Y EQUIPOS EN UNA PLANTA HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS**

<b>U. C. en SIMECELE</b>	<b>Código Anterior</b>	<b>Circuito en SIMECELE</b>	<b>Descripción</b>	<b>No de Isométricos</b>	<b>DTI de referencia</b>
UC-U100-006	63-09	Carga fría	De FA-104 a línea de descarga de bombas GA-101/R	1	U100-001, U100-002, U100-003
UC-U100-007	63-08	Carga fría con Hidrógeno	De bypass de FV-102 a EA-101 H	1	U100-001
UC-U100-008	63-08	Carga fría con Hidrógeno	De bypass de FV-103 a EA-101 G	1	U100-001
UC-U100-009	63-14	Carga vaporizada al reactor DC-101	De cuerpo de EA-101 F a cuerpo de EA-101 D	1	U100-001
UC-U100-010	63-15	Carga vaporizada al reactor DC-101	De cuerpo de EA-101 E al cuerpo del EA-101 C	1	U100-001
UC-U100-011	63-20	Carga vaporizada al reactor DC-101	Del cuerpo del EA-101 A a BA-101	2	U100-001
UC-U100-012	63-21	Carga vaporizada al reactor DC-101	Del cuerpo EA-101 B a BA-101	1	U100-001
UC-U100-013	63-22	Carga vaporizada al reactor DC-101	De BA-101 a domo del DC-101	1	U100-001
UC-U100-014	63-24	Productos del reactor	De fondos del DC-101 a carrete EA-101 A/B	1	U100-001
UC-U100-015	63-29	Productos del reactor	Del carrete del EA-101 C al carrete del EA-101 E	1	U100-001
UC-U100-016	63-30	Productos del reactor	Del carrete del EA-101 D al carrete del EA-101 F	1	U100-001
UC-U100-017	63-35	Productos del reactor	Del carrete del EA-101 G/H al cuerpo del EA-102 A/B	1	U100-001, U100-002



**IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN Y CONTROL DE ESPESORES EN LINEAS Y EQUIPOS EN UNA PLANTA HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS**

<b>U. C. en SIMECELE</b>	<b>Código Anterior</b>	<b>Circuito en SIMECELE</b>	<b>Descripción</b>	<b>No de Isométricos</b>	<b>DTI de referencia</b>
UC-U100-018	63-38	Productos del reactor	De cuerpo del EA-102 A/B a FA-104	1	U100-002
UC-U100-019	63-43	Carga al agotador DA-102	De FA-104 a LV-104	1	U100-002
UC-U100-020	63-43	Carga al agotador DA-102	De LV-104 y del fondo de FA-102 a EA-106 B/D	3	U100-002
UC-U100-021	64-50	Carga al agotador DA-102	De fondo del FA-102 a EA-106 B/D	1	U100-002
UC-U100-022	63-49	Carga al agotador DA-102	Del carrete del EA-106 A/C a domo DA-102	1	U100-002, U100-003
UC-U100-023	63-51	Gases del domo del agotador DA-102	Del domo DA-102 a cuerpo EA-103 A/B	1	U100-003
UC-U100-024	63-54	Gases del domo del agotador DA-102	De cuerpo EA-103 A/B a FA-105	1	U100-003
UC-U100-025	63-59	Fondo del acumulador FA-105	Diesel de FA-105 a LV-106	1	U100-003
UC-U100-026	63-63	Fondo del agotador DA-102	De la LV-106 y fondo de DA-102 a cuerpo de EA-104 A/F	2	U100-003
UC-U100-027	63-70	Fondo del agotador DA-102	De cuerpo EA-104 A y D al DA-101	1	U100-003, U100-004



**IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN Y CONTROL DE ESPEORES EN LINEAS Y EQUIPOS EN UNA PLANTA HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS**

<b>U. C. en SIMECELE</b>	<b>Código Anterior</b>	<b>Circuito en SIMECELE</b>	<b>Descripción</b>	<b>No de Isométricos</b>	<b>DTI de referencia</b>
UC-U100-028	63-73	Domo de la fraccionadora DA-101	Del domo DA-101 a los EA-105 A y B (cuerpo)	1	U100-004
UC-U100-029	63-76	Domo de la fraccionadora DA-101	Del cuerpo de EA-105 A/B a FA-106	1	U100-004
UC-U100-030	63-79	Domo de la fraccionadora DA-101	Del FA-106 a succión de bombas las bombas GA-102 R	1	U100-004
UC-U100-031	63-80	Domo de la fraccionadora DA-101	De las descargas de las bombas GA-102 RT al domo DA-101	1	U100-004
UC-U100-032	63-81	Domo de la fraccionadora DA-101	De LV-108 a TV-237	2	U100-004
UC-U100-033	63-85	Fondo de la fraccionadora DA-101	De DA-101 a las GA-103/RT	1	U100-004
UC-U100-034	63-86	Fondo de la fraccionadora DA-101	De descarga de las bombas GA-103/R a LV-109, FV-115, FV-115A, FV-120 Y FV-120A	3	U100-004, U100-003
UC-U100-035	63-86	Fondo de la fraccionadora DA-101	De la FV-120 A al BA-102	1	U100-004
UC-U100-036	63-86	Fondo de la fraccionadora DA-101	De la FV-115 A al BA-102	1	U100-004



**IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN Y CONTROL DE ESPESORES EN LINEAS Y EQUIPOS EN UNA PLANTA HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS**

<b>U. C. en SIMECELE</b>	<b>Código Anterior</b>	<b>Circuito en SIMECELE</b>	<b>Descripción</b>	<b>No de Isométricos</b>	<b>DTI de referencia</b>
UC-U100-037	63-86	Fondo de la fraccionadora DA-101	De la FV-120 al BA-102	1	U100-004
UC-U100-038	63-86	Fondo de la fraccionadora DA-101	De la FV 115 al BA-102	1	U100-004
UC-U100-039	63-86	Fondo de la fraccionadora DA-101	De LV-109 a carrete de EA-104 A/F y HV-104	2	U100-004
UC-U100-040	63-87	Fondo de la fraccionadora DA-101	De BA-102 a fondos del DA-101 y FA-107	2	U100-004, U100-SA-003
UC-U100-041	63-95	Fondo de la fraccionadora DA-101	De carrete de EA-104 C/F a EA-106 A/D	2	U100-002, U100-003
UC-U100-042	64-01	Fondo de la fraccionadora DA-101	De EA-106 B/D a cuerpo de EA-107 A/C	2	U100-002
UC-U100-043	64-05	Fondo de la fraccionadora DA-101	De cuerpo EA-107 B/D al límite de batería	2	U100-001, U100-002
UC-U100-044	64-47	Hidrógeno con hidrocarburo	De FA-104 a FA-102	1	U100-002
UC-U100-045	Nueva	Hidrógeno con hidrocarburo	De FA-102 a PV-181-B	1	U100-002 (referencia del disparo)
UC-U100-046	64-51	Hidrógeno recirculado	Del FA-102 al GB-101	1	U100-002



**IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN Y CONTROL DE ESPESORES EN LINEAS Y EQUIPOS EN UNA PLANTA HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS**

<b>U. C. en SIMECELE</b>	<b>Código Anterior</b>	<b>Circuito en SIMECELE</b>	<b>Descripción</b>	<b>No de Isométricos</b>	<b>DTI de referencia</b>
UC-U100-047	64-52	Hidrógeno recirculado	Descarga del GB-101 al EA-101 H/G	2	U100-001, U100-002
UC-U100-048	64-53	Hidrógeno recirculado	Del compresor GB-101 al EA-101 A/B	1	U100-002
UC-U100-049	64-62	Hidrógeno fresco	De L.B (U-500) a la FV-134	1	U100-002
UC-U100-050	64-07	Hidrógeno fresco	Del límite de batería a la entrada al manifold de gases	1	U100-002, U100-SA-002
UC-U100-051	64-56 y 64-56 A	Gas amargo	De FA-105 y PV-181 al EA-108	2	U100-002, U100-003
UC-U100-052	64-56 A	Gas amargo	Salida de EA-108 al límite de batería	1	U100-003
UC-U100-053	72-10	Gas amargo	Gas amargo a planta de tratamiento de gases	1	U100-003
UC-U100-054	64-24	Gas amargo	De FA-106 a desfogue de baja	1	U100-004
UC-U100-055	63-42	Aguas amargas	De FA-104 a LV-110	1	U100-002
UC-U100-056	63-42	Aguas amargas	De LV-110 a cabezal de aguas amargas	1	U100-002, SA-001
UC-U100-057	63-58	Aguas amargas	Del FA-105 a LV-105	1	U100-003
UC-U100-058	Nueva	Aguas amargas	De LV-105 a tratamiento de aguas amargas	1	U100-003
UC-U100-059	Nueva	Aguas amargas	De la pierna del FA-106 a la succión de la bomba BR-608C	1	U100-004



**IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN Y CONTROL DE ESPESORES EN LINEAS Y EQUIPOS EN UNA PLANTA HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS**

<b>U. C. en SIMECELE</b>	<b>Código Anterior</b>	<b>Circuito en SIMECELE</b>	<b>Descripción</b>	<b>No de Isométricos</b>	<b>DTI de referencia</b>
UC-U100-060	Nueva	Aguas amargas	Descarga de bomba BR-608C al cabezal de aguas amargas	1	U100-004
UC-U100-061	64-64	Aguas amargas	Aguas amargas a planta recuperadora de azufre	3	U100-SA-001
UC-U100-062	64-08	Desfogue de baja	De PSV 160/161 (filtros FG-101 A/B) a TH-110	9	U100-SA-006
UC-U100-063	64-13	Desfogue de baja	Del FA-105 a PSV 111	1	U100-003
UC-U100-064	64-08 C	Desfogue de baja	Del FA-101 a la PSV-101	1	U100-001
UC-U100-065	64-08 E	Desfogue de baja	De PV-101 A/B A FA-101	1	U100-001
UC-U100-066	64-08 J	Desfogue de baja	De fondo de FA-110 a cabezal de desfogue	1	U100-001
UC-U100-067	64-08 H	Desfogue de baja	De FA-106 a PSV-115	1	U100-004
UC-U100-068	64-30	Desfogue de alta	Cabezal de desfogue de alta	2	U100-SA-006
UC-U100-069	64-08 A	Drenaje de los filtros FG-101	Dren del filtro FG-101A	1	U100-001
UC-U100-070	64-08 B	Drenaje de los filtros FG-101	Dren del filtro FG-101B	1	U100-001
UC-U100-071	64-34	Gas combustible	De límite de batería a FA-110	1	U100-SA-001
UC-U100-072	64-37	Gas combustible	De FA-110 a cabezal de distribución de gas combustible	2	U100-001, U100-003, U100-SA-001
UC-U100-073	64-39	Gas combustible	De cabezal de gas combustible a quemadores del BA-101	3	U100-001 , U100-SA-003



**IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN Y CONTROL DE ESPEORES EN LINEAS Y EQUIPOS EN UNA PLANTA HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS**

<b>U. C. en SIMECELE</b>	<b>Código Anterior</b>	<b>Circuito en SIMECELE</b>	<b>Descripción</b>	<b>No de Isométricos</b>	<b>DTI de referencia</b>
UC-U100-074	64-41	Gas combustible	Gas combustible a pilotos de BA-101	4	U100-001 , U100-SA-003
UC-U100-075	64-40	Gas combustible	De cabezal de gas combustible a quemadores del BA-102	3	U100-004, U100-SA-004
UC-U100-076	Nueva	Gas combustible	Gas combustible a pilotos del BA-102	3	U100-004, U100-SA-004
UC-U100-077	63-44	Agua tratada	De límite de batería a cabezal de agua tratada	2	No identificado en DTI
UC-U100-78	63-62	Vapor de media	De cabezal de vapor a DA-102	1	U100-SA-002, U100-003
UC-U100-79	64-63	Nitrógeno	De límite de batería a manifold de gases	1	U100-002, U100-SA-002
UC-U100-80	Nueva	Regeneración de catalizador	De BA-101, BA-102 y fondos de DC-101 al FA-107	1	U100-SA-003
UC-U100-81	Nueva	Regeneración de catalizador	Del FA-107 a dren y atmósfera	1	U100-SA-003

**TOTAL DE ISOMÉTRICOS DIGITALIZADOS 122**



**IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN Y CONTROL DE ESPESORES EN LINEAS Y EQUIPOS EN UNA PLANTA HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS**

En la tabla 3.4 se presenta el listado de las unidades de control de equipos (incluyendo partes de equipo) que se digitalizaron para la planta Hidrodesulfuradora de Destilados Intermedios (U-100):

**Tabla 3.4 Censo de Unidades de Control de Equipos**

<b>U. C. en SIMECELE</b>	<b>Código Anterior</b>	<b>Circuito en SIMECELE</b>	<b>Descripción</b>	<b>No de Isométricos</b>	<b>DTI de referencia</b>
DA-101	Alimentación	63-71	Alimentación de la torre fraccionadora DA-101	1	U100-004
	Domo	63-72	Domo de la torre fraccionadora DA-101	1	U100-004
	Fondo	63-83	Fondo de la torre Fraccionadora DA-101	1	U100-004
	LG-109	63-84	LG de la Torre Fraccionadora DA-101	1	U100-004
DA-102	Domo	63-50	Domo de la Torre Agotadora DA-102	1	U100-003
	Fondo	63-60	Fondo de la Torre Agotadora DA-102	1	U100-003
	LG-107	63-61	LG-107 de la Torre Agotadora DA-102	1	U100-003
DC-101	Cuerpo	63-23	Cuerpo del Reactor DC-101	1	U100-001
EA-101 A	Carrete	63-25	Precalentador de carga al reactor DC-101	1	U100-001
	Cuerpo	63-19	Precalentador de carga al reactor DC-101	1	U100-001
EA-101 B	Carrete	63-26	Precalentador de carga al reactor DC-101	1	U100-001
	Cuerpo	63-18	Precalentador de carga al reactor DC-101	1	U100-001



**IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN Y CONTROL DE ESPESORES EN LINEAS Y EQUIPOS EN UNA PLANTA HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS**

<b>U. C. en SIMECELE</b>	<b>Código Anterior</b>	<b>Circuito en SIMECELE</b>	<b>Descripción</b>	<b>No de Isométricos</b>	<b>DTI de referencia</b>
EA-101 C	Carrete	63-27	Precalentador de carga al reactor DC-101	1	U100-001
	Cuerpo	63-17	Precalentador de carga al reactor DC-101	1	U100-001
EA-101 D	Carrete	63-28	Precalentador de carga al reactor DC-101	1	U100-001
	Cuerpo	63-16	Precalentador de carga al reactor DC-101	1	U100-001
EA-101 E	Carrete	63-31	Precalentador de carga al reactor DC-101	1	U100-001
	Cuerpo	63-12	Precalentador de carga al reactor DC-101	1	U100-001
EA-101 F	Carrete	63-32	Precalentador de carga al reactor DC-101	1	U100-001
	Cuerpo	63-13	Precalentador de carga al reactor DC-101	1	U100-001
EA-101 G	Carrete	63-34	Precalentador de carga al reactor DC-101	1	U100-001
	Cuerpo	63-11	Precalentador de carga al reactor DC-101	1	U100-001
EA-101 H	Carrete	63-33	Precalentador de carga al reactor DC-101	1	U100-001
	Cuerpo	63-10	Precalentador de carga al reactor DC-101	1	U100-001
EA-102 A	Cuerpo	63-36	Enfriador del efluente del reactor DC-101	1	U100-002
EA-102 B	Cuerpo	63-37	Enfriador del efluente del reactor DC-101	1	U100-002



**IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN Y CONTROL DE ESPEORES EN LINEAS Y EQUIPOS EN UNA PLANTA HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS**

<b>U. C. en SIMECELE</b>	<b>Código Anterior</b>	<b>Circuito en SIMECELE</b>	<b>Descripción</b>	<b>No de Isométricos</b>	<b>DTI de referencia</b>
EA-103 A	Cuerpo	63-52	Condensador de la Torre Agotadora DA-102	1	U100-003
EA-103 B	Cuerpo	63-53	Condensador de la Torre Agotadora DA-102	1	U100-003
EA-104 A	Carrete	63-89	Precalentador de carga a la Torre Fraccionadora DA-101	1	U100-003
	Cuerpo	63-64	Precalentador de carga a la Torre Fraccionadora DA-101	1	U100-003
EA-104 B	Carrete	63-90	Precalentador de carga a la Torre Fraccionadora DA-101	1	U100-003
	Cuerpo	63-65	Precalentador de carga a la Torre Fraccionadora DA-101	1	U100-003
EA-104 C	Carrete	63-91	Precalentador de carga a la Torre Fraccionadora DA-101	1	U100-003
	Cuerpo	63-66	Precalentador de carga a la Torre Fraccionadora DA-101	1	U100-003
EA-104 D	Carrete	63-92	Precalentador de carga a la Torre Fraccionadora DA-101	1	U100-003
	Cuerpo	63-67	Precalentador de carga a la Torre Fraccionadora DA-101	1	U100-003



**IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN Y CONTROL DE ESPEORES EN LINEAS Y EQUIPOS EN UNA PLANTA HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS**

<b>U. C. en SIMECELE</b>	<b>Código Anterior</b>	<b>Circuito en SIMECELE</b>	<b>Descripción</b>	<b>No de Isométricos</b>	<b>DTI de referencia</b>
EA-104 E	Carrete	63-93	Precalentador de carga a la Torre Fraccionadora DA-101	1	U100-003
	Cuerpo	63-68	Precalentador de carga a la Torre Fraccionadora DA-101	1	U100-003
EA-104 F	Carrete	63-94	Precalentador de carga a la Torre Fraccionadora DA-101	1	U100-003
	Cuerpo	63-69	Precalentador de carga a la Torre Fraccionadora DA-101	1	U100-003
EA-105 A	Cuerpo	63-74	Condensador de la Torre Fraccionadora DA-101	1	U100-004
EA-105 B	Cuerpo	63-75	Condensador de la Torre Fraccionadora DA-101	1	U100-004
EA-106 A	Carrete	63-45	Precalentador de Carga a la Torre Agotadora DA-102	1	U100-002
	Cuerpo	63-96	Precalentador de Carga a la Torre Agotadora DA-102	1	U100-002
EA-106 B	Carrete	63-46	Precalentador de Carga a la Torre Agotadora DA-102	1	U100-002
	Cuerpo	63-97	Precalentador de Carga a la Torre Agotadora DA-102	1	U100-002



**IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN Y CONTROL DE ESPESORES EN LINEAS Y EQUIPOS EN UNA PLANTA HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS**

<b>U. C. en SIMECELE</b>	<b>Código Anterior</b>	<b>Circuito en SIMECELE</b>	<b>Descripción</b>	<b>No de Isométricos</b>	<b>DTI de referencia</b>
EA-106 C	Carrete	63-47	Precalentador de Carga a la Torre Agotadora DA-102	1	U100-002
	Cuerpo	63-98	Precalentador de Carga a la Torre Agotadora DA-102	1	U100-002
EA-106 D	Carrete	63-48	Precalentador de Carga a la Torre Agotadora DA-102	1	U100-002
	Cuerpo	63-99	Precalentador de Carga a la Torre Agotadora DA-102	1	U100-002
EA-107 A	Cuerpo	64-02	Enfriador de fondos de la Torre Fraccionadora DA-101	1	U100-002
EA-107 B	Cuerpo	64-03	Enfriador de fondos de la Torre Fraccionadora DA-101	1	U100-002
EA-107 C	Cuerpo	64-04	Enfriador de fondos de la Torre Fraccionadora DA-101	1	U100-002
EA-107 D	Cuerpo	64-61	Enfriador de fondos de la Torre Fraccionadora DA-101	1	U100-002
EA-108	Cuerpo	64-57	Enfriador de gas amargo	1	U100-002
FA-101	Cuerpo	63-05	Tanque de carga	1	U100-001
	LG-101 A	63-06	LG de FA-101	1	U100-001
FA-102	Cuerpo	64-48	Tanque de succión de compresora	1	U100-002



**IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN Y CONTROL DE ESPESORES EN LINEAS Y EQUIPOS EN UNA PLANTA HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS**

<b>U. C. en SIMECELE</b>	<b>Código Anterior</b>	<b>Circuito en SIMECELE</b>	<b>Descripción</b>	<b>No de Isométricos</b>	<b>DTI de referencia</b>
	LG-102 A	64-49	LG-102 del FA-102	1	U100-002
FA-104	Cuerpo	63-39	Tanque separador de alta presión	1	U100-002
	Pierna	63-39	Pierna del FA-104	1	U100-002
	LG-104	63-40	LG DE FA-104	1	U100-002
	LG-110 A	63-41	LG DE FA-104	1	U100-002
FA-105	Cuerpo	63-55	Acumulador de la Torre Agotadora DA-102	1	U100-003
	Pierna	63-55	Pierna del FA-105	1	U100-003
	LG-105	63-57	LG de la pierna de FA-105	1	U100-003
	LG-106	63-56	LG DE FA-105	1	U100-003
FA-106	Cuerpo	63-77	Acumulador de la Torre Fraccionadora DA-101	1	U100-004
	Pierna	63-77	Pierna del FA-106	1	U100-004
	LG-108	63-78	LG DE FA-106	1	U100-004
	LG-109 B	Nueva	LG DE Pierna de FA-106	1	U100-004
	LG-102 B	Nueva	LG DE Pierna de FA-106	1	U100-004
FA-107	Cuerpo	Nueva	Tanque Separador FA-107	1	U100-SA-003
FA-110	Cuerpo	64-35	Separador FA-110	1	U100-SA-001
	LG-110 B	64-36	LG de FA-110	1	U100-SA-001
FG-101 A	Cuerpo	63-02	Filtro de carga FG-101 A	2	U100-001
FG-101 B	Cuerpo	Nueva	Filtro de carga FG-101 B	1	U100-001

TOTAL DE DIBUJOS DIGITALIZADOS 78



## DIGITALIZACIÓN DE ISOMÉTRICOS PARA INSPECCIÓN TÉCNICA

Los isométricos digitalizados para la planta Hidrodesulfuradora de Destilados Intermedios (U-100) son: 122 que corresponden a las 81 unidades de control de Líneas y 78 dibujos que corresponden a los 41 Equipos de la planta.

