

SUBSECRETARÍA DE EDUCACIÓN SUPERIOR  
DIRECCIÓN GENERAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR  
TECNOLÓGICA  
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ



SEP  
SECRETARÍA DE  
EDUCACIÓN PÚBLICA



---

---

**TRABAJO PROFESIONAL**

**COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TITULO DE:**

**INGENIERO MECANICO**

**QUE PRESENTA:**

**ERIKCEN OSBALDO CANO VAZQUEZ**

**CON EL TEMA:**

**“Ingeniería complementaria para la interconexión de dos paquetes (Silos y Líquidos) al equipo de perforación PM-4047 de la plataforma Ixtoc-A.”**

**MEDIANTE:**

**OPCION X**  
**(MEMORIA DE RESIDENCIA PROFESIONAL)**

TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS

ENERO 2016



## INDICE

<b>CONTENIDO</b>	<b>PAGINA</b>
<b>CAPITULO I.- INTRODUCCION AL PROYECTO</b>	
1.1 INTRODUCCION -----	7
1.2 OBJETIVO -----	8
1.3 JUSTIFICACION -----	9
1.4 ALCANCES -----	10
1.5 LIMITACIONES -----	12
1.6 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA-----	13
<b>CAPITULO II.- CARACTERIZACION DEL AREA EN QUE PARTICIPA</b>	
2.1 ANTECEDENTES HISTORICOS -----	15
2.2 CARACTERIZACION DE LA INSTITUCION -----	16
2.3 LOCALIZACION -----	18
<b>CAPITULO III.- FUNDAMENTOS TEORICOS</b>	
3.1 ANTECEDENTES -----	21
3.2 GENERALIDADES DEL SERVICIO -----	22
3.3 FILOSOFIA DE OPERACIÓN DEL EQUIPO DE PERFORACION -----	24
3.4 PLANO DE LOCALIZACION GENERAL -----	26
3.5 DISEÑO DE LOS PAQUETES -----	26
3.6 PAQUETE DE LIQUIDOS -----	27
3.7 PAQUETE DE ALMACENAMIENTO (SILOS) -----	30
3.8 TRABAJOS PARA INTERCONEXION -----	32
3.9 PROCESO -----	34
3.10 TUBERIAS -----	39
3.11 ELECTRICO -----	47



3.12 SISTEMAS DE SEGURIDAD ..... 53

3.13 INSTRUMENTACION Y CONTROL ..... 59

## **CAPITULO IV.- PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS**

4.1 INTRODUCCION A LAS ACTIVIDADES REALIZADAS ..... 70

4.2 RECOPIACION DE INFORMACION DE GABINETE Y DE CAMPO ..... 72

4.3 INDICE DE INSTRUMENTOS ..... 72

4.4 BASE DE DATOS ..... 73

4.5 PLANO DE LOCALIZACION DE INSTRUMENTOS Y RUTAS  
DE SEÑALES ELECTRICAS ..... 74

4.6 ESPECIFICACION DE INSTRUMENTOS ..... 75

4.7 TIPICOS DE INSTALACION ..... 75

4.8 DESPLEGADOS GRAFICOS ..... 76

4.9 DIAGRAMAS DE INSTRUMENTACION ..... 77

4.10 ARQUITECTURA ..... 77

4.11 VALVULA DE CONTROL ..... 78

4.12 RESULTADO DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS ..... 89

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

CONCLUSION Y RECOMENDACIÓN ..... 116

GLOSARIO ..... 117

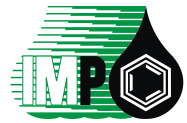
FUENTES DE INFORMACION ..... 121

ANEXOS ..... 122



## INDICE DE FIGURAS Y TABLAS

<b>FIGURA</b>	<b>PÁGINA</b>
1: Ubicación de Ciudad del Carmen en el Estado de Campeche -----	18
2: Ubicación de las Instalaciones del IMP -----	19
3: Sistema General de Medición -----	59
4: Primera y segunda parte de la descripción para el cálculo en FIRSTVUE -----	83
5: Tercera parte de la descripción para el cálculo en FIRSTVUE -----	84
6: Tanque de Agua de Mar (Paquete de Líquidos) -----	99
7: Tanque de Agua de Fresca (Paquete de Líquidos) -----	90
8: Tanque de Agua Potable (Paquete de Líquidos) -----	91
9: Tanque de Diesel Limpio (Paquete de Líquidos) -----	92
10: Tanque de Diesel (Paquete de Líquidos) -----	93
11: Tanque de Barita (Paquete de Silos) -----	94
12: Tanque de Cemento (Paquete de Silos) -----	95
13: Base de Datos, Paquete de Líquidos -----	96
14: Base de Datos, Paquete de Silos -----	97
15: Plano de Localización de Instrumentos y Rutas de Señales Eléctricas del Paquete de Líquidos -----	98
16: Plano de Localización de Instrumentos y Rutas de Señales Eléctricas del Paquete de Silos -----	99
17: Especificación de Instrumentos del Paquete de Líquidos -----	100
18: Especificación de Instrumentos del Paquete de Silos -----	101
19: Típico de instalación, Montaje Transmisor de Flujo (Paquete de Líquidos) -----	102
20: Típico de instalación, Montaje Indicador de Presión con Sello de Diafragma y Capilar (Paquete de Silos) -----	103
21: Típico de instalación Eléctrica de instrumentos -----	104
22: Típico de instalación Eléctrica de instrumentos -----	105



23: Desplegado Grafico, Sistema de Distribución de Diesel (Paquete de Líquidos) -----	106
24: Desplegado Grafico, Sistema de Distribución de Agua Fresca (Paquete de Líquidos) -----	107
25: Desplegado Grafico, Sistema de Barita y Cemento (Paquete de Silos) -----	108
26: Diagrama de Instrumentación, Transmisor Indicador de Nivel, Interruptor de Nivel (Paquete de Líquidos) -----	109
27: Diagrama de instrumentación, Transmisor Indicador de Flujo (Paquete de Líquidos) -----	110
28 Diagrama de Instrumentación, Transmisor Indicador de Nivel (Paquete de Líquidos) -----	111
29: Diagrama de Instrumentación, Válvula de Control (Paquete de Líquidos) -----	112
30: Diagrama de Instrumentación, Interruptores de Nivel (Paquete de Silos) -----	113
31: Arquitectura del Sistema Digital de Control (Silos y Líquidos) -----	114
32: Plano de Localización General (PLG) Plataforma Ixtoc-A -----	122
33: Plano de Localización General (PLG) Paquete Líquidos. - -----	123
34: Plano de Localización General (PLG) Paquete Silos. -----	124
35: Notas Generales, Leyendas y Símbolos. -----	125
36: Simbología de Control Eléctrico. -----	126

# CAPITULO I

## INTRODUCCION AL PROYECTO

La exactitud de un instrumento es el término usado para describir la cercanía con la cual las mediciones se aproximan al valor de la variable medida.





## 1.1 INTRODUCCIÓN

El hombre en su afán de proporcionarse una vida más cómoda y segura ha tenido la necesidad de ampliar su capacidad para producir trabajo, tanto físico como mental. La capacidad para producir trabajo físico lo ha logrado por medio del empleo de máquinas que utilizan para su funcionamiento algún tipo de energía. El trabajo mental que se presenta para poder controlar estas máquinas es el que en un principio, se realizaba por medio de los sentidos del hombre, y a medida que se fue avanzando la complejidad de las máquinas y procesos, el hombre ha utilizado instrumentos que le permiten ampliar la capacidad de sus sentidos.

El Instituto Mexicano del Petróleo (IMP) fue fundado hace casi 50 años ya que PEMEX necesitaba apoyo tecnológico, desde entonces el IMP se ha dedicado a desarrollar y aplicar ingeniería a los diferentes proyectos que solicita Petróleos Mexicanos principalmente. Es por eso que el IMP es conocido como el brazo tecnológico de PEMEX.

Conforme pasan los años, la explotación de hidrocarburos en tierra (costa adentro) tiende a disminuir debido principalmente, a que estos son recursos no renovables, mismo que obliga a explorar nuevas aéreas con condiciones naturales mucho más difíciles, como es el caso de los yacimientos en el mar (costa fuera). Para lograr extraer el petróleo de aguas profundas, PEMEX utiliza plataformas de exploración y producción, estos equipos o plataformas de perforación se componen de 7 módulos o paquetes: Máquinas, Bombas, Perforación, Líquidos, Presa de lodos, Silos y Habitacional.

En este caso PEMEX solicita al Instituto Mexicano del Petróleo desarrollar la ingeniería complementaria para la interconexión de dos paquetes (Silos y Líquidos), estos dos paquetes se integraran a la plataforma de perforación Ixtoc-A, los cuales sustituirán a los paquetes ya existentes. Como todo proyecto se lleva a cabo una planeación y distribución de actividades a las diferentes aéreas que participan en el desarrollo del proyecto, las diferentes áreas que componen al IMP le han dado prestigio gracias a la calidad de la ingeniería que se presenta en los proyectos que se le solicitan.

En este proyecto participaron diferentes áreas con las que cuenta el IMP como son el área de procesos, turbias, eléctrico, seguridad e instrumentación y control. De cada una de ellas se dará una descripción de que es lo que a cada una corresponde y nos enfocaremos más al área de instrumentación y control.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 GENERAL

Implementar y desarrollar la ingeniería necesaria para llevar a cabo interconexión de dos paquetes (silos y líquidos) al equipo de perforación PM-4047 de la plataforma Ixtoc-A, considerando las necesidades operativas y de actualización tecnológica, de normatividad, en materia de seguridad y protección ambiental, de acuerdo a las expectativas y necesidades del cliente, plasmadas en las bases de usuario derivadas de la información levantada por el personal del IMP en visitas y entrevistas con el personal de las áreas operativas de la División Marina de dichas instalaciones.

Uno de los objetivos es suministrar el Paquete Habitacional que tendrá como función: proveer hospedaje, vestuario, higiene personal, alimentación, servicios de lavandería, recreación, servicios administrativos y primeros auxilios para el personal de operación y mantenimiento de la Plataforma de Perforación, cumpliendo con todos los requerimientos nacionales e internacionales de seguridad y protección al ambiente.

El Diseño de la Plataforma Habitacional asegurará que los materiales para los sistemas de construcción serán ligeros, resistentes al ambiente marino, de mínimo mantenimiento, que cumplan con las normas de control de calidad nacionales e internacionales y los acabados, mobiliario y equipos, se adecuen a las necesidades, teniendo en consideración una máxima duración de vida y bienestar del personal.

### 1.2.2 ESPECÍFICO

El objetivo principal de instalar este paquete de Líquidos, es el almacenamiento y abastecimiento de agua potable, agua fresca, diesel, aceite lubricante y agua de mar (agua salada). Empleados respectivamente para el consumo humano, para la formación de lodos, como combustible, como lubricante y como enfriamiento a los motogeneradores de energía eléctrica.





INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO

El objetivo principal del paquete de Silos, es almacenar y distribuir el cemento y barita mediante el transporte neumático de estos productos a la unidad de mezclado y a la unidad de cementación.

Garantizar la continuidad operativa de los equipos de perforación y su confiabilidad para la realización de los trabajos correspondientes a estos.

El equipo también deberá contar con sistemas para la prevención y combate de siniestros como incendios, presencia de gas sulfhídrico o gas combustible.

Equipo de seguridad y salvamento para abandono de plataforma, así como también se cuenta con procedimientos de seguridad, señalización y de reacción en caso de siniestros.

### **1.3 JUSTIFICACION**

Las plataformas marinas le generan a Pemex Exploración y Producción (PEP) costos considerables en los precios de arrendamiento y/o su construcción, así también lo costoso y complicado que resulta el mantenimiento y el traslado a ellas tanto de personal como de equipos, herramientas, materiales etc.

PEP se ve beneficiado con la sustitución, construcción e interconexión de los paquetes nuevos de Silos y Líquidos del equipo de perforación PM-4047 de la plataforma Ixtoc-A, puesto que se generan ahorros considerables y al mismo tiempo se logra la rehabilitación de módulos que PEP tenía en proceso de baja de sus activos.

Debido al incremento de la demanda de equipos de perforación marina, de manera proporcional se generó con ello mayor demanda en los materiales que se necesitan en una plataforma de exploración y producción, con la interconexión de los nuevos paquetes de Silos y Líquidos se aumenta la capacidad de almacenamiento de los materiales que se utilizan en dicha plataforma.

En el paquete de Silos aumenta la capacidad de almacenamiento de Cemento y Barita y en el paquete de Líquidos se aumenta la capacidad de almacenamiento y abastecimiento de agua potable, agua fresca, diesel, aceite lubricante y agua de mar (agua salada).

Debido a que en algunas plataformas la instrumentación se está volviendo obsoleta, se requiere la participación de la especialidad de Instrumentación y Control en este proyecto con la intención de modernizar toda la instrumentación para poder monitorear y controlar las variables de proceso, no solamente de manera local sino también de manera remota desde un cuarto de control, para esto se implementan los instrumentos más nuevos que ofrecen los proveedores.

## 1.4 ALCANCES

PEP proporcionará al IMP una relación y características técnicas de equipos que adquirirá con otros proveedores y que serán incorporados al equipo PM-4047, se establecen los requerimientos de diseño que deberá cumplir el Equipo de Perforación Marina PM-4047, El IMP llevará a cabo una recopilación de información en las instalaciones de PEP.

El proveedor del servicio deberá incluir el suministro, acarreo, manejo, carga, descarga, recepción y estiba de todos los materiales directos y consumibles, mano de obra, herramienta, equipo de construcción y todos los servicios especializados que se requieran para poder llevar a cabo el objeto de la obra, en calidad, costo y plazo estipulados.

PEP proporcionará al IMP información a través de los usuarios de los equipos referentes a consideraciones que deberán tomarse en cuenta en el desarrollo de la ingeniería.

El IMP deberá considerar para el desarrollo de la ingeniería:

- La fabricación e instalación de tuberías de servicios de los paquetes.
- La instalación e interconexión entre paquetes costa fuera.
- La aplicación de recubrimientos anticorrosivos.
- De los anteriores puntos incluyen la revisión y adecuación de la ingeniería básica y de detalle proporcionada como referencia de los paquetes de perforación PM-4036 y PM-4035.
- El alcance incluye la instalación e interconexión eléctrica del sistema de fuerza, el sistema de alumbrado y el sistema de tierra de cada módulo.



### 1.4.1 ALCANCES GENERALES DE INSTRUMENTACIÓN

Existen sistemas o equipos “paquete” donde el sistema de control se encuentra integrado en su propia unidad de Control Lógico Programable (PLC).

Estos PLC´s se deberán conectar al PLC Maestro, mediante cable con recubrimiento antillama y para ambiente marino, el cual se conectará por conector en los extremos. El PLC maestro se deberá comunicar vía Ethernet TCP/IP (Protocolo de Control de Transmisión/Protocolo de Internet) a una Estación de Operación y Configuración (EOC) que se localizará en el cuarto del supervisor mecánico y otra estación en el cuarto del Superintendente, ambas ubicadas en la habitacional de la plataforma.

La señalización de la instrumentación que no forma parte de los equipos “paquete” se deberá integrar a los gabinetes de Barrera de Seguridad Intrínseca (BSI) y estos se comunicarán con el PLC maestro. Los gabinetes de BSI se deberán localizar en los paquetes del equipo de perforación PM-4047.

El sistema de control para el equipo de perforación deberá contar con una Unidad de Alimentación Ininterrumpida (Por sus siglas en ingles UPS) en caso de falla de energía. El diseño de esta unidad corresponderá a la especialidad Eléctrica.

En base a las consideraciones anteriores, se deben contemplar los siguientes alcances:

- ◆ Elaboración de la ingeniería para la integración de los sistemas de control de los equipos “paquete” a un Sistema Digital de Monitoreo y Control de Servicios Auxiliares (SDMCSA).
- ◆ Elaboración de la ingeniería para la integración de la instrumentación en campo a los gabinetes de Barrera de Seguridad Intrínseca (BSI).
- ◆ Elaboración de la Ingeniería para la integración de los BSI al PLC maestro.



## 1.5 LIMITACIONES

Para el desarrollo y ejecución del proyecto se presentan diferentes limitantes de manera general, esto implica que para todos los avances y resultados de las especialidades del IMP genera un atraso en la entrega final del proyecto, esto trae como consecuencia atraso en proyectos que están en espera, además de mano de obra, de la cual no se reciben honorarios para de los ingenieros involucrados en el proyecto.

Algunas de las principales limitantes de este proyecto son las siguientes:

- Transporte al área de trabajo tanto para el personal como para el material y los equipos a instalar. Porque a veces son escasos los medios de transporte ya sea por mar o por aire, además de lo caro que resulta este servicio.
- Comunicación un poco complicada y tardía entre IMP y la escuadrilla de construcción que se encuentra abordo.
- Falta de capacitación por parte de los técnicos de la escuadrilla de construcción abordo, se complica en algunas ocasiones la interpretación de los Diagramas de Tuberías e Instrumentación (DTI's) presentados por el IMP.

## 1.6 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A raíz del programa de desarrollo en la explotación de campo en la sonda de Campeche se incrementó notablemente la demanda de equipos de perforación marina, dichos equipos de perforación a pesar de la demanda que existe en el mundo son escasos, generándose con ello un incremento considerable en los precios de arrendamiento de plataformas autoelevables para disponer de sus servicios.

Actualmente se requiere dar mantenimiento integral a los equipos de perforación y reparación de pozos, ya que han operado de manera continua 22 años en promedio, por lo que el ambiente marino y lo complejo que resulta dar mantenimiento costa fuera han sido factores que han influido en el deterioro y alta corrosión de las estructuras metálicas.

Algunas plataformas marinas que estaban “abandonadas” por alguna razón, estaban a punto de ser dadas de baja del inventario de PEMEX, pero actualmente PEMEX tiene la visión de echar a andar dichas plataformas, para aumentar su capacidad de producción y almacenamiento de los productos y materiales que se necesitan para el proceso y así también ahorrar millones de dólares en arrendamientos con compañías extranjeras.

Para esto se tiene un programa de sustituir los paquetes que actualmente se encuentran operando por paquetes de reciente fabricación a fin de restituir su estado y vida útil apoyando a que se mejoren las condiciones de operación y de seguridad en el personal, medio ambiente y los equipos. Además de sustituir equipos, también se debe hacer un mantenimiento o sustitución por completo de todo lo que involucra a los equipos, tuberías, instrumentos, cableado, equipos de seguridad, ya que no únicamente los equipos son los que se deterioran si no también los componentes.

PEMEX se ve en la necesidad de solicitar la intervención de especialistas de algunas firmas de ingeniería para que desarrollen y apliquen los proyectos que resuelven algunos de los problemas por los cuales está pasando actualmente.

# CAPITULO II

## CARACTERIZACION DEL AREA EN QUE PARTICIPA

La ignorancia es mala excusa para una violación de seguridad.





## 2.1 ANTECEDENTES HISTÓRICOS DEL IMP

Como consecuencia de la transformación industrial del país y de la necesidad de incrementar la tecnología relacionada con el desarrollo de las industrias petrolera, petroquímica básica, petroquímica derivada y química, el 23 de agosto de 1965 fue creado el Instituto Mexicano del Petróleo (IMP).

En el decreto que se publicó en el Diario Oficial el 26 de agosto de 1965, se establecen como objetivos del IMP:

- a. La investigación científica básica y aplicada;
- b. El desarrollo de disciplinas de investigación básica y aplicada;
- c. La formación de investigadores;
- d. La difusión de los desarrollos científicos y su aplicación en la técnica petrolera;
- e. La capacitación de personal obrero que pueda desempeñar labores en el nivel subprofesional, dentro de las industrias petrolera, petroquímica básica, petroquímica derivada y química. A más de cuatro décadas, el IMP sigue cumpliendo con los objetivos que le dieron vida.

### 2.1.1 CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO DE LA INDUSTRIA PETROLERA

El IMP nació por iniciativa del entonces director general de Pemex, Jesús Reyes Heróles, quien reconoció que la planeación y el desarrollo de la industria petrolera deberían ser congruentes con las necesidades de una economía mixta. Por esta razón, consideró necesario fomentar la investigación petrolera y formar recursos humanos que impulsaran el desarrollo de tecnología propia.

De esta forma, desde 1965, el Instituto Mexicano del Petróleo ha contribuido al desarrollo del país, mediante la formación de recursos humanos y la creación de tecnología propia.



## 2.1.2 CONSTANTE CRECIMIENTO

Con la Ley Orgánica de Pemex se optó por separar las tareas industriales y comerciales de la paraestatal. Con ello surgieron Pemex Exploración y Producción; Pemex Refinación; Pemex Gas y Petroquímica Básica; Pemex Petroquímica, de carácter técnico, industrial y comercial, con personalidad jurídica y patrimonio propios.

La nueva estructura de Pemex dio pauta al Instituto Mexicano del Petróleo para delinear otras actividades de investigación y desarrollo de tecnologías, se impulsaron distintas áreas estratégicas de la institución y se implantaron medidas administrativas para mejorar su posición financiera.

## 2.2 CARACTERIZACIÓN DE LA INSTITUCION

El IMP regional de la zona marina dirige los proyectos de aplicación industrial con un enfoque de alineación a PEMEX basado en el suministro de valor, vigilando la rentabilidad del negocio, que se tiene con PEMEX y las demás compañías enfocadas a la industria petrolera.

La Dirección Regional Marina, con sede en la Ciudad del Carmen, Campeche, comprende a las entidades federativas de Campeche, Quintana Roo y Yucatán. Queda comprendido dentro de la esfera de competencia de esta Dirección Regional, el municipio de Paraíso de la entidad federativa de Tabasco.

### 2.2.1 MISIÓN

Transformar el conocimiento en tecnología y servicios de valor para la industria petrolera.

### 2.2.2 VISIÓN

En 2017: Ser un centro público de investigación de clase mundial con personal reconocido, tecnología y servicios que contribuyen al desarrollo de la industria petrolera.

Esta visión implica que:





INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO

- Los resultados de la Investigación y Desarrollo Tecnológico (IDT) con orientación de negocios son aplicados por la industria petrolera. Algunos inclusive se utilizan en el ámbito internacional.
- El conjunto de productos y servicios que ofrece el IMP, impactan directamente en la cadena de valor de la industria petrolera.
- El IMP proporciona soluciones integrales por la sinergia lograda entre las diferentes especialidades.
- Se cuenta con centros regionales con infraestructura de vanguardia, que facilitan la interacción con la industria petrolera.
- El IMP es una comunidad comprometida, capacitada y reconocida; suficiente para contribuir al desarrollo de la industria petrolera.
- El IMP es una organización sustentable técnica y financieramente.

### 2.2.3 VALORES INSTITUCIONALES

Son fundamentales para realizar la misión y alcanzar la visión. En el IMP se reconocen tres valores:

**Integridad y congruencia.-** El IMP tiene un comportamiento ético en acciones y decisiones, con honestidad, respeto y confianza.

**Liderazgo.-** El IMP apoya el logro de la misión y la visión con el ejemplo personal, promoviendo tanto la innovación y creatividad, como el sentido de pertenencia, identidad y lealtad de la comunidad.

**Calidad.-** Todos los esfuerzos del IMP basados en el conocimiento y los orientamos a la satisfacción de nuestros clientes, actuando de manera efectiva con oportunidad y competitividad.

## 2.3 LOCALIZACIÓN

### 2.3.1 MACROLOCALIZACIÓN

Las instalaciones del IMP región marina se encuentra ubicado en México: en el estado de Campeche que se localiza al sureste de la República Mexicana y al oeste de la península de Yucatán, entre los paralelos  $17^{\circ}49'$  y  $20^{\circ}51'$  de latitud norte y los meridianos  $89^{\circ}06'$  y  $92^{\circ}27'$  de longitud oeste. Colinda al noreste con el estado de Yucatán, al este con el estado de Quintana Roo, al sureste con Belice, al sur con la República de Guatemala, al suroeste con el estado de Tabasco y al oeste con el golfo de México.

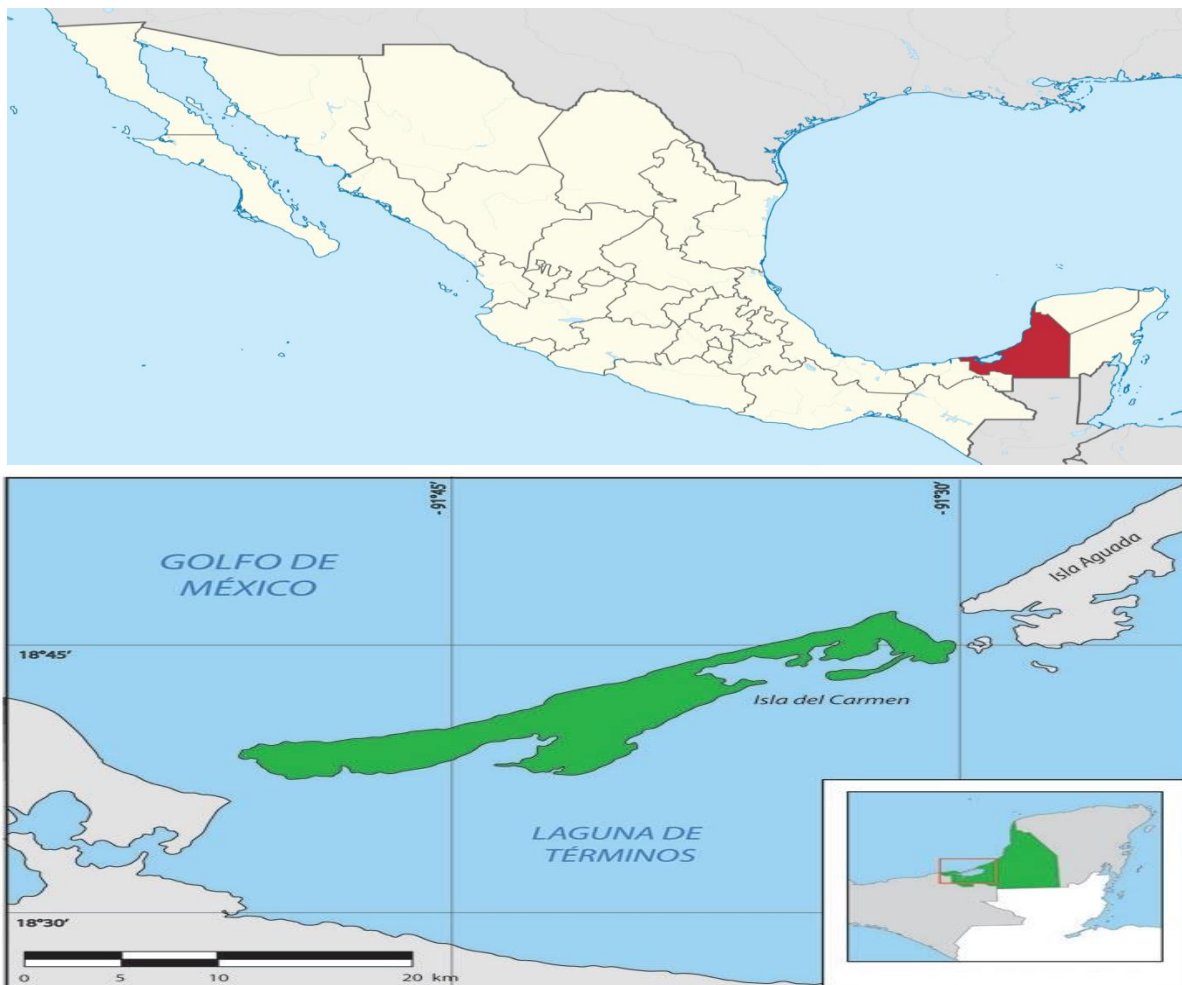


Fig. 1: Ubicación de Ciudad del Carmen en el Estado de Campeche.

### 2.3.2 MICROLOCALIZACIÓN

Las instalaciones del IMP de la Región Marina se encuentran en Av. Periférica Norte No. 67 Esquina calle 35-B Col. San Agustín del Palmar C.P. 24110 en Ciudad del Carmen, Campeche.

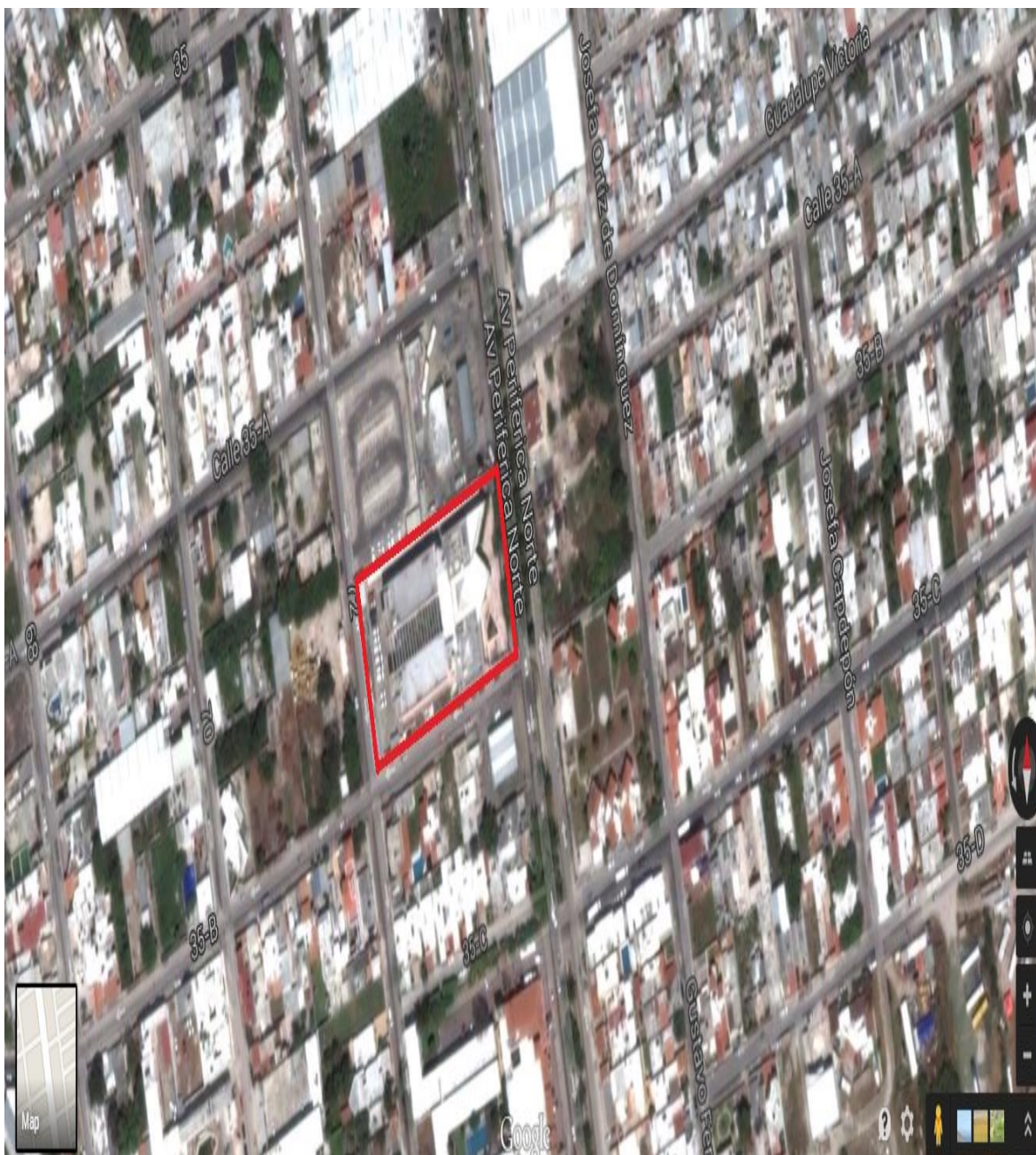


Fig. 2: Ubicación de las Instalaciones del IMP

# CAPITULO III

## FUNDAMENTOS TEORICOS

La precisión es una función de la repetibilidad  
y la resolución del instrumento.







Aquí presentamos los fundamentos teóricos en los que se basó el IMP, para desarrollar el proyecto denominado “Ingeniería Complementaria para la Interconexión de dos paquetes (Silos y Líquidos) al equipo de perforación PM-4047 de la plataforma Ixtoc-A”.

Se presenta información relacionada a los paquetes a instalar y a cada una de las especialidades del IMP que participaron en el desarrollo del proyecto, en el cronograma de actividades se hace mención de las especialidades involucradas, por lo que se realizó una investigación relacionada a cada una de las áreas, dando una descripción de lo que es cada una de ellas y también mencionando algunas de las actividades que deben realizar. Todo esto para dar una idea de que es a lo que se dedican las especialidades que conforman la prestigiosa firma de ingeniería, el Instituto Mexicano del Petróleo.

### **3.1 ANTECEDENTES**

En el año de 1997, a raíz del programa de desarrollo en la explotación de campo Cantarell, se incrementó la demanda de equipos de perforación marina, generándose con ello un incremento considerable en los precios de arrendamiento de plataformas autoelevables, así mismo, se manifestó la escasez de estos equipos en el mercado internacional, por tal motivo Pemex Exploración y Producción (PEP) a través de la Subdirección de Perforación y Mantenimiento de Pozos, implemento un programa de rehabilitación de equipos de tipo modular para montarse en plataformas fijas, que eran de su propiedad y que se encontraban en proceso de trámite de baja de sus activos fijos.

Los trabajos consistirán en la fabricación de los Paquetes Estructurales de los Equipos de Perforación y Reparación de pozos, incluyendo todos los elementos estructurales principales, secundarios, accesorios periféricos y componentes; tuberías para todos los servicios (aire, agua, diesel, lodos, aceite, etc.); elemento arquitectónicos y equipamiento del paquete habitacional para su posterior traslado, instalación e interconexión en las plataformas fijas de acuerdo al programa operativo vigente.