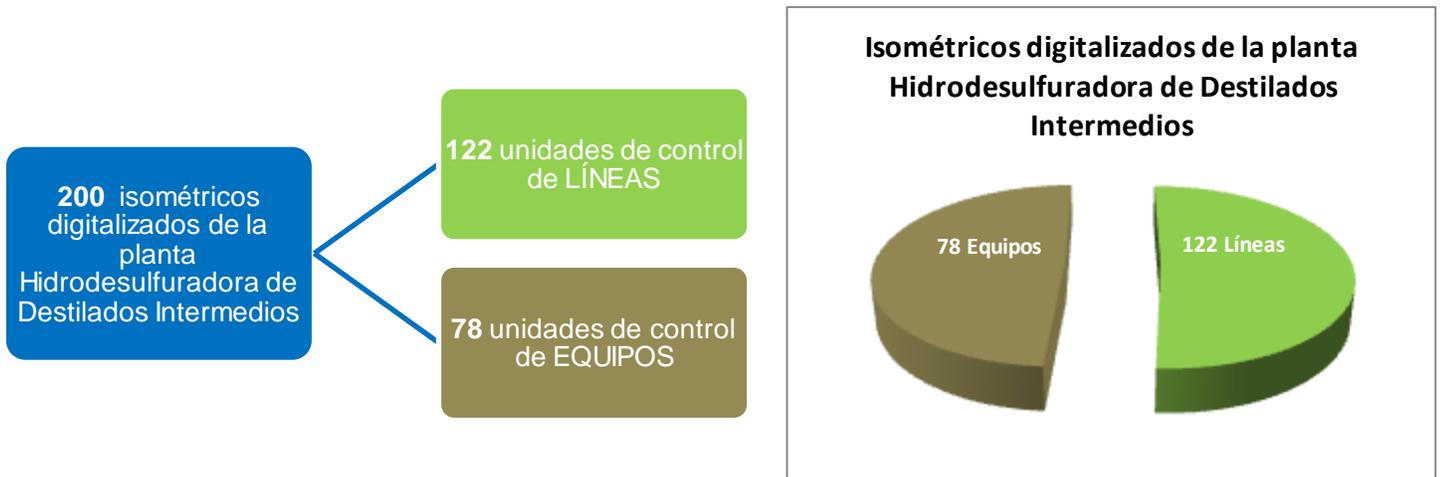


Figura 3.1 Cantidad de isométricos digitalizados en la Planta

## CAPTURA DE INFORMACIÓN PROCESADA EN EL SIMECELE

Evaluando el censo de unidades de control antes mencionado, se tiene como resultado 81 unidades de control de líneas y 78 unidades de control de equipos, las cuales se capturaron en SIMECELE para realizar el análisis de espesores correspondientes.

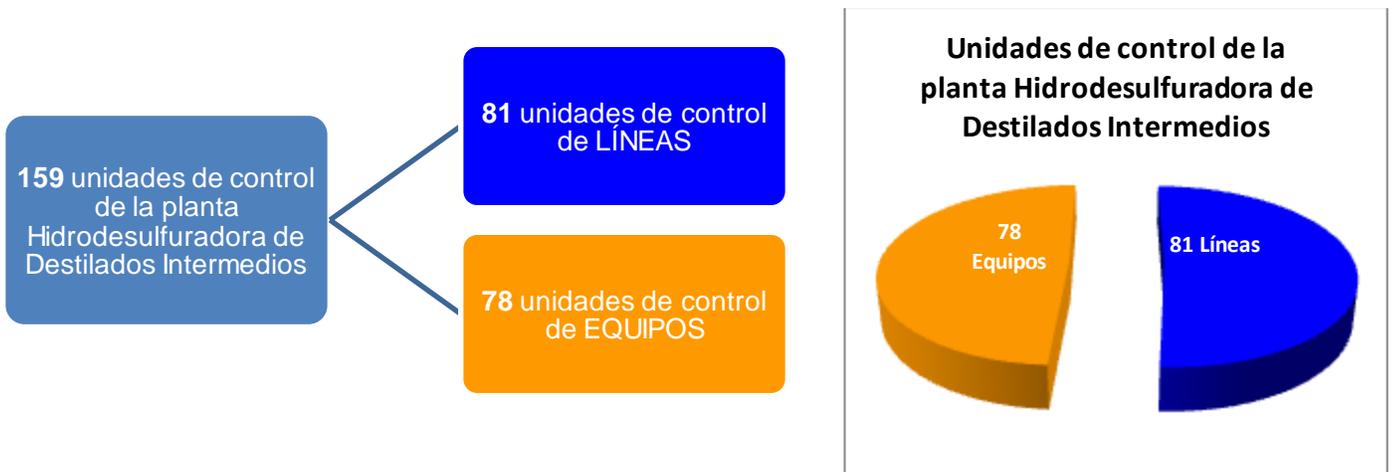


Figura 3.2 Cantidad de Unidades de Control capturadas en SIMECELE



**IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN Y CONTROL DE ESPESORES EN LINEAS Y EQUIPOS EN UNA PLANTA HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS**

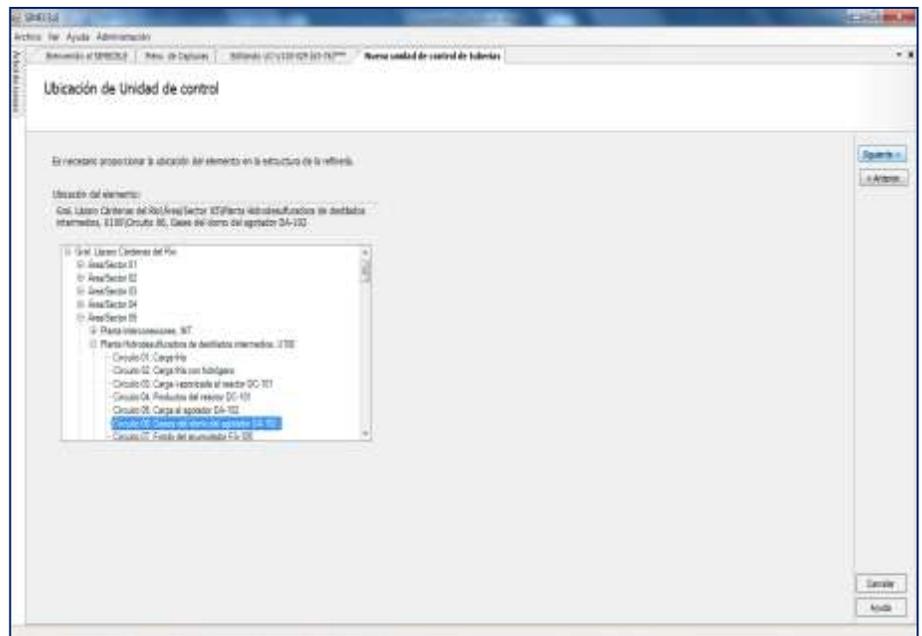
Dada la cantidad de unidades de control que posee la planta, evidentemente sólo se mostrará un ejemplo de la captura de la unidad de control UC-U100-029 (63-76) que consta de 35 niveles de tubería, 12 niveles de niplería y 11 niveles de tornillería, y que a continuación se ilustra para su captura y análisis en SIMECELE:

Para dar de alta la unidad de control se requiere proporcionarle una ubicación dónde se almacenará puntualmente esa línea, por lo que previamente se configuraron las siguientes entidades en el SIMECELE:

- a) Licenciador: IMP (Instituto Mexicano del Petróleo)
- b) Código de la especificación de material: A 13A Rev. 5
- c) Sector de la planta: 05
- d) Planta: Hidrodesulfuradora de Destilados Intermedios, U-100
- e) Circuito: 06. Gases del domo del agotador DA-102

Una vez que los datos anteriores han sido dados de alta, es posible capturar la nueva unidad de control. Para ello accedemos desde el menú de capturas del SIMECELE, seleccionamos la opción Nueva unidad de control de tuberías. La siguiente pantalla muestra la portada de un control de páginas que nos ayudará a capturar la información de una nueva unidad de control. Esta página muestra la información necesaria para capturar la nueva unidad de control. Y continuamos con las indicaciones:

1. Seleccionamos la *Ubicación de la Unidad de Control*: **Gral. Lázaro Cárdenas del Río\Sector 5\Planta Hidrodesulfuradora de Destilados Intermedios, U-100\Circuito 06, Gases del Domo del agotador DA-102.**



**Figura 3.3 Ubicación de la Unidad de Control en SIMECELE**



**IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN Y CONTROL DE ESPESORES EN LINEAS Y EQUIPOS EN UNA PLANTA HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS**

2. Posteriormente anotamos el código de la unidad de control: **029 (63-76)**. En la siguiente casilla anotamos una breve descripción: **Del cuerpo EA-105 A/B a FA-106**.

The screenshot shows the 'Datos generales' (General Data) form in the SIMECELE application. The form is titled 'Nueva unidad de control de tuberías'. It contains the following fields and values:

- ¿Pertenece a un equipo?**:
- Nombre o parte del equipo**: 029
- Tubería forada**:
- Descripción**: Del cuerpo de EA-105 A/B a FA-106
- Se encuentra instalado en**: Circuito 05, Bases del dome del agitador DA-102

Buttons for 'Siguiente', 'Anterior', 'Cancelar', and 'Ayuda' are visible on the right side of the form.

Figura 3.4 Datos Generales de la Unidad de Control en SIMECELE

3. Seleccionamos la clave de la *Especificación de Material* correspondiente a la unidad de control: **A 13A Rev. 5**

The screenshot shows the 'Especificación Materiales' (Material Specification) form in the SIMECELE application. The form is titled 'Nueva unidad de control de tuberías'. It contains the following fields and values:

- Selección de la especificación que se va a utilizar en la unidad de control. Verifique que el material sea el adecuado.**
- Código actual**: A13A Rev. 5
- Selección de nuevo código**: A13A Rev. 5 (highlighted in blue)
- Características de código**:
  - Licenciador**: BNP (Instituto Mexicano del Petróleo)
  - Material**: H2
  - Cantidad permitida**: 100

Buttons for 'Siguiente', 'Anterior', 'Cancelar', and 'Ayuda' are visible on the right side of the form.

Figura 3.5 Especificación del Material de la Unidad de Control en SIMECELE



**IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN Y CONTROL DE ESPESORES EN LINEAS Y EQUIPOS EN UNA PLANTA HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS**

4. Seleccionamos el que provee la unidad de control: **Hidrocarburo+H<sub>2</sub>S Líquido/Gas**  
**Pmax Rango de operación y servicio:5 Tmax:135.**

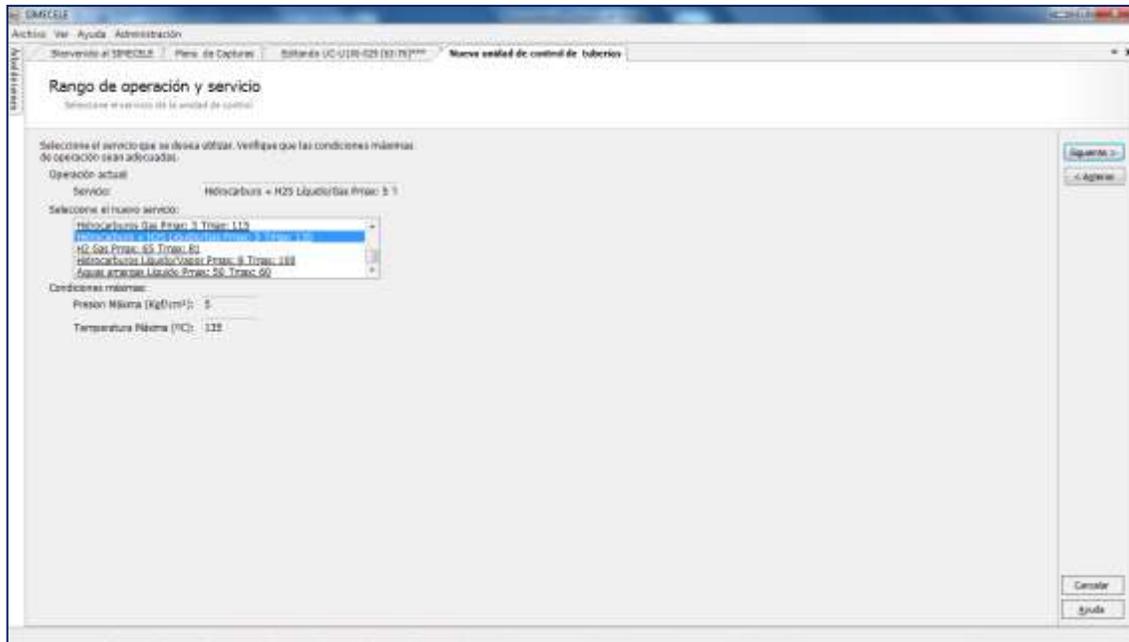


Figura 3.6 Rango de Operación y Servicio de la Unidad de Control en SIMECELE

5. Escribimos la presión y temperatura de operación en las unidades en que se solicitan (kgf/cm<sup>2</sup> y °C): **1.5 y 38** respectivamente.

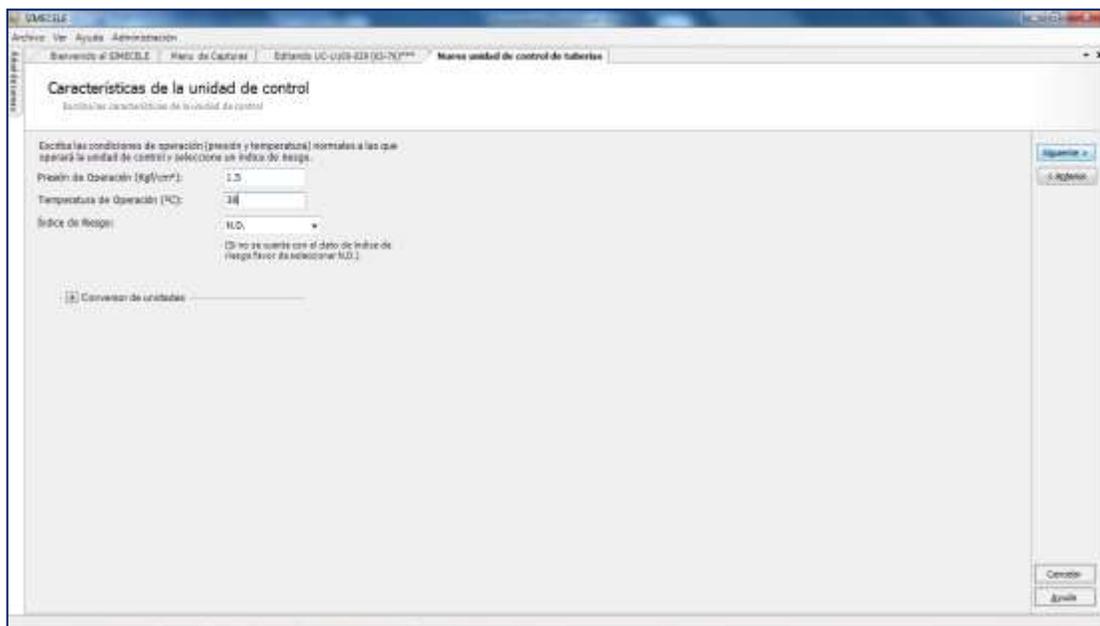
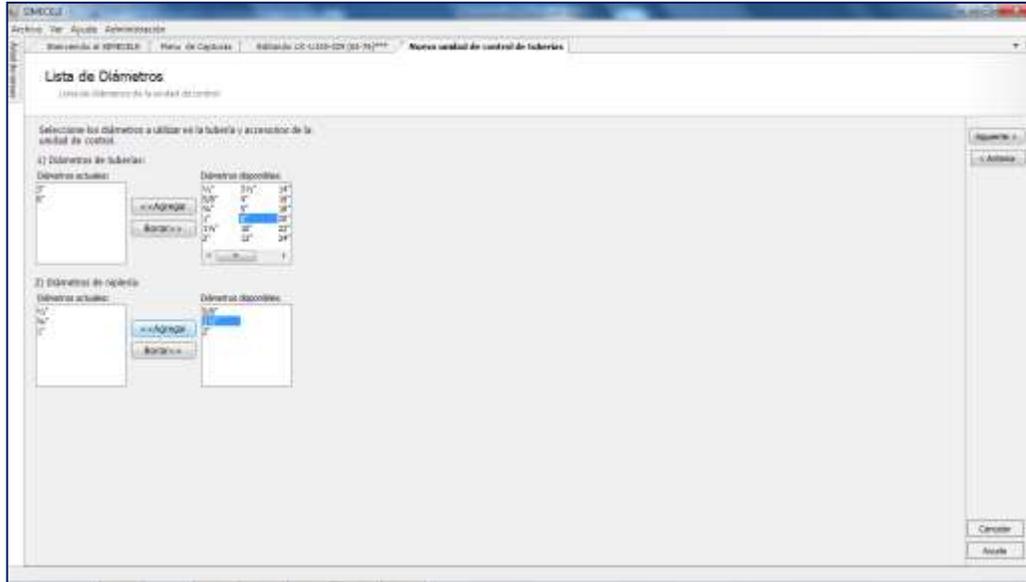


Figura 3.7 Características de la Unidad de Control en SIMECELE



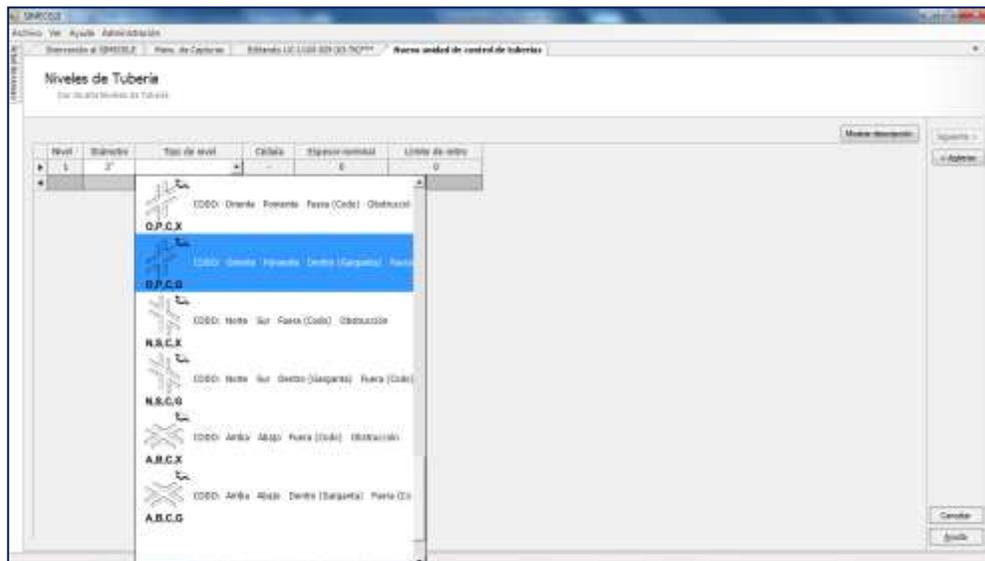
**IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN Y CONTROL DE ESPESORES EN LINEAS Y EQUIPOS EN UNA PLANTA HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS**

6. Seleccione de la *Lista de Diámetros* disponibles aquellos que se tienen en la unidad de control, para tubería y niplería ya que ambas opciones funcionan de manera similar. De Tubería son: **3"** y **6"**, y para la Niplería son: **1/2"**, **3/4"** y **1"**.



**Figura 3.8** Lista de Diámetros de la Unidad de Control en SIMECELE

7. Posteriormente procedemos a dar de alta los *Niveles de Tubería*, seleccionando el diámetro y el tipo de nivel ya que el SIMECELE nos da en automático la cédula, el espesor nominal y el límite de retiro pues previamente se seleccionó un tipo de material y lo asocia directamente. En esta unidad de control son **35 niveles de Tubería**.

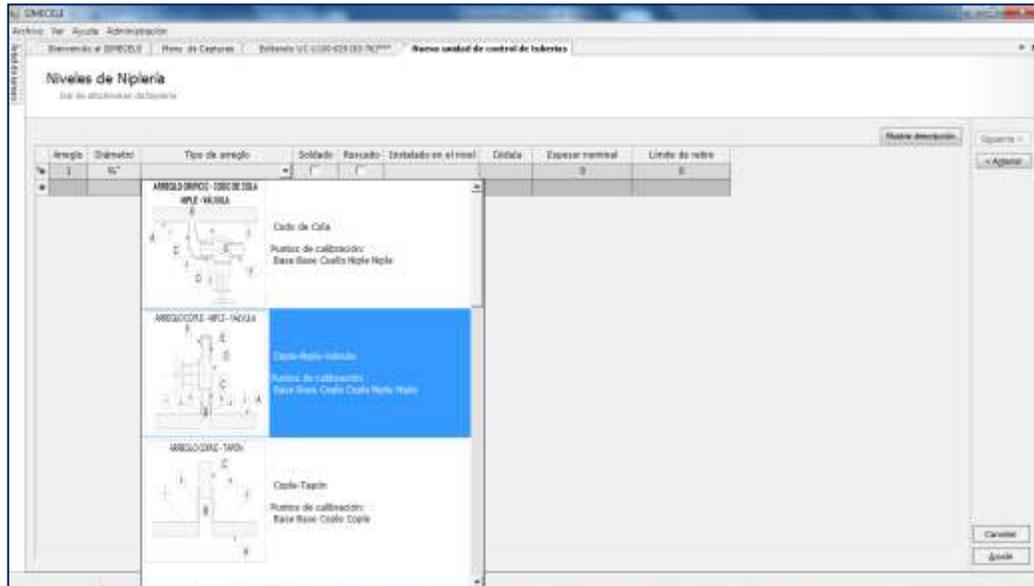


**Figura 3.9** Niveles de Tubería de la Unidad de Control en SIMECELE



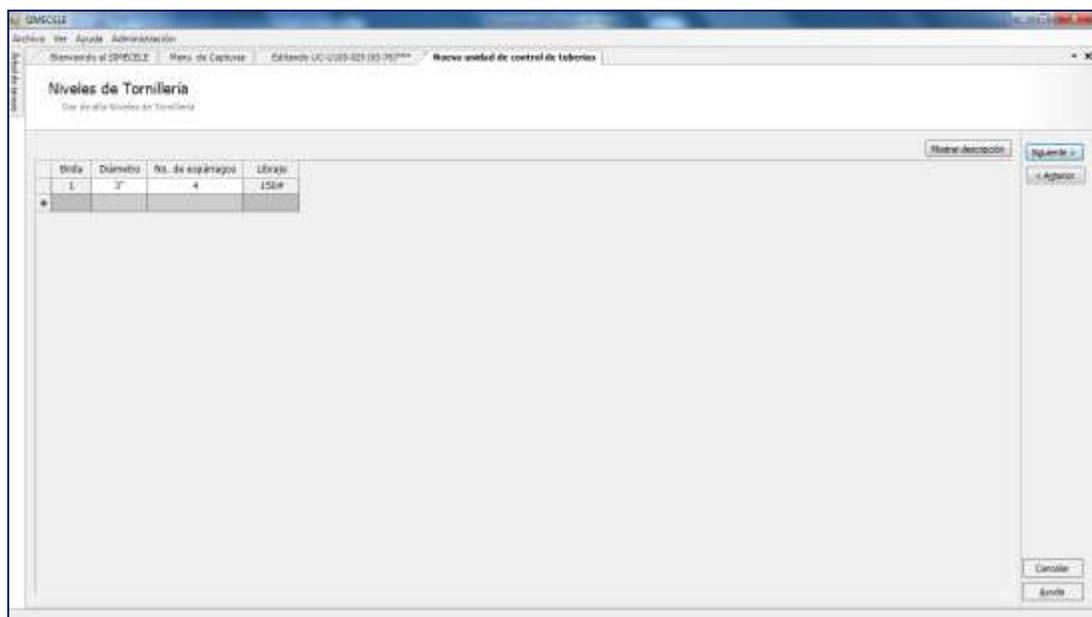
**IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN Y CONTROL DE ESPESORES EN LINEAS Y EQUIPOS EN UNA PLANTA HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS**

8. Después de haber concluido con los Niveles de Tubería, damos de alta los *Niveles de Niplería*, de igual manera seleccionando el diámetro y el tipo de arreglo y si es soldado o roscado, nos da en automático la cédula, el espesor nominal y el límite de retiro. En esta unidad de control son **12 niveles de Niplería**.



**Figura 3.10 Niveles de Niplería de la Unidad de Control en SIMECELE**

9. Una vez completado los niveles de Tubería y Niplería procedemos a dar de alta los *Niveles de Tornillería*, seleccionando los diámetros y especificando el número de espárragos que tienen las bridas. En esta unidad de control son **11 niveles de Tornillería**.



**Figura 3.11 Niveles de Tornillería de la Unidad de Control en SIMECELE**



## IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN Y CONTROL DE ESPESORES EN LINEAS Y EQUIPOS EN UNA PLANTA HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS

10. Finalmente nos aparece una ventana donde nos muestra un resumen general de las características de la unidad de control que recién capturamos, para revisar si los datos suministrados son correctos; de ser lo contrario podemos modificar la información. Siendo exitosa la captura, guardamos la información.

¿Son los datos correctos?  
Resumen general de las características de la unidad de control.

Verifique que los datos de la unidad de control sean correctos. En caso de no ser los adecuados haga click en el botón regresar y modifique los datos necesarios.

Descripción de la Unidad de Control:  
Del cuerpo de EA-105 A/B a FA-106

Tipo de Unidad: Unidad de control de líneas

Ubicación: Área/Sector 05 / Planta Hidrodesulfuradora de destilados intermedios  
U100 / Circuito DE Gases del horno del apogador DA-104

Temperatura de Operación (°C):	<u>38</u>	Temperatura Máxima (°C):	<u>135</u>
Presión de Operación (Kg/cm²):	<u>1.5</u>	Presión Máxima (Kg/cm²):	<u>5</u>
No. de niveles de tubería:	<u>25</u>	Servicio:	<u>Hidrocarburo + H2S Líquido/Gas</u>
No. de niveles de niple:	<u>12</u>	Material:	<u>Na</u>
No. de niveles de tornillera:	<u>11</u>	Especificación:	<u>A33A Rev. 5</u>
Índice de Riesgo:	<u>N.D.</u>		

Guardar  
< Anterior  
Cancelar  
Ayuda

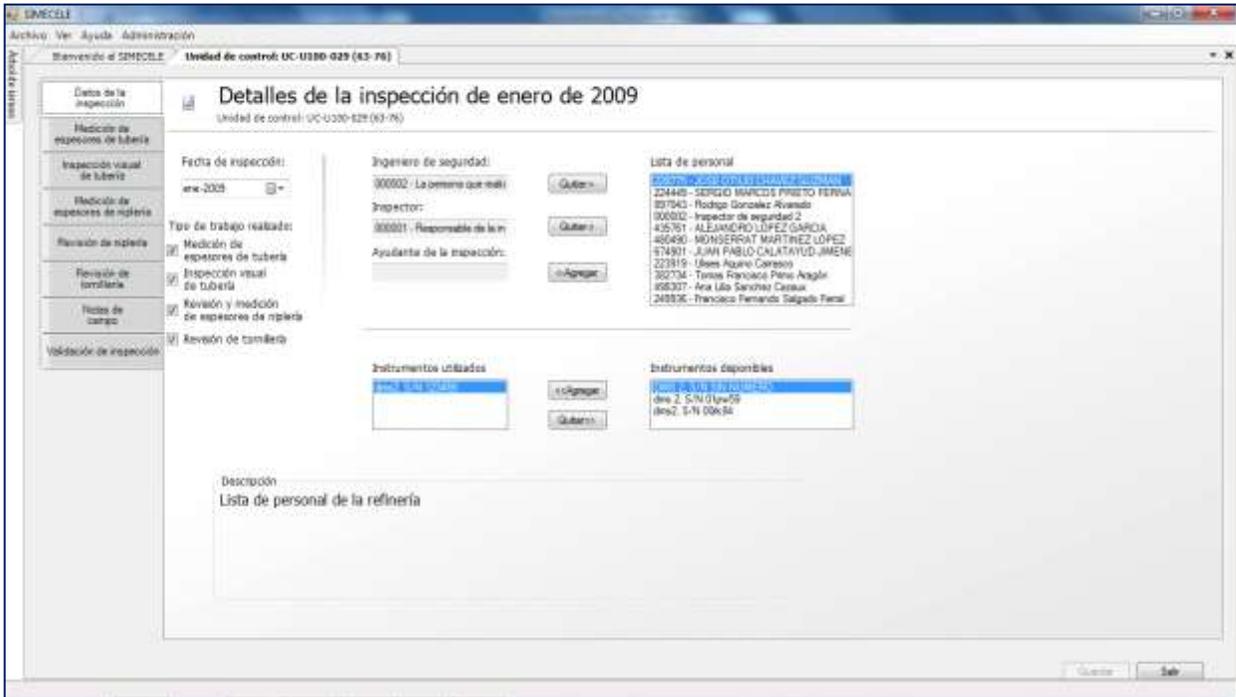
Figura 3.12 Resumen General de la Unidad de Control en SIMECELE

Para dar de alta las inspecciones, es necesario previamente haber realizado la captura de la unidad de control, los equipos de medición y el personal responsable de la medición. Dada esta información ahondaremos en la captura de las inspecciones para la unidad de control UC-U100-029 (63-76). Es por eso que accedemos al módulo de capturar o editar información y de la sección de capturar seleccionamos la opción de “Nueva inspección”. Y continuamos con las indicaciones:

1. Posteriormente se abrirá una nueva página para especificar la fecha, el personal de inspección, el equipo utilizado y activar las opciones del tipo de inspección realizada. Esta unidad de control tiene inspecciones con fechas de: **Julio 2005, Septiembre 2006 y Enero 2009.**



**IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN Y CONTROL DE ESPESORES EN LINEAS Y EQUIPOS EN UNA PLANTA HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS**



**Figura 3.13 Captura de la Inspección de la Unidad de Control en SIMECELE**

2. Se procede a capturar la medición de espesores de tubería. Esto se puede hacer manualmente o sincronizando el equipo DMS2 para descargar los datos, según sea el caso.

Número de Nivel	Datos del Nivel	Posición	Lectura Sensor	Lectura Actual	Velocidad de Descarga	Detalles
1	Exp. Nóm. 216	Oriente	335 (sep-2008)		-	Sin medición
	Lin. Ref. 300	Poniente	312 (sep-2008)		-	Sin medición
	Exp. Máx. 243	Dentro (Garganta)	279 (sep-2008)		-	Sin medición
2	Exp. Nóm. 216	Oriente	287 (sep-2008)		-	Sin medición
	Lin. Ref. 300	Poniente	279 (sep-2008)		-	Sin medición
	Exp. Máx. 243	Amba	286 (sep-2008)		-	Sin medición
3	Exp. Nóm. 216	Oriente	333 (sep-2008)	315	19.74	20% o más por encima del espesor nominal (ao)
	Lin. Ref. 300	Amba	300 (sep-2008)	315	0.00	20% o más por encima del espesor nominal (ao)
	Exp. Máx. 243	Dentro (Garganta)	276 (sep-2008)	281	0.44	20% o más por encima del espesor nominal (ao)
4	Exp. Nóm. 216	Oriente	251 (sep-2008)	196	2.58	Punto Normal
	Lin. Ref. 300	Sur	164 (sep-2008)	212	-	Lectura inválida (empesamiento mayor al 5%)
	Exp. Máx. 243	Norte	209 (sep-2008)	212	0.00	Empesamiento respecto al punto anterior (mm)
5	Exp. Nóm. 216	Oriente	188 (sep-2008)	200	-	Lectura inválida (empesamiento mayor al 5%)
	Lin. Ref. 300	Norte	260 (sep-2008)	234	6.67	Punto Normal
	Exp. Máx. 243	Sur	207 (jul-2008)	196	11.72	Alerta en velocidad de descarga, vapor 10 mg/a
6	Exp. Nóm. 216	Oriente	291 (sep-2008)	271	8.58	Punto Normal
	Lin. Ref. 300	Oriente	174 (sep-2008)		-	Sin medición
	Exp. Máx. 243	Poniente	164 (jul-2008)		-	Sin medición

**Figura 3.14 Inspección de la Tubería de la Unidad de Control en SIMECELE**



**IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN Y CONTROL DE ESPESORES EN LINEAS Y EQUIPOS EN UNA PLANTA HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS**

3. Enseguida capturamos el estado de la inspección visual de tubería para cada anomalía a evaluar.

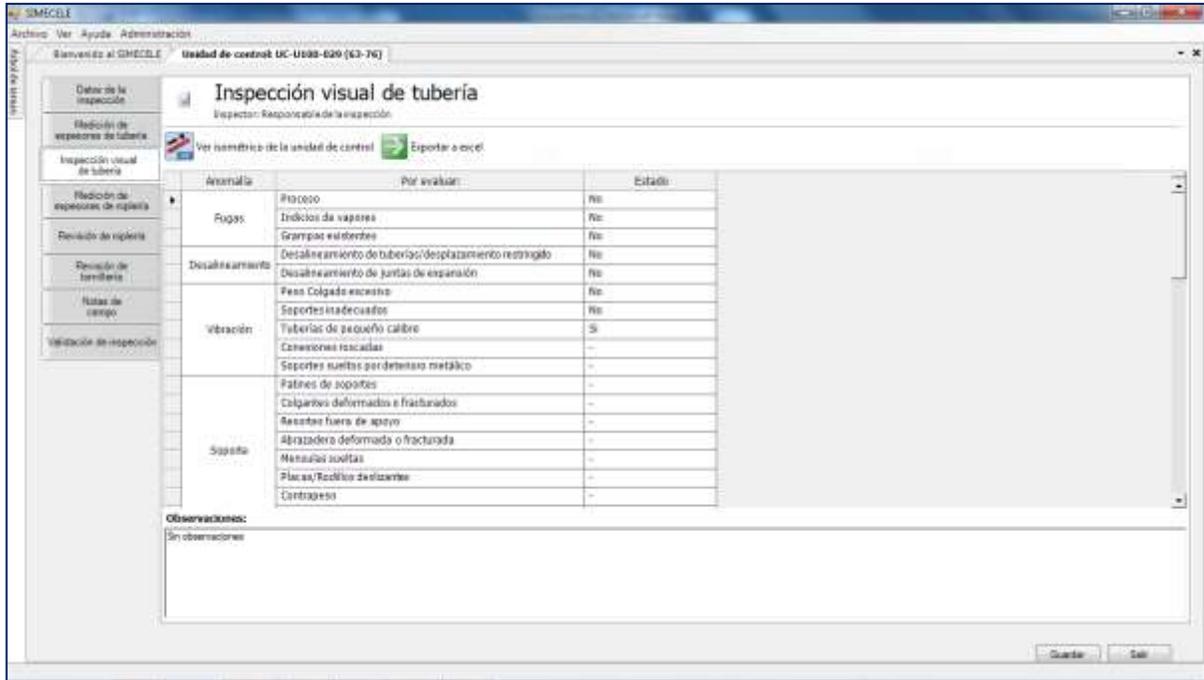


Figura 3.15 Inspección Visual de la Tubería de la Unidad de Control en SIMECELE

4. Después capturamos la medición de espesores de niplería.

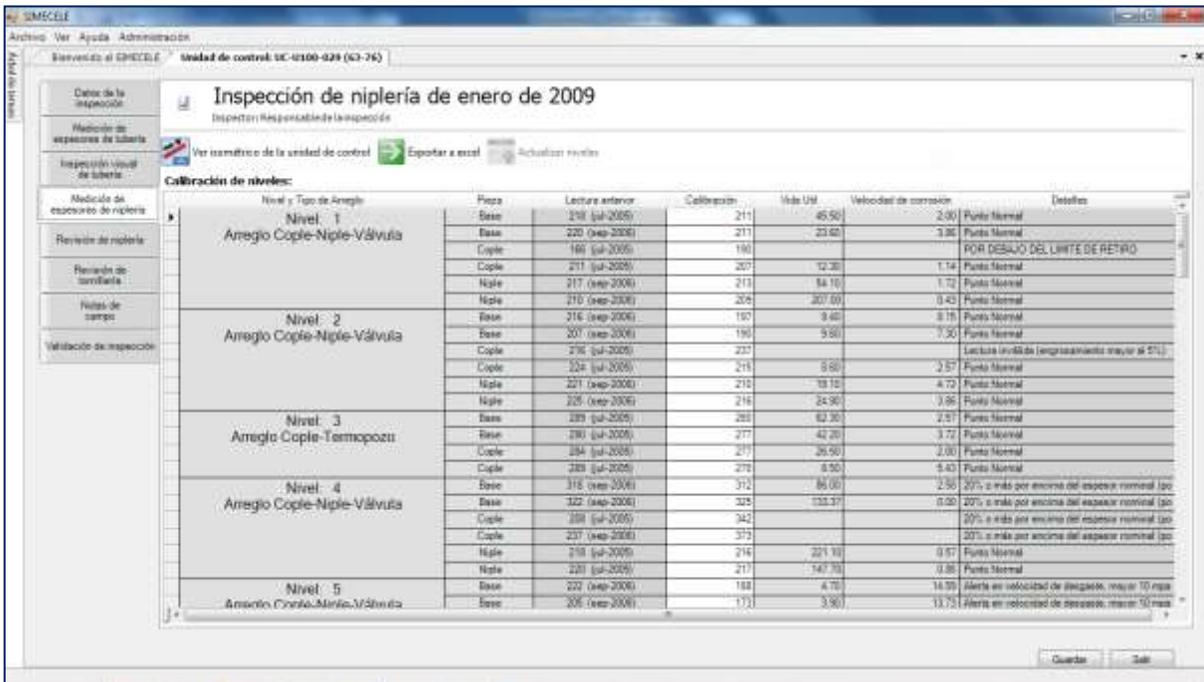


Figura 3.16 Inspección de la Niplería de la Unidad de Control en SIMECELE



**IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN Y CONTROL DE ESPESORES EN LINEAS Y EQUIPOS EN UNA PLANTA HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS**