Actualmente se requiere dar mantenimiento integral a los equipos de perforación y reparación de pozos, ya que han operado de manera continua 22 años en promedio, por lo que el ambiente marino y lo complejo que resulta dar mantenimiento costa afuera han sido factores que han influido en el deterioro y alta corrosión de las estructuras metálicas

conformadas de perfiles estructurales diversos de acero al carbón en donde se albergan las unidades electromecánicas y las tuberías de servicio del equipo de perforación, por lo que se tiene programa de sustituir los paquetes que actualmente se encuentran operando (Habitacional, Máquinas, Silos, Bombas, Líquidos, Perforación y Lodos) por paquetes de reciente fabricación a fin de restituir se estado y vida útil apoyando aunque se mejoren las condiciones de operación y de seguridad en el personal, medio ambiente y los equipos.

## **3.2 GENERALIDADES DEL SERVICIO**

El servicio requerido consiste en la elaboración de la ingeniería para la interconexión de dos paquetes (silos y líquidos) para el equipo de perforación marina PM-4047, tomando como referencia el prototipo de la ingeniería del Equipo PM-4035 y del Equipo PM-4036 aplicando los avances tecnológicos de ingeniería, por adiciones o modificaciones en los componentes, por actualización en la normatividad nacional e internacional, la cual debe ser validada y certificada.

### **3.2.1 LOCALIZACIÓN**

La ubicación de este equipo se localiza en la Sonda de Campeche.

### **3.2.2 UBICACIÓN DE LAS INSTALACIONES**

Este equipo tiene definida su ubicación final, es en la plataforma Ixtoc-A en la Sonda de Campeche.

### **3.2.3 CARACTERÍSTICAS DE LA PLATAFORMA DONDE SE INSTALARA EL EQUIPO**

Este equipo se ubicará en la plataforma Ixtoc-A de la Sonda de Campeche, así mismo debido al tipo de operación que se realiza, la cual tiene las siguientes dimensiones: 75 pies en los ejes de las letras A y B, incluyendo dos volados de 15 pies cada uno y 161.5 pies en los ejes 1 a 4, incluyendo dos volados, uno de 22.5 pies en eje uno y el otro de 19 pies en el eje 4, siendo mayor a la de 12 pozos, datos que necesariamente deben considerar en el diseño.

### 3.2.4 CONDICIONES OPERATIVAS DE LA PLATAFORMA IXTOC-A

Los equipos de perforación marina tipo paquete para operar a bordo de plataformas fijas propiedad de PEMEX Exploración y Producción, se componen de siete módulos de forma poliédrica rectangular fabricados de perfiles laminados y tubulares, con envoltorio de placa troquelada de acero al carbón, conteniendo en su interior maquinaria y equipo para llevar a cabo la perforación de pozos petroleros con profundidades de hasta 21,000 pies de longitud con tubería de 5", capacidades nominales de hasta 2,000 HP, siendo totalmente autónomos en cuanto al suministro de energía y servicios propios, los paquetes modulares se interconectan durante su instalación, utilizándose para extraer hidrocarburos.

Los módulos se instalan sobre una base estructural tipo octápodo o de otro diseño, que varían de acuerdo a las necesidades de producción, estos equipos perforan en octápodos que pueden ser de 12 o 18 pozos, tiene la característica de poder auto deslizarse de un pozo a otro dentro del mismo octápodo, así mismo el equipo completo se puede transportar a otro octápodo para perforar otra serie de pozos.

El suministro de consumibles como diesel, agua industrial, barita, cemento y/o agua potable, se realiza a través de barcos abastecedores los cuales se conectan a las líneas de abastecimiento del equipo en los muelles de la plataforma.

El personal que labora en los equipos de perforación, se transporta desde el puerto de Cd. del Carmen a la Sonda de Campeche, a través de embarcaciones rápidas o en helicópteros, por lo que cuenta con un helipuerto ubicado en la parte superior del módulo habitacional, el cual normalmente se encuentra ubicado en la parte superior del paquete de máquinas, colocado sobre un cargador de acero estructural diseñado para soportar dichas cargas. Este módulo habitacional cuenta con servicios de hospedaje, alimentación, sanitarios, servicio médico y otros requeridos para el confort y descanso del personal.

El equipo también cuenta con sistemas para la prevención y combate de siniestros como incendios, presencia de gas sulfhídrico o gas combustible, equipo de seguridad y salvamento para abandono de plataforma, así como también se cuenta con procedimientos de seguridad, señalización y de reacción en caso de siniestros, establecidos de manera institucional en Seguridad Salud y Protección Ambiental (SSPA).

### 3.3 FILOSOFÍA DE OPERACIÓN DEL EQUIPO DE PERFORACIÓN

El proceso principal de un equipo de perforación, tiene como objetivo la perforación de un pozo para la extracción de Hidrocarburos provenientes de un manto petrolífero localizado en el subsuelo, para ello se requiere el uso de una barrena de diseño adecuado a las características de la zona, para atravesar la corteza terrestre, la barrena está conectada a través de tuberías de diámetro y espesor adecuado al tipo de perforación que se realiza, esta se conecta a una unión giratoria a través de la cual se inyecta el fluido de perforación mediante la conexión de una manguera flexible, con la finalidad de equilibrar las presiones internas, lubricar y enfriar la barrena, recoger y transportar los recortes del fondo del pozo y conducirlos a través del espacio anular hasta la línea de flote, que conecta con la primera línea de temblorinas para separar recortes y filtrar el fluido de perforación, colectándose este en la presa de asentamiento de donde gravita hacia la segunda línea de separación y filtración del fluido para separarlo de los sólidos que este contenga, colectándose finalmente en la presa desde donde es succionado por el equipo de bombeo que lo vuelve a inyectar al pozo, cerrándose el proceso citado. La rotación que requiere la sarta para la perforación es suministrada por un conjunto motor eléctrico C. D., acoplado a una rotaria de tipo piñón y corona de engranes rectos.

Otro proceso considerado como secundario, es el de izaje, mediante el cual se recupera la tubería que se introduce al pozo, integrado por las siguientes unidades: Torre de perforación, Corona de poleas, Block de poleas viajero y gancho, Ancla de la línea muerta, Malacate, Freno electromagnético y Cable. Mediante este sistema es posible controlar la velocidad de la perforación, mediante el control del peso sobre la barrena, combinando el uso del freno electromagnético y el freno del malacate.

La energía requerida para los procesos principales para la perforación de un pozo, así como también para los procesos auxiliares y de servicio, es suministrada a través de un sistema de generación autónomo que se encuentra ubicado en el paquete de máquinas, integrado por tres conjuntos motogeneradores, cada conjunto lo integra un motor de combustión interna diesel acoplado de manera directa a un generador de corriente alterna autoexcitado, cuya energía se distribuye mediante tableros de control y distribución ubicados en el cuarto de potencia.





La energía en forma de corriente directa (C. D.) requerida para los motores de la misma que suministran potencia a la maquinaria principal del equipo, se lleva a cabo mediante un sistema de conversión de Corriente Alterna (C. A.) a Corriente Directa (C. D.) ubicado en el Puerto de Control Remoto (PCR), desde donde se distribuye y controlan los motores: 4 de bombas de lodos, 2 del malacate y uno de rotaria. La energía en forma de C. A. para motores de servicios auxiliares, alumbrado, aire acondicionado y otros servicios, se distribuye a través de 2 transformadores de potencia que reducen el voltaje de generación de 600 V a 480 V, alimentado de ahí tres tableros secundarios de C. A.: Centro de control de motores "A" ubicado en el PCR, Centro de control de motores "B" ubicado en el paquete de bombas y centro de control de motores "E" ubicado en el piso de perforación.

El suministro de materiales y consumibles requeridos durante la perforación, tales como: tubería, diesel, agua, aceite, bentonita, barita, cemento, alimentos, medicamentos, refacciones y otros materiales diversos, son abastecidos mediante el uso de embarcaciones que los transportan desde tierra hasta la plataforma, acoderándose a los muelles desde donde son subidos, ya sea a través de las líneas de suministro o mediante el uso de las grúas con que el equipo cuenta, instaladas en las laterales del paquete de bombas.

El agua de mar se requiere para abastecer la red de contraincendios, la cual cuenta con dos conjuntos de motobombas tipo turbina vertical: una con motor de combustión interna y otro con motor eléctrico. Otras dos motobombas tipo turbina vertical equipadas con motor eléctrico, suministran agua para el sistema de enfriamiento de los motogeneradores, operando de manera alternada, manteniendo siempre una unidad de relevo. El agua de mar suministrada para su potabilización, es bombeada por dos motobombas tipo sumergibles hasta la unidad ubicada en el paquete de máquinas, donde se somete a un proceso de osmosis inversa para su potabilización, de donde se envía para su almacenamiento en un tanque ubicado en el paquete de líquidos, desde donde es bombeada a un sistema hidroneumático que la presuriza para el abastecimiento del conjunto habitacional.

En el paquete de líquidos se cuenta con un depósito para almacenar agua salada para otros servicios. También se cuenta con depósito para almacenar agua industrial. En este paquete de líquidos también se cuenta con un depósito para almacenar diesel y aceite.



Para llevar a cabo estas filosofías de operación, es necesario que el IMP realice la integración de los sistemas y servicios de los módulos en sistemas de control en forma distribuida, con lo cual se permita al sistema operar, monitorear, controlar, administrar y dar mantenimiento a las instalaciones y permita el manejo de personal.

Los servicios de los módulos deben satisfacer las necesidades directas de los usuarios (Operación), de la manera más eficiente y económica, preservando la utilidad de la estructura a largo plazo.

### **3.4 PLANO DE LOCALIZACIÓN GENERAL (PLG)**

El PLG es desarrollado por aportaciones de las diferentes áreas, el área de procesos es quien más aporta a este importante plano, pero es importante mencionarlo porque es aquí donde aparecen todos los equipos que se encuentran colocados en el área de trabajo y es aquí donde nosotros analizamos y ubicamos la instrumentación que se requiere para el buen monitoreo y control de los componentes y las variables del proceso, así también tiene la misma importancia para las demás especialidades porque ellos también parten del plano de localización general para conocer la ubicación y requerimientos de lo que a ellos corresponde y se les solicita en el proyecto.

### **3.5 DISEÑO DE LOS PAQUETES**

El equipo de perforación está conformado por paquetes para bombas, almacenamiento de químicos, máquinas, lodos, silos y líquidos, una subestructura y la torre, los cuales están compuestos principalmente por perfiles de acero estructural comercial, secciones tubulares y placas lisas para pisos y placas troqueladas para muros; además se cuenta

con pasillos, los cuales son de rejilla electroforjada de barra dentada o antiderrapante, para protección ante el ambiente marino se usará recubrimientos a base de pinturas.

## 3.6 PAQUETE DE LÍQUIDOS

La finalidad principal de este paquete es el almacenamiento y abastecimiento de agua potable, agua fresca, diesel, aceite lubricante y agua de mar (agua salada).

Estos servicios son empleados respectivamente para el consumo humano, para la formación de lodos, como combustible (en motogeneradores, grúas, máquinas de perforación y en bombas contraincendios), como lubricante (en motogeneradores, grúas, máquinas de perforación y en bombas contraincendios) y como enfriamiento a los motogeneradores de energía eléctrica.

En un nivel inferior del tanque de aceite lubricante y del tanque de agua salada se tiene un área de bombas y un área de centrifugación de diesel, cuya función es enviar líquidos a los diferentes usuarios:

Adicional a los equipos que conforman el paquete, éste debe contar con los servicios integrales necesarios para una operación satisfactoria, tales como redes de tuberías con sus accesorios, sistema de alumbrado, sistemas de movimiento de equipo mecánico, sistemas de instrumentación y control, sistemas de telecomunicaciones, sistemas de seguridad y de contraincendios, sistemas de detección de gas y fuego y toda la infraestructura necesaria para la operación del paquete.

### 3.6.1 CIVIL

Este paquete sirve para alojar los líquidos para servicios como son agua salada, aceite, diésel, agua fresca y potable, además de un cuarto de bombas debajo de los tanques de agua salada y de aceite. Este paquete está conformado por perfiles de acero estructural y placas para dividir a los tanques, además cuenta con un pasillo lateral exterior y escalera de para acceso al techo del tanque.

La parte civil, contempla las siguientes actividades:

- Diseño estructural del paquete de líquidos para las condiciones de izaje, arrastre y transportación.
- Diseño de orejas de izaje.
- Diseño del sistema de piso para rigidización de placas del cuarto de bombas.



- Diseño de anclajes para las bombas localizadas en el cuarto de bombas.
- Diseño de anclajes para las bombas centrifugadoras.
- Diseño de pasillos y escalera con sus barandales.
- Diseño de herrajes para ventiladores.
- Diseño Pasillos y barandales
- Diseño de Escaleras y barandales
- Diseño de marco de arrastre

### 3.6.2 TUBERÍAS

Las líneas de tubería para el Paquete de Líquidos se clasifican por diámetro, nombre y servicio y deberán estar de acuerdo con la lista de líneas y diagramas de tubería e instrumentación de la ingeniería básica.

### 3.6.3 RECIPIENTES

En este paquete encontramos 6 recipientes atmosféricos rectangulares, que en realidad es solamente uno dividido en varias secciones (tanque de agua salada, tanque de agua de perforación, tanque de agua potable, tanque de alimentación de diesel sucio, tanque de almacenamiento de aceite lubricante, tanque de almacenamiento de diese limpio). Los tanques proporcionan el suministro y almacenamiento de los diferente productos para efectuar el proceso de perforación, todos los recipientes antes mencionados, estarán fabricados en acero al carbón y se reforzarán en las paredes con acero estructural.

Así también en el paquete de líquidos se ubica un recipiente vertical a presión, (tanque presurizado de agua potable) el cual proporciona la presión necesaria al agua potable para el realizar los servicios en los lugares que se necesite el suministro de agua potable, la ubicación es dentro del cuarto de bombas del paquete de líquidos.

### 3.6.4 ELÉCTRICO

La distribución de la energía eléctrica en el módulo de bombas contempla, sin ser limitativa, las interconexiones eléctricas siguientes:

La interconexión eléctrica hacia los equipos que se encuentren dentro del paquete de líquidos.

Esta interconexión se realizará desde el equipo mismo hasta una caja de interconexión ubicada en la periferia del paquete de líquidos, colindante con la ventana del módulo de bombas, para que posteriormente sean ensamblados y así formar en su totalidad el sistema eléctrico.

### 3.6.5 INSTRUMENTACIÓN

La instrumentación de campo a instalarse se ubicará en los siguientes equipos:

- Tanque de alimentación de diesel.
- Tanque de agua salada.
- Tanque de agua potable.
- Tanque presurizado de agua potable.
- Tanque de agua fresca.
- Tanque de almacenamiento de diesel limpio.
- Tanque de almacenamiento de aceite lubricante.

Los equipos que se considerarán como “paquete” son:

- Filtro de diesel.
- Centrifugadora de diesel.

Las bombas que se encuentran en este paquete son:

- Bomba de diesel.
- Bomba para agua salada.
- Bomba de agua potable.
- Bomba de agua fresca.
- Bomba principal de aceite lubricante.

### 3.7 PAQUETE DE ALMACENAMIENTO (SILOS)

La finalidad principal de este paquete es almacenar y distribuir el cemento y barita mediante el transporte neumático de estos productos a la unidad de mezclado y a la unidad de cementación, en este paquete se localizan principalmente los equipos de almacenamiento para cemento y barita.

Adicionalmente en esta área se localizan los equipos de secado de aire de planta utilizado para el transporte neumático de cemento y/o barita, el tanque de barita de arranque, un área de químicos para almacenamiento.

Adicional a los equipos que conforman el paquete, éste debe contar con los servicios integrales necesarios para una operación satisfactoria, tales como redes de tuberías con sus accesorios, sistema de alumbrado, sistemas de movimiento de equipo mecánico, sistemas de instrumentación y control, sistemas de telecomunicaciones, sistemas de seguridad y de conraincendios, sistemas de detección de gas y fuego y toda la infraestructura necesaria para la operación del paquete.

#### 3.7.1 CIVIL

Este paquete cuenta principalmente con sistemas de piso inferior y superior conformado por vigas principales de perfiles de acero estructural. En la parte inferior se alojarán los silos para cemento y barita, y además se tendrá un área para almacenamiento de químicos, el sistema superior servirá para alojar la rampa tuberías y los complementos y para el almacenamiento de cajas de recorte de materiales pétreos y tuberías. Se cuenta con pasillos laterales exteriores para acceso al paquete y escaleras de para acceso al patio de tuberías.

La parte Civil, contempla las siguientes actividades:

- Diseño estructural del paquete para almacenamiento de silos para las condiciones de izaje, arrastre y transportación (operación y tormenta).
- Diseño Pasillos y barandales
- Diseño de Escaleras y barandales
- Diseño de orejas de izaje.
- Diseño del sistema de piso para rigidización de placas.



- Diseño de los pasillos y escaleras con sus barandales.
- Diseño de anclaje para silo para cemento.
- Diseño de anclaje para dosificadora para cemento.
- Diseño de anclaje para dosificadora para barita.
- Diseño de herrajes para ventiladores.
- Diseño de marco de arrastre

### 3.7.2 TUBERÍAS

Las líneas de tubería para el Paquete de Silos se clasifica por diámetro, nombre y servicio y deberán estar de acuerdo con la lista de líneas y diagramas de tubería e instrumentación de la ingeniería básica, para lo cual los diámetros de tubería clasificados por servicio en el Paquete de Silos se indica a continuación:

### 3.7.3 RECIPIENTES

En este paquete encontramos 2 recipientes atmosféricos (Embudos), que realizan la función de agregar la barita necesaria en la tubería que viene de los tanques de cemento o barita y con esto iniciar el sistema de transporte de la barita o del cemento a la unidad cementadora y de ahí a las bombas de cemento y posteriormente depositarlos en el pozo.

Todos los recipientes antes mencionados, estarán fabricados en acero al carbón y se reforzarán en las paredes con acero estructural.

Así también en el paquete de almacenamiento se ubican 6 recipientes verticales a presión, (tres tanques de cemento y tres tanques de barita) los cuales proporcionan el material cemento o barita, ya que solo un material podrá ser usado a la vez ya sea cemento o barita, nunca los 2, también se localiza un equipo (tanque recuperador de cemento o barita) el cual recupera los materiales cemento o barita para posteriormente regresarlo a los tanques de cada material, adicionalmente se localiza sujeto de la estructura superior del paquete de almacenamiento un equipo (tanque de arranque de barita) el cual tiene la localización igual a la de uno de los embudos pero sujeto de arriba para poder vaciar la barita en la tubería y poder iniciar el proceso de transportación y mezclado de barita.

### 3.7.4 ELÉCTRICO

La distribución de la energía eléctrica en el módulo de silos contempla, sin ser limitativa, las interconexiones eléctricas siguientes:

- La alimentación eléctrica hacia los equipos que se encuentran ubicados dentro del paquete de silos.
- Cableado de fuerza y control de paso desde la ventana ubicada en la periferia del paquete de silos colindante con el módulo de máquinas hasta la caja de interconexiones ubicada en el otro extremo, colindante con el módulo de bombas, para que posteriormente sean ensamblados y así formar en su totalidad el sistema eléctrico.

### 3.7.5 INSTRUMENTACIÓN

La instrumentación de campo a instalarse se ubicará en los siguientes equipos o sistemas:

- Tanque recuperador de cemento o barita, FA-1805 (Identificación del Equipo)
- Silos de barita, FA-1803 A, B, C.
- Silos de cemento, FA-1800 A, B, C.
- Tanque de barita de arranque, FB-1804.

## 3.8 TRABAJOS PARA INTERCONEXIÓN

Es muy importante mencionar que el proyecto se trata de interconectar los paquetes nuevos junto con los existentes y para lograr esto se llevó a cabo un trabajo de interconexión, el cual consiste en hacer un condensado de accesorios para conectar los instrumentos nuevos y los existentes, los cuales regularmente van desde una ubicación local en campo hasta un cuarto de control, presentándose en esta trayectoria algunos inconvenientes, como puede ser la fusión de señales de dos o más instrumentos, por lo

que se necesita interconectar estas señales a un Gabinete de Barrera de Seguridad Intrínseca (GBSI), así también los accesorios que unen los instrumentos a los conductores y a las terminales que reciben, procesan y envían las señales, este condensado deben



mencionar los diferentes accesorios que se necesitan, por ejemplo: condulets, reducciones, sellos, tuerca unión, cople flexible, niple, abrazaderas entre otros.

### 3.8.1 INTERCONEXIÓN ENTRE PAQUETES

Para efectuar la conexión y desconexión entre los paquetes (Líquidos y Silos) que forman parte del equipo de Perforación Marina PM-4047, se deberán considerar conectores de acoplamiento que cumplan con la norma de operación en áreas de riesgo clasificadas.

Las interconexiones entre los diferentes paquetes del equipo de PM-4047, se deberán realizar para los siguientes puntos de conexión:

- ◆ Interconexión del PLC maestro a la Estación de Operación y Configuración (EOC).
- ◆ Interconexión de los GBSI al PLC maestro.
- ◆ Interconexión de los PLC's de equipos "paquete" al PLC maestro.
- ◆ Interconexión de la instrumentación que no forma parte de los equipos "paquete" a los gabinetes BSI.

El PLC maestro se deberá conectar a las EOC, localizada en el cuarto del supervisor mecánico y de Monitoreo localizada en el cuarto del Superintendente, utilizando el cableado estructurado diseñado por la especialidad de Telecomunicaciones en el paquete Habitacional, para lo cual se utilizarán las preparaciones dispuestas. La especialidad de Telecomunicaciones, realizará la Especificación e Ingeniería para la instalación, interconexión y pruebas para la conducción de señal entre el PLC maestro (CCM-A) y las estaciones de operación configuración (cuarto del supervisor mecánico) y de monitoreo (cuarto del superintendente).

Los gabinetes de barreras de seguridad intrínseca (BSI) se deberán conectar al PLC maestro, el cual se conectará a terminales de fuerza elástica en los gabinetes.

## 3.9 PROCESO

Durante el desarrollo de un proyecto en el que se involucra la ingeniería básica y de detalle, se cuenta con la participación de profesionales de las diversas ramas de la ingeniería, como son: Químicos, Electricistas, Electrónicos, Mecánicos, Civiles, Petroleros etc. y aun otro tipo de profesionales; esta situación trae como consecuencia que siendo el diagrama de flujo de proceso el documento en que se plasma la ingeniería conceptual del proyecto, requiera de un documento adicional que ayude a su interpretación y de esta manera los especialistas que lo utilicen, logren un total entendimiento del mismo.

La finalidad de la descripción del proceso es permitir un conocimiento de las características fundamentales del proceso para facilitar la interpretación de los diagramas de flujo correspondiente.

Básicamente se incluye la información del proceso que sea relevante, haciendo hincapié en aquella que se refiera a características y condiciones de operación de los equipos así como aspectos que se consideren de utilidad para anticiparse a posibles problemas operacionales.

### 3.9.1 LINEAMIENTOS GENERALES

**Secuencia.-** Es conveniente conservar durante el desarrollo de la descripción del proceso, la secuencia normal del flujo de las corrientes señaladas en el diagrama.

**Denominación de equipos.-** El nombre que se utilice para los equipos involucrados deberá coincidir plenamente con la nomenclatura incluida en la lista de equipos. Asimismo las características de los equipos, señaladas en la descripción del proceso, deberán estar acordes a las mostradas en las listas de equipos correspondientes.

**Información principal.-** Al iniciar la elaboración del documento, es recomendable mostrar una introducción que incluya los elementos principales como son: función de la planta, capacidad, número de secciones que corresponden el proceso global, alimentaciones y productos (señalando procedencias y destinos).

**Desarrollo de la descripción.-** Cada una de las secciones que conforman el proceso deberá desarrollarse independientemente, pero señalando claramente la interrelación existente entre ellos.

En general podemos mencionar que se debe señalar para cada corriente sus principales características (presión, temperatura etc., junto con sus principales componentes cuando así se requiera). Por otra parte, para los equipos es conveniente indicar su nombre completo y clave.

### 3.9.2 DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO

El ingeniero de proceso utiliza los diagramas de flujo para mostrar la secuencia seguida en el proceso, las operaciones unitarias que en él efectúan y la cantidad de materia y energía que se transfiere.

Los diagramas que comúnmente se emplean en las compañías de ingeniería son:

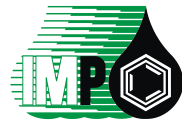
- Diagrama de flujo de Proceso
- Diagrama de Tubería e Instrumentación (DTI)

### 3.9.3 EL DIAGRAMA DE FLUJO COMO FUENTE DE INFORMACIÓN

El diagrama de flujo de proceso es el mejor medio de transmisión de datos de ingeniería en forma completa y precisa, debido a que es una representación gráfica de todo el sistema, en la que se describe el proceso, se proporcionan datos de las entradas y salidas de materia y energía y se da información de los equipos que lo constituyen.

Estos diagramas además de dar información completa y precisa deben ser claros, ya que llegar a entender la secuencia de un proceso puede consumir demasiado tiempo. Así, para que un diagrama sea fácil de entender, requiere que haya sido redibujado en varias ocasiones hasta haber logrado la mayor claridad posible.

Los diagramas de flujo de proceso prácticamente dan información a todo el personal involucrado en el proyecto: directivos, jefes de departamento, ingenieros de proyecto, diseñadores, fabricantes de equipo, superintendentes de la planta y personal de operación.



Debe de tomarse en consideración que de los datos transmitidos en los diagramas de flujo de proceso, personas de diferentes especialidades desarrollaran los diagramas y documentos subsecuentes, como son: el diagrama de tubería e instrumentación (DTI), el Plano de Localización General del equipo (PLG), las hojas de diseño y especificaciones del equipo, los diagramas de instrumentación, los estimados de los costos, los manuales de operación y mantenimiento de la planta, etc.

Tomando en cuenta la gran cantidad de personal involucrado, un buen diagrama de flujo ahorrara a la compañía una cantidad importante de horas-hombre, al obtenerse en unos cuantos minutos la información necesaria y evitar interpretaciones erróneas.

### **3.9.4 FILOSOFÍA OPERACIONAL**

La elaboración, por parte del ingeniero de proceso, de un documento en que se presentan las "Filosofías Básicas de Operación de la Planta", como parte de la ingeniería básica de un proyecto, para su posterior incorporación al manual de operación, tiene su importancia en el hecho de que es el ingeniero de proceso, quien ha originado el esquema de proceso y seleccionado sus condiciones de operación; es él quien ha diseñado y especificado el equipo de proceso y conoce mejor que nadie las características y limitaciones; quien ha analizado la respuesta de proceso a condiciones especiales; y quien conoce los detalles mínimos y factores controlantes de la operación de proceso.

### **3.9.5 DOCUMENTO DE FILOSOFÍA OPERACIONAL**

Las Filosofías Básicas de Operación de la Planta deberán cubrir los siguientes puntos:

- a) Variables de operación y control de proceso
- b) Operaciones anormales
- c) Procedimientos de operación especial
- d) Requerimientos de control analítico del proceso

### 3.9.6 VARIABLES DE OPERACIÓN Y CONTROL DE PROCESO

Con el objetivo de facilitar el análisis de las variables de operación y control de la planta, es conveniente dividir esta en secciones para su descripción, incluso subdividir cada sección en equipos o grupos de equipos. Una vez dividida la planta en secciones se deberán cubrir algunos de los siguientes puntos:

- Descripción del efecto de las variables (presiones, flujos, temperaturas, relación de flujo, etc.). Dicho efecto podrá ser por lo menos expresado por lo menos en forma cualitativa. Sin embargo en algunos casos será conveniente expresar el orden de magnitud de las variaciones que pudieran presentarse.
- Descripción de la forma con la cual se mantendrán las variables dentro de los rangos de operación seleccionados, mediante los controles básicos del proceso, de acuerdo a la información de los Diagramas de flujo correspondientes.

### 3.9.7 OPERACIONES ANORMALES

Las fuentes de operación necesarias para cubrir este punto serán las siguientes:

**Bases de diseño de la planta.-** Dependiendo de las características de flexibilidad de operación que se especifique en la planta se podrán presentar condiciones anormales de operación, que será necesario describir.

**Criterios de diseño de la planta.-** De acuerdo a lo establecido en dichos criterio, pudiera anticiparse que la planta continua operando a paro de determinados equipos o secciones de la misma, lo que implicaría la operación de la planta bajo condiciones anormales.

La descripción correspondiente de las condiciones anormales de operación se haría de acuerdo a la siguiente secuencia:

En primero lugar es conveniente descubrir el efecto inmediato que se presentaría en la operación de la planta al salir un equipo dado fuera de servicio por algún motivo.

Después, es necesario describir las acciones de tipo correctivo que serían necesario adoptar para evitar que la planta operase en las condiciones de inestabilidad derivadas del paro del equipo. Por último sería conveniente describir las condiciones a las cuales operaría



la planta al prescindir del equipo en cuestión señalando la forma en que se verían afectados. Si las variaciones en las condiciones de operación de la planta fuesen bastante apreciables, sería necesario incluir información de tipo cuantitativo sobre dichas condiciones (presiones, temperaturas, flujos, etc.) anormales.

### **3.9.8 PROCEDIMIENTO DE OPERACIONES ESPECIALES**

Dentro de este inciso se deberán cubrir los siguientes aspectos:

La descripción de la operación de aquellos sistemas, secciones o equipos que sea necesario llevar a cabo en forma intermitente o cíclica, en estos casos será necesario llevar a cabo una descripción detallada de estas operaciones especiales indicando las condiciones que prevalecerán en los equipos involucrados (presiones, temperaturas, flujos, etc.) e indicando la duración de las diversas etapas, si las hubiese.

La descripción de la operación de sistemas de protección continua a equipos, tales como sistemas de inyección de inhibidores de corrosión, de agentes antiespumantes y de reactivos o agentes químicos.

### **3.9.9 REQUERIMIENTOS DE CONTROL ANALÍTICO DEL PROCESO**

Para cubrir esta parte se elaborará una lista de las condiciones de operación, componentes clave a medir, variación de estos componentes e impurezas presentes. Se deberá también recomendar el método analítico más adecuado para el propósito.

Los siguientes puntos pueden servir como guía. Cuando las plantas sean muy conocidas, solamente se hará mención de los tipos de análisis a efectuarse, en plantas poco conocidas, se hará una descripción completa de los métodos utilizados.

## 3.10 TUBERÍAS

El diseño de las tuberías de los diferentes sistemas comprendidos en la ingeniería del equipo de Perforación Marina PM-4047 para los paquetes de líquidos y silos, será conforme a las bases de diseño y a las hojas de especificaciones particulares de tuberías por servicio, diagramas de tubería e instrumentación por servicio, Diagramas de Tubería e Instrumentación (DTI), pertenecientes a la Ingeniería Básica aprobada por Pemex Exploración y Producción (PEP), así como las secciones aplicables de las normas correspondientes de la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos (ASME).

Las tolerancias permisibles por corrosión para los diferentes servicios y sistemas se indican en las hojas de las especificaciones de tubería particulares por servicio, elaboradas por el área de tuberías.

Se debe considerar el suministro, manejo e instalación del árbol de estrangulación (AH-1900) y manifold de tuberías por parte del proveedor del servicio, tal como se solicita en las requisiciones de material correspondientes y donde lo indica la Ingeniería básica y de detalle en planos de tuberías.

### 3.10.1 DIMENSIONAMIENTO

Todos los diagramas y dibujos de tubería deberán mostrar dimensiones en sistema métrico, únicamente los diámetros de la tubería ( $\phi$ ) se indicarán en pulgadas (").

### 3.10.2 RUTEOS Y SOPORTES

Todas las líneas se localizarán considerando optimización en espacios, para accesos a mantenimiento, haciendo los ruteos lo más corto posible y usando el menor número de accesorios conforme a las prácticas estándar de ingeniería. Las tuberías por arriba y debajo de la superficie correrán en direcciones norte - sur y este - oeste, hasta donde sea posible, dejando claros en las verticales entre las tuberías que cruzan en ángulos rectos. Los cambios de dirección serán generalmente por medio de cambios de la elevación.

Las líneas de succión de bombas desde recipientes se rutearán hacia las bombas, de tal manera que no se generen trampas de vapores y condensados en las líneas. Se evitarán formación de bolsas en las rutas de tubería en donde pudiesen acumularse líquidos.

Tanto como sea posible las líneas se agruparán en paralelo a una elevación común de lecho bajo de la línea, sobre los soportes de las líneas, racks, etc. La separación entre líneas será la mínima necesaria para los trabajos de mantenimiento y/o retiro de las líneas, permitiéndose un mínimo de 50 mm (2") entre tubo y la brida de elevación al lecho bajo de las líneas, deben considerarse el espesor del aislamiento y los movimientos derivados por las expansiones o contracciones térmicas.

Las tuberías deberán soportarse para prevenir deformaciones excesivas, esfuerzos mecánicos o vibraciones. Todos los soportes, guías anclas, etc. se deberán especificar en función de los dibujos de ingeniería de detalle para construcción.

### **3.10.3 ACCESIBILIDAD**

Los arreglos de los sistemas de tuberías, deben diseñarse para prevenir obstáculos que generen peligros para la operación y/o mantenimiento de las instalaciones, por los que se deben considerar accesos o pasillos, así como las plataformas y escaleras que permitan el mantenimiento de equipos, su remoción, operación o inspección. Donde la interferencia para remover un equipo no sea posible evitarse, en el desarrollo de la ingeniería de detalle deben considerarse carretes para permitir los trabajos de mantenimiento.

Todos los múltiples o peines de válvulas, y válvulas de control, se localizarán de manera tal que se tenga fácil acceso para su operación y reparación.

Las válvulas de control y tuberías adyacentes, deberán localizarse y soportarse de tal manera que las válvulas puedan retirarse sin ninguna interrupción de los sistemas de operación o de soporte. Se debe dejar espacio suficiente por encima o a un lado de las válvulas para permitir su cambio, ya sea de estas o bien de las válvulas adyacentes del bypass o de las válvulas de bloqueo.