5. A continuación capturamos la revisión de las características de las piezas de niplería.

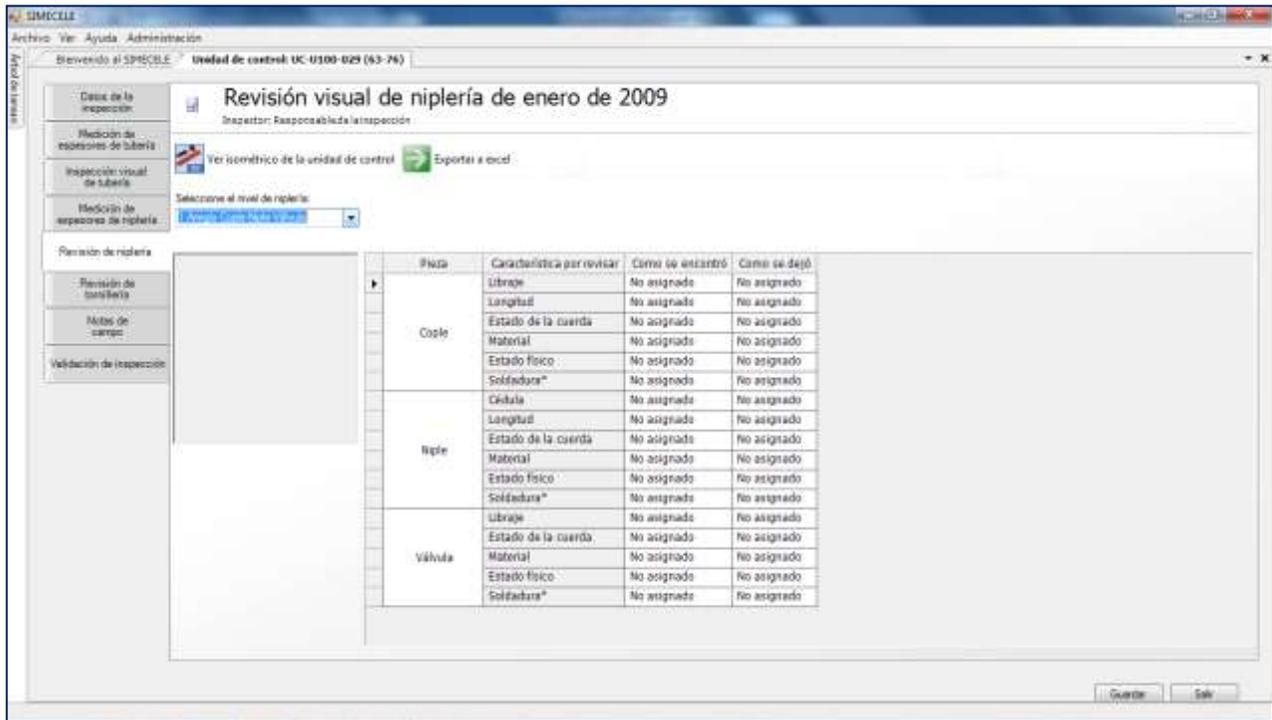


Figura 3.17 Inspección Visual de la Niplería de la Unidad de Control en SIMECELE

6. Finalmente le asignamos el grado de corrosión correspondiente a cada brida de nuestra unidad de control.

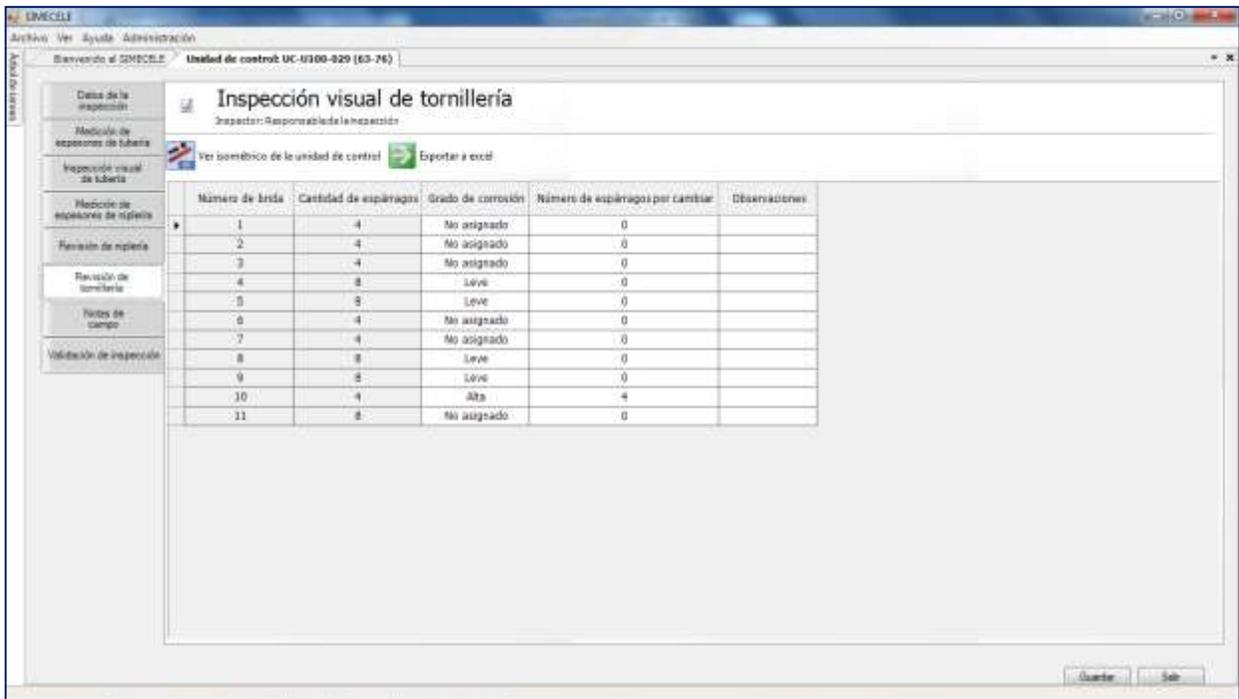


Figura 3.18 Inspección Visual de la Tornillería de la Unidad de Control en SIMECELE



**IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN Y CONTROL DE ESPESORES EN LINEAS Y EQUIPOS EN UNA PLANTA HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS**

Concluida la captura de la unidad de control UC-U100-029 (63-76) con sus respectivas inspecciones (Julio 2005, Septiembre 2006 y Enero 2009), se genera un expediente en el cual se pueden visualizar sus características.

Nivel	Detalle	Fecha	Jul-2005		sep-2006		ene-2009	
			Resp. de la capa	Velocidad de De	Resp. de la capa	Velocidad de De	Resp. de la capa	Velocidad de De
1	Nivel 1 Arreglo Caste-Huile-Válvula Espesor nominal: 218 mils Límite de retiro: 128 mils Diámetro: 50" Arreglo soldado	Bases	218	188	222	0	211	2
		Copla	217	-	222	0	211	3.86
		Horno	220	-	217	3.81	213	1.18
		Flange	216	-	216	0.11	205	8.43
		Steel	220	-	216	3.43	187	8.15
2	Nivel 2 Arreglo Caste-Huile-Válvula Espesor nominal: 218 mils Límite de retiro: 128 mils Diámetro: 50" Arreglo soldado	Bases	219	-	220	-	237	-
		Copla	219	-	220	-	237	-
		Horno	224	-	219	-	216	2.81
		Flange	223	-	221	1.11	210	4.12
		Steel	225	-	225	0	218	3.81
3	Nivel 3 Arreglo Caste-Termopoco Espesor nominal: 282 mils Límite de retiro: 128 mils	Bases	299	-	308	-	288	2.81
		Copla	299	-	308	-	271	3.12
		Horno	284	-	274	-	277	2
		Flange	309	-	319	-	278	8.43
		Steel	317	-	319	0	312	2.88
4	Nivel 4 Arreglo Caste-Huile-Válvula Espesor nominal: 218 mils Límite de retiro: 30 mils Diámetro: 50" Arreglo soldado	Bases	334	-	332	1.11	329	0
		Copla	336	-	334	-	342	-
		Horno	319	-	337	0.84	313	-
		Flange	323	-	323	0	278	8.87
		Steel	323	-	323	0	277	8.86
5	Nivel 5 Arreglo Caste-Huile-Válvula Espesor nominal: 157 mils Límite de retiro: 128 mils	Bases	214	-	222	0	188	18.58
		Copla	213	-	226	0.84	171	13.73
		Horno	-	-	-	-	-	-
		Flange	-	-	-	-	-	-
		Steel	-	-	-	-	-	-

Figura 3.19 Expediente de Inspecciones de la Unidad de Control en SIMECELE

## ANÁLISIS

El SIMECELE cuenta con la función de mostrar una pestaña donde se muestran todos los elementos del análisis estadístico que se requiere, de acuerdo a la normatividad. Estos datos se encuentran divididos en Niveles normales y Niveles críticos como se muestra en la figura 3.20.

Inspección	Jul-2005	sep-2006	ene-2009
Suma de las velocidades de desgaste (mgs)	188.9	188.9	174.6
Número de velocidades de desgaste consideradas	70	70	70
Velocidad de desgaste promedio (mgs)	2.7	2.7	2.5
Velocidad de desgaste máxima (mgs)	2.7	2.7	2.5
Velocidad de desgaste utilizada en el análisis (mgs)	2.7	2.7	2.5
Vida útil estimada (años) (a/ta)	22.9	22.9	28.8
Fecha de próxima inspección de inspección (FPI)	Julio 2008	septiembre 2011	septiembre 2011
Fecha de retiro probable (FRP)	-	agosto 2020	agosto 2010
Riesgo con base en la lectura del nivel de la inspección	-	0	0

Inspección	Jul-2005	sep-2006	ene-2009
Suma de las velocidades de desgaste (mgs)	348.9	348.9	83.7
Número de velocidades de desgaste consideradas	71	71	71
Velocidad de desgaste promedio (mgs)	4.91	4.91	1.18
Velocidad de desgaste máxima (mgs)	4.91	4.91	1.18
Velocidad de desgaste utilizada en el análisis (mgs)	4.91	4.91	1.18
Vida útil estimada (años) (a/ta)	2.7	2.7	4.2
Fecha de próxima inspección de inspección (FPI)	-	septiembre 2007	Junio 2000
Fecha de retiro probable (FRP)	-	Julio 2009	abril 2013
Riesgo con base en la lectura del nivel de la inspección	-	14	32
De la inspección	-	0	0

Figura 3.20 Análisis de la Unidad de Control en SIMECELE



En la Tabla 3.5 se pueden observar los datos obtenidos con el uso del SIMECELE para la unidad de control UC-U100-029 (63-76):

Tabla 3.5 Análisis de Resultados de la Unidad de Control

Concepto	Resultado para niveles normales	Resultado para niveles críticos
Velocidad de desgaste promedio ( $D_p$ )	4.9 mpa	7.6 mpa
Velocidad máxima de desgaste ajustada estadísticamente ( $D_{max}$ )	5.9 mpa	12.5 mpa
Vida Útil Estimada (VUE)	7.8 años	4.2 años
Fecha de Próxima Medición de Espesores (FPME)	Septiembre de 2011	Junio de 2010
Fecha de Retiro Probable (FRP)	Noviembre de 2016	Abril de 2013

En el SIMECELE se pueden apreciar todas las unidades de control contenidas al dirigirnos al Resumen de información de la planta para analizarlas con base a los siguientes conceptos:

- Unidad de control.
- Circuito.
- Tipo de unidad de control.
- Descripción.
- Si presenta niveles críticos.
- Si está forrada.
- Si esta fuera de operación
- Última inspección.



## IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN Y CONTROL DE ESPESORES EN LINEAS Y EQUIPOS EN UNA PLANTA HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS

- Próxima inspección.
- Intervalo de inspecciones.
- Niveles totales.
- Puntos de medición totales.
- Próxima inspección de puntos críticos.
- Velocidad de corrosión (niveles normales).
- Velocidad de corrosión (niveles críticos).
- Espesor mínimo encontrado.
- Fecha de Retiro Probable.
- El nivel del Espesor mínimo encontrado.
- Si requiere emplazamiento.
- Si requiere orden de fabricación.

Esta información se genera con base en la medición más reciente.

Entre otras funciones del SIMECELE, nos muestra una página con los reportes de la unidad de control UC-U100-029 (63-76).

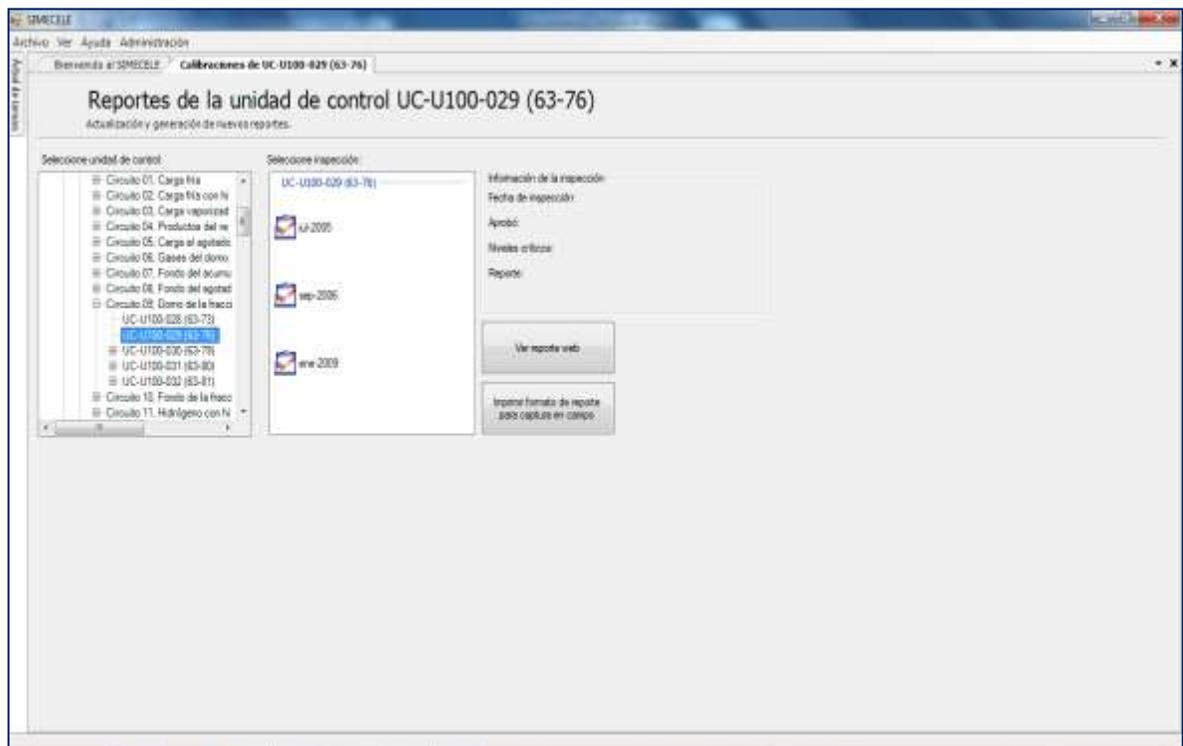


Figura 3.21 Reportes de la Unidad de Control en SIMECELE



**IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN Y CONTROL DE ESPESORES EN LINEAS Y EQUIPOS EN UNA PLANTA HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS**

En la figura 3.22 se muestra la gráfica de las calibraciones de la UC-U100-029 (63-76).

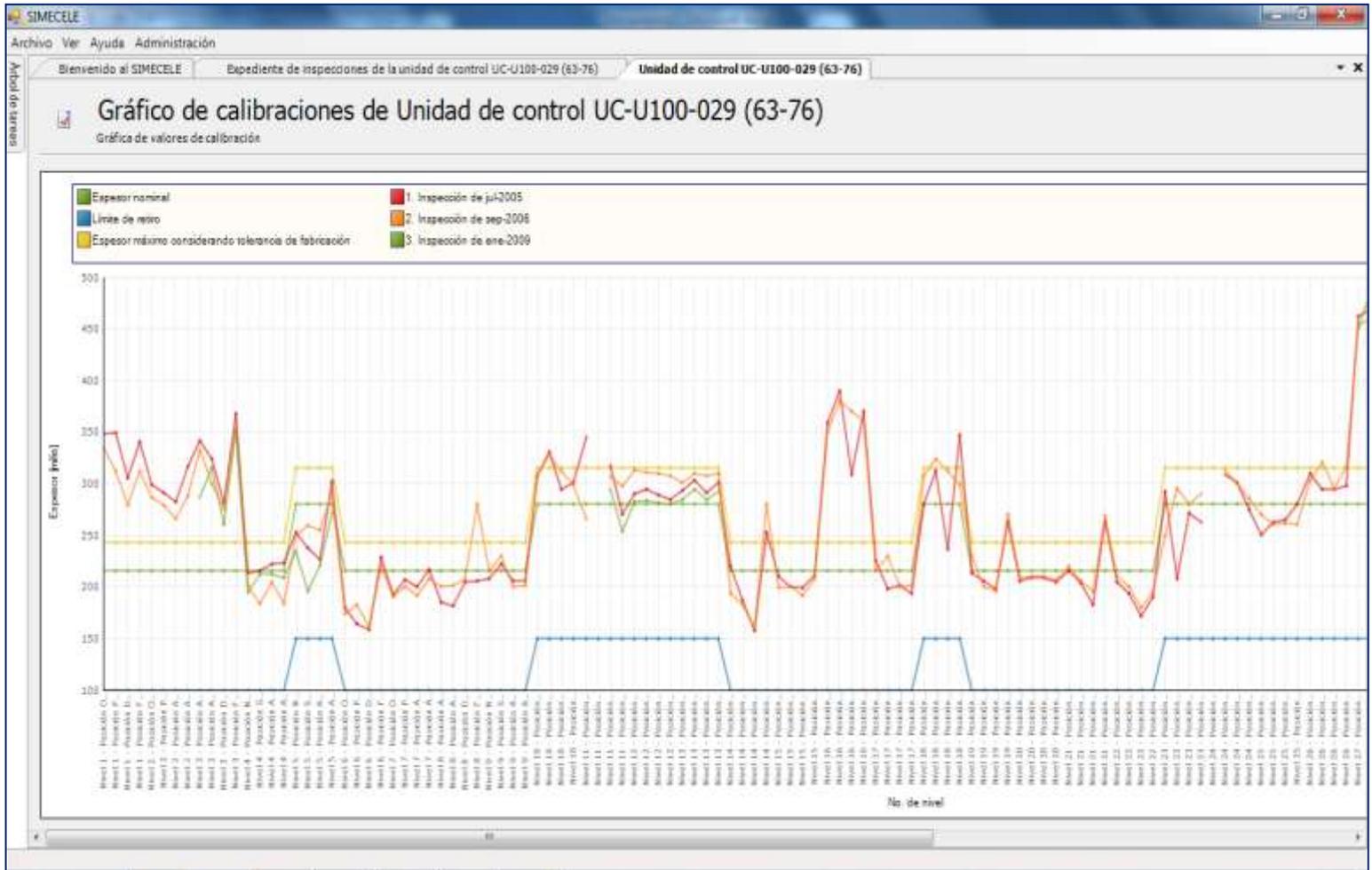


Figura 3.22 Gráfico de calibraciones de la Unidad de Control en SIMECELE



**IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN Y CONTROL DE ESPESORES EN LINEAS Y EQUIPOS EN UNA PLANTA HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS**

En el Anexo III se muestra el isométrico de la unidad de control UC-U100-029 (63-76), de la planta Hidrodesulfuradora de Destilados Intermedios, realizado en AutoCAD, con su simbología correspondiente como se implementó en SIMECELE.

En la tabla 3.6 se indica un censo de las unidades de control de Líneas de la planta Hidrodesulfuradora de Destilados Intermedios, producto del análisis de medición de espesores con SIMECELE, el cual nos proporciona las Fechas de Última Inspección de Espesores y Fechas de Próxima Medición de Espesores.

**Tabla 3.6 Análisis del Censo de las unidades de control de Líneas capturadas en SIMECELE.**

<b>Circuito SIMECELE</b>	<b>Unidad de Control en SIMECELE UC-U100-</b>	<b>Descripción</b>	<b>Última Inspección</b>	<b>Próxima Inspección</b>
01. Carga fría	001 (63-01)	Carga de L.B. a FG-101 A/B	Ene-2008	Ene-2013
01. Carga fría	002 (63-04)	Carga de FG-101 A/B a FA-101	May-2010	May-2015
01. Carga fría	003 (Nueva)	De LG-101 A a cabezal de aguas amargas	-	-
01. Carga fría	004 (63-07)	De FA-101 a succión de bombas GA-101/R	Ene-2009	Ene-2014
01. Carga fría	005 (63-08)	De bombas GA-101 a FV-102/103	May-2010	May-2015
01. Carga fría	006 (63-09)	De FA-104 a línea de descarga de bombas GA-101/R	Sep-2006	Sep-2011
02. Carga fría con Hidrógeno	007 (63-08)	De bypass de FV-102 a EA-101 H	May-2010	May-2015
02. Carga fría con Hidrógeno	008 (63-08)	De bypass de FV-103 a EA-101 G	Jun-2010	Jun-2015
03. Carga vaporizada al reactor DC-101	009 (63-14)	De cuerpo de EA-101 F a cuerpo de EA-101 D	May-2010	May-2015



**IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN Y CONTROL DE ESPESORES EN LINEAS Y EQUIPOS EN UNA PLANTA HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS**

<b>Circuito SIMECELE</b>	<b>Unidad de Control en SIMECELE UC-U100-</b>	<b>Descripción</b>	<b>Última Inspección</b>	<b>Próxima Inspección</b>
03. Carga vaporizada al reactor DC-101	010 (63-15)	De cuerpo de EA-101 E al cuerpo del EA-101 C	May-2010	May-2015
03. Carga vaporizada al reactor DC-101	011 (63-20)	De cuerpo de EA-101 A a BA-101	Feb-2009	Feb-2014
03. Carga vaporizada al reactor DC-101	012 (63-21)	De cuerpo de EA-101 B a BA-101	-	-
03. Carga vaporizada al reactor DC-101	013 (63-22)	De BA-101 a domo del DC-101	Ene-2008	Ene-2011
04. Productos del reactor	014 (63-24)	De fondo de DC-101 a carrete EA-101 A/B	Ene-2009	Jul-2012
04. Productos del reactor	015 (63-29)	De carrete de EA-101 C a carrete del EA-101 E	May-2010	May-2015
04. Productos del reactor	016 (63-30)	De carrete del EA-101 D a carrete de EA-101 F	May-2010	May-2015
04. Productos del reactor	017 (63-35)	De carrete de EA-101 G/H a cuerpo de EA- 102 A/B	May-2010	May-2015
04. Productos del reactor	018 (63-38)	De cuerpo de EA-102 A/B a FA-104	May-2010	May-2015
05. Carga al agotador DA-102	019 (63-43)	De FA-104 a LV-104	-	-



**IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN Y CONTROL DE ESPESORES EN LINEAS Y EQUIPOS EN UNA PLANTA HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS**

<b>Circuito SIMECELE</b>	<b>Unidad de Control en SIMECELE UC-U100-</b>	<b>Descripción</b>	<b>Última Inspección</b>	<b>Próxima Inspección</b>
05. Carga al agotador DA-102	020 (63-43)	De LV-104 y fondo de FA-102 a EA-106 B/D	Ene-2008	Ene-2013
05. Carga al agotador DA-102	021 (64-50)	De fondo de FA-102 a EA-106 B/D	Abr-2007	Abr-2012
05. Carga al agotador DA-102	022 (63-49)	De carrete de EA-106 A/C a domo DA-102	Ene-2008	Ene-2013
06. Gases del domo del agotador DA-102	023 (63-51)	De domo de DA-102 a cuerpo de EA-103 A/B	May-2010	May-2010
06. Gases del domo del agotador DA-102	024 (63-54)	De cuerpo de EA-103 A/B a FA-105	May-2010	May-2015
07. Fondo del acumulador FA-105	025 (63-59)	De fondo de FA-105 a LV-106	Ago-2010	Ago-2015
08. Fondo del agotador DA-102	026 (63-63)	De LV-106 y fondo de DA-102 a cuerpo de EA-104 A/F	-	-
08. Fondo del agotador DA-102	027 (63-70)	De cuerpo de EA-104 A y D a DA-101	-	-
09. Domo de la fraccionadora DA-101	028 (63-73)	De domo de DA-101 a cuerpo de EA-105 A/B	-	-
09. Domo de la fraccionadora DA-101	029 (63-76)	De cuerpo de EA-105 A/B a FA-106	Ene-2009	Dic-2013



**IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN Y CONTROL DE ESPESORES EN LINEAS Y EQUIPOS EN UNA PLANTA HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS**

<b>Circuito SIMECELE</b>	<b>Unidad de Control en SIMECELE UC-U100-</b>	<b>Descripción</b>	<b>Última Inspección</b>	<b>Próxima Inspección</b>
09. Domo de la fraccionadora DA-101	030 (63-79)	De FA-106 a succión de bombas GA-102/ R	Ene-2008	Ene-2013
09. Domo de la fraccionadora DA-101	031 (63-80)	De la descarga de bombas GA-102 RT a domo DA-101	May-2009	May-2014
09. Domo de la fraccionadora DA-101	032 (63-81)	De LV-108 a TV-237	Ene-2010	Ene-2015
10. Fondo de la fraccionadora DA-101	033 (63-85)	De DA-101 a bombas GA-103/RT	May-2010	May-2015
10. Fondo de la fraccionadora DA-101	034 (63-86)	De descarga de bombas GA-103/R a LV-109, FV-115, FV-115A, FV-120 Y FV-120A	Feb-2006	Feb-2011
10. Fondo de la fraccionadora DA-101	035 (63-86)	De FV-120 A a BA-102	Feb-2006	Ene-2011
10. Fondo de la fraccionadora DA-101	036 (63-86)	De FV-115 A a BA-102	Sep-2010	Sep-2010
10. Fondo de la fraccionadora DA-101	037 (63-86)	De FV-120 a BA-102	Feb-2006	Ene-2011
10. Fondo de la fraccionadora DA-101	038 (63-86)	De FV 115 a BA-102	Feb-2006	Ene-2011



**IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN Y CONTROL DE ESPESORES EN LINEAS Y EQUIPOS EN UNA PLANTA HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS**

<b>Circuito SIMECELE</b>	<b>Unidad de Control en SIMECELE UC-U100-</b>	<b>Descripción</b>	<b>Última Inspección</b>	<b>Próxima Inspección</b>
10. Fondo de la fraccionadora DA-101	039 (63-86)	De LV-109 a carrete de EA-104 A/F y HV-104	Feb-2006	Ene-2011
10. Fondo de la fraccionadora DA-101	040 (63-87)	De BA-102 a fondo de DA-101 y FA-107	Ago-2010	Jun-2012
10. Fondo de la fraccionadora DA-101	041 (63-95)	De carrete de EA-104 C/F a EA-106 A/D	May-2010	May-2015
10. Fondo de la fraccionadora DA-101	042 (64-01)	De EA-106 B/D a cuerpo de EA-107 A/C	May-2010	May-2015
10. Fondo de la fraccionadora DA-101	043 (64-05)	De cuerpo de EA-107 B/D a límite de batería	Ene-2009	Ene-2014
11. Hidrógeno con hidrocarburo	044 (64-47)	De FA-104 a FA-102	Jun-2010	Jun-2015
11. Hidrógeno con hidrocarburo	045 (Nueva)	De FA-102 a PV-181 B	-	-
12. Hidrógeno recirculado	046 (64-51)	De FA-102 a GB-101	Ene-2007	Ene-2012
12. Hidrógeno recirculado	047 (64-52)	De descarga de GB-101 a EA-101 H/G	Jun-2010	Jun-2015
12. Hidrógeno recirculado	048 (64-53)	De compresor GB-101 a EA-101 A/B	Abr-2010	Abr-2015
13. Hidrógeno fresco	049 (64-62)	De L.B (U-500) a FV-134	Feb-2008	Feb-2013



**IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN Y CONTROL DE ESPESORES EN LINEAS Y EQUIPOS EN UNA PLANTA HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS**

<b>Circuito SIMECELE</b>	<b>Unidad de Control en SIMECELE UC-U100-</b>	<b>Descripción</b>	<b>Última Inspección</b>	<b>Próxima Inspección</b>
13. Hidrógeno fresco	050 (64-07)	De límite de batería a entrada de manifold de gases	May-2010	May-2015
14. Gas amargo	051 (64-56 y 64-56 A)	De FA-105 y PV-181 a EA-108	Ene-2006	Ene-2011
14. Gas amargo	052 (64-56 A)	Salida de EA-108 a límite de batería	Ene-2006	Ene-2011
14. Gas amargo	053 (72-10)	Gas amargo a planta de tratamiento de gases	-	-
14. Gas amargo	054 (64-24)	De FA-106 a desfogue de baja	May-2010	May-2015
15. Aguas amargas	055 (63-42)	De FA-104 a LV-110	Oct-2009	Oct-2014
15. Aguas amargas	056 (63-42)	De LV-110 a cabezal de aguas amargas	Oct-2009	Oct-2014
15. Aguas amargas	057 (63-58)	De FA-105 a LV-105	Ene-2007	Ene-2012
15. Aguas amargas	058 (Nueva)	De LV-105 a tratamiento de aguas amargas	-	-
15. Aguas amargas	059 (Nueva)	De pierna del FA-106 a succión de la bomba BR-608C	-	-
15. Aguas amargas	060 (Nueva)	Descarga de bomba BR-608C a cabezal de aguas amargas	-	-
15. Aguas amargas	061 (64-64)	Aguas amargas a planta recuperadora de azufre	Mar-2005	Ago-2006
16. Desfogue de baja	062 (64-08)	De PSV 160/161 (filtros FG-101 A/B) a TH-110	May-2010	Mar-2015
16. Desfogue de baja	063 (64-13)	De FA-105 a PSV 111	Abr-2009	Abr-2014
16. Desfogue de baja	064 (Nueva)	De FA-101 a la PSV-101	-	-



**IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN Y CONTROL DE ESPESORES EN LINEAS Y EQUIPOS EN UNA PLANTA HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS**

<b>Circuito SIMECELE</b>	<b>Unidad de Control en SIMECELE UC-U100-</b>	<b>Descripción</b>	<b>Última Inspección</b>	<b>Próxima Inspección</b>
16. Desfogue de baja	065 (Nueva)	De PV-101 A/B A FA-101	-	-
16. Desfogue de baja	066 (Nueva)	De fondo de FA-110 a cabezal de desfogue	-	-
16. Desfogue de baja	067 (Nueva)	De FA-106 a PSV-115	-	-
17. Desfogue de alta	068 (64-30)	Cabezal de desfogue de alta	Ene-2009	Dic-2011
18. Drenaje de los filtros FG-101	069 (Nueva)	Dren del filtro FG-101A	-	-
18. Drenaje de los filtros FG-101	070 (Nueva)	Dren del filtro FG-101B	-	-
19. Gas combustible	071 (64-34)	De límite de batería a FA-110	May-2010	May-2015
19. Gas combustible	072 (64-37)	De FA-110 a cabezal de distribución de gas combustible	Ene-2007	Dic-2011
19. Gas combustible	073 (64-39)	De cabezal de gas combustible a quemadores del BA-101	Sep-2006	Ago-2011
19. Gas combustible	074 (64-41)	Gas combustible a pilotos de BA-101	-	-
19. Gas combustible	075 (64-40)	De cabezal de gas combustible a quemadores del BA-102	May-2010	May-2015
19. Gas combustible	076 (Nueva)	Gas combustible a pilotos del BA-102	-	-
20. Agua tratada	077 (63-44)	De límite de batería a cabezal de agua tratada	Abr-2010	Abr-2015
21. Vapor de media	078 (63-62)	De cabezal de vapor a DA-102	Sep-2010	Mar-2013



**IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN Y CONTROL DE ESPESORES EN LINEAS Y EQUIPOS EN UNA PLANTA HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS**

<b>Circuito SIMECELE</b>	<b>Unidad de Control en SIMECELE UC-U100-</b>	<b>Descripción</b>	<b>Última Inspección</b>	<b>Próxima Inspección</b>
22. Nitrógeno	079 (64-63)	De límite de batería a manifold de gases	-	-
23. Regeneración del catalizador	080 (Nueva)	De BA-101, BA-102 y fondo de DC-101 a FA-107	-	-
23. Regeneración del catalizador	081 (Nueva)	De FA-107 a dren y atmósfera	Sep2006	Ago-2011

Nota: Estos resultados están sujetos a que todas las unidades de control cuenten con su expediente correspondiente y tengan al menos dos calibraciones, de lo contrario se sugiere calibrar a la brevedad o en un lapso no mayor a 3 años.



**IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN Y CONTROL DE ESPESORES EN LINEAS Y EQUIPOS EN UNA PLANTA HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS**

En la tabla 3.7 se indica un censo de las unidades de control de Equipos de la planta Hidrodesulfuradora de Destilados Intermedios, producto del análisis de medición de espesores con SIMECELE, el cual nos proporciona las Fechas de Última Inspección de Espesores y Fechas de Próxima Medición de Espesores.

**Tabla 3.7 Análisis del Censo de las unidades de control de Equipos capturadas en SIMECELE.**

<b>Circuito SIMECELE</b>	<b>Unidad de Control en SIMECELE</b>	<b>Descripción</b>	<b>Última Inspección</b>	<b>Próxima Inspección</b>
DA-101	Alimentación (63-71)	Alimentación de la torre fraccionadora DA-101	Sep-2006	Sep-2011
	Domo (63-72)	Domo de la torre fraccionadora DA-101	Sep-2006	Sep-2011
	Fondo (63-83)	Fondo de la torre Fraccionadora DA-101	Sep-2006	Sep-2011
	LG-109 (63-84)	LG de la Torre Fraccionadora DA-101	Nov-2009	Mar-2011
DA-102	Domo (63-50)	Domo de la Torre Agotadora DA-102	Sep-2006	Sep-2011
	Fondo (63-60)	Fondo de la Torre Agotadora DA-102	Sep-2006	Sep-2011
	LG-107 (63-61)	LG-107 de la Torre Agotadora DA-102	May-2010	May-2015
DC-101	Cuerpo (63-23)	Cuerpo del Reactor DC-101	Ene-2008	Ene-2013
EA-101 A	Carrete (63-25)	Pre calentador de carga al reactor DC-101	Ene-2009	Ene-2014
	Cuerpo (63-19)	Pre calentador de carga al reactor DC-101	May-2010	May-2014
EA-101 B	Carrete (63-26)	Pre calentador de carga al reactor DC-101	Ene-2009	Ene-2009



**IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN Y CONTROL DE ESPESORES EN LINEAS Y EQUIPOS EN UNA PLANTA HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS**

<b>Circuito SIMECELE</b>	<b>Unidad de Control en SIMECELE</b>	<b>Descripción</b>	<b>Última Inspección</b>	<b>Próxima Inspección</b>
	Cuerpo (63-18)	Precalentador de carga al reactor DC-101	May-2010	May-2015
EA-101 C	Carrete (63-27)	Precalentador de carga al reactor DC-101	Ene-2008	Ene-2013
	Cuerpo (63-17)	Precalentador de carga al reactor DC-101	Ene-2009	Ene-2014
EA-101 D	Carrete (63-28)	Precalentador de carga al reactor DC-101	May-2010	May-2015
	Cuerpo (63-16)	Precalentador de carga al reactor DC-101	Jun-2010	Jun-2015
EA-101 E	Carrete (63-31)	Precalentador de carga al reactor DC-101	Ene-2009	Ene-2011
	Cuerpo (63-12)	Precalentador de carga al reactor DC-101	May-2010	May-2015
EA-101 F	Carrete (63-32)	Precalentador de carga al reactor DC-101	May-2010	May-2015
	Cuerpo (63-13)	Precalentador de carga al reactor DC-101	Jun-2010	Jun-2015
EA-101 G	Carrete (63-34)	Precalentador de carga al reactor DC-101	Sep-2006	Sep-2011
	Cuerpo (63-11)	Precalentador de carga al reactor DC-101	Ene-2008	Ene-2013
EA-101 H	Carrete (63-33)	Precalentador de carga al reactor DC-101	Sep-2006	Sep-2011
	Cuerpo (63-10)	Precalentador de carga al reactor DC-101	May-2006	May-2011



**IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN Y CONTROL DE ESPESORES EN LINEAS Y EQUIPOS EN UNA PLANTA HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS**

<b>Circuito SIMECELE</b>	<b>Unidad de Control en SIMECELE</b>	<b>Descripción</b>	<b>Última Inspección</b>	<b>Próxima Inspección</b>
EA-102 A	Cuerpo (63-36)	Enfriador del efluente del reactor DC-101	May-2010	May-2015
EA-102 B	Cuerpo (63-37)	Enfriador del efluente del reactor DC-101	Jun-2010	Jun-2015
EA-103 A	Cuerpo (63-52)	Condensador de la Torre Agotadora DA-102	May-2010	MAy-2015
EA-103 B	Cuerpo (63-53)	Condensador de la Torre Agotadora DA-102	Jun-2010	Jun-2015
EA-104 A	Carrete (63-89)	Precalentador de carga a la Torre Fraccionadora DA-101	-	-
	Cuerpo (63-64)	Precalentador de carga a la Torre Fraccionadora DA-101	-	-
EA-104 B	Carrete (63-90)	Precalentador de carga a la Torre Fraccionadora DA-101	Sep-2006	Sep-2011
	Cuerpo (63-65)	Precalentador de carga a la Torre Fraccionadora DA-101	Jun-2005	Jun-2010
EA-104 C	Carrete (63-91)	Precalentador de carga a la Torre Fraccionadora DA-101	Jun-2001	Jun-2006
	Cuerpo (63-66)	Precalentador de carga a la Torre Fraccionadora DA-101	Feb-2005	Feb-2010
EA-104 D	Carrete (63-92)	Precalentador de carga a la Torre Fraccionadora DA-101	Feb-2001	Feb-2006
	Cuerpo (63-67)	Precalentador de carga a la Torre Fraccionadora DA-101	Jun-2005	Jun-2010
EA-104 E	Carrete (63-93)	Precalentador de carga a la Torre Fraccionadora DA-101	-	-
	Cuerpo (63-68)	Precalentador de carga a la Torre Fraccionadora DA-101	Dic-2009	Dic-2014



**IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN Y CONTROL DE ESPEORES EN LINEAS Y EQUIPOS EN UNA PLANTA HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS**

<b>Circuito SIMECELE</b>	<b>Unidad de Control en SIMECELE</b>	<b>Descripción</b>	<b>Última Inspección</b>	<b>Próxima Inspección</b>
EA-104 F	Carrete (63-94)	Precalentador de carga a la Torre Fraccionadora DA-101	Jun-1999	Jul-2004
	Cuerpo (63-69)	Precalentador de carga a la Torre Fraccionadora DA-101	Oct-2006	Oct-2011
EA-105 A	Cuerpo (63-74)	Condensador de la Torre Fraccionadora DA-101	May-2010	May-2015
EA-105 B	Cuerpo (63-75)	Condensador de la Torre Fraccionadora DA-101	May-2010	May-2015
EA-106 A	Carrete (63-45)	Precalentador de Carga a la Torre Agotadora DA-102	Jul-2005	Jul-2010
	Cuerpo (63-96)	Precalentador de Carga a la Torre Agotadora DA-102	-	-
EA-106 B	Carrete (63-46)	Precalentador de Carga a la Torre Agotadora DA-102	-	-
	Cuerpo (63-97)	Precalentador de Carga a la Torre Agotadora DA-102	-	-
EA-106 C	Carrete (63-47)	Precalentador de Carga a la Torre Agotadora DA-102	Ene-2008	Ene-2013
	Cuerpo (63-98)	Precalentador de Carga a la Torre Agotadora DA-102	Sep-2006	Sep-2011
EA-106 D	Carrete (63-48)	Precalentador de Carga a la Torre Agotadora DA-102	Ene-2009	Ene-2014
	Cuerpo (63-99)	Precalentador de Carga a la Torre Agotadora DA-102	Sep-2006	Sep-2011



**IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN Y CONTROL DE ESESORES EN LINEAS Y EQUIPOS EN UNA PLANTA HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS**

<b>Circuito SIMECELE</b>	<b>Unidad de Control en SIMECELE</b>	<b>Descripción</b>	<b>Última Inspección</b>	<b>Próxima Inspección</b>
EA-107 A	Cuerpo (64-02)	Enfriador de fondos de la Torre Fraccionadora DA-101	Jul-2005	Jul-2010
EA-107 B	Cuerpo (64-03)	Enfriador de fondos de la Torre Fraccionadora DA-101	Jun-2010	Jun-2015
EA-107 C	Cuerpo (64-04)	Enfriador de fondos de la Torre Fraccionadora DA-101	May-2010	May-2015
EA-107 D	Cuerpo (64-61)	Enfriador de fondos de la Torre Fraccionadora DA-101	Ene-2009	Ene-2014
EA-108	Cuerpo (64-57)	Enfriador de gas amargo	May-2010	May-2015
FA-101	Cuerpo (63-05)	Tanque de carga	Ago-2010	Ago-2015
	LG-101 A (63-06)	LG de FA-101	Ene-2010	Ene-2015
FA-102	Cuerpo (64-48)	Tanque de succión de compresora	Mar-2004	Mar-2009
	LG-102 A (64-49)	LG-102 del FA-102	Sep-2009	Sep-2014
FA-104	Cuerpo (63-39)	Tanque separador de alta presión	Feb-2004	Feb-2009
	Pierna (63-39)	Pierna del FA-104	-	-
	LG-104 (63-40)	LG DE FA-104	Mar-2007	Mar-2012
	LG-110 A (63-41)	LG DE FA-104	Mar-2009	Mar-2014
FA-105	Cuerpo (63-55)	Acumulador de la Torre Agotadora DA-102	Nov-2005	Nov-2010
	Pierna (63-55)	Pierna del FA-105	Nov-2005	Nov-2010



**IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN Y CONTROL DE ESPESORES EN LINEAS Y EQUIPOS EN UNA PLANTA HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS**

<b>Circuito SIMECELE</b>	<b>Unidad de Control en SIMECELE</b>	<b>Descripción</b>	<b>Última Inspección</b>	<b>Próxima Inspección</b>
	LG-105 (63-57)	LG de la pierna de FA-105	May-2010	May-2015
	LG-106 (63-56)	LG DE FA-105	Feb-2006	Feb-2011
FA-106	Cuerpo (63-77)	Acumulador de la Torre Fraccionadora DA-101	Ene-2009	Ene-2014
	Pierna (63-77)	Pierna del FA-106	Ene-2009	Ene-2014
	LG-108 (63-78)	LG DE FA-106	Ene-2008	Mar-2009
	LG-109 B (Nueva)	LG DE Pierna de FA-106	-	-
	LG-102 B (Nueva)	LG DE Pierna de FA-106	-	-
FA-107	Cuerpo (Nueva)	Tanque Separador FA-107	-	-
FA-110	Cuerpo (64-35)	Separador FA-110	Ene-2004	Ene-2009
	LG-110 B (64-36)	LG de FA-110	Feb-2009	Feb-2014
FG-101 A	Cuerpo (63-02)	Filtro de carga FG-101 A	Oct-2009	Oct-2014
FG-101 B	Cuerpo (Nueva)	Filtro de carga FG-101 B	-	-

# CAPÍTULO IV

# CONCLUSIONES





## CAPÍTULO 4. CONCLUSIONES

### CONCLUSIONES

Se logró realizar la implementación del SIMECELE en la planta Hidrodesulfuradora de Destilados Intermedios obteniendo como resultado la administración y análisis de la información del desgaste de espesores en las líneas y equipos de proceso, y así se obtuvo un mayor control de la información para la toma de decisiones que contribuyan con los requerimientos óptimos en el mantenimiento, cuidando la integridad mecánica de la planta.

Es de suma importancia aclarar que la práctica de inspección preventiva de espesores se ve totalmente beneficiada con el uso del SIMECELE, ya que es una herramienta que permite una mejor administración de la información, disminuye los errores humanos y con esto se puede lograr una mejor productividad en la seguridad industrial de la planta.

El SIMECELE es una herramienta que pondera diversos elementos para obtener ventajas confiables en una inspección preventiva de espesores, como lo son:

- La información se respalda en una base de datos segura, siendo electrónicos los archivos y a disposición del personal responsable en todo momento.
- Mayor confiabilidad en los análisis obtenidos, pues se reduce el error humano.
- Se protege el trabajo de cada inspector responsable, porque cada inspección está protegida por un usuario.
- Compatibilidad con el equipo de calibración (DMS2), siendo rápida y eficiente la descarga de datos.
- Se visualizan con mayor facilidad los espesores medidos erróneamente y aquellos niveles con velocidad de desgaste normal y crítica.
- Se reducen los tiempos en el cálculo de análisis de medición de espesores e inmediata generación de reportes.
- Se puede consultar información valiosa desde otros centros de trabajo, monitoreando el cumplimiento de ésta práctica obligatoria.
- Se dispone de una visualización muy completa de cada unidad de control de todas las plantas, ya que se encuentran ordenadas, clasificadas y actualizadas.