Los requerimientos mínimos aceptables de altura y espacio libre entre equipo y tubería serán de acuerdo a lo indicado a continuación:





En rutas de acceso principales:

- Altura libre 2200 mm. a paño inferior de tubo.
- Distancia entre elementos estructurales y/o equipo 1200 mm. a paño de elemento estructural y/o equipo.

En pasarelas de mantenimiento:

- Altura libre 2100 mm. a paño inferior de tubo.
- Distancia entre elementos estructurales y/o equipo 800 mm. a paño de elemento estructural y/o equipo

### 3.10.4 FLEXIBILIDAD

El uso de resortes, juntas de expansión, curvas de expansión (loops), u otros medios de prevención de esfuerzos excesivos sobre las tuberías, debido a contracciones o expansiones debe ser considerado en el desarrollo de la ingeniería de detalle, en función de las bases para el análisis de esfuerzos, así como las características de cada una de las líneas existentes o por construir.

### 3.10.5 REQUERIMIENTOS MISCELÁNEOS

En el desarrollo de la ingeniería de detalle se deben considerar filtros temporales para el arranque, en las líneas de succión de los equipos rotatorios principales (compresores, bombas, etc.), a fin de retener y retirar materiales diferentes a los del proceso o servicio. El arreglo de las líneas debe ser tal que al retirar los filtros temporales no interfieran con otras tuberías o soportes.

Los puntos más altos y más bajos de todas las líneas deben tener conexiones de  $\frac{3}{4}$ " mínimo para venteo y dren, con válvulas de bloqueo.

### **3.10.6 CLAROS**

Acceso para operación y mantenimiento se deben considerar a ambos lados de las bombas, compresores, válvulas de control, etc. y aplicarse los requerimientos del párrafo de arreglos.

### **3.10.7 ESPESORES MÍNIMOS DE PARED**

El espesor mínimo de pared de la tubería será el mayor entre el espesor requerido o el espesor calculado para los rangos de presión y temperatura de la tubería, tomando en cuenta los esfuerzos, la corrosión permisible, las tolerancias del fabricante y en su caso las tolerancias para el roscado cuando esto sea aplicable.

Los tubos de acero al carbón de 2" de diámetro y menores serán de cédula 80 mínimo, excepto para sprinkler y sistemas de esparido de agua. Diámetros de 2 ½" a 10" serán de cédula 40 mínimo, y 12" y mayores. El espesor mínimo de pared para los otros materiales se calcula conforme a los procedimientos del Código ASME-B31.3. Los niples de ¾" y menores de diámetro serán como mínimo de cédula 80.

### **3.10.8 DIMENSIONES DE CONEXIONES A LÍNEAS**

Tubos menores de ¾" no se usarán excepto para conexiones de instrumentos y conexiones de aire para válvulas de control, conexiones a muebles sanitarios en módulo Habitacional.

### **3.10.9 CODOS Y REDUCCIONES**

Las tuberías se diseñarán considerando codos de radio largo preferentemente o de 5 diámetros. El uso de codos de radio corto debe restringirse al mínimo.

Únicamente se utilizarán accesorios reductores para hacer cambios en el diámetro de las líneas tales como sockets con inserto soldable, reductores, etc. El uso de bushing no se permite. La cédula mayor de una línea es determinante para designar el espesor de pared del accesorio, por ejemplo para la conexión soldada a tope entre una línea de 4" de diámetro cédula 40 y una línea de 2" de diámetro cédula 80, el reductor será 4" x 2" cédula 80, biselando del lado de 4" para la junta a cédula 40.

Los codos reductores se usarán únicamente cuando sea requerido por condiciones del proceso o bien por condiciones críticas del espacio.

### **3.10.10 ACCESORIOS Y BRIDAS**

Las dimensiones de todos los accesorios de acero de 24" de diámetro y menores serán conforme al ASME estándar B16.9. Las dimensiones de bridas de acero de 24" de diámetro y menores serán conforme a lo indicado en Especificación H-202 de materiales de tubería.

No se usarán accesorios especiales excepto donde los estándares no puedan aplicarse. Las bridas para los servicios serán como se indica en la especificación particular de tuberías por servicio. La conicidad de las roscas en tubería y accesorios serán de acuerdo al ASME estándar B1.20.1.

### **3.10.11 CONEXIONES A RAMALES**

Las conexiones a ramales serán de acuerdo a lo indicado en las especificaciones particulares. La cédula de tubo de un ramal deberá ser como mínimo igual a la del cabezal de origen.

### **3.10.12 VÁLVULAS**

Las dimensiones de las válvulas bridadas (cara a cara), las válvulas de mariposa y las de retención serán conforme al estándar ASME-B16.10, excepto para válvulas de mariposa y las de retención. Las bridas en todas las válvulas de acero de 24" de diámetro y menores serán conforme al estándar ANSI ASME-B16.5.

Las válvulas de operación frecuente serán colocadas de manera que se permita la operación desde el nivel de piso de la cubierta o el nivel de plataforma.

Las válvulas operadas manualmente y que se localicen a más de 2.1 m por encima del piso o plataformas se deberán suministrar con operador de cadena del tipo impacto. El claro de operación de las cadenas será de 1.4 m de altura, y no deberán obstruir pasillos o accesos. Los operadores de cadenas no aplican para válvulas de 2" de diámetro y menores.

### **3.10.13 EMPAQUES**

Los empaques serán de acuerdo a lo indicado en la especificación particular de tuberías por servicio (Especificación H-202 de materiales de tubería).

### **3.10.14 LÍNEAS DE SERVICIO**

Las conexiones roscadas, exceptuando las de conexiones de instrumentos y equipos, serán de acuerdo a lo indicado en las especificaciones particulares de tuberías.

### **3.10.15 LÍNEAS DE AGUA**

La ingeniería de detalle propone considerar estaciones de servicio para el suministro de agua para mantenimiento y limpieza, donde se requiera así como en bebederos. Y regularmente para algunos de los componentes del sistema de seguridad.

Para las estaciones de servicio serán conexiones de manguera de  $\frac{3}{4}$ " de diámetro con válvulas de compuerta; las mangueras se suministrarán de 15 m de longitud, para cubrir las áreas de trabajo.

### **3.10.16 LÍNEAS DE AIRE**

Además de los usuarios de aire de servicios indicados en los diagramas de tuberías e instrumentación, en el desarrollo de la ingeniería de detalle se propone considerar la localización de estaciones de servicio de aire de planta de  $\frac{3}{4}$ " de diámetro con válvulas de compuerta y preparación con conector para manguera. Los cabezales de suministro de aire de planta y de instrumentos serán como mínimo de 2" de diámetro.

### **3.10.17 VÁLVULAS DE CONTROL, ALIVIO Y ESPECIALES**

Las válvulas de control, alivio y especiales se suministrarán como se indica en la hojas de datos y típicos de instrumentación.

Las válvulas de seguridad que descargan a cabezales, deberán hacerlo por arriba de la línea de centros de este, para prevenir entrapamientos. El ramal deberá llegar a 45° en el sentido de flujo.

Las válvulas de seguridad, se deberán bloquear durante las pruebas hidrostáticas. Las válvulas operadas por piloto se deberán retirar o cambiar por un carrete durante las pruebas para evitar accidentes o dañar dichos elementos.

### **3.10.18 CONEXIONES A INSTRUMENTOS**

Todas las conexiones para los indicadores de presión serán de  $\frac{3}{4}$ " de diámetro con Rosca Americana Cónica (NPT).

Todas las conexiones para los indicadores de temperatura serán de 1" de diámetro con rosca (NPT).

Las conexiones a instrumentos de flujo o presión tendrán una válvula de bloqueo en la línea o recipiente. Los árboles de instrumentos tendrán válvulas de bloqueo en el recipiente por precaución.

### **3.10.19 LÍNEAS DE DRENES**

En el desarrollo de la ingeniería de detalle se considerara el diseño más explícito de los sistemas de drenes. Se debe considerar un sistema de drenes de las líneas de proceso, a partir de los puntos operacionales más bajos. Cada línea deberá incluir una válvula de bloqueo de  $\frac{3}{4}$ " de diámetro mínimo.

El sistema de drenes deberá diseñarse para que fluya por gravedad, por lo que deberá considerarse que el sistema tenga una pendiente del 1% en el cabezal principal, y el diámetro de este no será mayor de 4" de diámetro, todo esto dentro de lo posible.

El sistema del drenaje pluvial debe diseñarse en función de los datos de precipitación del sitio y de las áreas expuestas.

### **3.10.20 VENTEOS**

Las líneas de venteo se localizarán en los puntos operacionales más altos de los sistemas de tuberías de proceso y servicios, deberá tener una válvula de  $\frac{3}{4}$ " como mínimo.



INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO

Se evitarán formación de bolsas en las rutas de tubería en donde pudiesen acumularse líquidos.

Los puntos operacionales más altos de las líneas de proceso deberán tener una conexión para venteo. Las líneas de venteo deberán tener una válvula de bloqueo de 3/4" de diámetro mínimo.

### **3.10.21 AISLAMIENTO DE SUPERFICIES CALIENTES**

El aislamiento de las líneas de proceso será de conformidad con las especificaciones para aislamiento a menos que otra cosa sea indicada.

Las superficies donde hay la posibilidad de exposición al personal, con una temperatura mayor a 70° C deberán aislarse.

Todas las superficies con temperaturas de operación mayores a 200° C deben aislarse.

## 3.11 ELÉCTRICO

Los dibujos que se desarrollarán de acuerdo a la sección 8.1.2 “Planos de Diseño Eléctrico” de la norma de referencia NRF-048-PEMEX “Diseño de Instalaciones Eléctricas en Plantas Industriales”.

Los símbolos usados en los dibujos serán aquellos de uso común por parte de PEMEX y descritos en la especificación técnica P.2.0201.01 “Símbolos Eléctricos”.

En el desarrollo de la ingeniería de detalle que corresponde al área eléctrica se elaboraran por los menos estas actividades y algunos de los dibujos siguientes:

- ◆ Clasificación de Áreas Peligrosas
- ◆ Diagramas Unifilares
- ◆ Distribución de Fuerza
- ◆ Cédulas de Conductores y Conduits
- ◆ Cortes de charolas
- ◆ Red de Tierras
- ◆ Distribución de Alumbrado
- ◆ Cuadros de Cargas
- ◆ Detalles de Instalación

A continuación se da una breve descripción de cada uno de los dibujos y actividades que debe realizar el área de eléctrica, así como también se hace mención de algunos de los materiales que son básicos al momento de realizar una instalación de este tipo.

### 3.11.1 CLASIFICACIÓN DE ÁREAS PELIGROSAS

A partir de la localización general de equipos en el lugar de instalación, se realizará un dibujo de clasificación de áreas peligrosas, donde se cumplan o superen los requerimientos mínimos que se señalan en las normas nacionales e internacionales (incluyendo prácticas recomendadas) correspondientes, con la finalidad de proporcionar los materiales y equipos

eléctricos más adecuados al área en que operarán y así garantizar la seguridad de las instalaciones y el personal principalmente.

La revisión y adecuación de la clasificación de áreas, debe ser de acuerdo a los lineamientos técnicos más críticos indicados en las siguientes normas: Norma oficial mexicana NOM-001-SEDE-1999 (Capítulo 5), y normas PEMEX NRF-036-PEMEX-2003 y NRF-048-PEMEX-2003, tomando en cuenta las siguientes consideraciones:

- Temperatura de ignición y de evaporación de los materiales combustibles a manejarse.
- Densidad relativa de los productos que se manejarán con respecto al aire.
- Presiones de operación que existirán en el proceso.
- Condiciones climatológicas existentes en el área.
- Sustancias inflamables que pudiesen existir en la atmósfera por el manejo de combustibles.

Se hace referencia de todo lo anterior, para limitar las áreas con ambiente peligroso y poder establecer las extensiones mínimas de seguridad debido a las concentraciones de gases, vapores o líquidos inflamables que estarán presentes en la operación de la instalación eléctrica y que esto contribuya a realizar una segura y correcta selección de los materiales y equipos eléctricos que serán instalados.

### **3.11.2 DIAGRAMAS UNIFILARES**

Se desarrollarán los diagramas unifilares del sistema eléctrico de acuerdo a la revisión y actualización de completo, mostrando las características principales de los sistemas de distribución y la interconexión entre cada componente.

### **3.11.3 DISTRIBUCIÓN DE FUERZA**

Se hará el desarrollo de los dibujos de distribución de fuerza mostrando los diversos equipos tales como transformadores, tableros y motores así como las rutas de las canalizaciones de los circuitos que los unen.





Los dibujos de distribución de fuerza se complementarán con las cédulas de conductores y Conduits, los cortes de ductos y con los dibujos de detalles de instalación.

### **3.11.4 CÉDULA DE CONDUCTORES Y CONDUITS**

Se elaborará la cédula de conductores y Conduits indicando las designaciones de cada circuito en cada uno de los módulos, la clave del equipo energizado, su descripción, potencia, tensión y corriente nominal, la trayectoria del circuito desde la fuente hasta la carga, la cantidad y calibre de los conductores así como su longitud y caída de tensión en tanto por ciento, el diámetro y la longitud de la tubería conduit y las notas que resulten pertinentes, de acuerdo a la revisión y actualización de planos de la reingeniería.

### **3.11.5 CORTES DE CHAROLAS**

Como complemento al dibujo (o dibujos) de distribución de fuerza, se desarrollará por lo menos un dibujo para indicar, donde los circuitos se encuentren agrupados, los cortes respectivos de ese grupo. En el corte, identificado apropiadamente, se indicará el circuito o circuitos que contenga.

### **3.11.6 RED DE TIERRAS**

Se desarrollará uno o más dibujos mostrando el aterrizamiento de los equipos que lo requieren de acuerdo a la revisión y actualización de la reingeniería. Este plano podrá complementarse con detalles de instalación, los cuales podrán incluirse en el mismo o en un dibujo diferente, siempre indicando la correspondencia entre el detalle típico y el caso de aplicación.

El acero estructural primario y secundario de la plataforma constituirá la red principal de aterrizamiento, sin embargo, se agregará una malla de cables de cobre en las áreas de mayor concentración de equipos.

Los conductores para la malla de tierra serán cables de cobre desnudo, clase B, temple semiduro de 7 hilos, concéntrico trenzado.

Se incluirán como aditamentos necesarios: conectores soldables y mecánicos. En general, la conexión de los equipos fijos se hará con conectores soldables mientras que los equipos que se consideren removibles como son los motores eléctricos se deberán conectar a tierra por medio de conectores mecánicos.

Se conectarán a tierra las cubiertas de todos los equipos eléctricos normalmente energizados como tableros, motores y generadores; los neutros de equipos con conexión estrella aterrizados y las barras de tierra de tableros que cuenten con ellas. También se aterrizarán las estructuras susceptibles de inducción electrostática cuya corriente de descarga pudiera provocar daño físico a las personas o la aparición de un arco eléctrico capaz de iniciar un incendio.

### **3.11.7 DISTRIBUCIÓN DE ALUMBRADO**

Para llevar a cabo las tareas visuales necesarias en las diversas áreas de la instalación, y de acuerdo a los niveles mínimos de iluminación especificados por las normas, se elaborará a partir de la revisión de la reingeniería el sistema de alumbrado para las áreas consideradas en el proyecto. Los niveles mínimos de iluminación que deberán presentarse en el plano de trabajo, deben ser de acuerdo a la norma de “Condiciones de iluminación que deben tener los centros de trabajo” NOM-025–STPS-1999. Todo esto se complementará con los cuadros de cargas de los tableros propuestos y los detalles de instalación de alumbrado.

Los niveles mínimos de iluminación para las áreas que abarca el proyecto deben presentarse en el plano de trabajo, de acuerdo a la norma de “Condiciones de iluminación que deben tener los centros de trabajo” NOM-025–STPS-1999.

El sistema de alumbrado para áreas de operación será diseñado para operar a una tensión de 220 VCA cuando se usen unidades mercuriales y 127 VCA cuando las unidades sean fluorescentes. En áreas interiores la tensión de alumbrado será 127 VCA.

Las unidades de emergencia operarán también a una tensión de 127 VCA.

Para los luminarios se consideraran las restricciones impuestas por la clasificación de áreas, teniendo en cuenta las sustancias manejadas, así como sus temperaturas de ignición.

### **3.11.8 CUADROS DE CARGAS**

Se desarrollarán los cuadros de cargas de los tableros de alumbrado y contactos de acuerdo a la revisión de la reingeniería, para las áreas consideradas en el proyecto. Los cuadros de cargas contendrán la descripción de los circuitos con la cantidad y tipo de unidades de alumbrado que constituyan las cargas. En cada cuadro de cargas se incluirá un diagrama que indique el número de circuito del tablero de que se trate, así como la fase o fases a que se conecta la carga. La descripción del interruptor termomagnético del circuito que protege al circuito incluirá el número de polos y la corriente nominal de interrupción.

### **3.11.9 DETALLES DE INSTALACIÓN**

Para facilitar la interpretación del diseño y mayor claridad en la construcción, se elaborarán detalles constructivos de los principales casos de instalación de fuerza, alumbrado y tierras, haciendo las referencias necesarias a los lugares típicos donde se apliquen.

A continuación se mencionan algunos de los materiales y accesorios que son básicos y que se usaran en este proyecto y también se mencionan algunas de las características y/o requisitos con las cuales deben contar dichos materiales. Estos accesorios no se utilizan únicamente en la parte eléctrica, son accesorios que aplica para todas las demás especialidades.

#### **3.11.10 TUBO CONDUIT**

Tubo conduit rígido de aluminio libre de cobre, sin costura, roscado, con cubierta exterior de PVC recubrimiento interior de uretano. La tubería conduit flexible requerida en la instalación eléctrica debe ser a prueba de explosión.

#### **3.11.11 CONDULETS A PRUEBA DE EXPLOSIÓN**

Condulets a prueba de explosión, contruidos en aluminio libre de cobre, recubrimiento exterior de PVC y recubrimiento interior de uretano. Serán de los tipos L, T, X o C, utilizados para derivaciones, interconexiones o cambios de trayectoria, de los tamaños requeridos en los planos.



### **3.11.12 COPLES**

Los coples rígidos serán de aluminio libre de cobre, roscados, con cubierta exterior de PVC e interior de uretano, con manga adicional de PVC para garantizar el sellado cuando se usen en exteriores y sin recubrimientos cuando sean para uso interior.

### **3.11.13 CURVAS**

Las curvas serán de fábrica o podrán ser de fábricas o hechas en campo. Serán de aluminio libre de cobre con cubierta exterior de PVC e interior de uretano.

### **3.11.14 CONECTORES Y RECEPTÁCULOS**

Conector macho para cable multiconductor uso marino, para áreas clasificadas, de los diámetros y polos requeridos por el proyecto.

Receptáculo hembra para cable multiconductor tipo uso marino, para áreas clasificadas, de los diámetros y polos requeridos por el proyecto.

### **3.11.15 SELLOS**

Los sellos deben ser para áreas peligrosas, uso intemperie; el material de fabricación será aluminio libre de cobre con recubrimiento exterior de Ploricloruro de Vinilo (PVC) e interior de uretano.

### **3.11.16 CONDUCTORES**

Existen diferentes tipos de conductores pero el más común y el más utilizado es el cable, que es un conductor formado por varios filamentos torcidos, con el cual se obtiene un conductor más flexible y confiable que el alambre (conductor sólido), dependiendo del tipo de instalación será el calibre que se utilice, siempre buscando el más adecuado para garantizar la seguridad de los equipos, la planta y el personal.

## 3.12 SISTEMAS DE SEGURIDAD

### 3.12.1 SISTEMA DE DETECCIÓN Y ALARMA

#### 3.12.1.1 DETECTORES DE HUMO

El sistema de detección y alarma estará conformado por los detectores de humo. Se utilizarán detectores basados en dos principios diferentes, iónicos y fotoeléctricos, lo anterior permitirá tener una redundancia en la señal de detección, ya que al combinar los dos principios de operación diferente, se evitarán los disparos en falso del sistema.

Los detectores deben instalarse en los lugares donde pueda circular o acumularse el humo, como son el interior de los gabinetes, en el falso plafón (área plena), entre el techo y el plafón, por abajo de pisos falsos y en la proximidad de los retornos de aire.

Los detectores de humo deben ser del tipo inteligente y poder autoverificarse contra falsas alarmas por diversas causas, tales como ruido, ensuciamiento, polvo, inversión de polaridad, sobre tensión, humedad y temperatura. Deben ser capaces de supervisar como mínimo un área de 200 ft<sup>2</sup> (18.5 m<sup>2</sup>) y deberán estar listados y aprobados por las normas correspondientes.

#### 3.12.1.2 DETECTORES DE FUEGO ULTRAVIOLETA/INFRARROJO (UV/IR)

El elemento sensor será con base en el principio fotoeléctrico, a través del procesamiento dinámico de la señal por la combinación de las bandas ultravioleta e infrarroja.

Estos detectores son para identificar el fuego y evitar interferencias de otras fuentes, tales como soldadura eléctrica, rayos X, descargas eléctricas y atmosféricas o luz solar, así como fuentes de luz infrarroja o luz incandescente que pudieran producir falsas alarmas.

El tiempo de respuesta de los detectores de flama debe ser menor a 0.5 segundos; los detectores de flama deben ser inmunes a la interferencia electromagnética o a la radiofrecuencia.

Este equipo debe ser capaz de detectar las flamas de cualquier material combustible, incluyendo el hidrógeno.

El campo de visión del detector de flama debe de ser como mínimo de 45° y máximo de 120°. Los detectores de flama deben ser capaces de identificar como mínimo, un fuego de gasolina localizado en una charola de 30 por 30 centímetros, ubicada a una distancia sobre su eje óptico de 15 metros.

El instrumento debe contar con un dispositivo de auto prueba que realice una evaluación del estado de los detectores y de los lentes.

Los detectores de flama deben operar a 24 VCD, y poder ser alambrados a 3 o 4 hilos, todo de acuerdo a lo indicado en la NFPA-72, deben cumplir con la clasificación para áreas Clase 1, División 2.

### **3.12.1.3 DETECTORES DE GAS HIDROGENO**

Estos detectores permitirán monitorear continuamente la concentración de posibles fugas de gas hidrógeno, en el cuarto de baterías, tal como se indica en la NRF-011-PEMEX-2002, así como también según lo indicado en la NOM-002-STPS-2000.

El sensor será del tipo inteligente y contará con un par de elementos que funcionan bajo el principio de oxidación catalítica, el primero debe de ser un elemento activo y el otro un elemento de referencia.

### **3.12.1.4 DETECTOR DE GAS COMBUSTIBLE**

Este detector será tipo inteligente y estará integrado por un microprocesador-sensor de rayos infrarrojos que detecte hidrocarburos gaseosos. Será precalibrado en fábrica y podrá ser recalibrado en campo por una sola ocasión.

El detector de rayos infrarrojos mide la intensidad de dos rayos infrarrojos; uno en la cámara de absorción (detección) y otro en la cámara de referencia.

El microprocesador debe comprobar constantemente ambos valores para producir una señal de 4 a 20 mA que será proporcional a la concentración del gas combustible (0 a 100%) en la cámara de absorción. El rango al que se configura es de 0 - 20 por normatividad.

La detección del gas combustible no debe ser afectada por la velocidad del viento que pase a través de la cámara de absorción. Los detectores y el cableado que se instalarán dentro de los encabinados de las turbinas, deberán soportar temperaturas de hasta 135°C.



### 3.12.1.5 DETECTOR DE GAS TÓXICO

Este detector monitorea continuamente la presencia de niveles potenciales de gas sulfhídrico ( $H_2S$ ) en áreas abiertas o enclaustradas.

El detector debe ser tipo inteligente, constituido por circuitos de microprocesador, el cual se encarga de monitorear la presencia del gas tóxico.

Deberá contar con una pantalla digital para indicar continuamente el nivel del gas tóxico ( $H_2S$ ) en el área y LED's anunciadores para indicar los estados de alarma.

El detector opera bajo el principio electroquímico, por medio de una celda que cambia de resistividad al momento que se pone en contacto con el gas tóxico ( $H_2S$ ).

El detector deberá estar protegido de la contaminación del ambiente y del agua por medio de un filtro hidrofóbico, el cual permite el paso del gas pero no del agua. El cual permite el paso del gas pero no del agua. El circuito del sensor debe ser intrínsecamente seguro, el cuerpo será de acero inoxidable a prueba de explosión según lo indicado en la NRF-011-PEMEX-2002.

### 3.12.1.6 ALARMAS AUDIBLES

Estas alarmas servirán para indicar de manera audible al personal las diferentes condiciones de riesgo que se presenten en las áreas de la Plataforma Habitacional, podrán recibir señales de tonos o mensajes hablados desde un punto remoto, la señal será enviada desde el generador de tonos (que a su vez recibe las señales directamente del Controlador Lógico Programable (PLC) de Gas Y Fuego (G&F) ), se instalarán en las entradas a la Habitacional y distribuidas estratégicamente en el área de servicios (Paquete de Maquinas, Bombas, Silos, Lodos, Perforación), y tal como se especifica en la NRF-011-PEMEX-2002. En interiores o áreas cerradas, serán de tipo baffle, y deben ser capaces de generar un sonido con una intensidad de 70 Decibeles (DB) a 3 metros.

En interiores o áreas cerradas, serán de tipo baffle, y deben ser capaces de generar un sonido con una intensidad de 70 DB a 3 metros. Para el caso de áreas abiertas, las



bocinas serán del tipo corneta, y para asegurar la audibilidad, el nivel mínimo de la intensidad será entre 85 DB y 114 DB a 3 metros.

### **3.12.1.7 ALARMAS VISIBLES**

Estas alarmas servirán para indicar de manera visible al personal las diferentes condiciones de riesgo que se presenten en las áreas de la plataforma, permitiendo avisar al personal que se encuentre en las áreas de trabajo y áreas del módulo Habitacional de la existencia de una condición de emergencia.

La intensidad luminosa requerida en los señalizadores para indicar alarma, debe ser 10 veces superior a la ambiental, las alarmas que indiquen condición normal deben ser del tipo continuo, las alarmas visibles que indiquen condición de alarma deben ser del tipo destellante/intermitente, con una frecuencia aproximada de 90 destellos por minuto todo de acuerdo a lo especificado en la NFPA-72 inciso 7.5 y la NRF-011-PEMEX-2002.

### **3.12.1.8 ESTACIONES MANUALES DE ACTIVACIÓN**

En un sistema de detección de incendio, es indispensable la instalación de estaciones manuales, que al ser accionadas por el hombre, transmitan una señal de alarma al PLC de G&F. Podrán ser del tipo “jalar palanca”; en este caso, permanece la alarma activada hasta que se restablezca manualmente.

## **3.12.2 SISTEMA CONTRA INCENDIO**

### **3.12.2.1 ESTACIONES DE MANGUERA (GABINETES)**

Las estaciones de manguera serán del tipo para empotrar en pared, de material de fibra de vidrio retardante al fuego, con puerta de apertura tipo bisagra, con ventana de vidrio, pintadas en color rojo bermellón. Cada gabinete debe contener un extintor de polvo químico seco de 20 libras de capacidad, un hacha de 12” de longitud, manguera de 1½”, por 15 metros de longitud.



Para la instalación de los gabinetes de manguera, se debe considerar lo siguiente:

- Cuando se instalen gabinetes con mangueras preconectadas, se ubicarán en sitios como pasillos, para que sean visibles desde cualquier ángulo.
- Los gabinetes deben estar situados en un lugar que no produzca obstrucción.
- Cuando las mangueras sean guardadas en armarios, la puerta debe ser de vidrio o de otro material que permita identificarlas fácilmente.
- Las conexiones deben soportar una presión de 175 PSI.
- La presión en salidas de las tomas fijas de agua será de 100 PSI, presión obtenida a través de una reguladora de presión y válvulas de alivio.
- Se identificará la dirección de flujo del agua.

También se contará con llave para unir la manguera contraincendios, de fierro maleable cromado o cadminizado, para ajuste de coples de 1¼" a 4" de diámetro nominal, cabeza plana en un extremo y pie de uña en el otro.

A continuación se describen los tipos de fuego, para después conocer los tipos de sistemas con los que se puede combatir.

#### **3.12.2.2 FUEGO CLASE "A":**

Son los fuegos de materiales sólidos de tipo orgánico, cuya combustión tiene lugar normalmente con formación de brasas, como madera, telas, papel, hule, plásticos y similares.

#### **3.12.2.3 FUEGO CLASE "B":**

Son los fuegos en los que intervienen líquidos y gases, combustibles.

#### **3.12.2.4 FUEGO CLASE "C":**

Son los fuegos en los que intervienen equipos eléctricos energizados en donde es de importancia la no conductividad eléctrica del agente extintor.

### **3.12.2.5 FUEGO CLASE "D":**

Son los fuegos en los cuales intervienen ciertos materiales como el magnesio, titanio, zirconio, sodio, litio y potasio.

### **3.12.3 EQUIPO DE SOBREVIVENCIA Y SALVAMENTO**

#### **3.12.3.1 REGADERA Y LAVAOJOS DE EMERGENCIA**

Se instalarán regaderas y fuentes lavaojos de emergencia para protección del personal en las áreas donde por la actividad laboral exista la posibilidad de entrar en contacto con sustancias peligrosas o corrosivas que puedan poner en riesgo la salud.

Las estaciones tendrán una regadera y una fuente lavaojos, las cuales funcionarán de manera independiente. La operación de la regadera será efectuada por medio de un dispositivo que se accione por medio de un cable de acero inoxidable y con una jaladera de mano color amarillo para fácil localización. La fuente lavaojos será accionada por medio de un pedal de placa de acero inoxidable. Las estaciones tendrán capacidad para manejar un flujo máximo de agua de 15 litros/min., la parte superior del lavaojos estará provista de un par de cabezas rociadoras de acero inoxidable con perforaciones que separen el agua en una brisa muy fina, suave para cara y ojos

#### **3.12.3.2 BOTES SALVAVIDAS**

Los botes salvavidas forman parte muy importante del equipo de salvamento debido a que servirán para evacuar al personal de la Plataforma en caso de algún problema o siniestro. Se colocará un bote en el primer nivel del Módulo Habitacional y otro en el piso de perforación de la plataforma (segundo Nivel). Los botes salvavidas deben contar con capacidad de albergar a 50 personas, deben estar montados en una plataforma de soporte y lanzamiento.

### 3.13 INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL.

Aquí se mencionan algunas características y requisitos con los que debe cumplir el área de instrumentación así como también algunos conceptos básicos que debemos entender para poder comprender la descripción de las actividades realizadas, las cuales se describen a continuación.

#### 3.15.1 PROCESOS DE MEDICIÓN

En los procesos industriales es necesario tarde o temprano realizar mediciones, por lo tanto, en prácticamente todos los proyectos que el ser humano lleve a cabo, se requerirá el auxilio de la instrumentación para hacer mediciones de las condiciones en las que se encuentre el proceso.

Se puede definir la instrumentación como el grupo de dispositivos mediante los cuales se tiene un conocimiento directo del estado de una variable de proceso, así como dispositivos mediante los cuales se puede alterar las variables de proceso manipulando agentes que influyan directamente en dichas variables y elementos con los que determinamos el comportamiento de los dispositivos manipuladores para un comportamiento más estable de las variables de proceso.

De la misma forma el instrumento de medición se define como un dispositivo que nos proporciona información del estado o magnitud de las variables de proceso: Presión, Nivel, Flujo, Temperatura, etc.

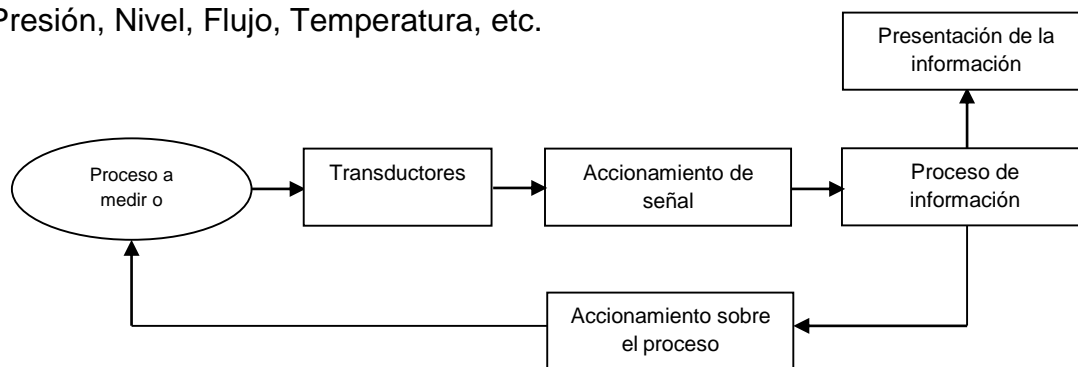


Fig. 3: Sistema General de Medición



Históricamente, la medición de parámetros de las variables más importantes y comunes de la vida humana, tales como el tiempo, la temperatura y presión, han motivado la inteligencia del hombre para inventar formas y consecuentemente dispositivos e instrumentos para medirlos.

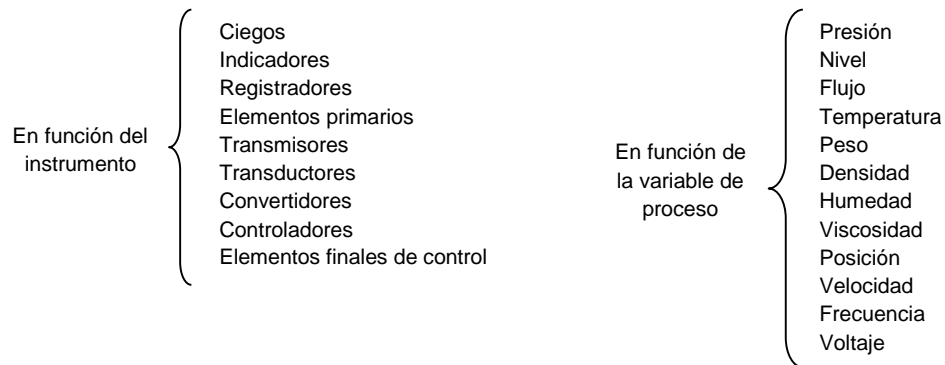
La medición comprende las etapas de detectar y comparar el parámetro o variable con un valor de referencia que, en un inicio, fuera una escala graduada en el suelo para medir el tiempo por la sombra proyectada de una vara vertical. Posteriormente, en el siglo XVII, algunos hombres talentosos y dedicados comenzaron a examinar los fenómenos naturales de una forma lógica y racional para después comprobar sus ideas con experimentos; consecuentemente, hubo que desarrollar técnicas de medición que comenzaron por instalar instrumentos localmente para indicar, en una escala con aguja indicadora, la medición respectiva. Después ya en el siglo (XX), se inventaron los tableros locales, en los que se instalaban los indicadores de las variables de proceso de áreas cercanas y se agrupaban para ser vigiladas y controladas en forma manual.

Cuando se desarrollan los procesos continuos de producción por las recientes necesidades de la población, que se multiplico aumentando la demanda de productos, se tuvo que desarrollar la tecnología de la instrumentación, ya que además de proporcionar la medición, hubo que transmitirla a lugares centralizados haciendo uso de señales de aire, conforme al principio de transmisión neumática, que se envían a través de tubos conectados a los instrumentos que detectan la variable en el proceso. En este caso, los receptores fueron medidores de presión que se calibran en términos de las unidades de la variable medida.

### **3.15.2 CLASIFICACIÓN DE LA INSTRUMENTACIÓN**

Los instrumentos de medición son relativamente complejos su función puede comprenderse bien si están incluidos dentro de una clasificación adecuada. Pueden existir varias formas para clasificar los instrumentos, cada una de ellas con sus propias ventajas y limitaciones. A continuación se consideraran dos clasificaciones

básicas: la primera relacionada con la función del instrumento y la segunda con la variable de proceso.



### 3.15.3 INSTRUMENTOS CIEGOS

Son aquellos que no tienen indicación visible de la variable, tales como; presostatos, termostatos, transmisores de flujo, presión, nivel y temperatura sin indicación, los cuales poseen una escala exterior con un índice de selección de la variable, ya que solo ajustan el punto de disparo del interruptor o conmutador al cruzar la variable el valor seleccionado. También se tiene como instrumentos ciegos a los transmisores de caudal, peso, nivel y temperatura sin indicación.

### 3.15.4 INSTRUMENTOS INDICADORES

Disponen de un índice y de una escala graduada en la que puede leerse el valor de la variable. Existen también instrumentos con indicación digital.

### 3.15.5 INSTRUMENTOS REGISTRADORES

Registran con trazo continuo o a puntos de la variable y pueden ser circulares o de gráfica rectangular o alargada según sea su forma de la gráfica.

### 3.15.6 ELEMENTOS PRIMARIOS

Están en contacto con la variable y utilizan o absorben energía del medio controlado para dar al sistema de medición una indicación en respuesta a la variación de la variable controlada. El efecto producido por el elemento primario puede ser un cambio en la presión,



fuerza, posición, medida eléctrica, etc. en los termopares presenta una variación de fuerza electromotriz.

### **3.15.7 INSTRUMENTOS TRANSMISORES**

Captan la variable de proceso a través del elemento primario y la transmiten a distancia en forma de señal neumática (3 a 15 psi) o eléctrica de 4 a 20 mA de corriente continua. Elemento primario puede formar o no parte integral del transmisor.

### **3.15.8 TRANSDUCTORES**

Reciben la señal de entrada en función de una o más cantidades físicas y la convierten modificada o no a una señal de salida. Por ejemplo un relevador, un elemento primario etc. Son dispositivos que nos traducen señales de rangos elevados a señales aisladas y de valores más bajos y fáciles de manejar.

### **3.15.9 INSTRUMENTOS CONVERTIDORES**

Son instrumentos que reciben una señal de entrada neumática o eléctrica y después de modificarla envían la resultante en forma de señal de salida estándar. Son dispositivos que permiten la comunicación entre el control y los elementos finales de control.

### **3.15.10 CONTROLADORES O DISPOSITIVOS DE CONTROL**

Son instrumentos que comparan la variable controlada con un valor deseado y ejercen acción correctiva de acuerdo con la desviación. Estos dispositivos monitorean las condiciones reales de la variable de proceso y en base a esta información toman las medidas correctivas al existir un disturbio, estos resultados son enviados a los dispositivos que realizaran las correcciones.

### **3.15.11 ELEMENTOS FINALES DE CONTROL**

Reciben la señal del controlador y modifican el flujo o agente de control; Son los dispositivos que pueden alterar las condiciones directamente en el proceso para mantener las variables dentro de las especificaciones y/o tolerancias permitidas. Estos elementos son el



constituyente de un circuito de control que interactúa directamente sobre el proceso, modificando alguna de sus características de acuerdo a la señal del controlador.

### **3.16 CONCEPTOS GENERALES**

#### **3.16.1 PRESIÓN**

Es la acción de una fuerza actuando en contra de un área. Sus dimensiones son de fuerza por unidad de área.

Ejemplo  $\text{Kg}/\text{cm}^2$ ,  $\text{lb}/\text{in}^2$ , etc., aunque es frecuente expresarlo como la altura equivalente de una columna líquida, como pulgadas de agua, mm de mercurio, etc. La relación entre ambos conceptos es la altura de la columna fluida por el peso específico del líquido de que se trate, en unidades consistentes dará la presión con dimensiones de fuerza por unidad de área.

La presión es una variable esencial en el almacenaje de gases a presión, o en el suministro de los mismos para sistemas de combustión. En el caso de las columnas de destilación, dicho proceso.

Dentro de los procesos industriales, la medición y el control de nivel se hace necesario cuando se pretende tener una producción continua, cuando se desea mantener una presión hidrostática, cuando un proceso requiere de un volumen constante para funcionar satisfactoriamente, y el caso más simple, sería evitar que en un líquido se derrame.

#### **3.16.2 TEMPERATURA**

Es una manifestación del promedio de energía cinética de las moléculas de una sustancia, debido a la presencia de calor. Generalmente se usa el término temperatura para describir la condición de calor o frío de un cuerpo. Sin embargo, la temperatura no es una medición de la cantidad total de energía en forma de calor posee un cuerpo ya que también depende de otros factores incluyendo la masa del cuerpo y su calor específico.

Por lo tanto podemos decir que un cuerpo contiene más de calor cuando está caliente que cuando está frío, pero que dos objetos a la misma temperatura pueden tener una cantidad muy diferente de calor, dependiendo de sus masas y su material de construcción.

### **3.16.3 FLUJO**

Es una de las variables más importantes en los procesos industriales; debido a que es esencial para determinar los balances de material y el control de procesos continuos.

Los fluidos a medirse pueden ser claros, opacos, limpios, sucios, secos o húmedos, erosivos o corrosivos. La presión puede variar desde vacío hasta varios cientos de grados. El rango de medición de flujo es desde gastos muy pequeños hasta gastos muy grandes. Las características anteriores servirán para seleccionar el medidor adecuado.

### **3.17 TERMINOLOGÍA USUAL EN MEDICIÓN**

Antes de analizar la instalación, es conveniente revisar algunos conceptos relacionados con la instrumentación en general, definiendo los términos empleados comúnmente en la misma.

#### **3.17.1 ALCANCE (SPAN)**

Es la diferencia algebraica entre los valores superior e inferior del campo de medida del instrumento. Ejemplo: en el campo de 100 a 300° C, el alcance vale 200° C.

#### **3.17.2 AMPLIFICADOR**

Instrumento cuya señal de salida equivale a la señal de entrada incrementada que se alimenta de una fuente distinta de la señal de entrada.

#### **3.17.3 AMPLIFICADOR MAGNÉTICO**

Aparato que emplea transformadores saturables solos o en comunicación con otros elementos del circuito con el objeto de lograr una amplificación o control.

#### **3.17.4 ATENUACIÓN**

Es una disminución en la magnitud de la señal entre dos puntos, o entre dos frecuencias. Es el recíproco de la ganancia, o cuando la ganancia es menos que uno. Esta se podrá





### **3.17.5 BANDA MUERTA**

Es el rango a través del cual se puede variar una entrada sin iniciar respuesta o cambio en la salida, o el rango de valores a través del cual la variable medida puede cambiar sin iniciar una respuesta.

### **3.17.6 CALIBRACIÓN**

La calibración se define como el proceso de hacer coincidir el cero, es Span y el rango de un instrumento, así como su linealidad a valores estándar o que cubra una curva de calibración, lo que involucra el ver que tan bien el equipo mide la variable a prueba. El equipo puede ser de campo como un transmisor de presión, termopar o vapula de control por mencionar algunos; puede ser un equipo de cuarto de control tal como un indicador, registrador o controlador. El equipo que se usa como referencia para la calibración debe ser certificado por la dirección general de normas y cualquier desviación de la prueba en el instrumento patrón debe ser compensado por un factor de corrección.

### **3.17.7 CAPACIDAD**

Medida de la máxima cantidad de energía o de material que puede almacenarse dentro del recinto de un equipo.

### **3.17.8 CAPACITANCIA**

Variación en la capacidad contenida por unidad de variación de una variable de referencia.

### **3.17.9 COMPENSACIÓN**

Provisión de un aparato suplementario o de materiales especiales para contrarrestar fuentes conocidas de error.

### **3.17.10 CONSTANTE DE TIEMPO**

Para un elemento o sistema de primer orden, ante una excitación de impulso o escalón, es el tiempo necesario para completar 63.2% del cambio total en la respuesta.

### **3.17.11 DERIVA**

Es un cambio indeseable en la señal de salida que se presenta en un periodo de tiempo determinado mientras se mantiene constante la variable medida y todas las condiciones ambientales, por lo tanto es un cambio que no está relacionado a la entrada, condiciones de operación, o carga. La deriva esta expresada usualmente en porcentaje de la señal de salida de la escala total a la temperatura ambiente, por unidad, o por intervalo de variación de la temperatura.

### **3.17.12 ERROR**

Es la diferencia algebraica entre el valor leído o transmitido por el instrumento y el valor real de la variable medida. Un error positivo denota que el valor medido es mayor que el valor verdadero. El error generalmente se expresa en unidades de la cantidad medida, o como una fracción o por ciento del valor total de la escala o del valor real.

### **3.17.13 ESTABILIDAD**

Capacidad de un instrumento para mantener su comportamiento durante su vida útil y de almacenamiento especificadas.

### **3.17.14 EXACTITUD**

La exactitud de un instrumento es el término usado para describir la cercanía con la cual las mediciones se aproximan al valor de la variable medida. Es el grado de error o incertidumbre que produce un instrumento al efectuar una medición. Es un numero o cantidad que define el límite de error bajo condiciones de referencia a menos que se especifique lo contrario. La exactitud puede mejorarse por calibración pero no más allá de la precisión del instrumento.

### **3.17.15 FIABILIDAD**

Medida de la probabilidad de que un instrumento continúe comportándose dentro de los límites especificados de error a lo largo de un tiempo determinado y bajo condiciones específicas.



### **3.17.16 GANANCIA**

Se tienen dos tipos de ganancia, dinámicas y estáticas. La Ganancia Dinámica es la relación de magnitud de la amplitud en estado estable de la señal saliente de un elemento o sistema respecto a la señal de entrada de tal elemento o sistema, para una señal de entrada sinusoidal. Se puede expresar como una relación, o en decibeles como 20 veces el logaritmo de la relación de una frecuencia especificada. La Ganancia Estática es la relación de un cambio de salida respecto de un cambio de entrada después de que se ha alcanzado el estado estable. Además referido como Ganancia de Frecuencias Cero el cual es el mismo que la ganancia dinámica a medida que la frecuencia se aproxima a cero. Además puede expresarse como una relación o en decibeles.

### **3.17.17 MAGNITUD**

Es la comparación de una magnitud con la otra de la misma clase que se toma referencia.

### **3.17.18 PRECISIÓN**

Indica la capacidad de un instrumento para producir una lectura con una exactitud dada. La precisión es la reproductibilidad con la que se pueden realizar mediciones repetidas de la misma variable bajo condiciones idénticas. En el tema de control de procesos, la precisión es más importante que la exactitud. Normalmente es más deseable medir una variable con precisión que tener un alto grado de exactitud.

### **3.17.19 RANGO**

Es la región entre los límites en los que una cantidad es medida, recibida, o transmitida, que se exprese poniendo los valores del rango más alto y más bajo. A menos que se especifique lo contrario, se entenderá como rango de entrada.

### **3.17.20 RESOLUCIÓN**

Es el más pequeño cambio en el valor medido al cual el instrumento responderá en su indicación de salida.



### **3.17.21 REPETIBILIDAD**

Capacidad de reproducción de los valores de salida del instrumento al medir repetidamente valores idénticos de la variable en las mismas condiciones de servicio y en el mismo sentido de variación recorriendo todo el campo. Viene expresada en tanto por ciento del alcance.

### **3.17.22 REPRODUCIBILIDAD**

La proximidad de concordancia entre mediciones repetidas de la salida para el mismo valor de entrada realizada bajo las mismas condiciones de operación sobre un periodo de tiempo.

### **3.17.23 RUIDO**

Es un componente indeseable de una señal o variable, la cual distorsiona el contenido de la información.

### **3.17.24 SEÑAL MEDIDA**

Es la variable eléctrica, mecánica, neumática u otra variable aplicada a la entrada de un dispositivo. Análoga a la variable medida producida por un transductor.

### **3.17.25 SEÑAL DE ENTRADA**

Es la señal aplicada a un elemento, dispositivo o sistema. Por ejemplo, la presión aplicada a la conexión de entrada de un transmisor, es una señal de entrada.

### **3.17.26 SEÑAL DE SALIDA**

Es una señal entregada por un dispositivo, elemento o sistema (3-15 psi - 4-20mA), producida en la conexión de salida de un transmisor.

# CAPITULO IV

## PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS

Los instrumentos son una extensión de las facultades humanas, para poder determinar el valor de una magnitud de una variable.



## 4.1 INTRODUCCION A LAS ACTIVIDADES REALIZADAS

De acuerdo al orden del cronograma de actividades presentado en el anteproyecto, se hace mención de cada una de las áreas que intervienen en el proyecto, por esto se llevó a cabo una investigación detallada de lo que corresponde a cada una de ellas, para saber de qué tratan, algunos puntos que deben aportar al proyecto y algunas de las actividades que se deben realizar durante el desarrollo del mismo, las cuales se presentaron en el capítulo anterior (Proceso, Tuberías, Eléctrico, Seguridad y algunos conceptos que corresponden a la especialidad de Instrumentación y Control), todo esto como fundamentos teóricos que servirán para enfocarnos al área de instrumentación y control; respecto a las demás especialidades, el trabajo realizado es teórico y algunos ejemplos, a diferencia de la parte de instrumentación y control, donde además de la parte teórica también se realizaron diferentes actividades que involucran el desarrollo y la aplicación de la ingeniería enfocada a la industria petrolera.

Instrumentación y control áreas es una de las áreas más importantes que existen y se aplican a la industria, sin la instrumentación y el control sería muy complicado poder monitorear tanto de manera local o remota el comportamiento de las variables que se encuentran dentro del proceso de cualquier proyecto. Si no existiera el control se podrían generar muchos accidentes que afectarían a la planta en general y al personal principalmente, pero instrumentación y control no es independiente, todo esto va en cadena, ya que todas las áreas deben estar conectadas y una depende de la otra para poder realizar su función como debe de ser.

El proyecto partió de un documento llamado “bases de usuario” que fue proporcionado por el cliente, en este caso PEMEX, en donde especifica que, donde y como necesitaba que se desarrollara el proyecto. Todas las especialidades se encargaron de leer detalladamente el documento, para saber qué es lo que se les solicitaba y a partir de ahí en algunas ocasiones las especialidades que participan en el proyecto se encargaron de realizar las “bases de diseño” de acuerdo a lo solicitado en dichas bases de usuario.

Es muy importante mencionar que las señales de los instrumentos debían centralizarse en un cuarto de control e ir a un Sistema Digital de Monitoreo y Control (SDMC) basado en un controlador lógico programable.



El sistema está basado en un controlador lógico programable el cual cumple con las siguientes funciones:

- ◆ Recibir la señal de los sensores y mostrar los desplegados en pantalla de los controladores, indicadores, interruptores, registradores, alarmas y gráficos dinámicos del proceso.
- ◆ Ejecutar la lógica operacional para el control de proceso y del sistema de paro de la plataforma.

La especialidad de Proceso jugó un papel de suma importancia en el desarrollo del proyecto porque ellos son los encargados de elaborar Diagramas de Tubería e Instrumentación (DTI's), estos se elaboraron de manera general, los cuales sirvieron a todas las especialidades como punto de partida para desarrollar cada una de las actividades que les corresponden y cada especialidad se encargó de elaborar sus propios DTI's pero de manera detallada, lo cual se conoce como "ingeniería de detalle".

Partiendo de los DTI's proporcionados por la especialidad de proceso, las actividades realizadas por parte de la especialidad de Instrumentación y Control fueron las siguientes:

- ◆ Recopilación de información de gabinete y campo
- ◆ Índice de instrumentos
- ◆ Base de datos
- ◆ Plano de localización de instrumentos y rutas de señales eléctricas (Silos y Líquidos)
- ◆ Especificaciones de instrumentos
- ◆ Típicos de instalación
- ◆ Desplegados gráficos
- ◆ Diagrama de instrumentación
- ◆ Arquitectura
- ◆ Válvula de control

A partir del punto 4.13 se muestran imágenes de los resultados de las actividades realizadas

## 4.2 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN DE GABINETE Y CAMPO

En la parte de la información de gabinete se refiere a buscar y leer información que ya se tenía almacenada en el centro de trabajo, de los equipos que se instalaron, así como de los instrumentos, además de los documentos que proporcionó el cliente planteando las necesidades y/o requerimientos del proyecto, con lo que respecta a la información de campo los ingenieros a cargo se vieron en la necesidad de abordar la plataforma para recopilar información.

Además de esto, también recopilamos la información de algunas de las actividades que se realizan en las demás especialidades, principalmente de la especialidad de proceso, pues ellos son quienes proporcionaron ejemplos tales como: los Diagramas de Tubería e Instrumentación, especificaciones de operación, bases de diseño, filosofía de operación del proceso, entre otras. Parte de esta información también sirvió como fundamento teórico, pues como se había mencionado anteriormente todas las áreas van conectadas de una o de otra manera y es importante conocer las demás especialidades.

Mientras que de la información que se obtuvo en campo, se hizo un “inventario” de los instrumentos ya existentes para llevar a cabo la instalación con los equipos nuevos, también para conocer el lugar más adecuado para la instalación de nuevos instrumentos y hacer un recorrido para saber cuál era la mejor trayectoria por donde se colocaron los accesorios que transmiten la señal de los instrumentos al cuarto de control.

## 4.3 ÍNDICE DE INSTRUMENTOS

El índice de instrumentos es un formato de un inventario elaborado en el software Excel para especificar cada instrumento que se instaló en el proyecto, este índice para comodidad de nosotros y el cliente se diseñó por categorías: Flujo, Nivel, Temperatura y Presión, además se mencionan instrumentos “misceláneos” que son aquellos que no se incluyen en ninguna de las otras cuatro categorías ya que son compatibles o complementos de los demás instrumentos que monitorean y controlan las variables del proceso, en el índice se especifica dónde están instalados, ya sea de forma local (conectado directamente en el equipo), sobre la línea de proceso o si son algún tipo de transmisor que procesa la



información que obtiene al contacto con el proceso y envía las señales al cuarto de control para poder monitorear y/o controlar las variables.

Aquí se especificó, el número de identificación del instrumento, el servicio que presta al proceso, cuales son los elementos que complementan el instrumento, la localización de cada uno de ellos, el instrumento puede estar instalado de forma local (LO), configurado en el sistema digital de monitoreo y control (SDMC) o en la Línea de Proceso (PP), el número de línea donde va instalado y en algunos casos se debe especificar el detalle de instalación, hoja de especificación, diagrama de instrumentos y si se requiere se agregan algunas observaciones. (Véase de la página 89 a la 95 donde se presentan imágenes de los formatos elaborados de los Índices de Instrumentos)

#### 4.4 BASE DE DATOS

Las base de datos al igual que el índice de instrumentos, es un “inventario” que se elaboró en el software Excel donde aparecen todos los instrumentos que se utilizaron, en esta base de datos se mencionan los instrumentos principales que se ubicaron de forma local pero que incluyen componentes que mandan la señal de manera remota al cuarto de control de la planta, siendo todo esto parte de la automatización que se viene implementando desde hace varios años y que sirven para monitorear y controlar el proceso del sistema.

Se especifica la localización de cada instrumento que puede monitorearse en el cuarto de control con la finalidad de que nos alerte de alguna anomalía en el proceso ya sea con alarmas visibles o audibles, en este “inventario” se aplicó una técnica con la cual los instrumentos se ubicaron más fácil y fueron colocados por "Lazos" de esta manera se identifica el circuito por el instrumento principal que está en contacto con el proceso y los elementos que complementan al instrumento.

También se especificó el servicio que presta el instrumento principal de cada lazo, la localización, el tipo y la dirección de la señal ya sea entrada (E) o salida (S) y el protocolo de comunicación que se utilizó (en este caso fue el protocolo HART), la identificación de cada componente y la especificación de su función, regularmente son alarmas y cuando se solicita o los instrumentos incluyen también se debe especificar si cuentan con alarmas audibles, desplegados gráficos etc.

Hay un apartado en la tabla de Excel que es para los datos del proceso, donde se mencionan los rangos de operación de los instrumentos, el valor de la operación normal, los puntos de ajuste de los instrumentos, puntos de disparo, todos estos datos los obtenemos en documentos que elabora el área de proceso, donde ellos especificaron, por ejemplo, la presión mínima, normal, máxima y de operación del instrumento, lo mismo para instrumentos de nivel, flujo y temperatura. Algunos instrumentos utilizan el sistema métrico y otros el sistema inglés, así que también se especificó la unidad de medida a la que opera el instrumento, las unidades depende del proveedor al que se le soliciten los instrumentos. Por último cabe mencionar que en la pestaña de las notas se describen algunas especificaciones de cada instrumento. (Véase páginas 96 y 97 donde se presentan imágenes de los formatos elaborados de la Base de Datos)

#### **4.5 PLANO DE LOCALIZACIÓN DE INSTRUMENTOS Y RUTAS DE SEÑALES ELÉCTRICAS**

Esta actividad consto en hacer planos en el software AutoCAD en donde se muestra la ubicación de donde debían ir instalados los paquetes y de manera general las trayectorias por donde pasaría el cableado para la alimentación eléctrica y por donde pasaría el cableado para las señales que emiten los instrumentos hacia el cuarto de control.

Aquí se especificaron algunos de los instrumentos que aparecen en la trayectoria, así mismo se incluyeron notas, las cuales sirven para dar algunas especificaciones de los instrumentos o de los accesorios, por ejemplo, el tipo de material, los diámetros, en algunas ocasiones se mencionan rangos de operación etc. Todo esto para garantizar una buena instalación y funcionamiento de los paquetes, instrumentos y accesorios en general.

Estos planos se complementaron con un numero de detalle, que necesitaban ser mostrados a la cuadrilla de construcción para su buen entendimiento, estos detalles pueden ser de cómo debe ir instalado algún accesorio o algún instrumento, mostrando también detalles de cómo debe ir montado el cableado en las charolas, elementos que deben ir empotrados etc. (Véase páginas 98 y 99 donde se presentan imágenes de los planos de Localización de Instrumentos y Rutas de Señales Eléctricas)

## 4.6 ESPECIFICACION DE INSTRUMENTOS

La especificación de instrumentos se elaboró en un formato Excel, es una tabla en la cual se mencionan las características de algunos de los instrumentos, por ejemplo, un transmisor de flujo, porque es uno de los elementos que juega un papel muy importante en el proceso, por lo que es relevante conocer sus características.

Las especificaciones incluyen información general del instrumento (línea donde se encuentra instalado, modelo, fabricante), del cuerpo (tipo, tamaño del cuerpo, material, material, empaques), de los interiores (tipo de tapón, características, material), algunos de los accesorios (diafragma, venteo), los rangos de operación de los servicios que prestan (presiones, temperaturas, densidades, viscosidades), estos son algunos ejemplos de las especificaciones que se mencionaron en este documento. (Véase páginas 100 y 101 donde se presentan imágenes de los formatos elaborados de la Especificación de Instrumentos)

## 4.7 TÍPICOS DE INSTALACIÓN

Este punto es donde más aportaciones realice al IMP ya que para cada proyecto que realizan, les solicitan cosas diferentes e innovación tecnológica, por lo que no se contaba con diagramas que especificaran los instrumentos y equipos nuevos. Me dieron a la tarea de elaborar diagramas en AutoCAD que cumplieran con los requisitos, leyendo y guiándome de diagramas de otros proyectos, fui elaborando poco a poco dichos diagramas de cómo debían ir instalados algunos de los instrumentos que debería llevar cada paquete, una vez elaborados los propuse al coordinador de proyectos. Algunos de ellos fueron aprobados, otros corregidos. Por tratarse de un proyecto elaborado para Petróleos Mexicanos, la información que me autorizaron presentar en este trabajo es poca ya que ellos lo clasifican como “propiedad privada” o “patentes”. Aquí se muestra por ejemplo, un tanque de líquidos, la ubicación de donde debe ir instalado un manómetro y hacer la referencia de los elementos que complementan al instrumento etc.

En este caso como son paquetes nuevos, además de las especificaciones de cómo deben ir instalados algunos de los instrumentos también se elaboraron diagramas de cómo debían ir montados en campo, también especificar dónde y cómo deben ir instalados, no solamente los paquetes si no también algunos elementos y accesorios que se requieren.

Se agregaron algunos detalles que son realmente necesarios para su mejor entendimiento, los cuales son señalados con flechas en el diagrama general y se especifica el detalle que se debe analizar, por ejemplo se dibuja una flecha y se agrega “Ver el detalle X”, ver el dibujo de los detalles que aparecen en el típico de instalación es hacer un “Zoom” o un acercamiento a lo que se está señalando en el plano, un ejemplo puede ser el caso de los soportes donde ira montada la charola que llevara los cables de los instrumentos, en el plano se observa una flecha y una nota que dice “Ver el detalle X”, buscamos en la parte inferior este detalle y ahí se muestran los soportes, como deben ir montados ya sea atornillados o soldados y algunas especificaciones adicionales.

Además de todo lo anterior, en el mismo diagrama se elaboró una tabla en la parte inferior derecha, donde se agregan las notas que se señalan en el típico o en los detalles, estas notas sirven para especificar datos importantes, como pueden ser: materiales, longitudes, diámetros, accesorios que se requieren, etc. (Véase de la página 102 a la 105 imágenes de los diagramas referentes a Típicos de Instalación)

## 4.8 DESPLEGADOS GRÁFICOS

Con la ayuda de AutoCAD se diseñaron los diagramas para algunos de los equipos e instrumentos de los paquetes a instalar y que requieren ser monitoreados desde el cuarto de control, estos desplegados son una representación de cómo deberán verse los instrumentos y equipos paquete en los monitores.

Los diagramas elaborados son de los equipos con sus instrumentos y estos con algunos de sus componentes, indicadores y alarmas son los más comunes que podremos apreciar en el monitor, además se representan las líneas de donde viene y a donde van las señales para que sea más claro y fácil de entender para el personal encargado de configurar y monitorear todo esto en el sistema Digital de Monitoreo y Control (SDMC).

Es importante mencionar que la configuración al SDMC es proporcionada por el proveedor de los instrumentos y equipos paquete. El proveedor entrega el software y lo instala después de haber realizado las pruebas correspondientes en la fábrica y en el campo. (Véase de la página 106 a la 108 imágenes referentes a los Desplegados Gráficos)

## 4.9 DIAGRAMA DE INSTRUMENTACION

Los diagramas de instrumentación se elaboraron en AutoCAD, estos diagramas tienen 3 clasificaciones y cada clasificación está dividida en subclasificaciones, Campo (Instrumentación y Gabinete de Barrera de Seguridad Intrínseca (GBSI)), PCR (PLC Maestro), Habitacional (Cuarto de Supervisor Mecánico y Cuarto del Superintendente). Es una serie que se siguió desde el instrumento en campo hasta el paquete habitacional en donde se encuentra el cuarto de control.

En instrumentación, se representan los instrumentos del equipo que están en contacto con las variables del proceso, dichos instrumentos cuentan con transmisores los cuales mandan una señal al GBSI, las señales llegan a unas tarjetas que procesan la información que están recibiendo de los instrumentos para luego enviarla al PLC maestro que es el encargado de procesar la información y ejecutar alguna acción aparte de mandar nuevamente una señal, dicha señal es recibida y desplegada en el SDMC en el cuarto de control.

De esta manera, cuando el supervisor mecánico o el superintendente se percatan de que el sistema les está mostrando alguna anomalía en el proceso, ellos desde el cuarto de control pueden manipular algunos instrumentos mediante los PLC para mantener estable y constante el proceso, de esta forma se puede decir que la señal viajaría en sentido contrario pero con la orden de ejecutar alguna acción. (Véase de la página 109 a la 113 imágenes referentes a los Diagramas de Instrumentación)

## 4.10 ARQUITECTURA

En la arquitectura podemos apreciar cómo se estructuró la red del Sistema Digital de Monitoreo y Control, este diagrama se elaboró en AutoCAD, también se logra apreciar cómo está distribuido cada uno de los paquetes de la plataforma y vemos cómo y de donde a donde van las señales, podemos notar que todas las señales se dirigen al paquete habitacional porque es ahí donde está el cuarto de control.

En cada paquete vemos tarjetas y GBSI que reciben señales, que ayudan a procesar la información y la reenvían, vemos por donde pasa y el tipo de señal que se envía y se recibe, por ejemplo en el caso del paquete de Silos, vemos que las señales son eléctricas, aquí tenemos tableros de monitoreo y alarmas, estas señales son enviadas a un Gabinete de

Barrera y este está en comunicación constante con el PLC maestro que se encuentra en el cuarto de máquinas y este se comunica en todo momento con el cuarto de control en donde están los monitores y controles. (Véase la página 114 imagen referente a la Arquitectura)

## 4.11 VALVULA DE CONTROL

Como ya se había mencionado al principio, la especialidad de Proceso es quien se encargó de elaborar gran parte del material que sirvió para el desarrollo del proyecto, dentro de sus actividades se incluyó la propuesta de una válvula de control, la cual sirvió para controlar el nivel en el paquete de Líquidos.

La especialidad de Proceso presentó un cálculo preliminar de dicha válvula y la especialidad de Instrumentación se encargó de corroborar si la válvula que proponía Proceso era la adecuada, debido a la automatización que se ha venido dando en las compañías, los cálculos se hacen mediante softwares. Me di a la tarea de investigar el procedimiento “manual” de resolver estos cálculos y presentárselo a los ingenieros para corroborar de dos maneras si la válvula propuesta por Proceso era la adecuada. Proceso además de proponer la válvula también proporcionó los valores de las variables a los que estaría expuesta la válvula de control.

A continuación se presentara el desarrollo del cálculo en el cual el objetivo es encontrar el Coeficiente de flujo de la válvula  $C_v$ , el cual después nos sirvió para ir a una tabla de proveedores y verificar el diámetro y el porcentaje de apertura de la válvula.

Datos:

$Q_{Max}$	72.6 GPM (Galones Por Minuto)
$Q_{Norm}$	65.9 GPM
$P_1$	466 PSIG = 480.7 PSIA (Libras Sobre Pulgada Cuadrada)
$P_2$	116 PSIG. = 130.7PSIA
$\Delta P$	350 PSIG
G	0.554

P <sub>v</sub>	481.7 PSIA.
P <sub>c</sub>	627.3 PSIA.
μ	0.1716
D	1"
D	3"
F <sub>L</sub>	0.90 de la tabla 2 (son 3" del puerto o tubería)
N <sub>1</sub>	1 de la tabla 1
N <sub>2</sub>	890 de la tabla 1

Se hace un cálculo tentativo:

$$C_{vMax} = \frac{Q_{max}}{\sqrt{\frac{\Delta P}{G}}} = \frac{72.6GPM}{\sqrt{\frac{350PSIG}{0.554}}} = 2.88$$

$$C_{vNorm} = \frac{Q_{norm}}{\sqrt{\frac{\Delta P}{G}}} = \frac{65.9GPM}{\sqrt{\frac{350PSIG}{0.554}}} = 2.6218$$

Con esto, Proceso propone una válvula de 1" X 1/2", con un C<sub>v</sub> (a 100% de abertura) = 4.94, esta válvula cumplió con el requerimiento de que el C<sub>vNorm</sub> y C<sub>vMax</sub> quede entre un 60-80% de la abertura de la válvula. Existe la posibilidad que a la presión de salida habrá evaporación por lo tanto se tuvo que verificar el tamaño de la válvula.