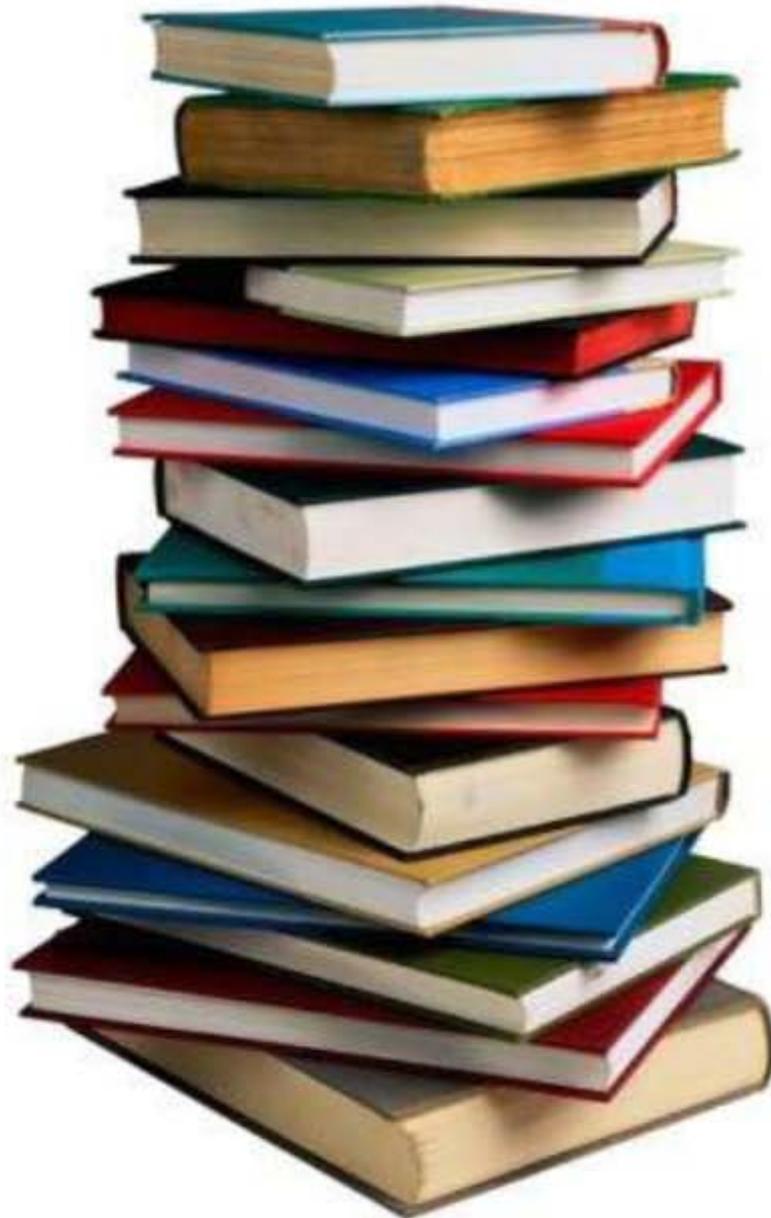


## RECOMENDACIONES

Cabe mencionar que para garantizar el óptimo uso del SIMECELE como herramienta importante en la medición preventiva de espesores es imprescindible:

- Capacitar al personal indicado de la planta para que manejen apropiadamente el SIMECELE, respetando los criterios ya antes mencionados en la metodología de medición preventiva de espesores y con la responsabilidad en los permisos de usuario.
- Implementar el SIMECELE para todas las plantas químicas que manejen o almacenen hidrocarburos y sus derivados así como otros fluidos o sustancias abrasivas que desgasten tuberías y equipos.
- Actualizar constantemente el SIMECELE, ya que cuando existe una modificación en campo en cuanto a los arreglos de tuberías y equipos, se tendrá que editar la unidad de control correspondiente, de este modo se evitará que la nueva herramienta para la medición y control de espesores se vuelva obsoleta.
- En todos los centros de trabajo donde se realiza la medición preventiva de espesores se debe contar con al menos una computadora que contenga el SIMECELE.

# BIBLIOGRAFÍA





## BIBLIOGRAFÍA

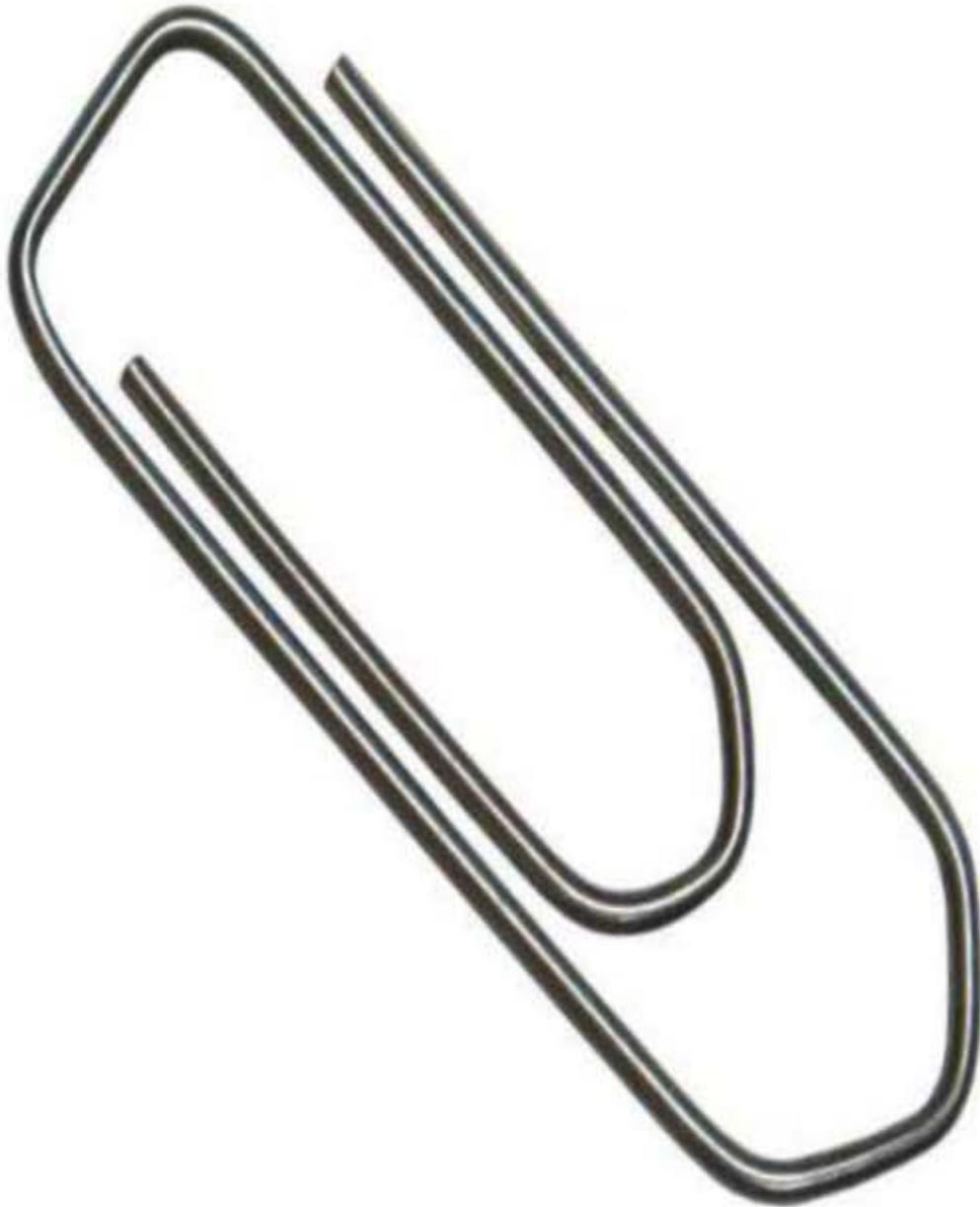
- DG-SASIPA-IT-0204\_REV\_7 Guía para el registro, análisis y programación de la medición preventiva de espesores.
- DG-ASIPA-IT-00008 Límite de retiro para tuberías, válvulas y conexiones metálicas, empleadas en el transporte de fluidos.
- GPE-IT-0201 Procedimiento de revisión de niplería de plantas en operación.
- GPASI-IT-0209 Procedimiento para efectuar la inspección de tuberías de proceso y servicios auxiliares en operación de las instalaciones de PEMEX-Refinación.
- DG-GPASI-IT-0903 Procedimiento para efectuar la revisión de la tornillería de tuberías y equipos en las instalaciones en operación de PEMEX-Refinación.
- GPI-IT-4200 Procedimiento para el control de desgaste de niplería.
- NOM-020-STPS-2002 Recipientes sujetos a presión y calderas-Funcionamiento-Condiciones de Seguridad.
- Rabinowicz, E. (1995). Friction and Wear of Materials. New York, John Wiley and Sons.
- “Corrosión” 5a ed., vol. 13 de ASM Handbook, ed. ASM International (American Society for Materials), 1996 “Corrosión” <http://www.ing.unlp.edu.ar/quimica/QCACOR3.htm>
- “Integridad Mecánica”,  
[http://www.reliarisk.com/nuevo/index.php?option=com\\_content&task=view&id=300&Itemid=91](http://www.reliarisk.com/nuevo/index.php?option=com_content&task=view&id=300&Itemid=91)
- “Integridad Mecánica”, Guidelines for Mechanical Integrity Systems, Center for Chemical Process Safety of the American Institute of Chemical Engineers and John Wiley & Sons, Inc. 2006
- “Gestión de la Seguridad”, Guidelines for Management of Chance for Process Safety, Center for Chemical Process Safety of the American Institute of Chemical Engineers and John Wiley & Sons, Inc. 2008
- “Mantenimiento”, Guidelines for Safe Process Operations and Maintenance, Center for Chemical Process Safety of the American Institute of Chemical Engineers and John Wiley & Sons, Inc. 1995
- ASME B31.4 Transportation systems for liquid hydrocarbons and other liquids.
- ASME B31.3 ASME CODE for pressure piping.
- ASME B31G Manual for determining the remaining strength of corroded pipelines.



**IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN Y CONTROL DE ESPESORES EN LINEAS Y EQUIPOS EN UNA PLANTA HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS**

- API 570 Piping Inspection Code
- API 574 Inspection Practices for Piping System Components.
- API 510 Pressure Vessel Inspection Code.
- API 572 Inspection of Pressure Vessels.
- “Propuesta para implementar un sistema de medición de espesores en líneas y equipos de la sección de fraccionamiento de una planta FCC”, Vanessa Trejo Juárez, Dr. M. Javier Cruz Gómez, 2006.
- “Construcción de una red neuronal artificial para la modelación de un reactor de hidrosulfuración de naftas”, José Ignacio Paz Paredes, Dr. Enrique Arce Medina, 2004.
- Documento PR-SASIPA-UNAM-02/2009-MUS-01 “Manual de usuario del SIMECELE”, Facultad de Química, UNAM, 2009
- CEASPA-GDDITEA-002 Guía para dibujar diagramas para inspección técnica de espesores en AutoCAD® 2008. Uso de la herramienta de dibujo del SIMECELE, UNAM, 2009.
- GPEI\_IT\_3001 Para la instalación de niplería en líneas y equipos de proceso.
- NOM-028-STPS-2004, Organización del trabajo –Seguridad en los procesos de sustancias químicas.

# ANEXOS





IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN Y CONTROL DE ESPESORES EN LINEAS Y EQUIPOS EN UNA PLANTA HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS

*Anexo I. DFP de la Planta Hidrodesulfuradora de Destilados Intermedios, realizado en AutoCAD con su simbología correspondiente.*





IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN Y CONTROL DE ESPESORES EN LINEAS Y EQUIPOS EN UNA PLANTA HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS

*Anexo II. DTI's de la Planta Hidrodesulfuradora de Destilados Intermedios, realizado en AutoCAD con su simbología correspondiente.*

**TH-116**  
 TANQUE SEPARADOR 1ra ETAPA (ALTA)  
 PRESION DE OPERACION 110 PSIG  
 TEMPERATURA DE OPERACION 332 F  
 CAPACIDAD 2352 GAL  
 DIMENSIONES 8' 2" X 24' L.T.  
 AISLAMIENTO SI

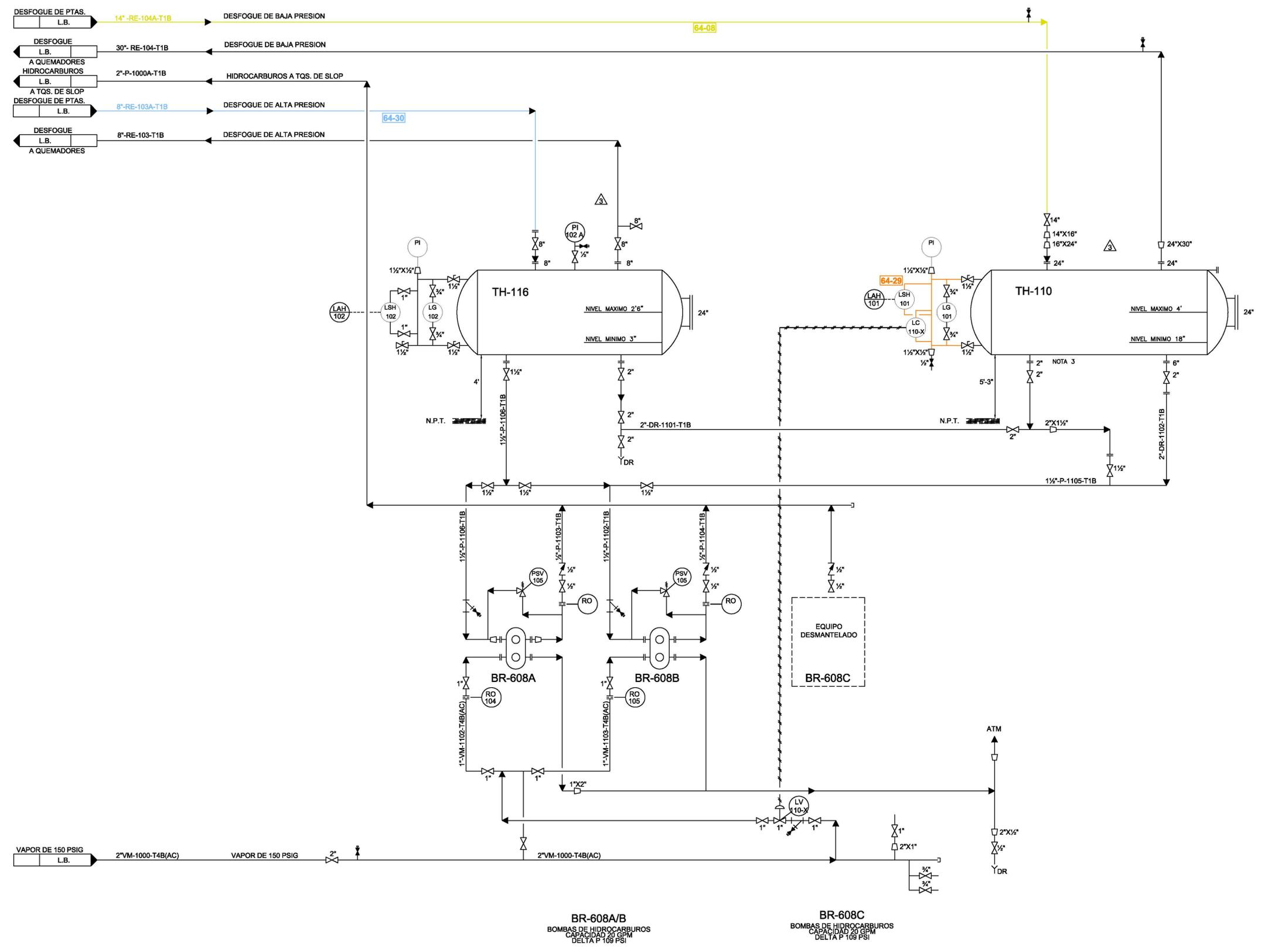
**TH-110**  
 TANQUE SEPARADOR 1ra ETAPA (ALTA)  
 PRESION DE OPERACION 117 PSIG  
 TEMPERATURA DE OPERACION 270 F  
 CAPACIDAD 864 GAL  
 DIMENSIONES 6' 2" X 24' L.T.  
 AISLAMIENTO SI

**NOTA GENERAL**

LA SIMBOLOGIA DE LOS INSTRUMENTOS MOSTRADOS EN ESTE DIAGRAMA ES CONFORME A LA NORMA ISA S.5.1 - 1984, (REV. NOV-5-1988)

- SUMINISTRADO POR EL FABRICANTE
- LAS ALARMAS DE NIVEL SE LOCALIZARAN EN EL TABLERO DE CONTROL DE LA PLANTA HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS CTO-IMP-1128.
- BRIDA CIEGA CON ORIFICIO PARA TUBERIA DE 1/2" Ø

**NOTA:**  
 SE TOMÓ LA ÚLTIMA REVISIÓN DISPONIBLE DE ESTE DIAGRAMA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LAS UNIDADES DE CONTROL.  
 30 DE NOVIEMBRE DE 2008.



NÚMERO	DIBUJO DE REFERENCIA	
A-01	R-170-39-09	RESUMEN DE DIAGRAMAS
A-02	R-170-39-09	DISTRIBUCIÓN DE DIAGRAMAS
A-03	R-170-39-09	INTERCONEXIONES PLANTAS
ÁREA PLANTA "HIDRO" DESTILADOS INTERMEDIOS		

4	JULIO-05	REV. GENERAL PARA ANÁLISIS DE RIESGOS	IBSE	ISAC	MUCOS	IRAG
3	NOV-80	SE CANCELAN VALVULAS DE BLOQUEO Y BY-PASS EN TH-116 Y TH-110 Y NOTAS 1 Y 4				
2	FEB-80	SE CANCELAN INTERRUPTORES Y ALARMAS POR BAJO NIVEL EN TANQUES TH-110 Y TH-116				
1	MAY-79	REV. GENERAL DE INSTRUMENTOS				
0	NOV-78	APROBADOS PARA CONSTRUCCIÓN				
REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	DIBUJO	SUPERVISÓ	REVISÓ	APROBÓ

CLIENTE: PEMEX Refinación  
 Refinería "Gral. Lázaro Cárdenas" (RGLC)  
 Minatitlán, Veracruz

PROVEEDOR: Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)  
 Facultad de Química (FQ)  
 Conjunto E, Lab. 212

TÍTULO DEL PROYECTO:  
 Análisis de Riesgos de Proceso en 5 plantas, con actualización de 91 DTI's faltantes, en la Refinería "Gral. Lázaro Cárdenas" de Minatitlán, Veracruz.