Ecuación para calcular el Coeficiente de flujo de la válvula:

$$C_v = \frac{Q}{N_1 F_p F_y \sqrt{\Delta P / G}} \quad \text{ó} \quad C_v = \frac{Q}{N_1 F_p F_y \sqrt{\frac{P_1 - P_2}{G}}}$$

Dónde:

Q= Flujo dado en Galones Por Minuto (GPM)

C<sub>v</sub>= Coeficiente de flujo de la válvula, Adimensional

N<sub>1</sub>= Constantes numéricas para unidades de medición usadas dada para GPM y PSI

$F_p$  = Factor geométrico de tubería, Adimensional

$F_y$  = Factor para flujo crítico, Adimensional

$F_F$  = Factor de relación de presión crítica, Adimensional

$\Delta P$  = Diferencial de Presión

Calculamos Coeficiente de pérdidas de cabeza de un dispositivo:

$$\sum K = 1.5 \left( 1 - \frac{d^2}{D^2} \right)^2 = 1.5 \left( 1 - \frac{1.0 \text{ in}^2}{3 \text{ in}^2} \right)^2 = 1.1851$$

Calculando el Factor geométrico de tubería:

$$F_p = \left[ 1 + \frac{\sum K}{N_2} \left( \frac{C_v}{d^2} \right)^2 \right]^{-1/2} = \left[ 1 + \frac{1.1851}{890} \left[ \frac{4.94}{1.0^2} \right]^2 \right]^{-1/2} = 0.9841$$

Calculamos el coeficiente de resistencia:

$$K_1 = 0.5 \left( 1 - \frac{d^2}{D^2} \right)^2 = 0.5 \left( 1 - \frac{1.0 \text{ in}^2}{3 \text{ in}^2} \right)^2 = 0.3950$$

Calculamos el coeficiente Bernoulli:

$$K_{B1} = 1 - \left( \frac{d}{D} \right)^4 = 1 - \left( \frac{1.0 \text{ in}}{3 \text{ in}} \right)^4 = 0.9876$$

Sumamos los coeficientes:

$$K_i = K_1 + K_{B1} = 0.3950 + 0.9881 = 1.3826$$

Se calcula el factor para flujo crítico

$$F_Y = \frac{F_{LP}}{E_P} \sqrt{\frac{P_1 - F_F P_V}{P_1 - P_2}} = \frac{0.8864}{0.9841} \sqrt{\frac{480.7 - 0.7146(481.7)}{480.7 - 130.7}} = 0.5261$$



Se calcula el Factor de recuperación de presión:

$$F_{LP} = \left[ \frac{K_i}{N_2} \left( \frac{C_V}{d^2} \right)^2 + \frac{1}{F_L^2} \right]^{-1/2} = \left[ \frac{1.3826 \left[ \frac{4.94}{1.0^2} \right]^2}{890} + \frac{1}{0.90^2} \right]^{-1/2} = 0.8865$$

Resolvemos para el Factor de relación de presión crítica:

$$F_F = 0.96 - 0.28 \left( \frac{P_V}{P_C} \right)^{1/2} = 0.96 - 0.28 \left( \frac{481.7 \text{ PSIA}}{627.3 \text{ PSIA}} \right)^{1/2} = 0.7146$$

Sustituimos algunas variables y encontramos la Caída de presión:

$$\Delta P_T = \left( \frac{F_{LP}}{F_P} \right)^2 (P_1 - F_F P_V) = \left( \frac{0.8865}{0.9841} \right)^2 (480.7 \text{ PSIA} - 0.7146 (481.7 \text{ PSIA}))$$

$$\Delta P_T = 110.7488 \text{ PSIA} = 96.0488 \text{ PSIG}$$

Con todos los datos encontrados, los sustituimos en las ecuaciones del coeficiente de flujo de la válvula:

$$C_{VMAX} = \frac{Q_{MAX}}{N_1 F_P \sqrt{\frac{\Delta P_T}{G}}} = \frac{72.6 \text{ GPM}}{(1) (0.9841) \sqrt{\frac{96.0488 \text{ PSIG}}{0.554 \text{ PSIG}}}} = 5.6028 \text{ GPM}$$

$$C_{VNORM} = \frac{Q_{NORM}}{N_1 F_P \sqrt{\frac{\Delta P_T}{G}}} = \frac{65.9 \text{ GPM}}{(1) (0.9841) \sqrt{\frac{96.0488 \text{ PSIG}}{0.554 \text{ PSIG}}}} = 5.0857 \text{ GPM}$$

$$C_{VMAX} = \frac{Q_{MAX}}{N_1 F_P F_Y \sqrt{\frac{P_1 - P_2}{G}}} = \frac{72.6 \text{ GPM}}{(1) (0.9841) (0.5261) \sqrt{\frac{(480.7 - 130.7) \text{ PSIG}}{0.554}}} = 5.2179 \text{ GPM}$$

$$C_{VNORM} = \frac{Q_{NORM}}{N_1 F_P F_Y \sqrt{\frac{P_1 - P_2}{G}}} = \frac{65.9 \text{ GPM}}{(1) (0.9841) (0.5261) \sqrt{\frac{(480.7 - 130.7) \text{ PSIG}}{0.554}}} = 4.7364 \text{ GPM}$$

De acuerdo al resultado anterior, la válvula de la tentativa inicial con  $C_v = 4.94$ , no daría la capacidad, pues el  $C_{vNorm}$  excede ese valor entonces nos vamos a tabla 3, ubicamos un aproximado de donde puede quedar los  $C_v$  que encontramos para saber elegir la válvula. El rango óptimo de operación de apertura de la válvula es entre el 60 y 80 %, los  $C_v$  son adecuados para una válvula de 1 ½" de cuerpo y ¾" de puerto, para comprobar que está dentro del rango interpolamos para estos valores.

Tabla de interpolación para los valores encontrados:

Diámetro de la Válvula	Diámetro del Puerto de la Válvula	Porcentaje de apertura de las válvulas (%)		
		60	70	80
		$C_v$	$C_v$	$C_v$
1"	¾"	3.02	4.54	6.40
<u>1.5"</u>	<u>¾"</u>	<u>3.035</u>	<u>4.63</u>	<u>6.595</u>
2"	¾"	3.05	4.72	6.79

Con esta interpolación, se comprobó que los  $C_{vNorm}$  y el  $C_{vMax}$  efectivamente quedaron dentro del rango de apertura, con esto concluimos que la válvula de 1½" de cuerpo y ¾" de puerto es la adecuada para efectuar el trabajo que se requiere. A partir de aquí estos datos se enviaron al proveedor de instrumentos y son ellos quienes eligieron la mejor opción respecto a tipo de válvula y el material del que se realizó.

En la actualidad todo se está automatizando y en este caso para un cálculo más rápido y fácil se utilizó un Software "FIRSTUVE" como apoyo con el cual se realiza el mismo cálculo y así se comprobó que nuestro calculo este si no exacto cuando menos que coincida y caiga dentro del rango que maneja nuestra válvula en nuestro primer cálculo.

A continuación se presentan impresiones de pantalla con una breve descripción del proceso que se requiere para ingresar variables y ejecutar el cálculo con el Software.

**1.- Seleccionamos las condiciones de operación a las que estará expuesta la válvula de control.**

**2.- Damos clic sobre este botón "Spreadsheet" para que nos abra la ventana en donde ingresaremos los datos que proporciona Procesos.**

**3.- Seleccionamos el tipo de líquido que va a manejar la válvula (ISA en este caso).**

**4.- Ingresamos los datos correspondientes para cada una de las variables y cada una de las condiciones (Normal y Maximum).**

**5.- Una vez ingresados los datos, damos clic en "calculate" y de manera automática obtendremos los resultados (siempre y cuando se ingresen de manera correcta).**

Sizing For:	ISA/EN Liquid	Units	Normal	Maximum
<input type="radio"/> Liquid	Liquid			
<input type="radio"/> Real Gas	SG			
<input type="radio"/> Ideal Gas	P1	psig		
	dP	psid		
<input type="radio"/> Vapor	T	deg F		
	Q	gpm(US)		
<input type="radio"/> Water	Viscosity	cP		
<input type="radio"/> Steam	Fl			
<input type="radio"/> Pulp	Fd			
	Flp			
<input type="radio"/> TwoPhs GL	d	in		
<input type="radio"/> TwoPhs VL	D1	in		
	D2	in		
<input checked="" type="radio"/> ISA Liquid	Flp			
<input type="radio"/> ISA Gas	Kc			
<input type="radio"/> ISA Vapor	Pv	psia		
	Pc	psia		
<input type="button" value="Calculate"/>	Valve/Reg Type			
<input type="button" value="Close"/>	Downs Pipe S	in		
	Downs Pipe Sched	STD		
	Cv			
	dP Choked	psid		

Fig. 4: Primera y segunda parte de la descripción para el cálculo en FIRSTVUE.

FIRSTVUE - [PROJECT1-00]

File Edit Tabs View Window Help

Item#: Tag1 001

Condition Summary Condition Maintenance

Spreadsheet Valve/Regulator Sizing

Sizing For:

- Liquid
- Real Gas
- Ideal Gas
- Vapor
- Water
- Steam
- Pulp
- TwoPhs GL
- TwoPhs VL
- ISA Liquid
- ISA Gas
- ISA Vapor

Calculate Close

ISA/EN Liquid	Units	Normal	Maximum
Liquid		ETHANE	ETHANE
SG		0.554	0.554
P1	psig	466.000	466.000
dP	psid	350.000	350.000
T	deg F	-68.000	-68.000
Q	gpm(US)	65.900	72.600
Viscosity	cP	0.171	0.171
F1		0.900	0.900
Fd		1.000	1.000
Fp		1.000	1.000
d	in	1.000	1.000
D1	in		
D2	in		
Fp		1.000	1.000
Kc			
Pv	psia	450.000	450.000
Pc	psia	627.000	627.000
Valve/Reg Type		STANDARD	STANDARD
Downs Pipe Size	in	3.0	3.0
Downs Pipe Sched		80	80
Cv		5.01	5.39
dP Choked	psid		

Liquid name (optional): Normal

Header Item List Sizing

For Help, press F1 PROJECT1\_00 1.0ab GDI: 90%

Con estos resultados vemos que nuestros calulos a mano son bastante aproximados, por lo tanto la valvula que propone la especialidad de Intrumentacion es la correcta.

Fig. 5: Tercera parte de la descripción para el cálculo en FIRSTVUE

Tabla de Nomenclaturas

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
Cv	Coeficiente de flujo de la válvula
d	Diámetro interno de la válvula
D	Diámetro interno de la tubería
Fd	Modificador de estilo de válvula
FF	Factor de relación de presión crítica de líquido, Adimensional
FL	Factor de recuperación de presión de líquido de una válvula sin incluir accesorios, Adimensional
FLP	Factor de recuperación de presión de líquido de una válvula con accesorios, Adimensional
FP	Factor geométrico de tubería, Adimensional
G	Gravedad específica de líquido, Adimensional
K	Coeficiente de pérdidas de cabeza de un dispositivo, Adimensional
KB	Coeficiente de Bernoulli, Adimensional
Ki	Factores de cabeza velocidad para una entrada de accesorios, Adimensional
N1, N2, etc	Constantes numéricas para unidades de medición usadas
P1	Presión estática absoluta corriente arriba, medido a dos diámetros nominales de tubería corriente arriba de ensamble válvula – accesorios
P2	Presión estática absoluta corriente abajo, medido a seis diámetros nominales de tubería corriente abajo de ensamble válvula – accesorios
$\Delta p$	Presión diferencial, $p_1 - p_2$
$\Delta p_t$	Caida de presión
$p_c$	Presión crítica absoluta termodinámica
$p_v$	Presión de vapor absoluta de líquido a temperatura de entrada, Adimensional
q	Flujo volumétrico
Qmax	Flujo máximo
Qnorm	Flujo normal

Tabla de Constantes numéricas para ecuaciones de flujo de líquido:

CONSTANTE		UNIDADES USADAS EN LAS ECUACIONES€					
N		W	Q	P, $\Delta p$	d, D	$\gamma_1$	$\nu$
$N_1$	0.0865	---	$m^3 / h$	kPa	---	---	---
	0.865	---	$m^3 / h$	bar	---	---	---
	1.00	---	Gpm	psia	---	---	---
$N_2$	0.00214	---	---	---	mm	---	---
	890	---	---	---	in	---	---
$N_4$	76 000	---	$m^3 / h$	---	mm	---	centisto
	17 300	---	gpm	---	in	---	kes* centisto kes*
$N_6$	2.73	kg/h	---	kPa	---	$kg/m^3$	---
	27.3	kg/h	---	bar	---	$kg/m^3$	---
	63.3	lb/h	---	psia	---	$lb/ft^3$	---

Tabla de Valores típicos de modificador de estilo  $F_d$ , el factor de recuperación de presión del líquido  $F_L$ , y la presión factor de relación diferencial  $x_T$  a una carrera total nominal.

Valve type	Trim type	Flow direction <sup>2)</sup>	$F_L$	$x_T$	$F_d$	
Globe, single port	3 V-port plug	Open or close	0.9	0.70	0.48	
	4 V-port plug	Open or close	0.9	0.70	0.41	
	6 V-port plug	Open or close	0.9	0.70	0.30	
	Contoured plug (linear and equal percentage)		Open	0.9	0.72	0.46
			Close	0.8	0.55	1.00
	60 equal diameter hole drilled cage	Outward <sup>3)</sup> or inward <sup>3)</sup>	0.9	0.68	0.13	
	120 equal diameter hole drilled cage	Outward <sup>3)</sup> or inward <sup>3)</sup>	0.9	0.68	0.09	
Characterized cage, 4-port		Outward <sup>3)</sup>	0.9	0.75	0.41	
		Inward <sup>3)</sup>	0.85	0.70	0.41	
Globe, double port	Ported plug	Inlet between seats	0.9	0.75	0.28	
	Contoured plug	Either direction	0.85	0.70	0.32	
Globe, angle	Contoured plug (linear and equal percentage)	Open	0.9	0.72	0.46	
		Close	0.8	0.65	1.00	
	Characterized cage, 4-port		Outward <sup>3)</sup>	0.9	0.65	0.41
Inward <sup>3)</sup>			0.85	0.60	0.41	



Tabla Para selección de válvulas.

Micro-Form—Flow Up															Equal Percentage Characteristic	
Valve Size, Inches	Port Diameter		Maximum Travel		Coefficients	Valve Opening—Percent of Total Travel										F <sub>L</sub> <sup>(1)</sup>
	Inches	mm	Inches	mm		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
1	1/4	6.35	3/4	19.1	C <sub>V</sub>	0.052	0.083	0.125	0.178	0.249	0.367	0.541	0.776	1.12	1.45	0.93
					K <sub>V</sub>	0.045	0.072	0.108	0.154	0.215	0.318	0.468	0.671	0.969	1.25	---
					X <sub>T</sub>	0.327	0.370	0.581	0.571	0.581	0.603	0.610	0.618	0.590	0.629	---
	3/8	9.53	3/4	19.1	C <sub>V</sub>	0.135	0.202	0.281	0.401	0.557	0.786	1.14	1.72	2.42	3.05	0.97
					K <sub>V</sub>	0.117	0.175	0.243	0.347	0.482	0.680	0.986	1.488	2.09	2.64	---
					X <sub>T</sub>	0.694	0.694	0.683	0.719	0.660	0.622	0.514	0.582	0.725	0.784	---
	1/2	12.7	3/4	19.1	C <sub>V</sub>	0.184	0.323	0.502	0.762	1.13	1.63	2.31	3.27	4.56	5.43	0.96
					K <sub>V</sub>	0.159	0.279	0.434	0.659	0.978	1.41	2.00	2.83	3.94	4.70	---
					X <sub>T</sub>	0.656	0.611	0.643	0.615	0.563	0.542	0.561	0.608	0.649	0.781	---
	3/4	19.1	3/4	19.1	C <sub>V</sub>	0.382	0.589	0.871	1.29	1.96	3.02	4.54	6.40	8.24	9.68	0.93
					K <sub>V</sub>	0.313	0.510	0.753	1.12	1.70	2.61	3.93	5.54	7.13	8.37	---
					X <sub>T</sub>	0.794	0.650	0.596	0.607	0.632	0.630	0.629	0.673	0.780	0.780	---
	1	25.4	3/4	19.1	C <sub>V</sub>	0.952	1.40	1.86	2.58	3.74	5.45	7.80	9.86	11.4	11.5	0.89
					K <sub>V</sub>	0.824	1.21	1.61	2.23	3.24	4.71	6.57	8.53	9.86	9.95	---
					X <sub>T</sub>	0.576	0.533	0.555	0.596	0.643	0.667	0.671	0.658	0.680	0.701	---
	1-1/2	38.1	3/4	19.1	C <sub>V</sub>	1.36	1.97	2.70	3.65	4.95	6.70	8.76	10.7	11.8	12.2	0.88
					K <sub>V</sub>	1.18	1.70	2.34	3.16	4.28	5.80	7.58	9.26	10.2	10.6	---
					X <sub>T</sub>	0.625	0.609	0.575	0.610	0.678	0.730	0.738	0.727	0.704	0.685	---
2	1/4	6.35	3/4	19.1	C <sub>V</sub>	0.052	0.083	0.125	0.178	0.249	0.367	0.541	0.776	1.12	1.45	0.93
					K <sub>V</sub>	0.045	0.072	0.108	0.154	0.215	0.318	0.468	0.671	0.969	1.25	---
					X <sub>T</sub>	0.879	0.676	0.617	0.609	0.633	0.613	0.609	0.638	0.627	0.670	---
	3/8	9.53	3/4	19.1	C <sub>V</sub>	0.155	0.202	0.281	0.401	0.557	0.786	1.14	1.71	2.54	3.18	0.93
					K <sub>V</sub>	0.134	0.175	0.243	0.347	0.482	0.680	0.986	1.48	2.20	2.75	---
					X <sub>T</sub>	0.526	0.693	0.683	0.718	0.660	0.622	0.514	0.589	0.658	0.721	---
	1/2	12.7	3/4	19.1	C <sub>V</sub>	0.178	0.280	0.440	0.548	0.983	1.46	2.14	3.11	4.57	5.37	0.93
					K <sub>V</sub>	0.154	0.242	0.381	0.474	0.850	1.262	1.85	2.69	3.95	4.65	---
					X <sub>T</sub>	0.412	0.711	0.614	0.712	0.589	0.568	0.542	0.557	0.521	0.718	---
	3/4	19.1	3/4	19.1	C <sub>V</sub>	0.354	0.544	0.886	1.44	2.05	3.05	4.72	6.79	9.40	11.5	0.92
					K <sub>V</sub>	0.306	0.471	0.766	1.25	1.77	2.64	4.08	5.87	8.13	9.95	---
					X <sub>T</sub>	0.754	0.624	0.584	0.504	0.523	0.554	0.504	0.532	0.587	0.665	---
	1	25.4	3/4	19.1	C <sub>V</sub>	0.980	1.41	1.86	2.61	3.86	5.78	8.53	12.3	17.1	20.0	0.89
					K <sub>V</sub>	0.848	1.22	1.61	2.26	3.34	5.00	7.38	10.6	14.8	17.3	---
					X <sub>T</sub>	0.581	0.575	0.603	0.602	0.594	0.580	0.576	0.572	0.567	0.634	---
	1-1/2	38.1	3/4	19.1	C <sub>V</sub>	1.37	2.01	2.72	3.71	5.28	7.78	11.4	16.1	21.1	25.2	0.91
					K <sub>V</sub>	1.19	1.74	2.35	3.21	4.57	6.73	9.86	13.9	18.3	21.8	---
					X <sub>T</sub>	0.650	0.619	0.582	0.579	0.573	0.556	0.553	0.591	0.688	0.676	---



### 4.12 RESULTADO DE ACTIVIDADES REALIZADAS

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	ÍNDICE DE INSTRUMENTOS				
<b>INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO</b> DIRECCIÓN REGIONAL MARINA INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL										PROYECTO: "INGENIERÍA COMPLEMENTARIA PARA LA INTERCONEXIÓN DE DOS PAQUETES (SILOS Y LÍQUIDOS)" AL EQUIPO DE PERFORACIÓN PH-4047 DE LA PLATAFORMA IHTOC-A*				
<b>INTERCONEXIONES</b>										REVISIÓN: FECHA: ELABORÓ: REVISÓ:				
PLANTA: PLATAFORMA IHTOC-A LOCALIZACIÓN: SONDA DE CAMPECHE CONTRATO: PAQUETE: LÍQUIDOS														
NÚMERO DE IDENTIFICACIÓN (SDMC)	SERVICIO	COMPONENTE	LOCALIZACIÓN	NÚMERO DE DTI	NÚMERO DE LÍNEA O EQUIPO	DETALLE DE INSTALACIÓN	HOJA DE ESPECIFICACIÓN	DIAGRAMA INSTRUMENTACIÓN	OBSERVACIONES					
<b>NIVEL</b>														
11	TANQUE DE AGUA SALADA FB-1300	LSH-100	LO	D-PP-IHTOC-A-A-4B2A	PA-100				EQUIPO PAQUETE					
12	TANQUE DE AGUA SALADA FB-1300	LSL-100	LO	D-PP-IHTOC-A-A-4B2A	PA-100				EQUIPO PAQUETE					
<b>PRESIÓN</b>														
13	LINEA DE CARGA DE BOMBAS GA-1301	PH-X	LO	D-PP-IHTOC-A-A-4B2A					EQUIPO PAQUETE					
14	LINEA DE CARGA DE BOMBAS GA-1301R	PH-X	LO	D-PP-IHTOC-A-A-4B2A					EQUIPO PAQUETE					
15	DESCARGA DE AGUA SALADA AL MAR	PH-100	LO	D-PP-IHTOC-A-A-4B2A	PH-100-402A				EQUIPO PAQUETE					
16	DESCARGA DE AGUA SALADA AL MAR	PH-100	LO	D-PP-IHTOC-A-A-4B2A	PH-100-402A				EQUIPO PAQUETE					
17	DESCARGA DE AGUA SALADA AL MAR	PH-100	LO	D-PP-IHTOC-A-A-4B2A	PH-100-402A				EQUIPO PAQUETE					
18	DESCARGA DE AGUA SALADA AL MAR	PH-100	LO	D-PP-IHTOC-A-A-4B2A	PH-100-402A				EQUIPO PAQUETE					
19	DESCARGA DE AGUA SALADA AL MAR	PH-100	LO	D-PP-IHTOC-A-A-4B2A	PH-100-402A				EQUIPO PAQUETE					
20	DESCARGA DE AGUA SALADA AL MAR	PH-100	LO	D-PP-IHTOC-A-A-4B2A	PH-100-402A				EQUIPO PAQUETE					
21	DESCARGA DE AGUA SALADA AL MAR	PH-100	LO	D-PP-IHTOC-A-A-4B2A	PH-100-402A				EQUIPO PAQUETE					
22	DESCARGA DE AGUA SALADA AL MAR	PH-100	LO	D-PP-IHTOC-A-A-4B2A	PH-100-402A				EQUIPO PAQUETE					
23	DESCARGA DE AGUA SALADA AL MAR	PH-100	LO	D-PP-IHTOC-A-A-4B2A	PH-100-402A				EQUIPO PAQUETE					
24	DESCARGA DE BOMBA GA-1301 DE AGUA SALADA	PH-X	LO	D-PP-IHTOC-A-A-4B2A					EQUIPO PAQUETE					
<b>MISCELÁNEOS</b>														
25	DESCARGA DE BOMBA DE AGUA SALADA GA-1301	PH-X(A)	LO	D-PP-IHTOC-A-A-402A	GA-1301				EQUIPO PAQUETE					
26	DESCARGA DE BOMBA DE AGUA SALADA GA-1301	PH-X(B)	LO	D-PP-IHTOC-A-A-402A	GA-1301				EQUIPO PAQUETE					
27	DESCARGA DE BOMBA DE AGUA SALADA GA-1301	IL-X(MF)	LO	D-PP-IHTOC-A-A-402A	GA-1301				EQUIPO PAQUETE					
28	DESCARGA DE BOMBA DE AGUA SALADA GA-1301	HS-X	LO	D-PP-IHTOC-A-A-402A	GA-1301				EQUIPO PAQUETE					
29	DESCARGA DE BOMBA DE AGUA SALADA GA-1301R	PH-X(A)	LO	D-PP-IHTOC-A-A-402A	GA-1301R				EQUIPO PAQUETE					
30	DESCARGA DE BOMBA DE AGUA SALADA GA-1301R	PH-X(F)	LO	D-PP-IHTOC-A-A-402A	GA-1301R				EQUIPO PAQUETE					
31	DESCARGA DE BOMBA DE AGUA SALADA GA-1301R	IL-X(MF)	LO	D-PP-IHTOC-A-A-402A	GA-1301R				EQUIPO PAQUETE					
32	DESCARGA DE BOMBA DE AGUA SALADA GA-1301R	HS-X	LO	D-PP-IHTOC-A-A-402A	GA-1301R				EQUIPO PAQUETE					
33	DESCARGA DE BOMBA DE AGUA SALADA GA-1301R	HS-X	LO	D-PP-IHTOC-A-A-402A	GA-1301R				EQUIPO PAQUETE					

Fig. 6: Tanque de Agua de Mar (Paquete de Líquidos)

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
1	<b>INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO</b>									
2	<b>DIRECCIÓN REGIONAL MARINA</b>									
3	<b>INSTRUMENTO Y CONTROL</b>									
4	<b>ÍNDICE DE INSTRUMENTOS</b>									
5	<b>PROYECTO: " INGENIERÍA COMPLEMENTARIA PARA LA INTERCONEXIÓN DE DOS PAQUETES (SILOS Y LÍQUIDOS) AL EQUIPO DE PERFORACIÓN PM-4047 DE LA PLATAFORMA IXTOC-A"</b>									
6										
7	<b>INTERCONEXIONES</b>									
8	<b>PLANTA: PLATAFORMA IXTOC-A</b>									
9	<b>LOCALIZACIÓN: SOMDA DE CAMPECHE</b>									
10	<b>CONTRATO: PAQUETE: LÍQUIDOS</b>									
	<b>NÚMERO DE IDENTIFICACIÓN (SDMC)</b>	<b>SERVICIO</b>	<b>COMPONENTE</b>	<b>LOCALIZACIÓN</b>	<b>NÚMERO DE DTI</b>	<b>NO. DE LÍNEA O EQUIPO</b>	<b>DETALLE DE INSTALACIÓN</b>	<b>HOJA DE ESPECIFICACIÓN</b>	<b>DIAGRAMA INSTRUMENTACIÓN</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
11	<b>NIVEL</b>									
12	LI-1022	TANQUE DE AGUA FRESCA FB-1321	LI-1024	LO	D-PP-IXT0C-R-R-4120	FB-1021				EQUIPO PAQUETE
13	LI-1022	TANQUE DE AGUA FRESCA FB-1321	LIT-1022	LO	D-PP-IXT0C-R-R-4120	FB-1021				EQUIPO PAQUETE
14	LI-1022	TANQUE DE AGUA FRESCA FB-1321	LI-1022	SDMC	D-PP-IXT0C-R-R-4120	FB-1021				EQUIPO PAQUETE
15	LI-1022	TANQUE DE AGUA FRESCA FB-1321	LAL-1022	SDMC	D-PP-IXT0C-R-R-4120	FB-1021				EQUIPO PAQUETE
16	LI-1022	TANQUE DE AGUA FRESCA FB-1321	LAL-1022	LO	D-PP-IXT0C-R-R-4120	FB-1021				EQUIPO PAQUETE
17	<b>PRESIÓN</b>									
18	PI-1022	DESCARGA DE BOMBAS DE AGUA FRESCA	PI-1022	LO	D-PP-IXT0C-R-R-4120	3" -RR-1025-04316				EQUIPO PAQUETE
19	PA-1022	DESCARGA DE BOMBAS DE AGUA FRESCA	PI-1022	SDC	D-PP-IXT0C-R-R-4120					EQUIPO PAQUETE
20	PA-1022	DESCARGA DE BOMBAS DE AGUA FRESCA	PA-1022	SDC	D-PP-IXT0C-R-R-4120					EQUIPO PAQUETE
21	PA-1022	DESCARGA DE BOMBAS DE AGUA FRESCA	PA-1022	SDC	D-PP-IXT0C-R-R-4120					EQUIPO PAQUETE
22	PA-1022	DESCARGA DE BOMBAS DE AGUA FRESCA	PA-1022	SDC	D-PP-IXT0C-R-R-4120					EQUIPO PAQUETE
23	PA-1022	DESCARGA DE BOMBAS DE AGUA FRESCA	PI-X	LO	D-PP-IXT0C-R-R-4120	3" -RR-1025-04316				EQUIPO PAQUETE
24	PA-1022	DESCARGA DE BOMBAS DE AGUA FRESCA	PI-X	LO	D-PP-IXT0C-R-R-4120	3" -RR-1025-04316				EQUIPO PAQUETE
25	<b>MISCELÁNEOS</b>									
26	GA-1320	BOMBAS GA-1320 DEL PAQUETE AGUA FRESCA	PP-X(M)	LO	D-PP-IXT0C-R-R-4120	GA-1320				EQUIPO PAQUETE
27	GA-1320	BOMBAS GA-1320 DEL PAQUETE AGUA FRESCA	PP-X(P)	LO	D-PP-IXT0C-R-R-4120	GA-1320				EQUIPO PAQUETE
28	GA-1320	BOMBAS GA-1320 DEL PAQUETE AGUA FRESCA	IL-X(M/P)	LO	D-PP-IXT0C-R-R-4120	GA-1320				EQUIPO PAQUETE
29	GA-1320R	BOMBAS GA-1320R DEL PAQUETE AGUA FRESCA	PP-X(M)	LO	D-PP-IXT0C-R-R-4120	GA-1320R				EQUIPO PAQUETE
30	GA-1320R	BOMBAS GA-1320R DEL PAQUETE AGUA FRESCA	PP-X(P)	LO	D-PP-IXT0C-R-R-4120	GA-1320R				EQUIPO PAQUETE
31	GA-1320R	BOMBAS GA-1320R DEL PAQUETE AGUA FRESCA	IL-X(M/P)	LO	D-PP-IXT0C-R-R-4120	GA-1320R				EQUIPO PAQUETE
32										

Fig. 7: Tanque de Agua de Fresca (Paquete de Líquidos)

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO DIRECCIÓN REGIONAL MARINA INSTRUMENTO Y CONTROL									
<b>ÍNDICE DE INSTRUMENTOS</b>									
PROYECTO: " INGENIERÍA COMPLEMENTARIA PARA LA INTERCONEXIÓN DE DOS PAQUETES (SILOS Y LÍQUIDOS) AL EQUIPO DE PERFORACIÓN PM-404T DE LA PLATAFORMA IXTOC-A"									
		PLANTA: PLATAFORMA IXTOC-A LOCALIZACIÓN: SONDA DE CAMPECHE CONTRATO: PAQUETE: LÍQUIDOS							
		INTERCONEXIONES							
NÚMERO DE IDENTIFICACIÓN (SOMC)	SERVICIO	COMPONENTE	LOCALIZACIÓN	NÚMERO DE DTI	NO. DE LÍNEA O EQUIPO	DETALLE DE INSTALACIÓN	HOJA DE ESPECIFICACIÓN	DIAGRAMA INSTRUMENTACIÓN	OBSERVACIONES
<b>NIVEL</b>									
U-1822	TANQUE DE AGUA FRESCA FB-1321	U-1824B	LO	D-PP-IXTOC-R-R-1820	PA-1821				EQUIPO PAQUETE
LAL-1822	TANQUE DE AGUA FRESCA FB-1321	LIT-1825	LO	D-PP-IXTOC-R-R-1820	PA-1821				EQUIPO PAQUETE
	TANQUE DE AGUA FRESCA FB-1321	U-1822	SDHC	D-PP-IXTOC-R-R-1820	PA-1821				EQUIPO PAQUETE
	TANQUE DE AGUA FRESCA FB-1321	LAL-1825	SDHC	D-PP-IXTOC-R-R-1820	PA-1821				EQUIPO PAQUETE
	TANQUE DE AGUA FRESCA FB-1321	LIL-1825A	LO	D-PP-IXTOC-R-R-1820	PA-1821				EQUIPO PAQUETE
<b>PRESIÓN</b>									
PI-1822	DESCARGA DE BOMBAS DE AGUA FRESCA	PII-1828	LO	D-PP-IXTOC-R-R-1820	3" -4B-1822-0431A				EQUIPO PAQUETE
PAI-1822	DESCARGA DE BOMBAS DE AGUA FRESCA	PI-1828	SCD	D-PP-IXTOC-R-R-1820					EQUIPO PAQUETE
PAH-1822	DESCARGA DE BOMBAS DE AGUA FRESCA	PAI-1828	SCD	D-PP-IXTOC-R-R-1820					EQUIPO PAQUETE
	DESCARGA DE BOMBAS DE AGUA FRESCA	PAH-1828	SCD	D-PP-IXTOC-R-R-1820					EQUIPO PAQUETE
	DESCARGA DE BOMBA DE AGUA FRESCA GA-1320	PIX	LO	D-PP-IXTOC-R-R-1820	3" -4K-1822-0431A				EQUIPO PAQUETE
	DESCARGA DE BOMBA DE AGUA FRESCA GA-1320R	PIX	LO	D-PP-IXTOC-R-R-1820	3" -4K-1822-0431A				EQUIPO PAQUETE
<b>MISCELÁNEOS</b>									
	BOMBAS GA-1320 DEL PAQUETE AGUA FRESCA	PR-X1M1	LO	D-PP-IXTOC-R-R-1820	GA-1320				EQUIPO PAQUETE
	BOMBAS GA-1320 DEL PAQUETE AGUA FRESCA	PR-X1P1	LO	D-PP-IXTOC-R-R-1820	GA-1320				EQUIPO PAQUETE
	BOMBAS GA-1320 DEL PAQUETE AGUA FRESCA	IL-X1MP1	LO	D-PP-IXTOC-R-R-1820	GA-1320				EQUIPO PAQUETE
	BOMBAS GA-1320R DEL PAQUETE AGUA FRESCA	PR-X1M1	LO	D-PP-IXTOC-R-R-1820	GA-1320R				EQUIPO PAQUETE
	BOMBAS GA-1320R DEL PAQUETE AGUA FRESCA	PR-X1P1	LO	D-PP-IXTOC-R-R-1820	GA-1320R				EQUIPO PAQUETE
	BOMBAS GA-1320R DEL PAQUETE AGUA FRESCA	IL-X1MP1	LO	D-PP-IXTOC-R-R-1820	GA-1320R				EQUIPO PAQUETE

Fig. 8: Tanque de Agua Potable (Paquete de Líquidos)