TÍTULO DEL DIBUJO:  
 DIAGRAMA DE TUBERÍA E INSTRUMENTACIÓN  
 TANQUES SEPARADORES DE DESFOGACIÓN  
 TH-110 Y TH-116

NÚMERO DE PROYECTO: FQ-424-2005	NÚMERO DE DIBUJO: A-20
ÁREA O SECTOR: 5	FECHA DE REVISIÓN: JULIO DE 2005
	REVISIÓN NÚMERO: 4



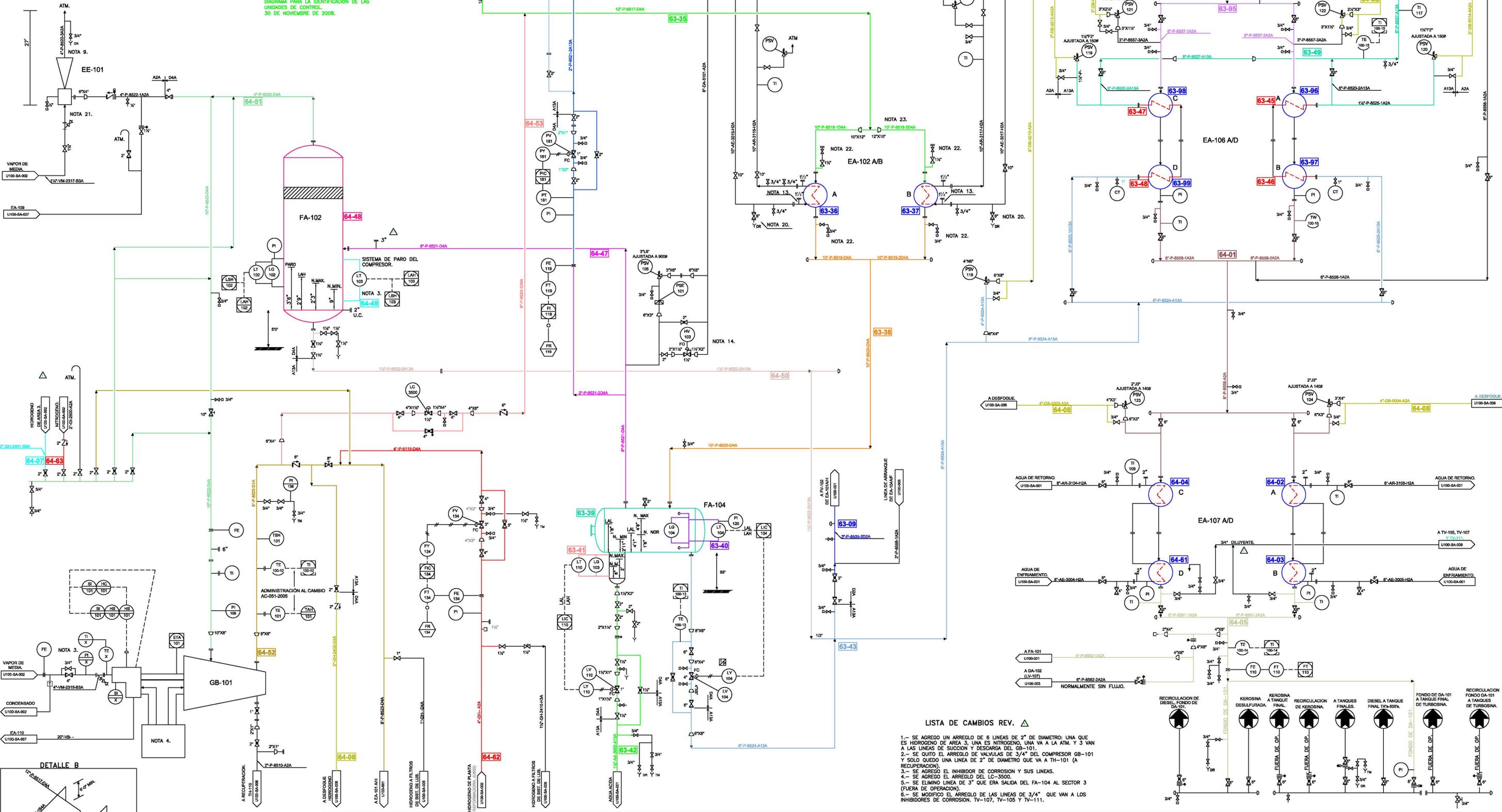
- 13.- CONEXION PARA LIMPIEZA QUIMICA DE 1 1/2".  
 14.- NORMALMENTE SIN FLUJO EN EL CASO DE CARGA DE NATAS.  
 15.- EN ESTA CORRIENTE SE OBTIENE DIESEL NACIONAL CUANDO LA CARGA A LA PLANTA SEA DE MEZCLA DE GASOLEOS.  
 16.- EN ESTA CORRIENTE SE OBTIENDRA TURBOSINA CUANDO LA CARGA A LA PLANTA SEA DE NAFTA PESADA.  
 17.- CANCELADA.  
 18.- BOQUILLA PARA LIMPIEZA DE 2" DE DIAMETRO.  
 19.- NO COLOCAR DRENS O VENTOS EN SERVICIO DE HIDROGENO ENTRE LAS VALVULAS FV-102 Y FV-103 Y EL TANQUE FA-104, SOLO LOS QUE SE INDICAN.  
 20.- BOQUILLAS DE RETROALAMADO.  
 21.- CONEXION N.P.T.  
 22.- INSTALAR COPLES SOLDADOS CON DOBLE VALVULA PARA TOMA DE PRESION.  
 23.- ARREGLO SIMETRICO DE LA TUBERIA.  
 24.- DISERO ORIGINAL POR EL INSTITUTO MEXICANO DE PETROLEO.

- NOTAS:  
 1.- PARA NOTAS GENERALES, DIBUJOS DE REFERENCIA, CODIGO DE TUBERIAS Y SIMBOLOS DE INSTRUMENTACION VER DIB. U100-001A.  
 2.- TODOS LOS DRENS Y VENTOS SERAN DE 3/4" A NO SER QUE SE INDIQUE OTRA COSA.  
 3.- SISTEMA DE PARO DEL COMPRESOR POR ALTA TEMPERATURA EN CHUMACERAS, VIBRACION AXIAL Y/O RADIAL, SOBRE VELOCIDAD, BAJA PRESION DIFERENCIAL EN CHUMACERAS, ETC. EN DIAG. U100-SA-005.  
 4.- SISTEMA DE LUBRICACION DEL COMPRESOR DIAG. U100-SA-005.  
 5.- TUBO DALL.  
 6.- VALVULA CHECK DE CONTRAPESO AJUSTABLE CON PALANCA.  
 7.- LOCALIZADA FUERA DE CASA DE COMPRESORAS Y EN LUGAR SEGURO.  
 8.- DESCONECTADO CUANDO NO ESTE EN USO.  
 9.- ORIFICIO DE 1/4" EN DONDE DA VUELTA EL TUBO.  
 10.- NORMALMENTE SIN FLUJO OPERACION EN CASO DE PARO DE LA SECCION DE REACCION DE LA PLANTA HIDRODESULFURADORA DE NATAS.  
 11.- EL CONDENSADO DE TRAMPAS SERA CONECTADO NORMALMENTE A LOS CARBALES DE RECUPERACION.  
 12.- LOCALIZAR EL TI-117 VISIBLE DESDE LA VALVULA DE GLOBO PARA CONTROL MANUAL DE TEMPERATURA.

ADMINISTRACION AL CAMBIO

1.- AC-051-2005: "CAMBIO DE SEÑALIZACION DE FLUJO DE HIDROGENO EN EL INTERLOCK DEL CALENTADOR BA-101".

NOTA:  
 SE TOMO LA ULTIMA REVISION DISPONIBLE DE ESTE DIAGRAMA PARA LA IDENTIFICACION DE LAS UNIDADES DE CONTROL:  
 30 DE NOVIEMBRE DE 2008.



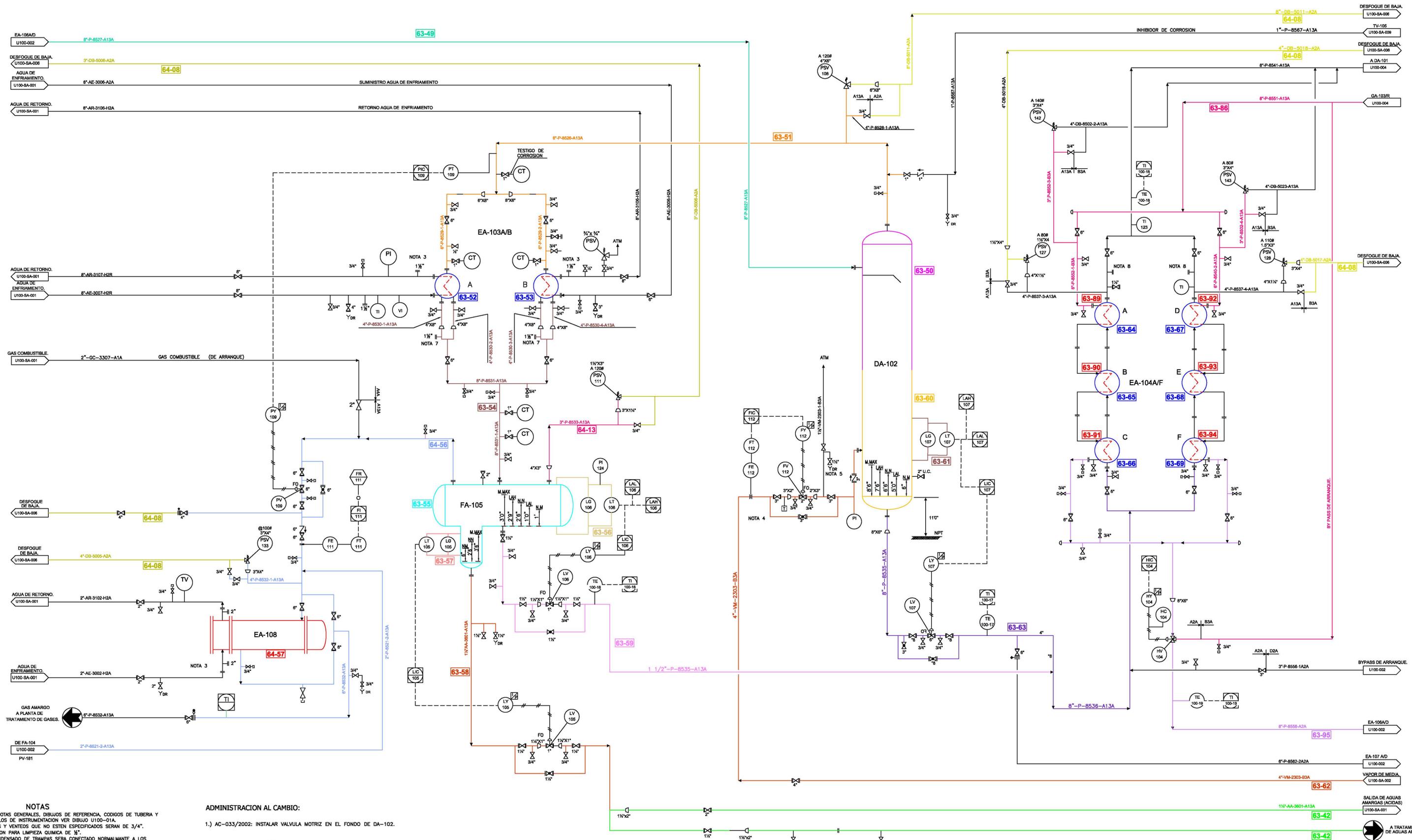
LISTA DE CAMBIOS REV. Δ

- SE AGREGO UN ARREGLO DE 6 LINEAS DE 2" DE DIAMETRO: UNA QUE ES HIDROGENO DE AREA 3, UNA ES NITROGENO, UNA VA A LA ATM. Y 3 VAN A LAS LINEAS DE SUCCION Y DESCARGA DEL GB-101.
- SE QUITO EL ARREGLO DE VALVULAS DE 3/4" DEL COMPRESOR GB-101 Y SOLO QUEDO UNA LINEA DE 2" DE DIAMETRO QUE VA A TH-101 (A RECUPERACION).
- SE AGREGO EL INHIBIDOR DE CORROSION Y SUS LINEAS.
- SE AGREGO EL ARREGLO DEL LC-3500.
- SE ELIMINO LINEA DE 3" QUE ERA SALIDA DEL FA-104 AL SECTOR 3 (FUERA DE OPERACION).
- SE MODIFICO EL ARREGLO DE LAS LINEAS DE 3/4" QUE VAN A LOS INHIBIDORES DE CORROSION: TV-107, TV-105 Y TV-111.

NUM.	DIBUJOS DE REFERENCIA	NUM.	DIBUJOS DE REFERENCIA	REV.	DESCRIPCION	FECHA	REVISOR	APROBADO POR
U100-SA-006	SISTEMA DE DESFOGUE.	U100-SA-005	SISTEMA DE LUBRICACION DEL COMPRESOR GB-101.					
U100-SA-005	SISTEMA DE LUBRICACION DEL COMPRESOR GB-101.	U100-SA-003	RECUPERACION DEL CATALIZADOR Y SERVICIOS AL CALENTADOR BA-101.					
U100-SA-002	DISTRIBUCION DE VAPOR, CONDENSADOS, HIDROGENO Y NITROGENO.	U100-SA-001	DISTRIBUCION DE AGUA, AIRE, GAS COMBUSTIBLE Y COMBUSTIBLE.					
U100-SA-001	DISTRIBUCION DE AGUA, AIRE, GAS COMBUSTIBLE Y COMBUSTIBLE.	U100-006	DISTRIBUCION DE AGUA, AIRE, GAS COMBUSTIBLE Y COMBUSTIBLE.					
U100-SA-007	CONDENSADOR DE SUPERFICIE Y SISTEMA DE VACIO.	U100-001	SECCION DE PRECALENTAMIENTO.					

UNAM FQ  
 PEXMEX REFINACION  
 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
 FACULTAD DE QUIMICA CONJ. E. LAB. 212  
 HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS (U100)  
 SECCION DE COMPRESION.  
 REFINERIA "GRAL. LAZARO CARDENAS"  
 CONV. UNAM-PEMEX FQ-337-1  
 CAP. UNIDAD: 25,000 BPD  
 SECCION/AREA: U100  
 DIAGRAMA No. U100-002  
 REV: 2

EA-108 ENFRIADOR DE GAS AMARGO 0.13 MMSTLHR  
 FA-105 ACUMULADOR DE TORRE AGOTADORA I.D. 40" T.T. 10'4" I.D. 20" T.T. 4'-8"  
 EA-103 A/B CONDEASADOR DEL AGOTADOR 16.2 MMSTLHR  
 DA-102 TORRE AGOTADORA 39'-0" T. 1'X8'-0" DI  
 EA-104A/F PRECALENTADOR DE CARGA A FRACCIONADORA 51.5 MMSTLHR



- NOTAS**
- 1) PARA NOTAS GENERALES, DIBUJOS DE REFERENCIA, CODIGOS DE TUBERIA Y SIMBOLOS DE INSTRUMENTACION VER DIBUJO U100-01A.
  - 2) DRENES Y VENTOS QUE NO ESTEN ESPECIFICADOS SERAN DE 3/4".
  - 3) CONEXION PARA LIMPIEZA QUIMICA DE 1/2".
  - 4) EL CONDEASADO DE TRAMPAS SERA CONECTADO NORMALMANTE A LOS CABEZALES DE RECUPERACION.
  - 5) COLOCAR DESCARGA DE PURGA EN UN PUNTO ALTO Y SEGURO.
  - 6) CONEXION PARA RETROALIMADO.
  - 7) CONEXION PARA TERMOMETRO.
  - 8) CONEXION PARA MANOMETRO.
  - 9) ABIERTA CON CANDADO.
  - 10) DISEÑO ORIGINAL POR EL INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO

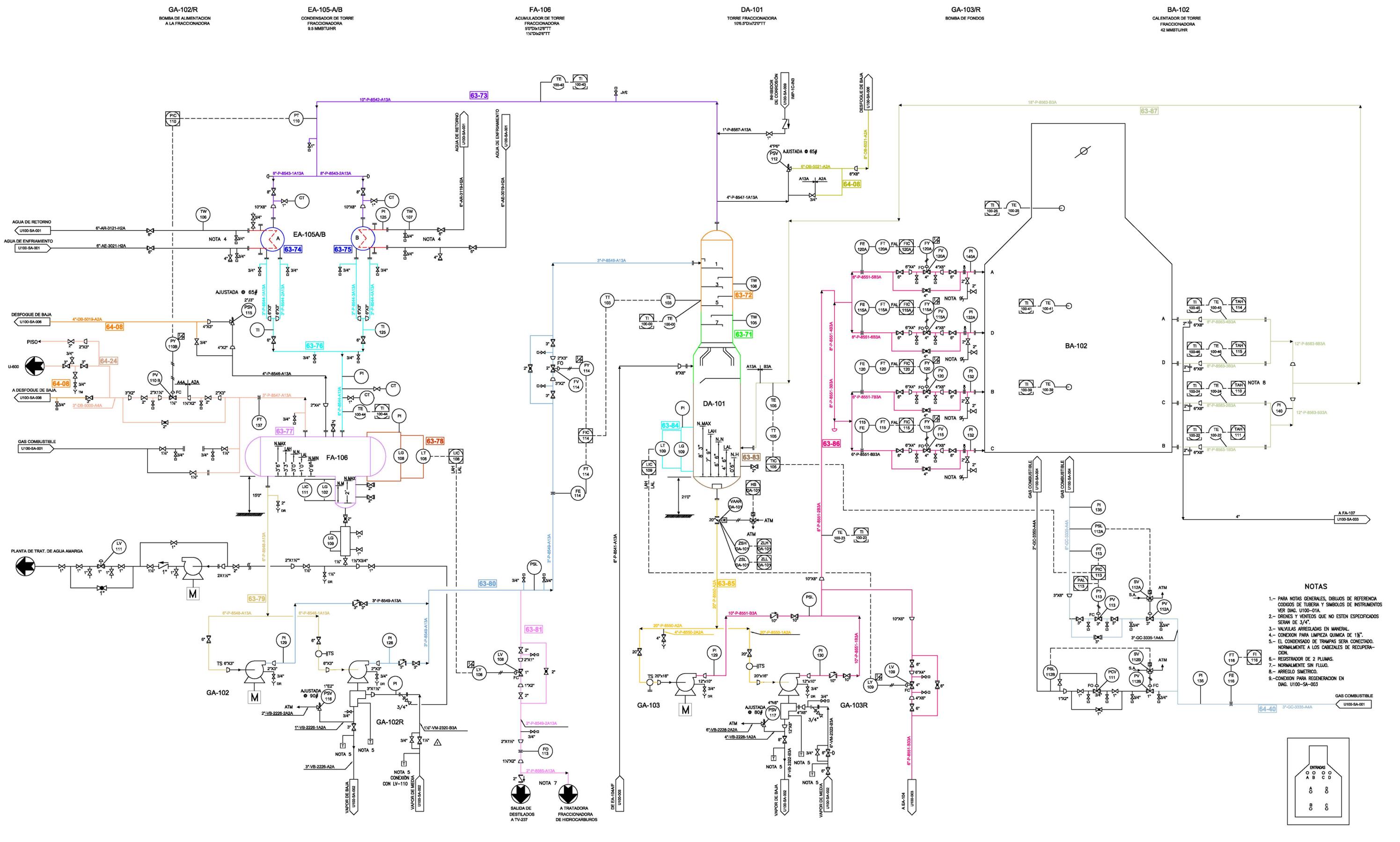
**ADMINISTRACION AL CAMBIO:**

1.) AC-033/2002: INSTALAR VALVULA MOTRIZ EN EL FONDO DE DA-102.

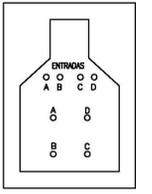
**NOTA:**

SE TOMO LA ULTIMA REVISION DISPONIBLE DE ESTE DIAGRAMA PARA LA IDENTIFICACION DE LAS UNIDADES DE CONTROL.  
 30 DE NOVIEMBRE DE 2008.

UNAM FQ	PEMEX REFINACION	UNAM FQ
U100-002 SECCION DE COMPRESION	ACTUALIZACION DE LOS DIAGRAMAS TECNICOS INDUSTRIALES DE LAS PLANTAS DE PROCESO EN LA REFINERIA "LAZARO CARDENAS" MINATITLAN, VER.	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO FACULTAD DE QUIMICA CONJ. E. LAB. 212
U100-004 SECCION DE FRACCIONAMIENTO		DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTACION SECCION DE AGOTAMIENTO
U100-SA-001 DISTRIBUCION DE AIRE, GAS COMBUSTIBLE, Y COMBUSTIBLE		REFINERIA LAZARO CARDENAS, MINATITLAN, VER.
U100-SA-002 DISTRIBUCION DE VAPOR, CONDENSADOS, HIDROGENO Y NITROGENO		
U100-SA-006 SISTEMA DE DESFOQUE		
U100-SA-008 SISTEMA DE TRATAMIENTO QUIMICO		
NUM. DIBUJOS DE REFERENCIA	REV. DESCRIPCION	FECHA
	1 REVISION GENERAL Y ACTUALIZACION EN CAMPO	NOV.-2000
	0 PARA COMENTARIOS Y/O APROBACION	



- NOTAS**
- 1.- PARA NOTAS GENERALES, DIBUJOS DE REFERENCIA CODIGOS DE TUBERIA Y SIMBOLOS DE INSTRUMENTOS VER DIAG. U100-01A.
  - 2.- DREÑES Y VENTOS QUE NO ESTEN ESPECIFICADOS SERAN DE 3/4".
  - 3.- VALVULAS ARREGLADAS EN MANERAL.
  - 4.- CONEXION PARA LIMPIEZA QUIMICA DE 1 1/2".
  - 5.- EL CONDENSADOR DE TRAMPAS SERA CONECTADO, NORMALMENTE A LOS CABEZALES DE RECUPERACION.
  - 6.- REGISTRADOR DE 2 PLUMAS.
  - 7.- NORMALMENTE SIN FLUJO.
  - 8.- ARREGLO SIMETRICO.
  - 9.- CONEXION PARA REGENERACION EN DIAG. U100-SA-003