A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
<b>INDICE DE INSTRUMENTOS</b>									
<b>PROYECTO:</b> "INGENIERÍA COMPLEMENTARIA PARA LA INTERCONEXIÓN DE DOS PARQUETES (SILOS Y LÍQUIDOS) AL EQUIPO DE PERFORACIÓN PM-4047 DE LA PLATAFORMA IHTOC-A".									
<b>REVISIÓN:</b> <b>FECHA:</b> <b>ELABORÓ:</b> <b>REVISÓ:</b>									
<b>PLANTA:</b> PLATAFORMA IHTOC-A <b>LOCALIZACIÓN:</b> SONDA DE CAMPECHE <b>CONTRATO:</b> PAQUETE-LÍQUIDOS									
NÚMERO DE IDENTIFICACIÓN (SDMC)	SERVICIO	COMPONENTE	LOCALIZACIÓN	NÚMERO DE DTI	NO. DE LÍNEA O EQUIPO	DETALLE DE INSTALACIÓN	HOJA DE ESPECIFICACIÓN	DIAGRAMA INSTRUMENTACIÓN	OBSERVACIONES
<b>NIVEL</b>									
LI-1600A	TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE DIESEL LIMPIO-FE-1600A	LI-1600A	LO	D-PP-IHTOC-A-A-405A	FB-1600A				
LI-1600B	TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE DIESEL LIMPIO-FE-1600B	LI-1600B	LO	D-PP-IHTOC-A-A-405A	FE-1600B				
LI-1600A	TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE DIESEL LIMPIO-FE-1600A	LIT-1600A	LO	D-PP-IHTOC-A-A-405A	FB-1600A				
LI-1600A	TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE DIESEL LIMPIO-FE-1600A	LI-1600A	SDMC	D-PP-IHTOC-A-A-405A	FB-1600A				
LAH-1600A	TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE DIESEL LIMPIO-FE-1600A	LAH-1600A	SDMC	D-PP-IHTOC-A-A-405A	FB-1600A				
LI-1600B	TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE ACEITE LUBRICANTE-FE-1600B	LI-1600B	LO	D-PP-IHTOC-A-A-405A	FB-1600B				
LI-1600B	TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE ACEITE LUBRICANTE-FE-1600B	LIT-1600B	LO	D-PP-IHTOC-A-A-405A	FB-1600B				
LI-1600B	TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE ACEITE LUBRICANTE-FE-1600B	LI-1600B	SDMC	D-PP-IHTOC-A-A-405A	FB-1600B				
LI-1600B	TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE ACEITE LUBRICANTE-FE-1600B	LAH-1600B	SDMC	D-PP-IHTOC-A-A-405A	FB-1600B				
LI-1600B	TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE DIESEL LIMPIO-FE-1600B	LI-1600B	LO	D-PP-IHTOC-A-A-405A	FB-1600B				
LI-1600B	TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE DIESEL LIMPIO-FE-1600B	LAH-1600B	LO	D-PP-IHTOC-A-A-405A	FB-1600B				
<b>MELANILIO</b>									
	CABEZAL DE DISTRIBUCIÓN DE AIRE DE INSTRUMENTOS	PCV-1600	LO	D-PP-IHTOC-A-A-405A	3/4" AI-1515-A33A				
	CABEZAL DE DISTRIBUCIÓN DE AIRE DE INSTRUMENTOS	SDV-1600	PP	D-PP-IHTOC-A-A-405A	3/4" AI-1515-A33A				
	CABEZAL DE DISTRIBUCIÓN DE AIRE DE INSTRUMENTOS	SDV-1600	LO	D-PP-IHTOC-A-A-405A	3/4" AI-1515-A33A				
	CABEZAL DE DISTRIBUCIÓN DE AIRE DE INSTRUMENTOS	ZSH-1600	LO	D-PP-IHTOC-A-A-405A	3/4" AI-1515-A33A				
	CABEZAL DE DISTRIBUCIÓN DE AIRE DE INSTRUMENTOS	ZSL-1600	LO	D-PP-IHTOC-A-A-405A	3/4" AI-1515-A33A				
	CABEZAL DE DISTRIBUCIÓN DE AIRE DE INSTRUMENTOS	ZIH-1600A	SDMC	D-PP-IHTOC-A-A-405A	3/4" AI-1515-A33A				
	CABEZAL DE DISTRIBUCIÓN DE AIRE DE INSTRUMENTOS	ZIL-1600A	SDMC	D-PP-IHTOC-A-A-405A	3/4" AI-1515-A33A				
	CABEZAL DE DISTRIBUCIÓN DE AIRE DE INSTRUMENTOS	FB-1600A	SDMC	D-PP-IHTOC-A-A-405A	SDV-1600				
	CABEZAL DE DISTRIBUCIÓN DE AIRE DE INSTRUMENTOS	FB-1600B	SDMC	D-PP-IHTOC-A-A-405A	SDV-1600				
	CABEZAL DE DISTRIBUCIÓN DE AIRE DE INSTRUMENTOS	HS-1600	SDMC	D-PP-IHTOC-A-A-405A	SDV-1600				

Page 2

Fig. 9: Tanque de Diesel Limpio (Paquete de Líquidos)

A		B		C		D		E		F		G		H		I		J	
INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO DIRECCIÓN REGIONAL MARINA INSTRUMENTO Y CONTROL		INDICE DE INSTRUMENTOS		PLANTA: PLATAFORMA IHTOC-A		LOCALIZACIÓN: SONDA DE CAMPECHE		REVISIÓN:		BOJA DE ESPECIFICACIÓN		DIAGRAMA INSTRUMENTACIÓN		OBSERVACIONES					
PROYECTO: * INGENIERÍA COMPLEMENTARIA PARA LA INTERCONEXIÓN DE DOS PAQUETES (SILOS Y LÍQUIDOS) AL EQUIPO DE PERFORACIÓN PH-4047 DE LA PLATAFORMA IHTOC-A*		COMENTARIO: PAQUETES LÍQUIDOS		COMPONENTE		NÚMERO DE DTI		NO. DE LÍNEA O EQUIPO											
INTERCONEXIONES		SERVICIO		ZACÍO		NÚMERO DE DTI		NO. DE LÍNEA O EQUIPO											
IDENTIFICACIÓN	FLUJO	ENTRADA A TANQUE DE ALIMENTACIÓN DE DIESEL P-1451	FLUJO	COMPONENTE	ZACÍO	NÚMERO DE DTI	NO. DE LÍNEA O EQUIPO												
11	FLUJO	ENTRADA A TANQUE DE ALIMENTACIÓN DE DIESEL P-1451	FLUJO	PP	PP	D-PP-IXTDC-R-R-4B1C	3° DP-1451-A3BA												EQUIPO PAQUETE [POR OTROS]
12	FLUJO	ENTRADA A TANQUE DE ALIMENTACIÓN DE DIESEL P-1451	FLUJO	LO	LO	D-PP-IXTDC-R-R-4B1C	3° DP-1451-A3BA												EQUIPO PAQUETE [POR OTROS]
13	FLUJO	ENTRADA A TANQUE DE ALIMENTACIÓN DE DIESEL P-1451	FLUJO	SDHC	SDHC	D-PP-IXTDC-R-R-4B1C	3° DP-1451-A3BA												EQUIPO PAQUETE [POR OTROS]
14	FLUJO	ENTRADA A TANQUE DE ALIMENTACIÓN DE DIESEL P-1451	FLUJO	SDHC	SDHC	D-PP-IXTDC-R-R-4B1C	3° DP-1451-A3BA												EQUIPO PAQUETE [POR OTROS]
15	FLUJO	ENTRADA A TANQUE DE ALIMENTACIÓN DE DIESEL P-1451	FLUJO	LO	LO	D-PP-IXTDC-R-R-4B1C	3° DP-1451-A3BA												EQUIPO PAQUETE [POR OTROS]
16	FLUJO	ENTRADA A TANQUE DE ALIMENTACIÓN DE DIESEL P-1451	FLUJO	LO	LO	D-PP-IXTDC-R-R-4B1C	3° DP-1451-A3BA												EQUIPO PAQUETE [POR OTROS]
17	FLUJO	ENTRADA A TANQUE DE ALIMENTACIÓN DE DIESEL P-1451	FLUJO	LO	LO	D-PP-IXTDC-R-R-4B1C	3° DP-1451-A3BA												EQUIPO PAQUETE [POR OTROS]
18	FLUJO	TANQUE DE ALIMENTACIÓN DE DIESEL P-1451	FLUJO	LO	LO	D-PP-IXTDC-R-R-4B1C	3° DP-1451-A3BA												EQUIPO PAQUETE [POR OTROS]
19	FLUJO	TANQUE DE ALIMENTACIÓN DE DIESEL P-1451	FLUJO	LO	LO	D-PP-IXTDC-R-R-4B1C	3° DP-1451-A3BA												EQUIPO PAQUETE [POR OTROS]
20	FLUJO	TANQUE DE ALIMENTACIÓN DE DIESEL P-1451	FLUJO	LO	LO	D-PP-IXTDC-R-R-4B1C	3° DP-1451-A3BA												EQUIPO PAQUETE [POR OTROS]
21	FLUJO	TANQUE DE ALIMENTACIÓN DE DIESEL P-1451	FLUJO	SDHC	SDHC	D-PP-IXTDC-R-R-4B1C	3° DP-1451-A3BA												EQUIPO PAQUETE [POR OTROS]
22	FLUJO	TANQUE DE ALIMENTACIÓN DE DIESEL P-1451	FLUJO	SDHC	SDHC	D-PP-IXTDC-R-R-4B1C	3° DP-1451-A3BA												EQUIPO PAQUETE [POR OTROS]
23	FLUJO	TANQUE DE ALIMENTACIÓN DE DIESEL P-1451	FLUJO	SDHC	SDHC	D-PP-IXTDC-R-R-4B1C	3° DP-1451-A3BA												EQUIPO PAQUETE [POR OTROS]
24	FLUJO	TANQUE DE ALIMENTACIÓN DE DIESEL P-1451	FLUJO	LO	LO	D-PP-IXTDC-R-R-4B1C	3° DP-1451-A3BA												EQUIPO PAQUETE [POR OTROS]
25	FLUJO	TANQUE DE ALIMENTACIÓN DE DIESEL P-1451	FLUJO	LO	LO	D-PP-IXTDC-R-R-4B1C	3° DP-1451-A3BA												EQUIPO PAQUETE [POR OTROS]
26	FLUJO	TANQUE DE ALIMENTACIÓN DE DIESEL P-1451	FLUJO	LO	LO	D-PP-IXTDC-R-R-4B1C	3° DP-1451-A3BA												EQUIPO PAQUETE [POR OTROS]
27	FLUJO	TANQUE DE ALIMENTACIÓN DE DIESEL P-1451	FLUJO	LO	LO	D-PP-IXTDC-R-R-4B1C	3° DP-1451-A3BA												EQUIPO PAQUETE [POR OTROS]
28	FLUJO	TANQUE DE ALIMENTACIÓN DE DIESEL P-1451	FLUJO	LO	LO	D-PP-IXTDC-R-R-4B1C	3° DP-1451-A3BA												EQUIPO PAQUETE [POR OTROS]
29	FLUJO	TANQUE DE ALIMENTACIÓN DE DIESEL P-1451	FLUJO	LO	LO	D-PP-IXTDC-R-R-4B1C	3° DP-1451-A3BA												EQUIPO PAQUETE [POR OTROS]
30	FLUJO	TANQUE DE ALIMENTACIÓN DE DIESEL P-1451	FLUJO	LO	LO	D-PP-IXTDC-R-R-4B1C	3° DP-1451-A3BA												EQUIPO PAQUETE [POR OTROS]
31	FLUJO	TANQUE DE ALIMENTACIÓN DE DIESEL P-1451	FLUJO	LO	LO	D-PP-IXTDC-R-R-4B1C	3° DP-1451-A3BA												EQUIPO PAQUETE [POR OTROS]
32	FLUJO	TANQUE DE ALIMENTACIÓN DE DIESEL P-1451	FLUJO	LO	LO	D-PP-IXTDC-R-R-4B1C	3° DP-1451-A3BA												EQUIPO PAQUETE [POR OTROS]
33	FLUJO	TANQUE DE ALIMENTACIÓN DE DIESEL P-1451	FLUJO	LO	LO	D-PP-IXTDC-R-R-4B1C	3° DP-1451-A3BA												EQUIPO PAQUETE [POR OTROS]
34	FLUJO	TANQUE DE ALIMENTACIÓN DE DIESEL P-1451	FLUJO	LO	LO	D-PP-IXTDC-R-R-4B1C	3° DP-1451-A3BA												EQUIPO PAQUETE [POR OTROS]
35	FLUJO	TANQUE DE ALIMENTACIÓN DE DIESEL P-1451	FLUJO	LO	LO	D-PP-IXTDC-R-R-4B1C	3° DP-1451-A3BA												EQUIPO PAQUETE [POR OTROS]
36	FLUJO	TANQUE DE ALIMENTACIÓN DE DIESEL P-1451	FLUJO	LO	LO	D-PP-IXTDC-R-R-4B1C	3° DP-1451-A3BA												EQUIPO PAQUETE [POR OTROS]
37	FLUJO	TANQUE DE ALIMENTACIÓN DE DIESEL P-1451	FLUJO	LO	LO	D-PP-IXTDC-R-R-4B1C	3° DP-1451-A3BA												EQUIPO PAQUETE [POR OTROS]
38	FLUJO	TANQUE DE ALIMENTACIÓN DE DIESEL P-1451	FLUJO	LO	LO	D-PP-IXTDC-R-R-4B1C	3° DP-1451-A3BA												EQUIPO PAQUETE [POR OTROS]

Fig. 10: Tanque de Diesel (Paquete de Líquidos)

INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO DIRECCIÓN REGIONAL MARINA INSTRUMENTO Y CONTROL									
ÍNDICE DE INSTRUMENTOS (PP-IXTOC-A-IND-003)									
PROYECTO FA-31246: "INGENIERIA DE INTERCONEXIÓN DE DOS PAQUETES (SILOS Y LÍQUIDOS) DEL EQUIPO DE PERFORACIÓN PM-4047 EN LA PLATAFORMA IXTOC-A"									
PLANTA: PLATAFORMA IXTOC-A									
LOCALIZACIÓN: SONDA DE CAMPECHE									
CONTRATO:									
PAQUETE: SILOS									
REVISIÓN:									
FECHA:									
ELABORÓ:									
REVISÓ:									
DETALLE DE INSTALACIÓN									
HOJA DE ESPECIFICACIÓN									
DIAGRAMA INSTRUMENTACIÓN									
OBSERVACIONES									
NÚMERO DE IDENTIFICACIÓN	SERVICIO	COMPONENTE	LOCALIZACIÓN	NÚMERO DE DTI	NO. DE LÍNEA O EQUIPO				
<b>NIVEL</b>									
12			LO	D-PP-IXTOC-000-0119	FA-1803A				
13	TANQUE DE BARITA (FA-1803A)	LSH-1803A	LO	D-PP-IXTOC-000-0119	FA-1803A				
14	TANQUE DE BARITA (FA-1803A)	LSH-1803A	SDMC	D-PP-IXTOC-000-0119	FA-1803A				
15	TANQUE DE BARITA (FA-1803B)	LSH-1803B	LO	D-PP-IXTOC-000-0119	FA-1803A				
16	TANQUE DE BARITA (FA-1803B)	LSH-1803B	SDMC	D-PP-IXTOC-000-0119					
17	TANQUE DE BARITA (FA-1803C)	LSH-1803C	LO	D-PP-IXTOC-000-0119	FA-1803A				
18	TANQUE DE BARITA (FA-1803C)	LSH-1803C	SDMC	D-PP-IXTOC-000-0119					
<b>PRESIÓN</b>									
19									
20	TANQUE DE BARITA FA-1803A	PI-1803A	LO	D-PP-IXTOC-000-0119	FA-1803A				
21	TANQUE DE BARITA FA-1803B	PI-1803B	LO	D-PP-IXTOC-000-0119	FA-18003B				
22	TANQUE DE BARITA FA-1803C	PI-1803C	LO	D-PP-IXTOC-000-0119	FA-1803C				
23	TANQUE DE BARITA FA-1803A	WI-X	LO	D-PP-IXTOC-000-0119	FA-1803A				
<b>INDICADORES DE PESO</b>									
24									
25	TANQUE DE BARITA FA-1803A	WI-X	LO	D-PP-IXTOC-000-0119	FA-1803A				
26	TANQUE DE BARITA FA-1803A	WI-X	SDMC	D-PP-IXTOC-000-0119					
27	TANQUE DE BARITA FA-1803A	WML-X	SDMC	D-PP-IXTOC-000-0119					
28	TANQUE DE BARITA FA-1803A	WML-X	SDMC	D-PP-IXTOC-000-0119					
29	TANQUE DE BARITA FA-1803B	WI-X	LO	D-PP-IXTOC-000-0119	FA-1803B				
30	TANQUE DE BARITA FA-1803B	WI-X	SDMC	D-PP-IXTOC-000-0119					
31	TANQUE DE BARITA FA-1803B	WML-X	SDMC	D-PP-IXTOC-000-0119					
32	TANQUE DE BARITA FA-1803B	WML-X	SDMC	D-PP-IXTOC-000-0119					

Fig. 11: Tanque de Barita (Paquete de Silos)



A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	<b>INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO</b>								
2	<b>DIRECCIÓN REGIONAL MARINA</b>								
3	<b>INSTRUMENTO Y CONTROL</b>								
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11	<b>NÚMERO DE IDENTIFICACIÓN (SDMC)</b>	<b>SERVICIO</b>	<b>COMPONENTE</b>	<b>LOCALIZACIÓN</b>	<b>NÚMERO DE DTI</b>	<b>NO. DE LÍNEA O EQUIPO</b>	<b>BOJA DE ESPECIFICACIÓN</b>	<b>DIAGRAMA INSTRUMENTACIÓN</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
12	LH-1818A	TANQUE DE CEMENTO FA-1800A	LH-1818A	LO	A-481A	FA-1800A			
13		TANQUE DE CEMENTO FA-1800A	LH-1818A	SDMC	A-481A				
14	LH-1818P	TANQUE DE CEMENTO FA-1800B	LH-1818P	LO	A-481A	FA-1800B			
15		TANQUE DE CEMENTO FA-1800B	LH-1818P	SDMC	A-481A				
16	LH-1818C	TANQUE DE CEMENTO FA-1800C	LH-1818C	LO	A-481A	FA-1800C			
17		TANQUE DE CEMENTO FA-1800C	LH-1818C	SDMC	D-PP-IXTOC-R-R-ETH				
18	LH-1818S	TANQUE RECUPERADOR DE CEMENTO Y BARRILETA-1805	LH-1818S	LO	D-PP-IXTOC-R-R-ETH	FA-1805			
19		TANQUE RECUPERADOR DE CEMENTO Y BARRILETA-1805	LH-1818S	SDMC	D-PP-IXTOC-R-R-ETH				
20									
21	<b>PRESIÓN</b>								
22	WH-X	TANQUE DE CEMENTO FA-1800A	PI-1818A	LO	D-PP-IXTOC-R-R-ETH	FA-1800A			
23	WAR-X	TANQUE DE CEMENTO FA-1800B	PI-1818P	LO	D-PP-IXTOC-R-R-ETH	FA-1800B			
24	WAL-X	TANQUE DE CEMENTO FA-1800C	PI-1818C	LO	D-PP-IXTOC-R-R-ETH	FA-1800C			
25									
26	WH-X	TANQUE DE CEMENTO FA-1800A	WH-X	LO	D-PP-IXTOC-R-R-ETH	FA-1800A			
27	WAR-X	TANQUE DE CEMENTO FA-1800B	WH-X	SDMC	D-PP-IXTOC-R-R-ETH				
28	WAL-X	TANQUE DE CEMENTO FA-1800C	WAR-X	SDMC	D-PP-IXTOC-R-R-ETH				
29		TANQUE DE CEMENTO FA-1800A	WAL-X	SDMC	D-PP-IXTOC-R-R-ETH				
30	WH-X	TANQUE DE CEMENTO FA-1800B	WH-X	LO	D-PP-IXTOC-R-R-ETH	FA-1800B			
31	WAR-X	TANQUE DE CEMENTO FA-1800B	WH-X	SDMC	D-PP-IXTOC-R-R-ETH				
32	WAL-X	TANQUE DE CEMENTO FA-1800B	WAR-X	SDMC	D-PP-IXTOC-R-R-ETH				
33		TANQUE DE CEMENTO FA-1800B	WAL-X	SDMC	D-PP-IXTOC-R-R-ETH				
34	WH-X	TANQUE DE CEMENTO FA-1800C	WH-X	LO	D-PP-IXTOC-R-R-ETH	FA-1800C			
35	WAR-X	TANQUE DE CEMENTO FA-1800C	WH-X	SDMC	D-PP-IXTOC-R-R-ETH				
36	WAL-X	TANQUE DE CEMENTO FA-1800C	WAR-X	SDMC	D-PP-IXTOC-R-R-ETH				
37		TANQUE DE CEMENTO FA-1800C	WAL-X	SDMC	D-PP-IXTOC-R-R-ETH				

Fig. 12: Tanque de Cemento (Paquete de Silos)

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
<b>INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO</b> SUBDIRECCIÓN DE INGENIERÍA DEPARTAMENTO DE INSTRUMENTACIÓN *** BASE DE DATOS ***																					
REV. _____ FEC. _____ ELAB. _____ APRO. _____																					
IDENTIF. DEL CIRCUITO	SERVICIO	DTI	SEÑAL DE IDENTIFICACIÓN INSTRUM.	LOC.	DIR	TIPO	SEÑAL	IDENTIFICACION	FUNCIÓN	ALAR. AUDI.	IMPRE. SÓN.	DESPL. SÓN.	TENDEN. GRÁFICO	RANGO DE INSTRUMEN.	VALOR NORMA OPER.	PUNTO AJUSTE	PUNTO DISPARO	UNDADE UPR	NOTAS		
<b>PAQUETE DE LÍQUIDOS</b>																					
LH-450	NIVEL TANQUE DE DIESEL	A-401C	LT-450	LO	E	4-20mA/HART		LI-450	INDICACION												
	FE-450					CONFIG.		LH-450	ALARMA	SI	SI										
FB-450	FLUJO DE ENTRADA A TANQUE DE ALIMENTACIÓN	A-401C	FT-450	LO	E	4-20mA/HART		FI-450	INDICACION												
								FB-450	TOTALIZACION												
								FR-450	REGISTRO												
LSL-450	NIVEL EN TANQUE DE DIESEL	A-401C	LSL-450	LO	E	24 VCD		LSL-450	PERMISIVO												
	FE-450																				
SDV-451	VALVULA DE CORTE DE LINEA 1" AB 1559-A30A	A-401C	ZSH-451	LO	E	24 VCD		ZSH-451	PERMISIVO												
								ZSH-451	IND-APERTURA												
								ZSH-451	PERMISIVO												
								ZH-451	IND.CERRE												
								SDV-451	PERMISIVO												
									ABRIR												
									CERRAR												
									AUTMAN												
SDV-457	VALVULA DE CORTE DE LINEA 3" DF 1451-A30A	A-401C	ZSH-457	LO	E	24 VCD		ZSH-457	PERMISIVO												
								ZH-457A	IND-APERTURA												
								ZSH-457	PERMISIVO												
								ZH-457B	IND.CERRE												
								SDV-457	PERMISIVO												
									ABRIR												
									CERRAR												
									AUTMAN												
FB-453	FLUJO DE DIESEL EN LINEA DE 2" DF 1473-A30A	A-401C	FT-453	LO	E	4-20mA/HART		FI-453	INDICACION												
	CABEZAL DE 2" DF 1489-A30A							FB-453	TOTALIZACION												
								FR-453	REGISTRO												

Fig. 13: Base de Datos, Paquete de Líquidos



A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	
																					<b>INSTRUMENTOS O FUNCIONES CONFIGURADAS EN EL SOMATO DE PROCESO</b>	
IDENTIF. DEL CIRCUITO			DTI		SEÑAL DE ENT/SAL A PLC MAESTRO			IDENTIFICACIÓN		TIPO		RANGO DE INSTRUMENTO		VALOR		PUNTO DE AJUSTE		UNIDADES		NOTAS		
			No. REV.		INSTRUM. LOC. DIR.			INSTRUM. LOC. DIR.		SEÑAL		INSTRUMENTO		NORMA/OPER.		AJUSTE		DISPARO		No.		
<b>PAQUETE DE SILOS</b>																						
11	LSH-8005	NIVEL TANQUE RECUPERADOR DE CEMENTO Y BARITA FA-8005	A-401A	A	LSH-8005	LO	E	24 VCD	CONFIG.	LSH-8005	ALARMA	SI	SI	P-024	SI			1588	mm.		NOTA 5	
12																			953	mm.		
16	LSH-8004A	NIVEL TANQUE DE BARITA FA-8004A	A-401A	A	LSH-8004A	LO	E	24 VCD		LSH-8004A	ALARMA	SI	SI	P-024	SI						NOTA 3	
17																						
18																						
19	LSH-8008B	NIVEL TANQUE DE BARITA FA-8008B	A-401A	A	LSH-8008B	LO	E	24 VCD		LSH-8008B	ALARMA	SI	SI	P-024	SI						NOTA 3	
20																						
22	LSH-8000C	NIVEL TANQUE DE BARITA FA-8000C	A-401A	A	LSH-8000C	LO	E	24 VCD		LSH-8000C	ALARMA	SI	SI	P-024	SI						NOTA 3	
23																						
24																						
25	LSH-8000A	NIVEL TANQUE DE CEMENTO FA-8000A	A-401A	A	LSH-8000A	LO	E	24 VCD		LSH-8000A	ALARMA	SI	SI	P-024	SI						NOTA 5	
26																						
27																						
28	LSH-8008B	NIVEL TANQUE DE CEMENTO FA-8008B	A-401A	A	LSH-8008B	LO	E	24 VCD		LSH-8008B	ALARMA	SI	SI	P-024	SI						NOTA 5	
29																						
30																						
31	LSH-8000C	NIVEL TANQUE DE CEMENTO FA-8000C	A-401A	A	LSH-8000C	LO	E	24 VCD		LSH-8000C	ALARMA	SI	SI	P-024	SI						NOTA 5	
32																						
33																						

Fig. 14: Base de Datos, Paquete de Silos

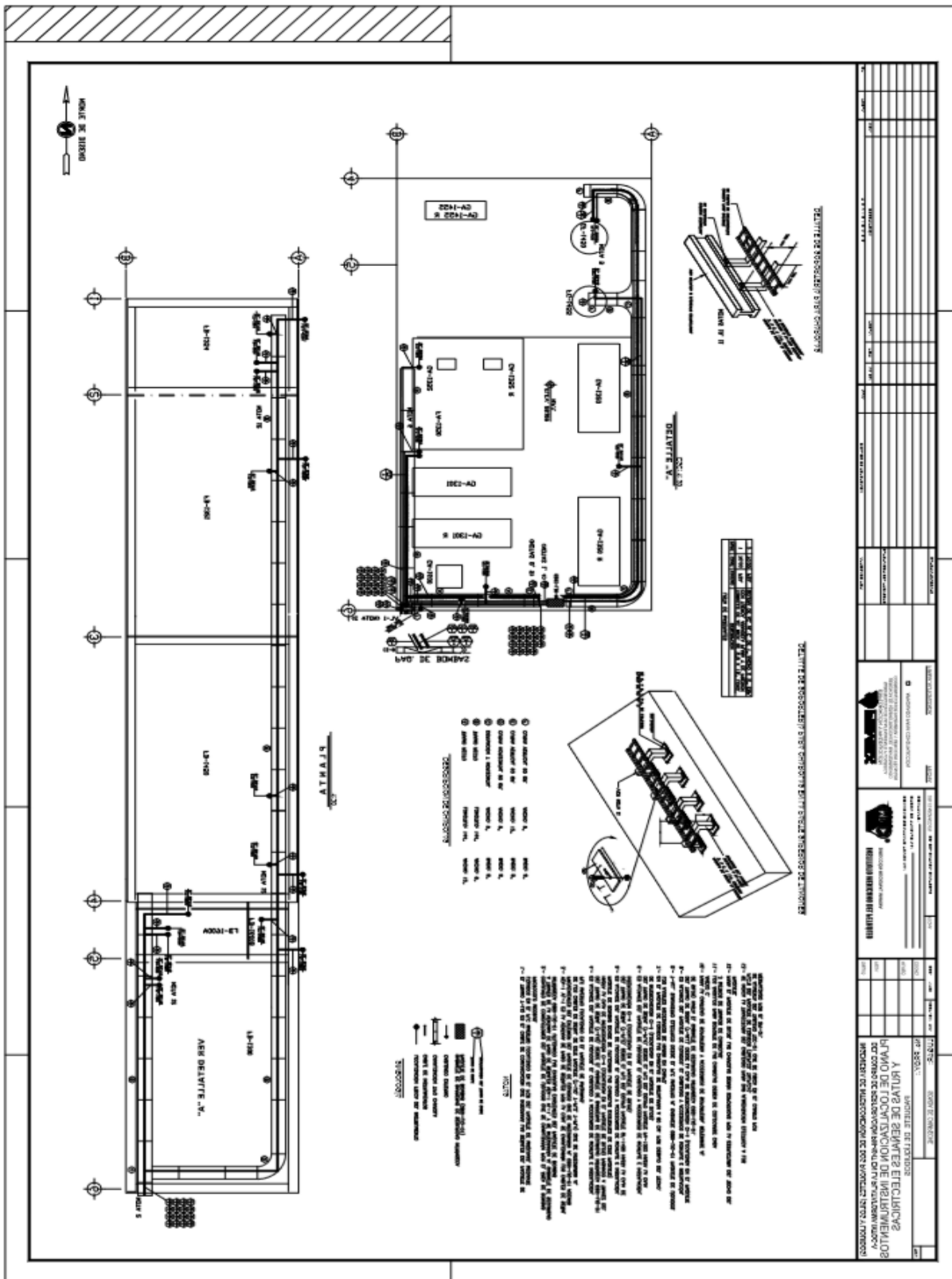


Fig. 15: Plano de Localización de Instrumentos y Rutas de Señales Eléctricas del Paquete de Líquidos

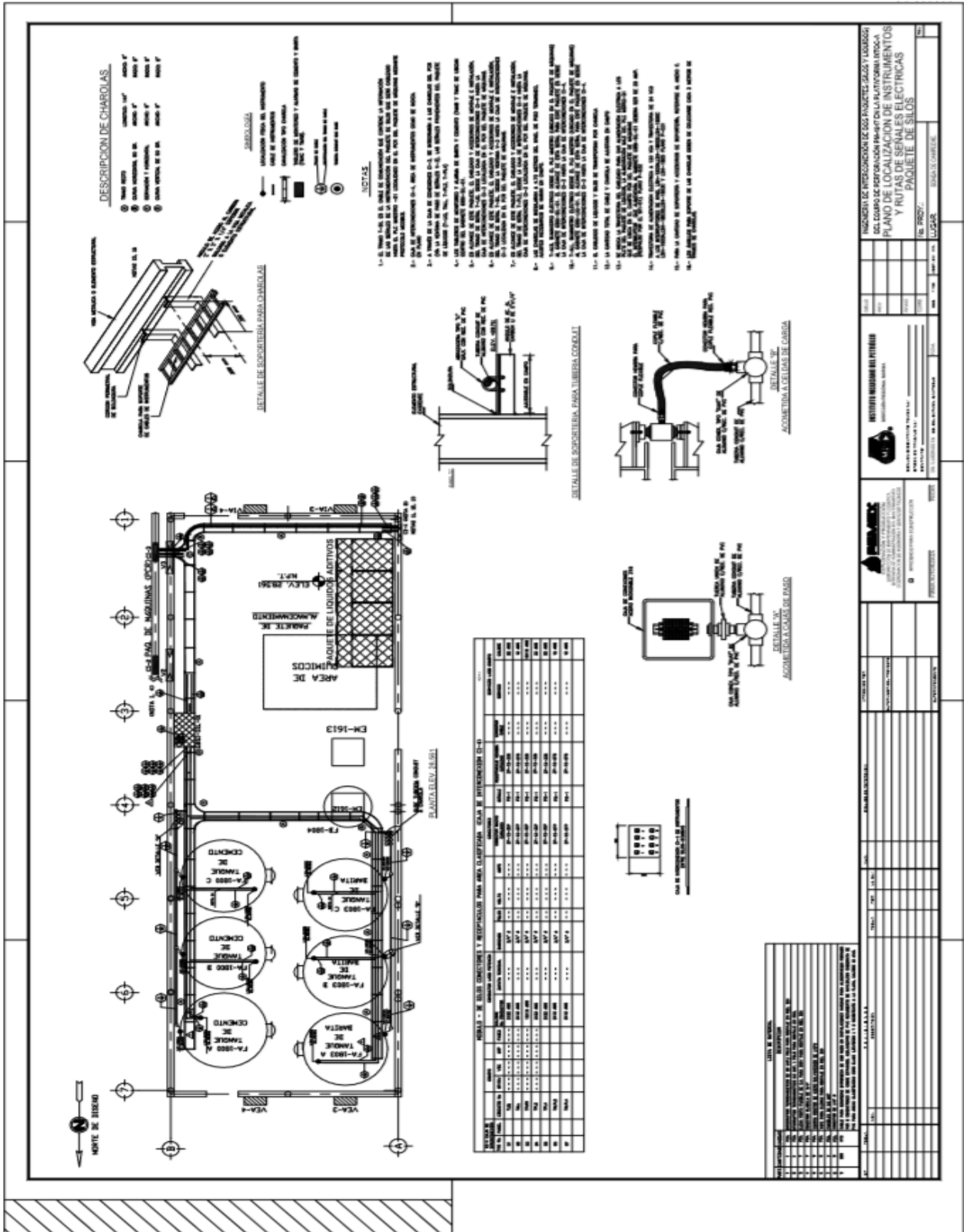


Fig. 16: Plano de Localización de Instrumentos y Rutas de Señales Eléctricas del Paquete de Silos

		TRANSMISOR DE FLUJO				HOJA	DE
		REV	POR	FECHA	REVISO	No. DE ESPECIF.	REV.
						PP-ISTOC-A-EPI-P-010	0
						CONTRATO	FECHA
						REQUISICION - ORDEN DE COMPRA	
						POR	REVISO APROBO
GENERAL	1 No. de Identificación	FE/FT-1450					
	2 Servicio	ATANQUE DE ALIMENTACION EB-1450					
	3 Línea No.	3"-DF-1451-A30A					
	4 Ø nominal / Ø Interior / Cédula / Espesor de Pared						
	5 Cédula						
CONDICIONES DE SERVICIO	6 Fluido	DIESEL					
	7 Flujo: Max. /Nor. /Min. (MMPCD)	300/300/300					
	8 Presión de Flujo (Pf) / Presion Max. Del Flujo (Pf)	33					
	9 Temperatura del Flujo (Pf)	20					
	10 Gravedad Especifica 60°F y 14.7 psig	.....					
	11 Densidad a Tf y Pf	.....					
	12 Viscosidad a T.F (Cp) / K (Cp/Cv)	.....					
	13 K ( Cp / Cv )	.....					
	14 Peso molecular del gas	.....					
	15 Factor de Compresibilidad (Z)	.....					
16 Condiciones Base	60° F y 14.7 PSIG						
17 Capacidad Calorifica (BTU/lb-°F)	.....						
MEDIDOR	18 Conexión a proceso	Bridado					
	19 Material de la caja	Acero inoxidable 316					
	20 Material de las cuchillas	Acero inoxidable 316					
	21 Material de los cojinetes	Carbón					
	22 Material del cuerpo	Acero inoxidable 316					
	23 Material del empaque	Viton					
	24 Material del rotor	Acero inoxidable 316					
	25 Material de la flecha	Acero inoxidable 316					
	26 Tipo de acoplamiento	Magnético					
27 Tipo de medidor	Engranaje ovalados						

Fig. 17: Especificación de Instrumentos del Paquete de Líquidos



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF
1	<b>INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO</b> COMPETENCIA DE INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL								<b>INSTRUMENTOS DE NIVEL</b>											HOJA	2	DE	2									
2																				REV.    POR    FECHA    REVISO											No. DE ESPECIF.	
3									CONTRATO																						FECHA	
4																				REQUISICION - ORDEN DE COMPRA											REVISO	
5									POR    REVISO    APROBO																							
6																				IDENTIFICACIÓN											LSH-1800A	
7									SERVICIO																						TANQUE (SILOS) DE CEMENTO	
8																				No. de Recipiente o cuerpo											FA-1800A	
9									TIPO																						VIBRATORIO	
10	DTI																			A-401A		A-401A		A-401A								
11												Tipo											PROBETA MIDIDA CON EXTENSIONI 800		PROBETA MIDIDA CON EXTENSIONI 800		PROBETA MIDIDA CON EXTENSIONI 800					
12	Longitud de incersion(mm)																						800		800		800					
13												Rango de medición (mm)																				
14	Conexión al tanque																						1 1/2" NPT		1 1/2" NPT		1 1/2" NPT					
15												Material del tubo sensor											ACERO INOXIDABLE 316		ACERO INOXIDABLE 316		ACERO INOXIDABLE 316					
16	Cantidad Sensores (piezas)																						DOS		DOS		DOS					
17												Tipo de interruptor											MICRO INTERRUPTOR		MICRO INTERRUPTOR		MICRO INTERRUPTOR					
18	Cantidad    Forma																						DOS	SPDT	DOS	SPDT	DOS	SPDT				
19												Volts    Frecuencia											24 VCD		24 VCD		24 VCD					
20	Amps.    Watts    HP																						1		1		1					
21												Líquido superior											CEMENTO		CEMENTO		CEMENTO					
22	Líquido inferior																															
23												Densidad sup. (gr/cm3)    Inferior (gr/cm3)																				
24	P (Kg/cm2) máx.    Nomal																						2.8		2.8		2.8					
25												Temp. (°C) máx.    Nomal											30		30		30					
26	Clasificación eléctrica																						NOTA 2		NOTA 2		NOTA 2					
27												Modelo											POR PROVEEDOR		POR PROVEEDOR		POR PROVEEDOR					
28	Marca																						POR PROVEEDOR		POR PROVEEDOR		POR PROVEEDOR					

Fig. 18: Especificación de Instrumentos del Paquete de Silos

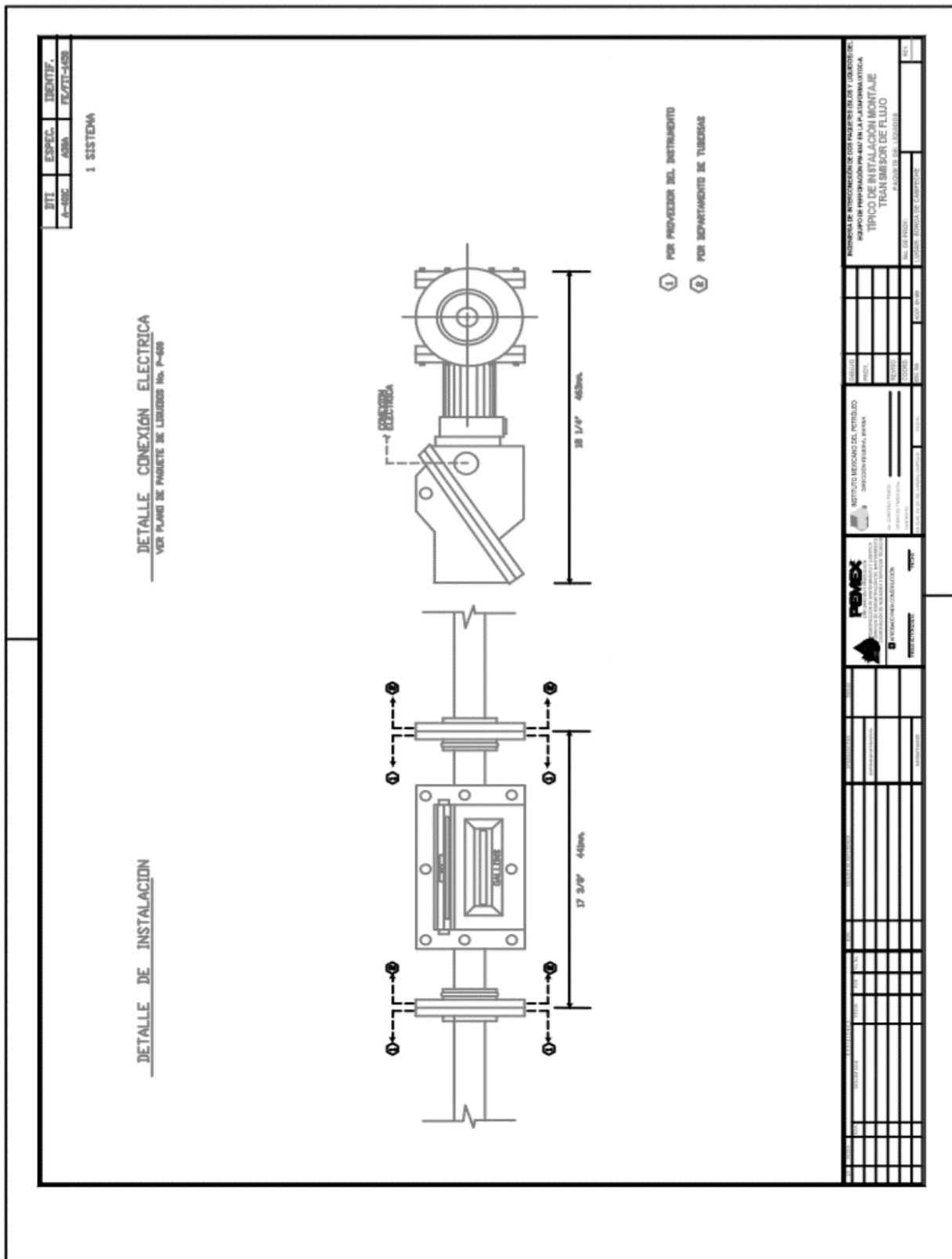


Fig. 19: Típico de instalación, Montaje Transmisor de Flujo (Paquete de Líquidos)

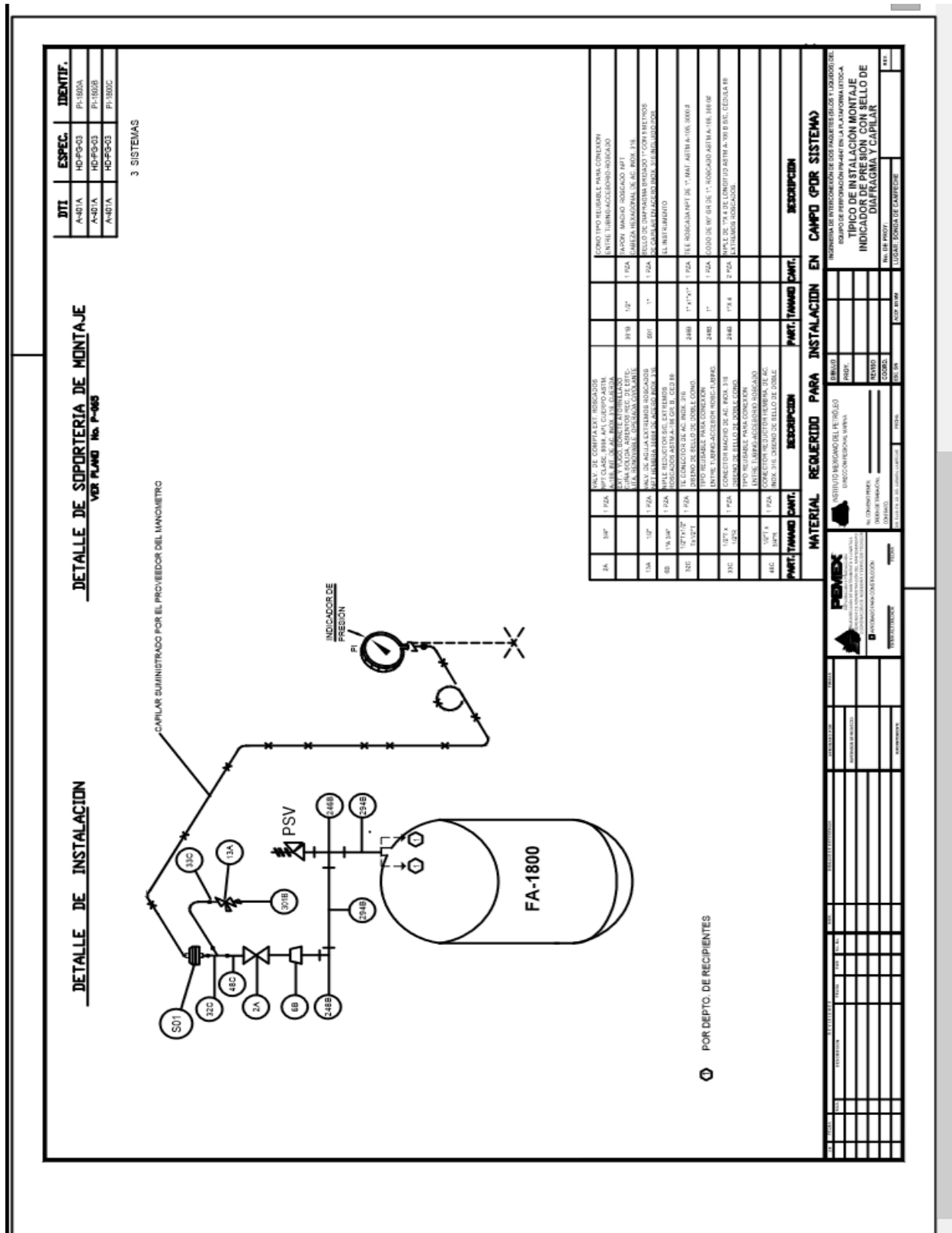


Fig. 20 Típico de instalación, Montaje Indicador de Presión con Sello de Diafragma y Capilar (Paquete de Silos)

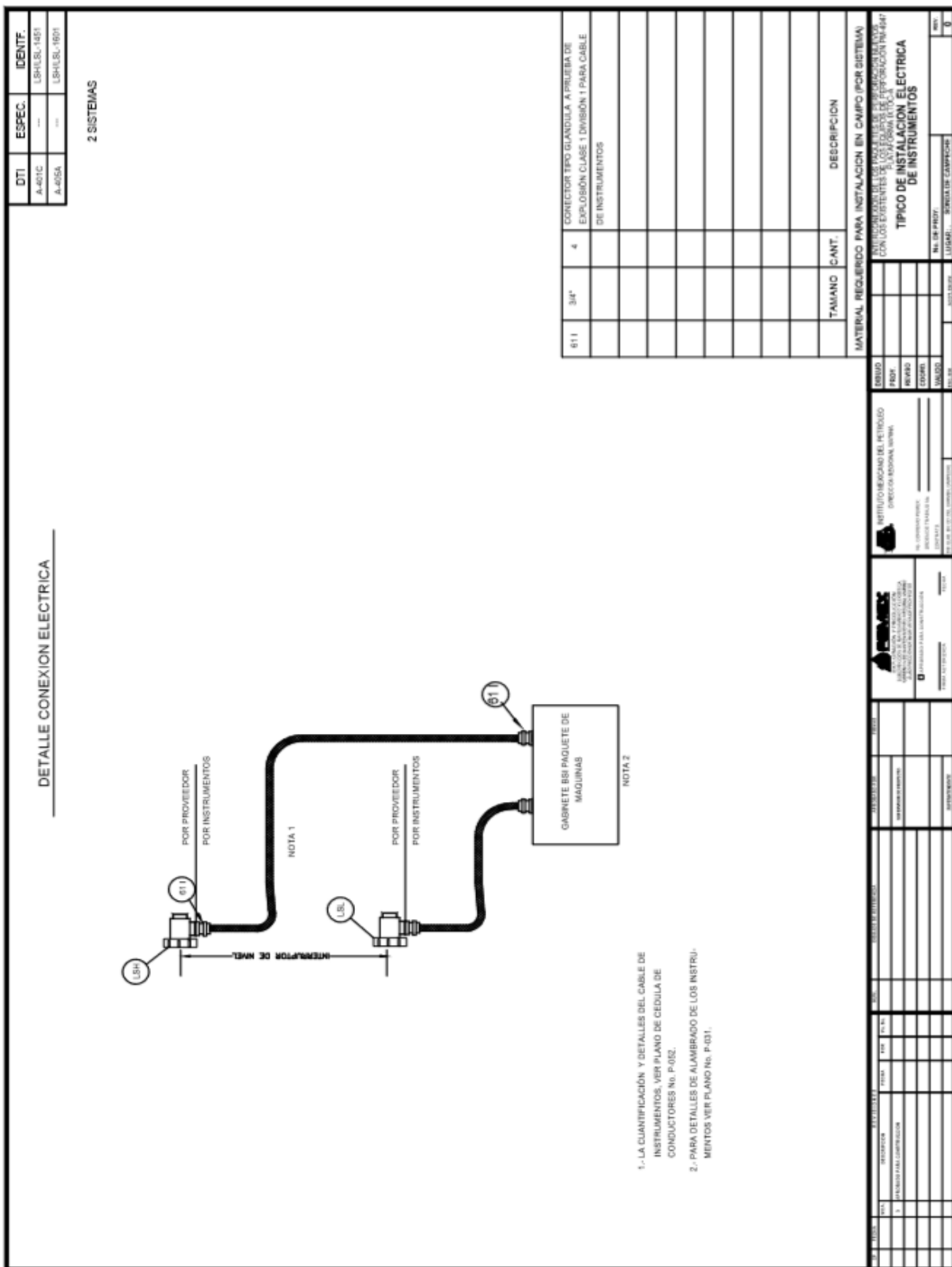


Fig. 21: Típico de instalación Eléctrica de Instrumentos



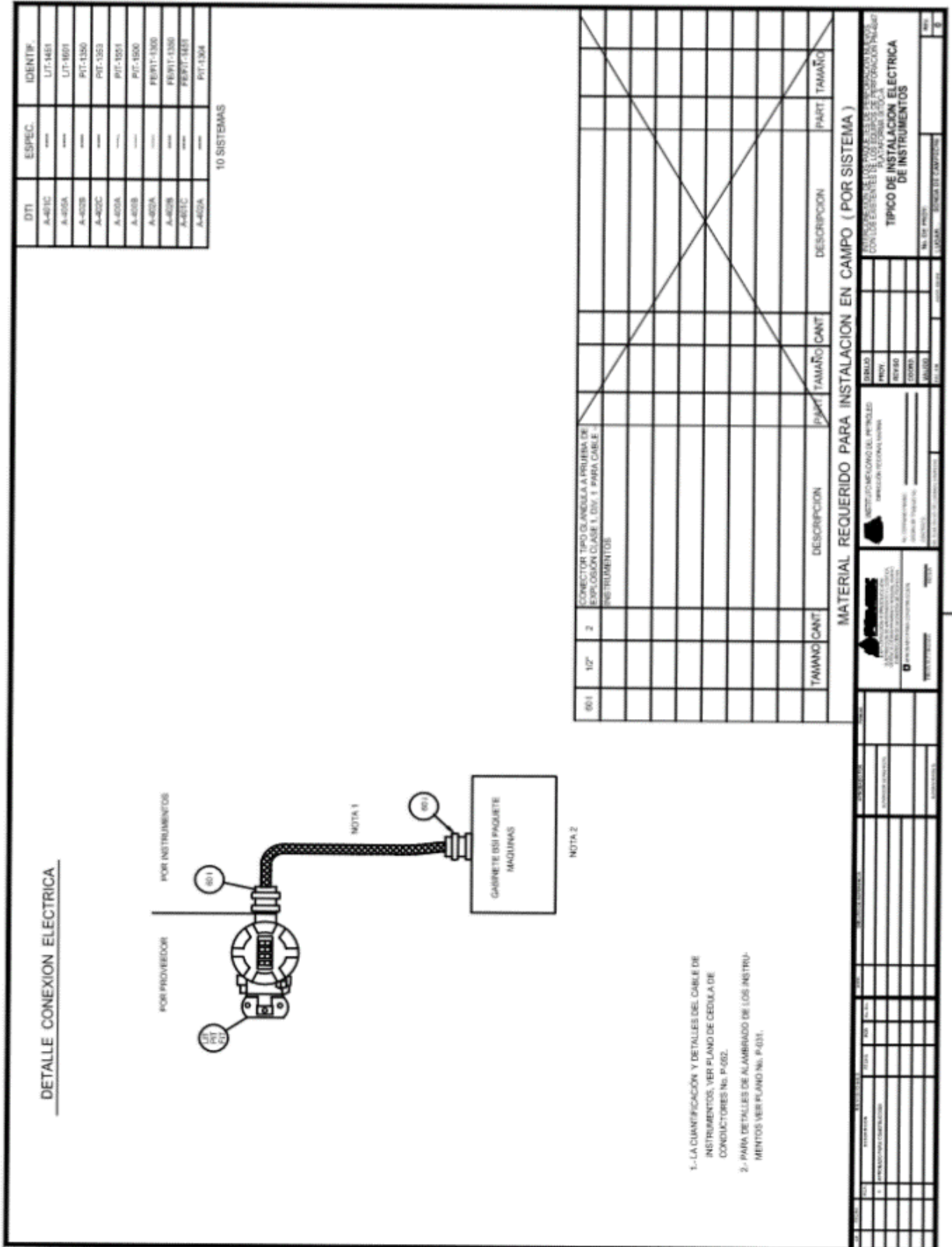


Fig. 22: Típico de Instalación Eléctrica de Instrumentos.

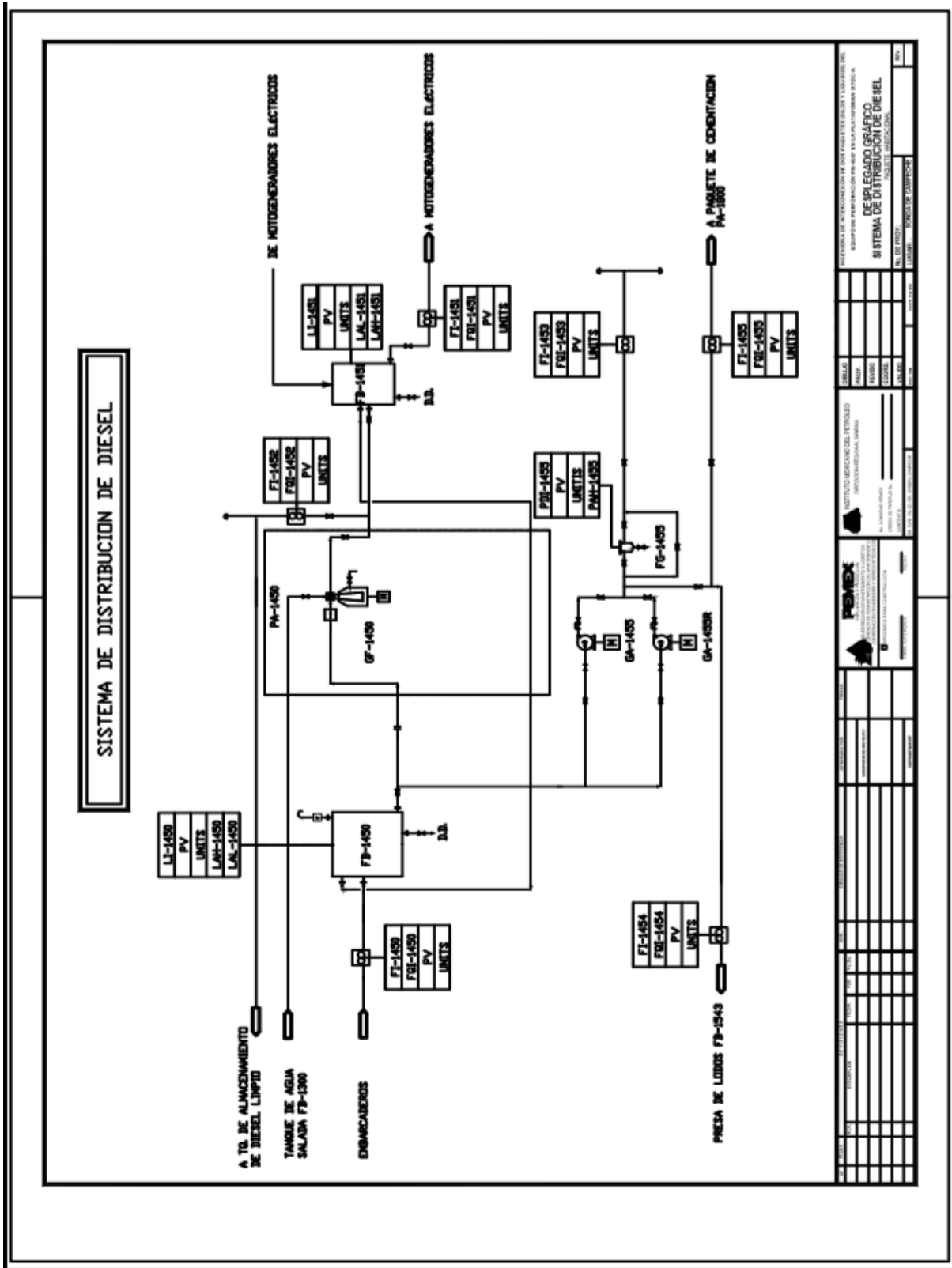


Fig. 23: Despliegado Grafico, Sistema de Distribución de Diesel (Paquete de Líquidos)

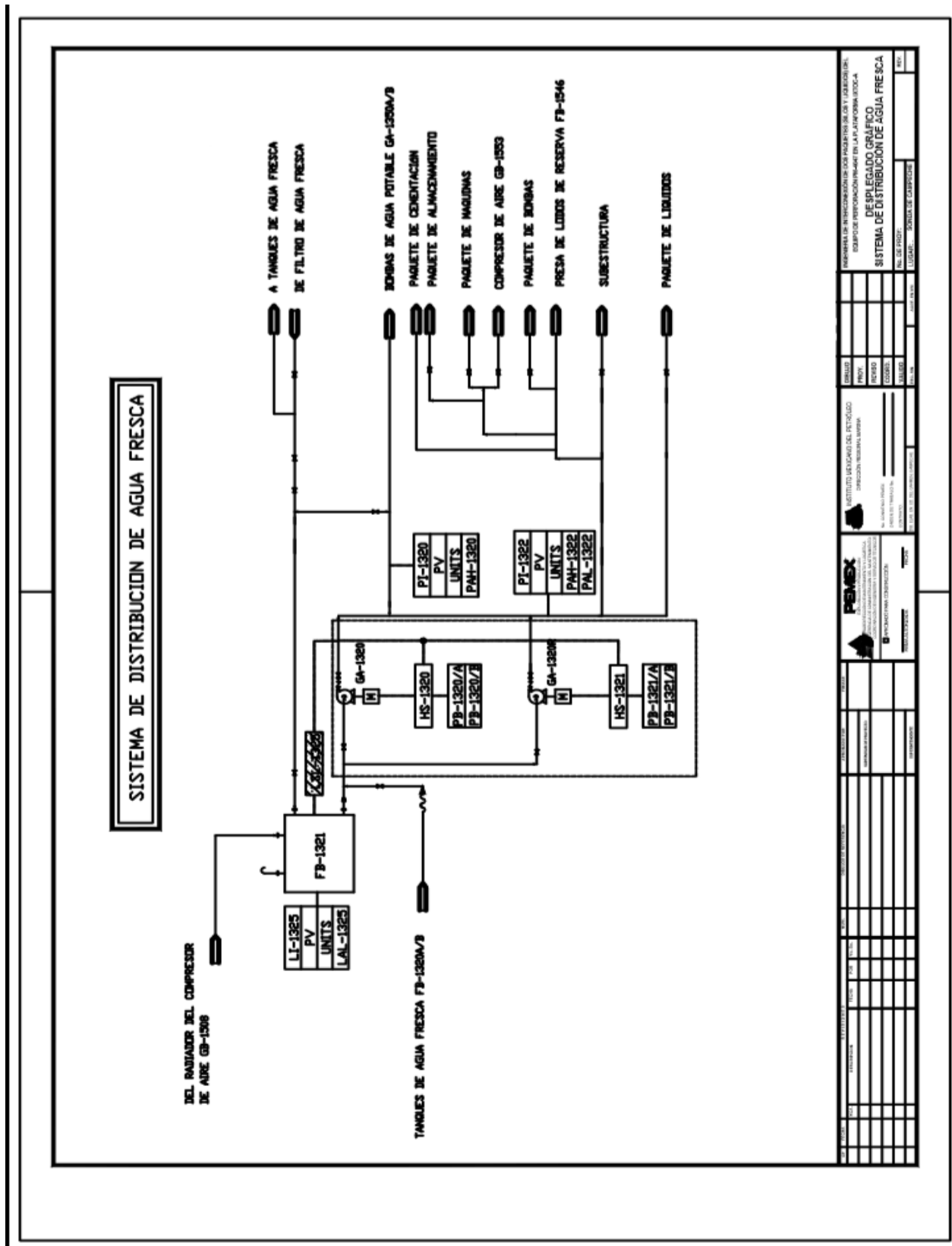


Fig. 24: Despliegado Grafico, Sistema de Distribución de Agua Fresca (Paquete de Líquidos)

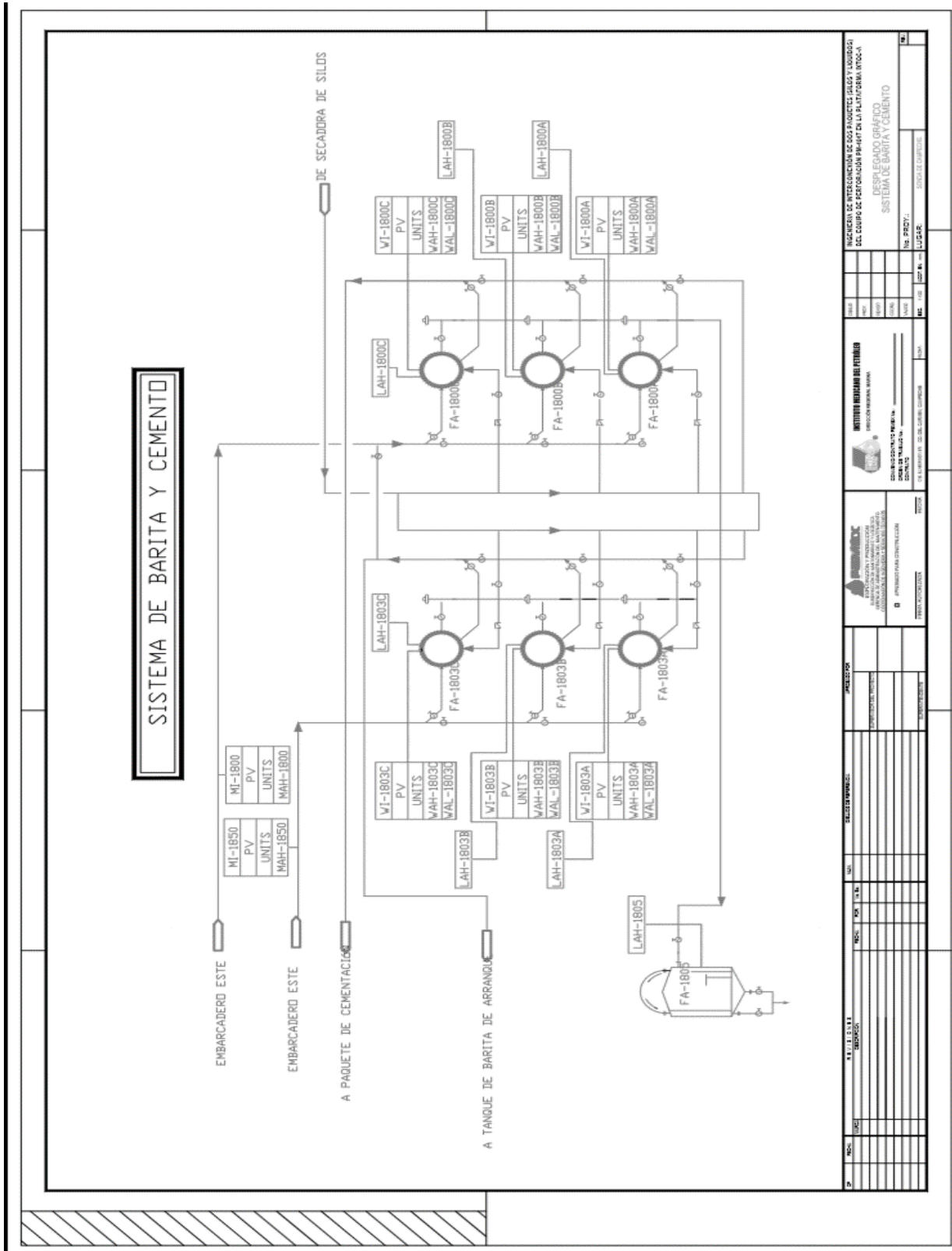


Fig. 25: Despliegado Grafico, Sistema de Barita y Cemento (Paquete de Silos)

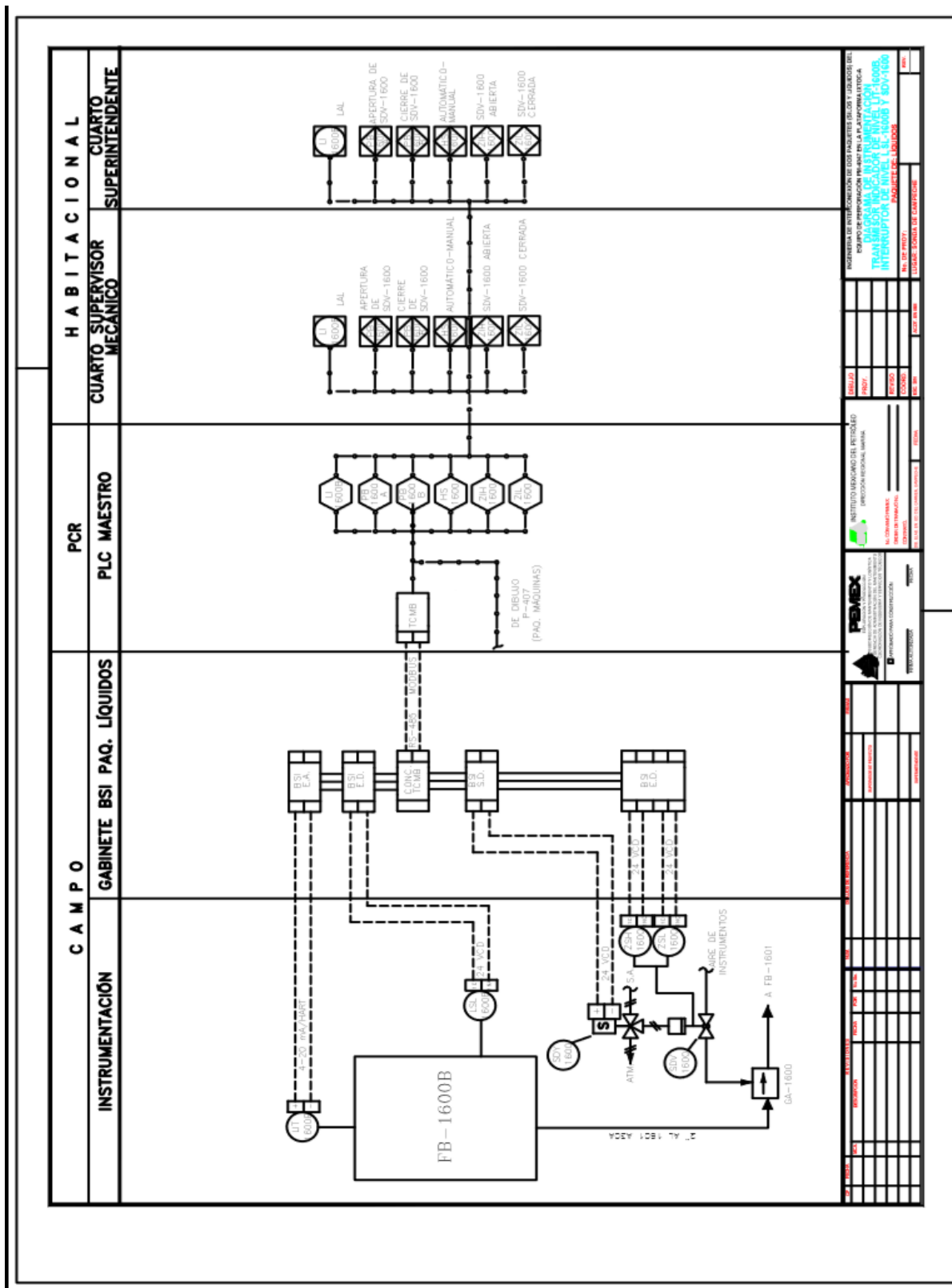


Fig. 26: Diagrama de Instrumentación, Transmisor Indicador de Nivel, Interruptor de Nivel (Paquete de Líquidos)