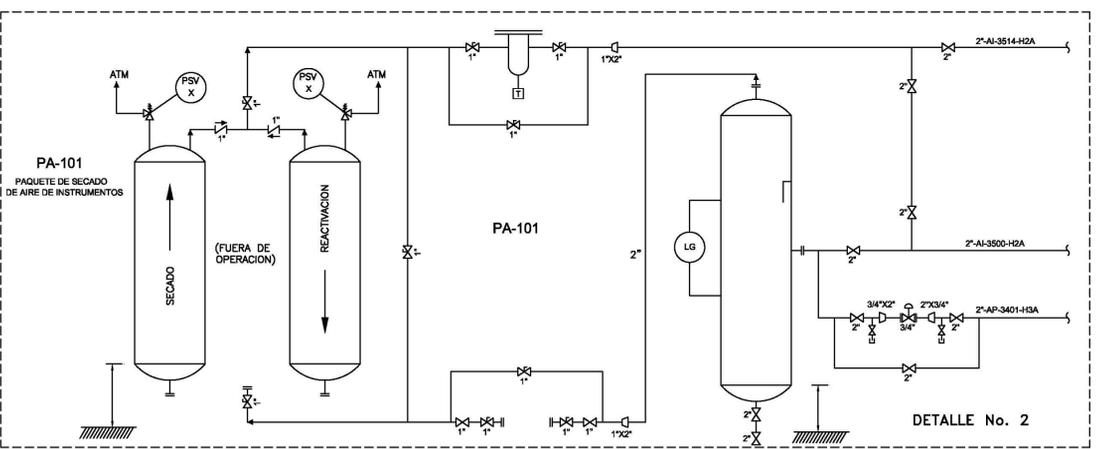
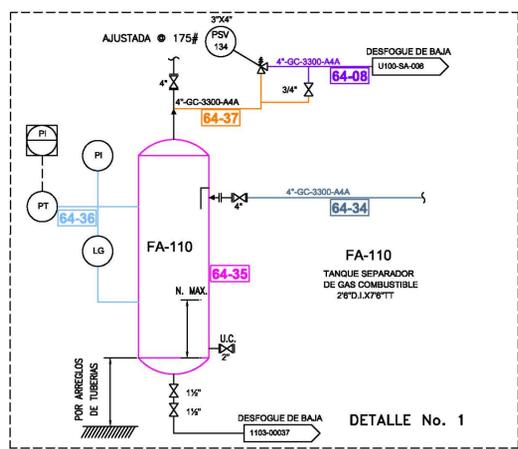
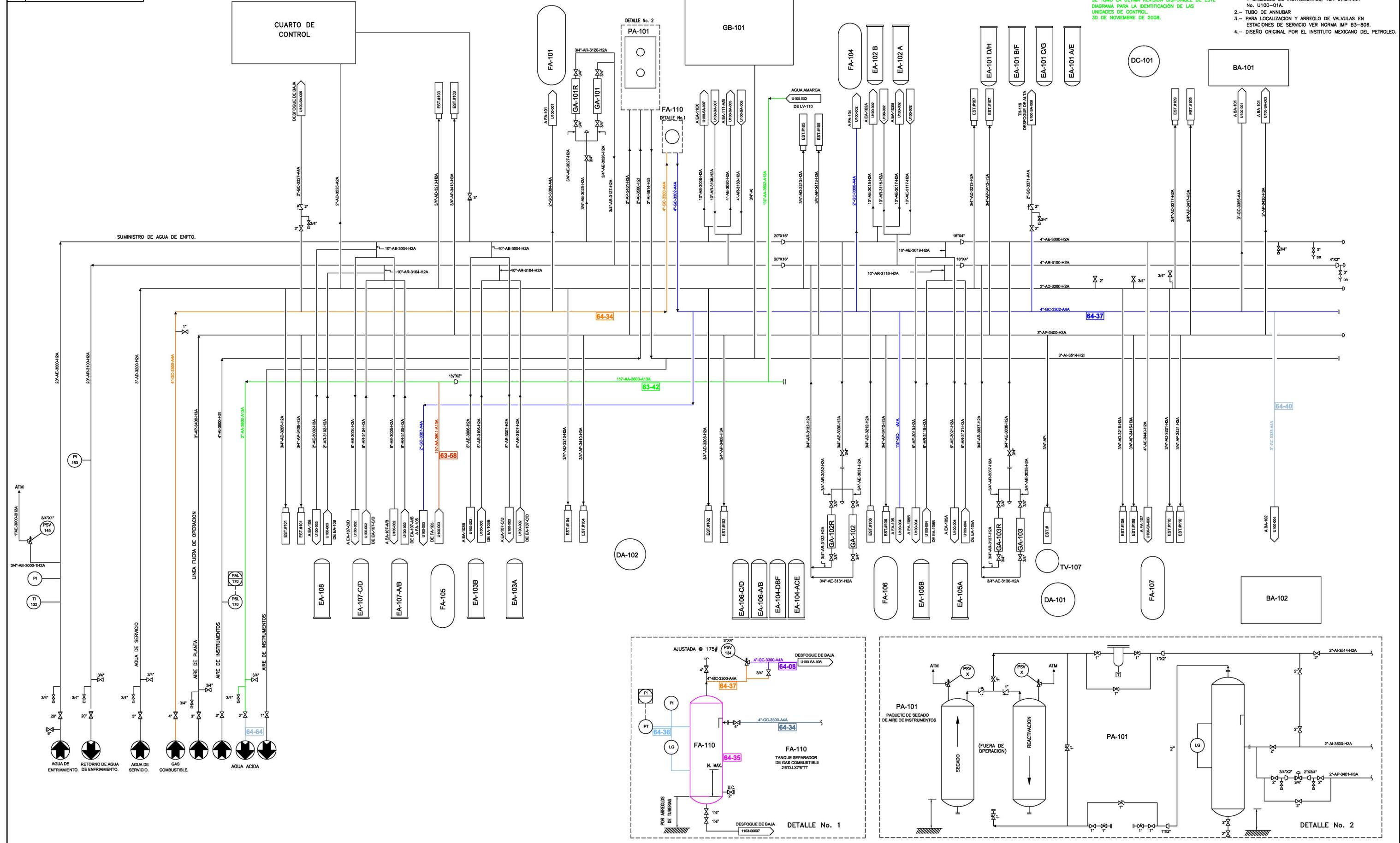
**NOTA:**  
SE TOMO LA ULTIMA REVISION DISPONIBLE DE ESTE DIAGRAMA PARA LA IDENTIFICACION DE LAS UNIDADES DE CONTROL.  
30 DE NOVIEMBRE DE 2008.

UNAM FQ	PEMEX REFINACION	UNAM FQ
U100-003 DTI SECCION DE AGOTAMIENTO.	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO FACULTAD DE QUIMICA CONJ. E. LAB. 212	UNAM FQ
U100-SA-001 DISTRIBUCION DE AIRE, GAS COMBUSTIBLE Y AGUA.	DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTACION HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS (U100) SECCION DE FRACCIONAMIENTO.	UNAM FQ
U100-SA-002 DISTRIBUCION DE VAPOR, CONDENSADO, HIDROGENO, NITROGENO.	REFINERIA LAZARO CARDENAS MINATITLAN, VER.	UNAM FQ
U100-SA-003 REGENERACION DE CATALIZADOR Y SERVICIOS AL BA-101.		UNAM FQ
U100-SA-008 SISTEMA DE DESFOGUE.		UNAM FQ
U100-SA-009 SISTEMA DE TRATAMIENTO QUIMICO.		UNAM FQ
NUM. DIBUJOS DE REFERENCIA	REV. DESCRIPCION	UNAM FQ

**NOTAS**

- 1.- PARA NOTAS GENERALES, DIBUJOS DE REFERENCIA Y SIMBOLOS DE INSTRUMENTOS, VER DIAGRAMA No. U100-01A.
- 2.- TUBO DE ANUNCIAR PARA LOCALIZACIÓN Y ARREGLO DE VALVULAS EN ESTACIONES DE SERVICIO VER NORMA MP B3-806.
- 3.- TUBO DE ANUNCIAR PARA LOCALIZACIÓN Y ARREGLO DE VALVULAS EN ESTACIONES DE SERVICIO VER NORMA MP B3-806.
- 4.- DISEÑO ORIGINAL POR EL INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLO.

**NOTA:**  
SE TOMÓ LA ÚLTIMA REVISIÓN DISPONIBLE DE ESTE DIAGRAMA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LAS UNIDADES DE CONTROL 30 DE NOVIEMBRE DE 2008.



NUM.	DIBUJOS DE REFERENCIA	REV.	DESCRIPCION	FECHA	REVISO	MANTE	GEN	APROBADO POR	REVISO	FECHA	MUDS
1			REVISION GENERAL Y ACTUALIZACION EN CAMPO	NOV-2000							
0			PARA APROBACION Y/O COMENTARIOS								

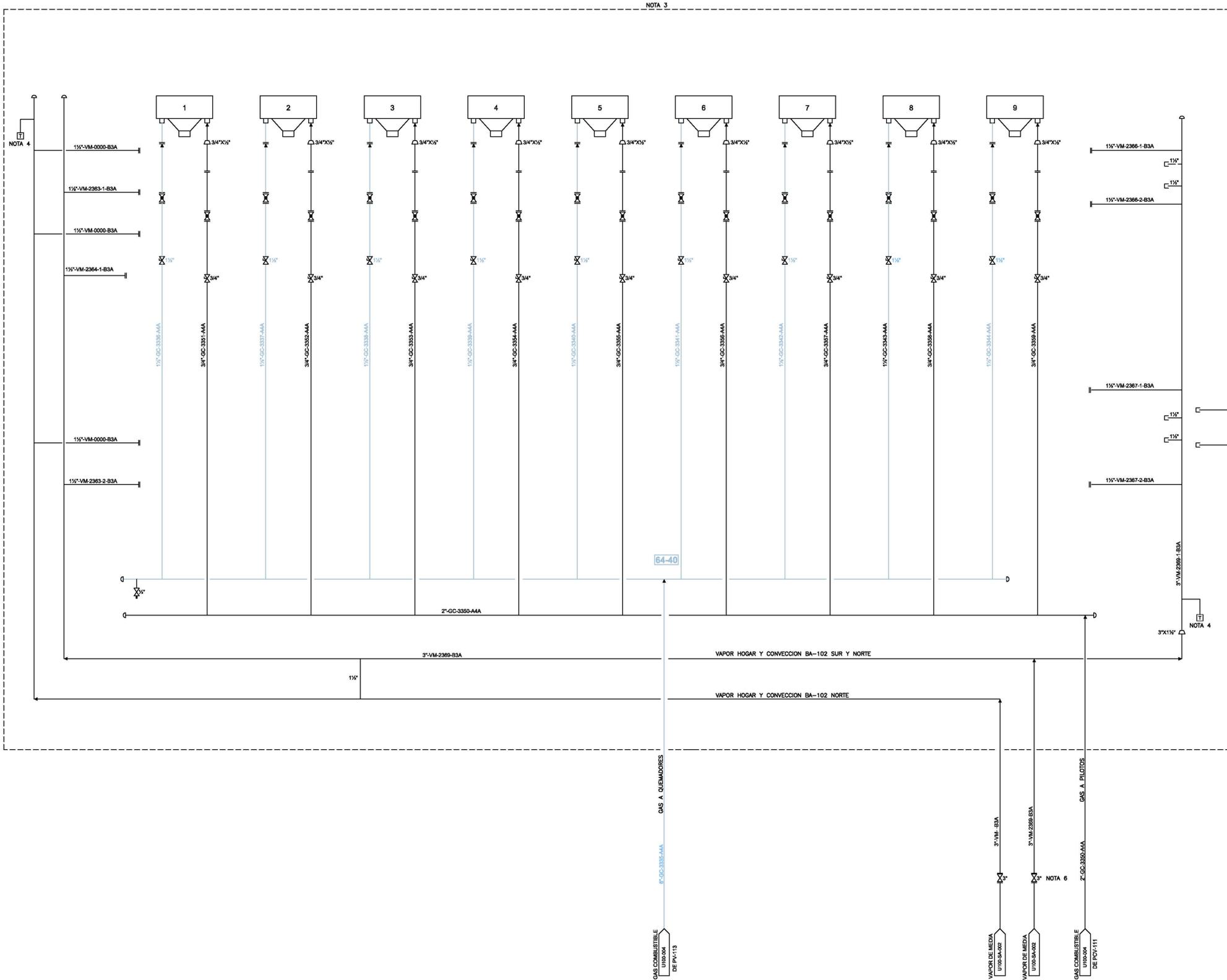
  

UNAM FQ	PEMEX REFINACION	UNAM FQ
FECHA	NOMBRE	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
DIBUJADO	SEP.-2000	FACULTAD DE QUIMICA CONJ. E. LAB. 212
SUPERVISADO	SEP.-2000	DIAGRAMA DE SERVICIOS AUXILIARES: HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS (U100) DISTRIBUCION DE AGUA, AIRE Y GAS COMBUSTIBLE.
REVISADO	SEP.-2000	REFINERIA LAZARO CARDENAS MINATITLAN, VER.
APROBADO POR	SEP.-2000	CONV. UNAM-PEMEX FQ-337-1 CAP. UNIDAD: 25000 BPD
REVISADO	SEP.-2000	SECCION/AREA: U100
MANTE	SEP.-2000	DIAGRAMA No. U100-SA-001
GEN	SEP.-2000	REV.: 1





BA-102  
CALENTADOR DE TORRE  
FRACCIONADORA  
25.4 MMBTUHR



- NOTAS:**
- 1.- PARA NOTAS GENERALES, DIBUJOS DE REFERENCIA CODIGOS DE TUBERIA Y SIMBOLOS DE INSTRUMENTOS VER DIAGRAMA No. U100-01A.
  - 2.- LAS VALVULAS PARA REGULAR LOS SERVICIOS A LOS QUEMADORES DEBEN ESTAR OPERABLES DESDE UN LUGAR VISIBLE A LA FLAMA.
  - 3.- LINEA DE VAPOR DE PROTECCION (PERFORADA) ALREDEDOR DE LOS CALENTADORES DENTRO DE LAS TRINCHERAS.
  - 4.- EL CONDENSADO DE LAS TRAMPAS DE VAPOR SE ENVIARA A LOS CABEZALES DE RECUPERACION.
  - 5.- LAS LINEAS DE VAPOR Y COMBUSTIBLE A QUEMADORES DEBERAN IR JUNTAS CON AISLAMIENTO. DESPUES DE LAS VALVULAS DE CONTROL. LO ANTERIOR SE HARA SEGUN LO PERMITA EL DISEÑO.
  - 6.- COLOCAR LA VALVULA DE MANERA QUE SEA OPERABLE Y ESTE EN LUGAR DISTANTE AL HORNO MINIMO 15 MTS.
  - 7.- SE DEBERA EVITAR LA FORMACION DE BOLSAS EN LAS LINEAS DE GAS COMBUSTIBLE A QUEMADORES.
  - 8.- VER OBSERVACIONES EN PLANO U100-SA-002.
  - 9.- DISEÑO ORIGINAL POR EL INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO

**NOTA:**  
SE TOMÓ LA ÚLTIMA REVISIÓN DISPONIBLE DE ESTE DIAGRAMA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LAS UNIDADES DE CONTROL. 30 DE NOVIEMBRE DE 2008.

										UNAM FQ		PEMEX REFINACION		UNAM F.Q. UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO FACULTAD DE QUIMICA CONJ. E. LAB. 212	
												ACTUALIZACIÓN DE LOS DIAGRAMAS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE LAS PLANTAS DE PROCESO EN LA REFINERIA "LAZARO CARDENAS" MINATITLAN, VER.		UNIDAD HIDRODEFULURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS (U100) SERVICIOS AL CALENTADOR BA-102 REFINERIA LAZARO CARDENAS, MINATITLAN, VER.	
U100-SA-002	DISTRIBUCION DE VAPOR, CONDENSADO, HIDROGENO Y NITROGENO	1	REVISION GENERAL Y ACTUALIZACION EN CAMPO	NOV-2000		RHC									
U100-004	SECCION DE FRACCIONAMIENTO	0	PARA COMENTARIOS Y/O APROBACION												
NUM.	DIBUJOS DE REFERENCIA	REV.	DESCRIPCION	FECHA	REV.	MANTE.	GEN.	APROBADO POR	REVISOR	FECHA	MUCS				

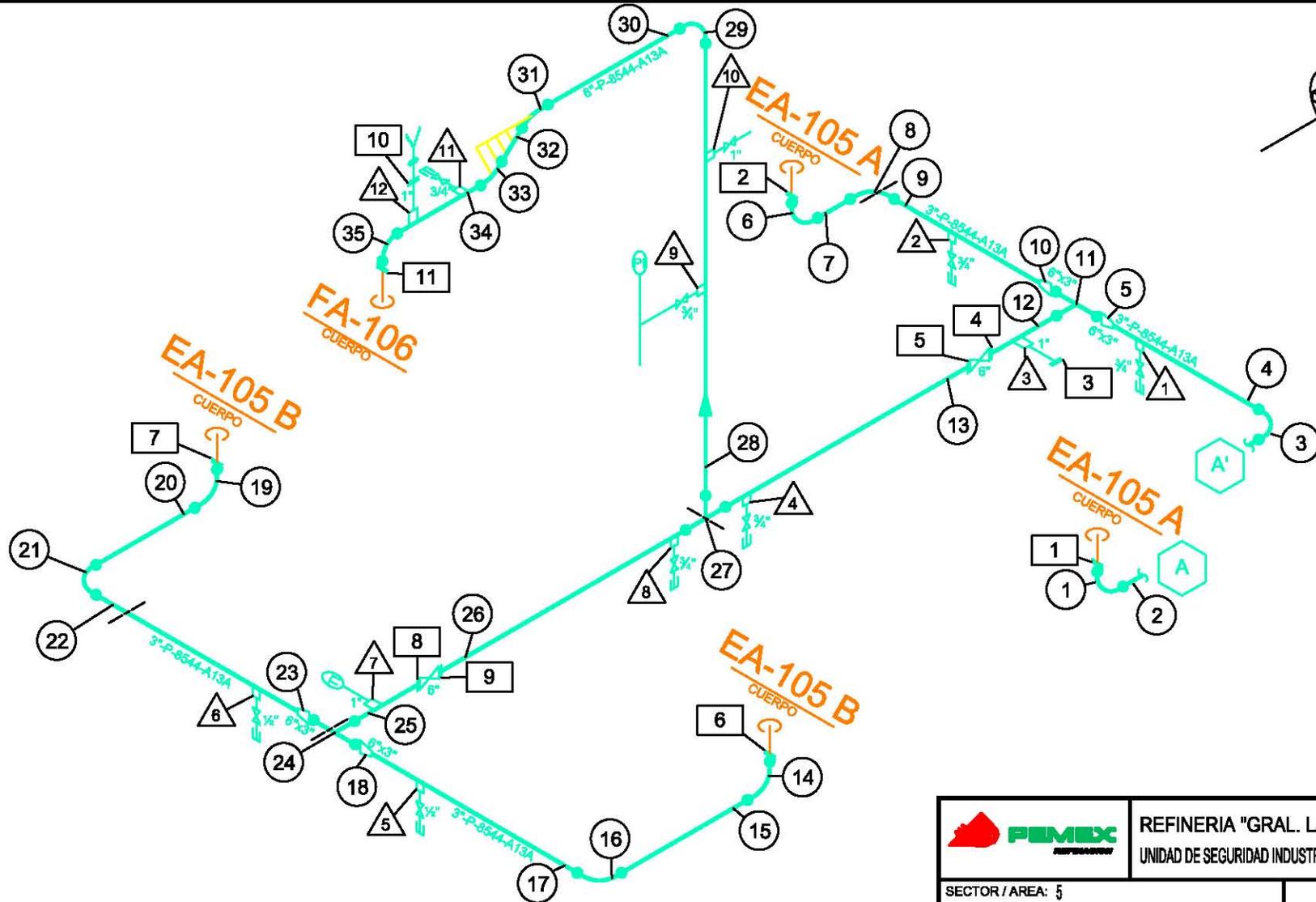






*Anexo III. Isométrico de la unidad de control UC-U100-029 (63-76), de la planta Hidrodesulfuradora de Destilados Intermedios, realizado en AutoCAD, con su simbología correspondiente.*

ANEXO III. Isométrico de la UC-U100-029



DTI: U100-004

LÍNEA	ESPECIFICACIÓN	DIÁM.	CEDULA	ESPESOR	LÍMITE DE RETIRO	PRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> ) DIS. / OP.	TEMP. (°C) DIS. / OP.
P-8544	A13A (A 53 Gr.B)	3"	STD	0.216"	0.100"	4.57	135
P-8544	A13A (A 53 Gr.B)	6"	STD	0.280"	0.150"		
						1.5	38

 REFINERIA "GRAL. LÁZARO CÁRDENAS" UNIDAD DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y PROTECCION AMBIENTAL			
		SECTOR / AREA: 5	
PLANTA: HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS, U-100			
Fecha: NOVIEMBRE 2010	Sustituye a: 63-76		
# Revisión: 0	Circuito: 09 DOMO FRACCIONADORA DA-101		
Lev. en Campo: DSG / DGM			
Dibujó: EGCB / ATRR	U. de C.: UC-U100-029	Isométrico No.: 1 DE 1	
Aprobó: ING. A. NUÑEZ SIMG			

# GLOSARIO





## 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.
Equipos	Son todos aquellos dispositivos (recipientes, cambiadores, bombas, tanques de almacenamiento, etc.) que conjuntamente con las líneas integran los circuitos.
Espesor remanente	Es la diferencia de espesores entre el obtenido en la última medición y el límite de retiro.
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.
Límite de retiro	Es el espesor con el cual deben retirarse los tramos de tubería y equipos de acuerdo con sus condiciones de diseño.
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.
Medición de espesores	Actividad en la cual se mide el espesor por medios ultrasónicos,



electromagnéticos, mecánicos o la combinación de ellos.

Medición de espesores con la instalación o unidad fuera de operación

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.

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.

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.

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.

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".

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.

Posición o punto de medición

Es el lugar en donde se mide el espesor de pared.

Programación de medición preventiva de espesores

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