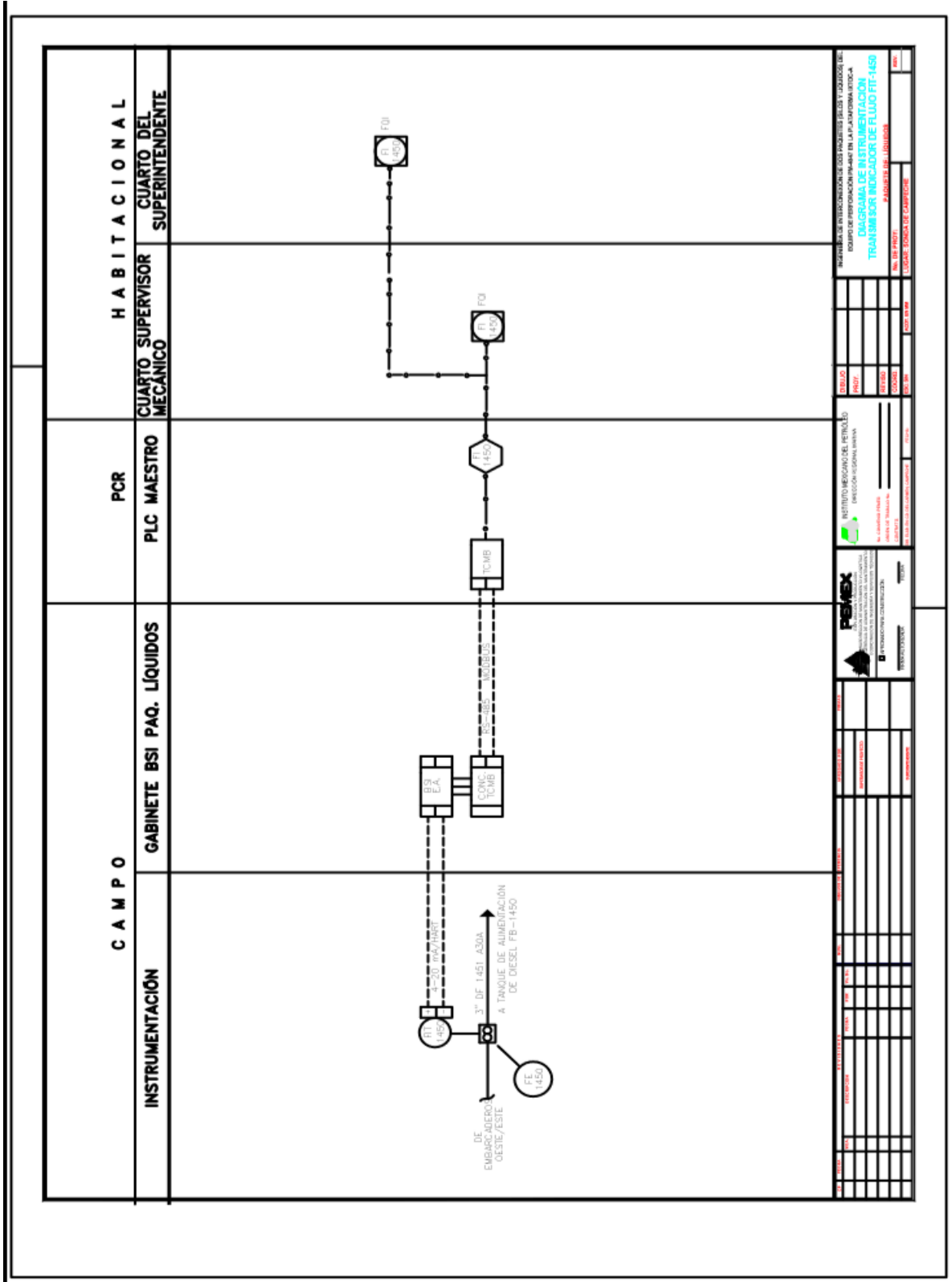


Fig. 27: Diagrama de instrumentación, Transmisor Indicador de Flujo (Paquete de Líquidos)

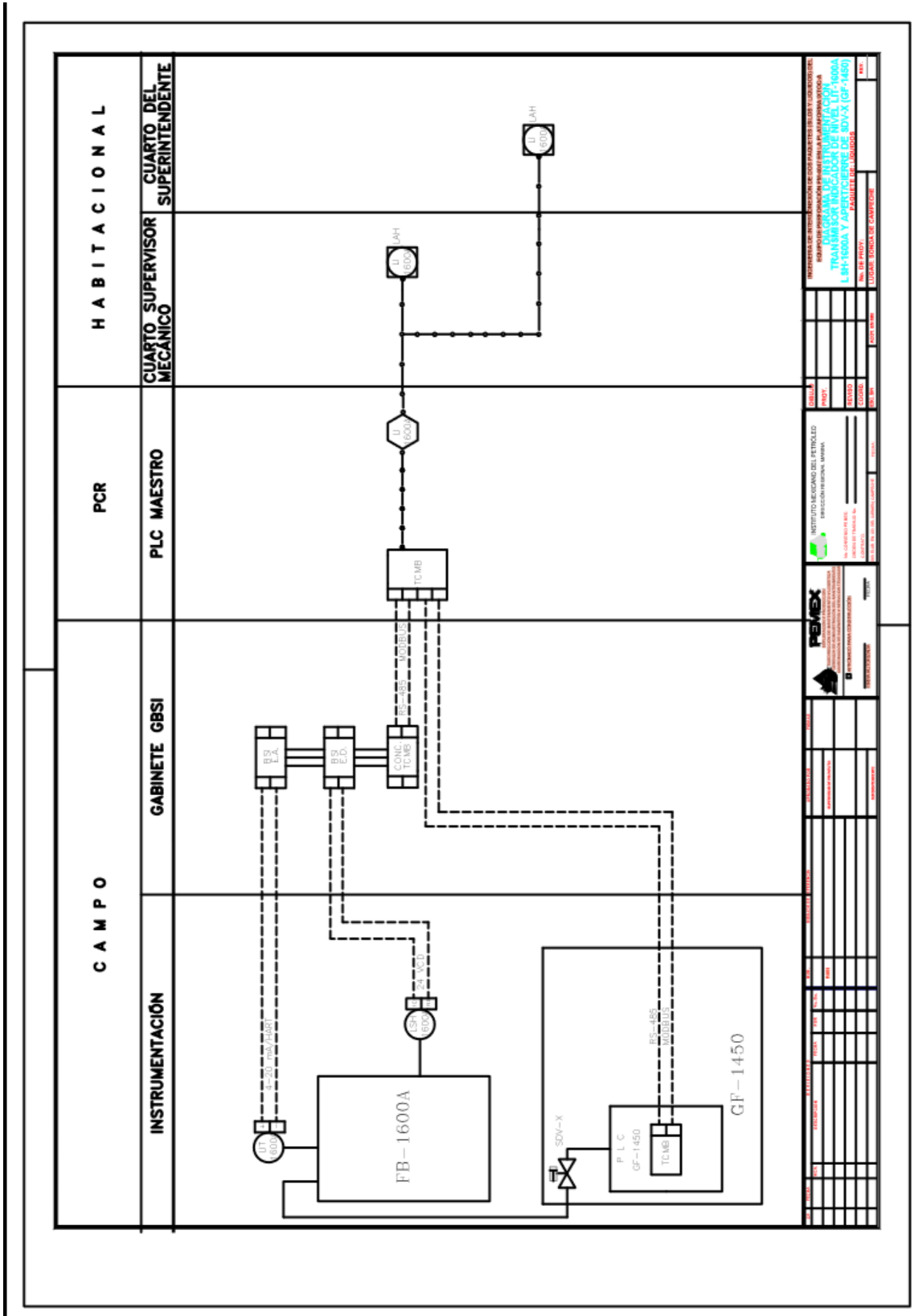


Fig. 28 Diagrama de Instrumentación, Transmisor Indicador de Nivel (Paquete de Líquidos)

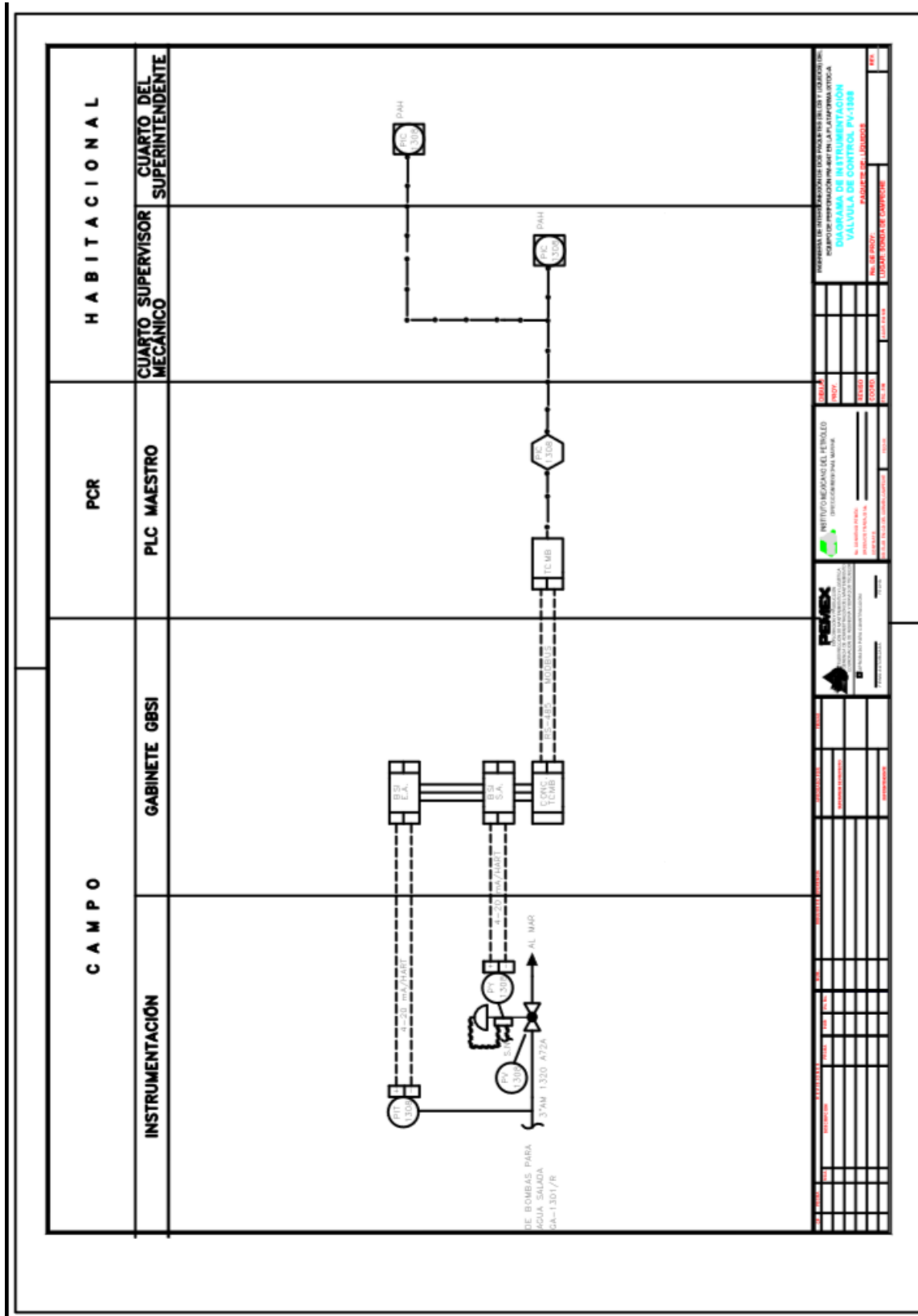


Fig. 29: Diagrama de Instrumentación, Válvula de Control (Paquete de Líquidos)



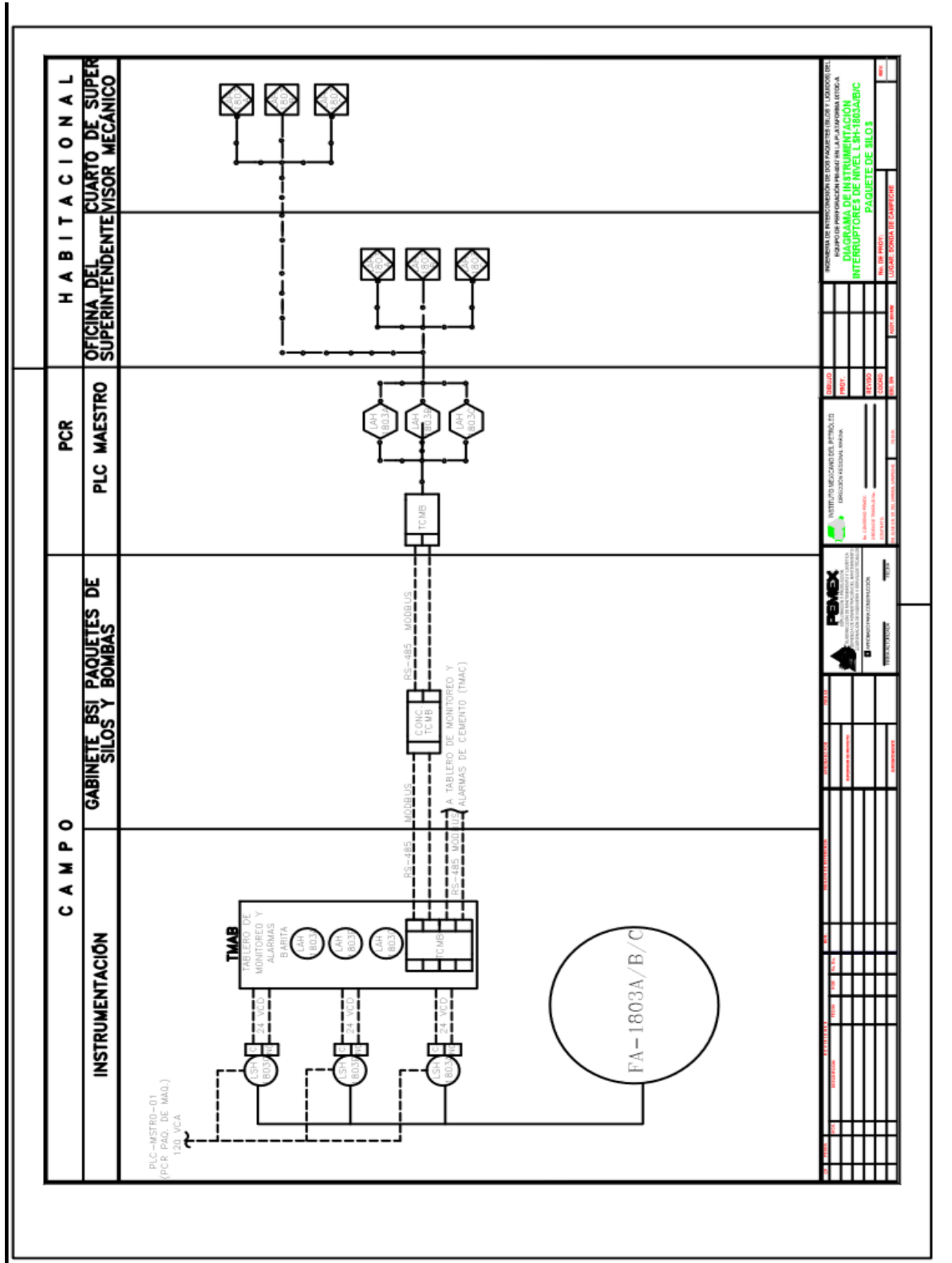


Fig. 30: Diagrama de Instrumentación, Interruptores de Nivel (Paquete de Silos)



# CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Presión, nivel, flujo y temperatura. Son las variables más comunes e importantes de monitorear y controlar en un proceso.



## CONCLUSION Y RECOMENDACION

Todas las compañías sin importar el tamaño, debe proponerse hacer conciencia en sus trabajadores para que cada uno de ellos tengan en su visión ser personas respetuosas, responsables, con dedicación y pasión hacia lo que hacen, si todo esto se logra, conseguiremos un ambiente de trabajo agradable para todos y esto nos traerá como consecuencia aumentar el rendimiento de todos, la calidad en nuestro trabajo y por lo tanto ser una compañía de prestigio ante todas las demás que existan.

Todos los proyectos enfocados a la industria petrolera son factibles, ya que la producción de crudo es uno de los pilares económicos más fuertes del país, la reactivación de plataformas marinas es de los mejores proyectos que PEMEX está llevando a cabo actualmente, ya que con esto invierte una gran cantidad de dinero, pero es una inversión que a largo plazo ahorrara grandes cantidades de dinero a la compañía y al país.

El IMP ha sido llamado “El brazo Tecnológico de PEMEX” porque realmente es una compañía que cuenta con gente preparada, especialistas de todas las áreas con muchos años de experiencia que se encargan de desarrollar los proyectos que PEMEX solicita. Proceso, Tuberías, Eléctrico, Seguridad e Instrumentación y Control son las especialidades que conforman al IMP, quienes desarrollan gran parte de la ingeniería de detalle para que la industria petrolera este al nivel en el que se encuentra.

Queda claro que cada determinado tiempo debemos revisar de manera detallada nuestros avances, para que al momento de entregarlos aparezca la menor cantidad posible de errores, de hacerlo así con esto ahorraremos tiempo en horas-hombre y seguramente también ahorraremos dinero, el tiempo es oro como dicen por ahí... y si cumplimos como se debe otorgaríamos prestigio y mayores ingresos a nuestra compañía.

Independientemente de lo avanzada que valla la ciencia y la tecnología, que son quienes facilitan al hombre sus actividades cotidianas en todos lados, debemos ser cuidadosos en todo momento, saber administrar y manejar de manera adecuada cada uno de sus beneficios. Si somos curiosos pero precavidos, aprenderemos mucho, pues jamás dejaremos de aprender.



## GLOSARIO

**Biselando:** Corte oblicuo en el borde o en la extremidad de una lámina o plancha, como en el filo de una herramienta, en el contorno de un cristal labrado

**Cabezal:** Es una medida específica de la presión del líquido

**Carrete:** Cilindro generalmente con el eje hueco, con rebordes o discos en sus bases, en el que enrolla hilos, cables u otro material flexible.

**Coriolis:** Son fuerzas aparentes, responsables de la desviación de la trayectoria de un cuerpo que se mueve sobre una superficie que rota.

**Drenes:** Dispositivo que facilita la salida de líquidos o exudados al exterior del organismo

**Epóxico:** Es un polímero termoestable que se endurece cuando se mezcla con un agente catalizador o endurecedor.

**Hidrofóbico:** Molécula incapaz de interactuar con las moléculas de agua.

**Imprimante:** Ingredientes necesarios para pintar o teñir

**Malacate:** Máquinas de tipo cabrestante, de eje vertical.

**Manifold:** Parte del sistema de tuberías de cargue, descargue o manejo de productos, en el cual confluyen varios tubos y válvulas, se le conoce como "múltiple de cargue".

**Misceláneos:** En instrumentación, instrumentos que se pueden utilizar en cualquiera de las variables a monitorear y controlar.

**Monel:** Es el nombre que se asigna a las aleaciones comerciales con razones níquel-cobre de aproximadamente 2:1 de peso.

**Niples:** Pedazo de tubo con rosca por fuera que sirve para unir dos tubos.



**Octápodo:** Estructuras adosadas

**Periferia:** Refiere a aquello que rodea un cierto centro, como una zona determinada, un contorno o un perímetro

**Poliédrica:** Un cuerpo geométrico cuyas caras son planas y encierran un volumen finito.

**Polutas:** Polucionado, Contaminado/ Sucio, inmundo

**Racks:** Soporte metálico destinado a alojar equipamiento electrónico, informático y de comunicaciones. También son llamados bastidores, cabinas o armarios.

**Ramales:** Parte que arranca de algo principal y que se bifurca, como una cordillera, un río o una vía de comunicación.

**Reciprocante:** Compresor de gas que logra comprimir un volumen de gas en un cilindro cerrado.

**Ruteos:** Función de buscar un camino entre todos los posibles en una red de paquetes cuyas topologías poseen una gran conectividad.

**Sarta:** Serie de cosas medidas por orden en un hilo, en una cuerda, etc.

**Silos:** Es una construcción diseñada para almacenar materiales a granel, depósito de materiales diversos, como el cemento, barita.

**Skid:** Deslizamiento; derrape; deslizarse sobre maderos; patinar; derrapar

**Termopozo:** Los termopozos están diseñados para soportar temperaturas / presiones elevadas en procesos funcionando a altas velocidades.

## SIGLAS Y VOCABLOS TÉCNICOS.

AI	Entradas Analógicas
AO	Salidas Analógicas
BPD	Barriles Por Día
DI	Entradas Digitales
DO	Salidas Digitales
ESD	Sistema de Paro por Emergencia.
EM	Estación de monitoreo
EOC	Estación de operación/configuración
FA-4223B	Identificación del equipo (Separador horizontal de gas amargo y condensados)
GBSI	Gabinetes de Barrera de Seguridad Intrínseca
Hart	Transductor Remoto Direccional De Alta Comunicación (Protocolo De Comunicación Digital Superpuesta Al Lazo De Corriente)
HS	Selector Manual
IHM	Interface Hombre Maquina
LAH	Alarma por Alto Nivel
LAL	Alarma por Bajo Nivel
LAHH	Alarma por Muy Alto Nivel
LALL	Alarma por Muy Bajo Nivel
LG	Indicador de Nivel Tipo Réflex
LI	Indicador de Nivel
LIC	Controlador Indicador de Nivel
LO	Local
LSHH	Disparo por Muy Alto Nivel
LSLL	Disparo por Muy Bajo Nivel
LV	Válvula de Control de Nivel
METI	Modelo Electrónico Tridimensional Inteligente
MMPCSD	Millones de Pies Cúbicos Estándar por Día
NPT	National Pipe Thread (x)



PI	Indicador de Presión
PDAL	Alarma por Baja Presión Diferencial
PLC	Control Lógico Programable
PP	En línea De Proceso
RTD	Detector de Temperatura Resistivo
SDMC	Sistema Digital de Monitoreo y Control.
SPPE	Sistema de Paro Por Emergencia
TI	Indicador de Temperatura
TMAB/TMAC	Tableros de Monitoreo y Alarmas de Barita y Cemento
TMR	Triple Modular Redundante
UV	Válvula de corte (Sistema de paro por emergencia)
UV/IR	Ultravioleta/Infrarrojo
UY	Válvula solenoide de la Válvula de corte (Sistema de paro por emergencia)
UPR	Unidad de Proceso Remoto
ZLH	Confirmación de estado de apertura de la válvula de paro por emergencia en el ESD
ZLL	Confirmación de estado de cierre de la válvula de paro por emergencia en el ESD
ZSH	Posición de apertura de la válvula de paro por emergencia
ZSL	Posición de cierre de la válvula de paro por emergencia
ZSC	Indicador De Posición De La válvula (Cerrado)
ZSO	Indicador de Posición De La Válvula (Abierto)

### SÍMBOLOS DE UNIDADES DE MEDIDA.

°C	Grados centígrado
°F	Grados Fahrenheit
kg/cm <sup>2</sup>	Kilogramo/Centímetros Cuadrados
Mm	Milímetros



## FUENTES DE INFORMACION

- ◆ Ingeniería básica de proceso  
Instituto Mexicano del Petróleo – Tomo I – 1998
- ◆ Sistemas de Seguridad Industrial  
Instituto Mexicano del Petróleo – Tomo I - 2002
- ◆ Introducción a la Instrumentación y Control  
Instituto Mexicano del Petróleo – Tomo I – 2005
- ◆ <http://planespecifico.blogspot.mx/2011/07/simbologia-y-diagramas-de.html>
- ◆ <http://www.ceiisa.com/tienda/specials.php>
- ◆ <http://instrumentacionunefm.wordpress.com/2011/11/06/diagramas-instrumentacion-y-tuberias/>
- ◆ <http://ingenierosindustriales.jimdo.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/procesos-industriales/>
- ◆ <http://www.oocities.org/ar/jtpingenieria/ISApid.pdf>
- ◆ <http://cursosdeelectricidad.blogspot.mx/2008/06/tema-34-qu-es-un-diagrama-unifilar.html>
- ◆ <http://www.servelec.mx/elaboracion-de-diagrama-unifilar.html>
- ◆ <http://es.scribd.com/doc/147646249/OP0313-Operacion-Segura-de-Silos>
- ◆ <http://www.pemex.com/proveedores-y-suministros/normas-referencia/Normas%20vigentes/NRF-226-PEMEX-2009.pdf>
- ◆ <http://www.slideshare.net/JELEstrada/lazo-de-control>
- ◆ [http://www.sensacd.com/sistema\\_digital\\_monitoreo\\_control.asp](http://www.sensacd.com/sistema_digital_monitoreo_control.asp)
- ◆ [http://www.enerpac.com/sites/default/files/valve\\_information\\_e327\\_es.pdf](http://www.enerpac.com/sites/default/files/valve_information_e327_es.pdf)
- ◆ [http://www.herrera.unt.edu.ar/controldeprocesos/tema\\_3/tp3c.pdf](http://www.herrera.unt.edu.ar/controldeprocesos/tema_3/tp3c.pdf)

# ANEXOS

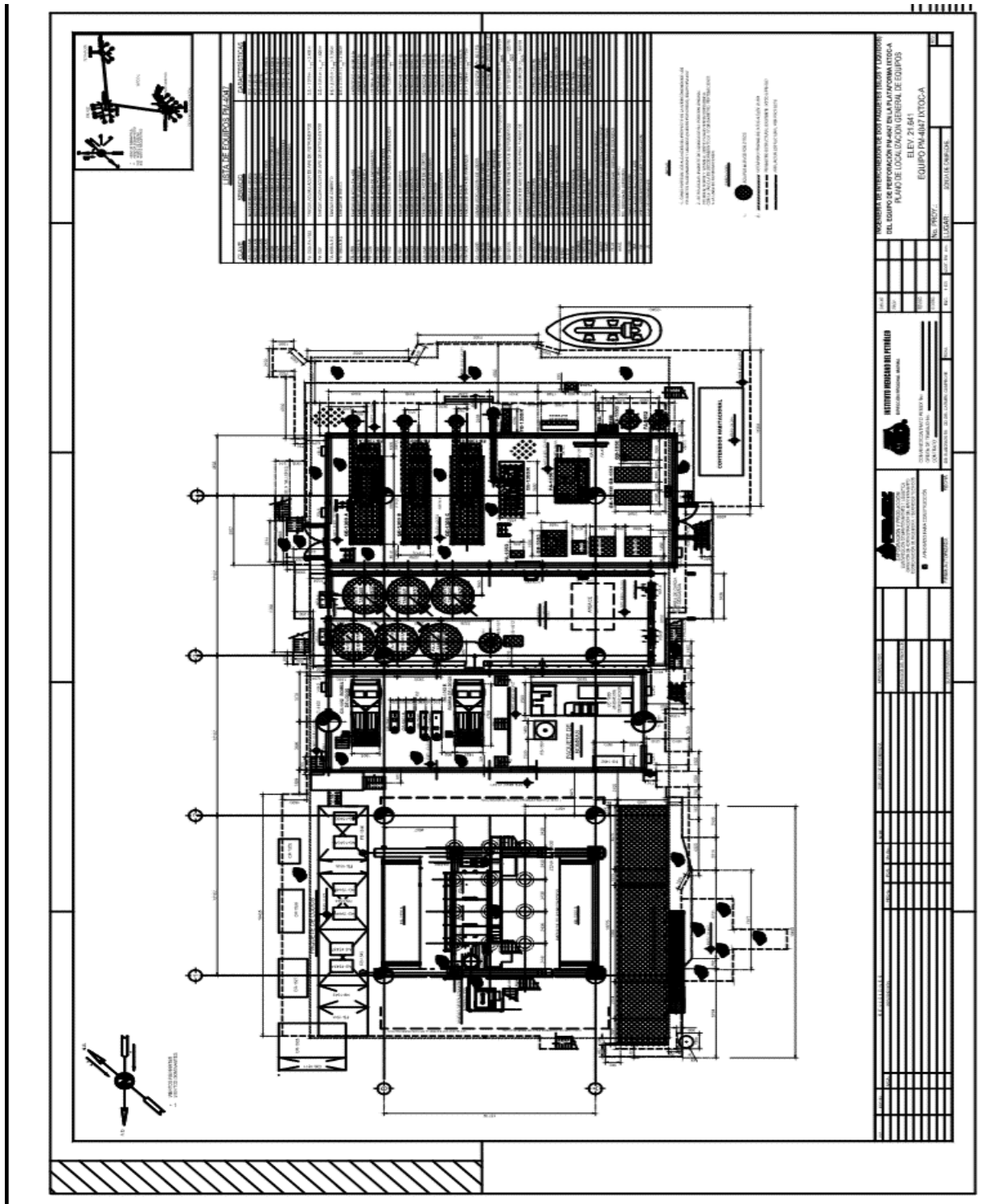


Fig. 32: Plano de Localización General (PLG) Plataforma Ixtoc-A

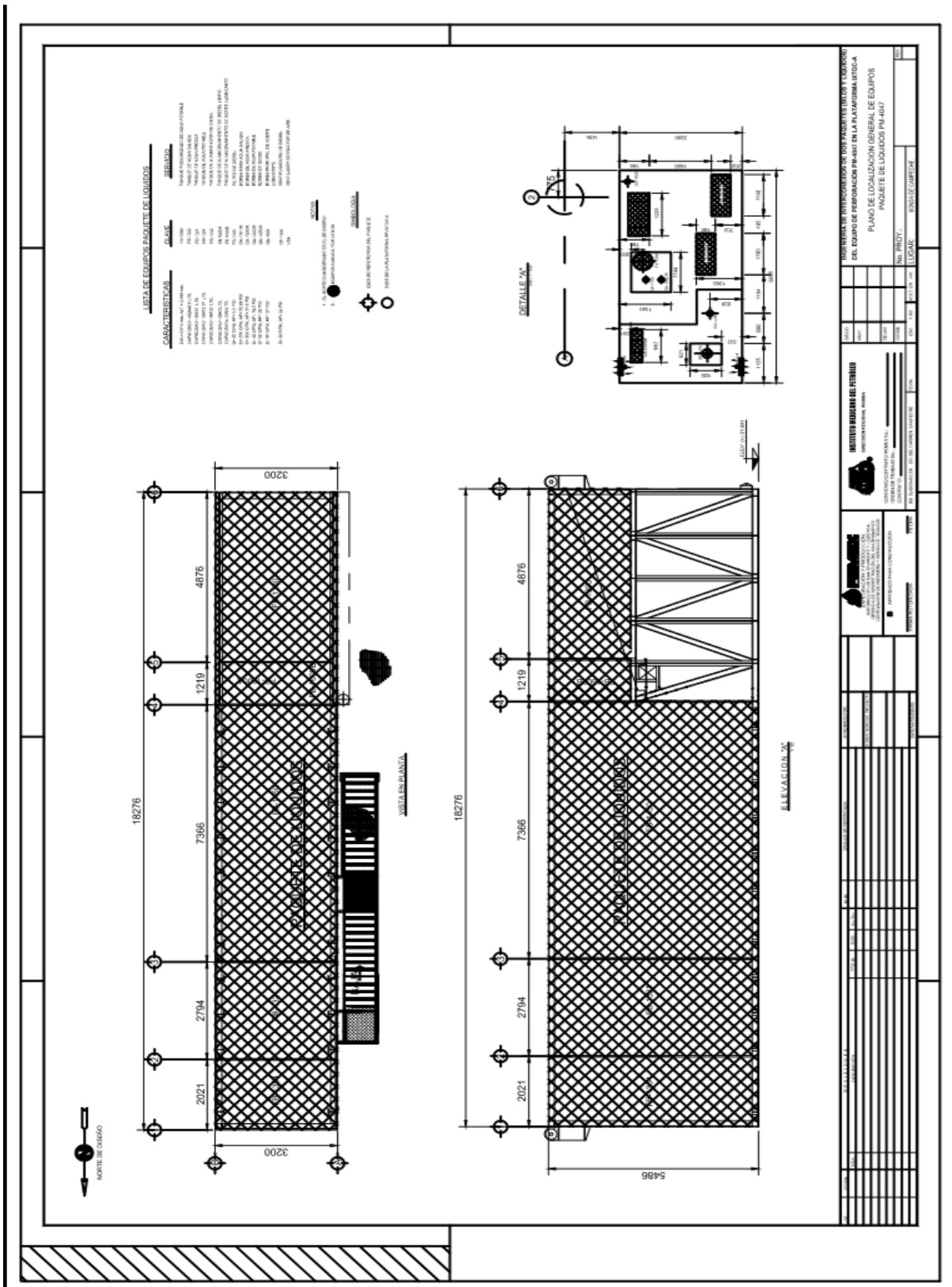


Fig. 33: Plano de Localización General (PLG) Paquete Líquidos.

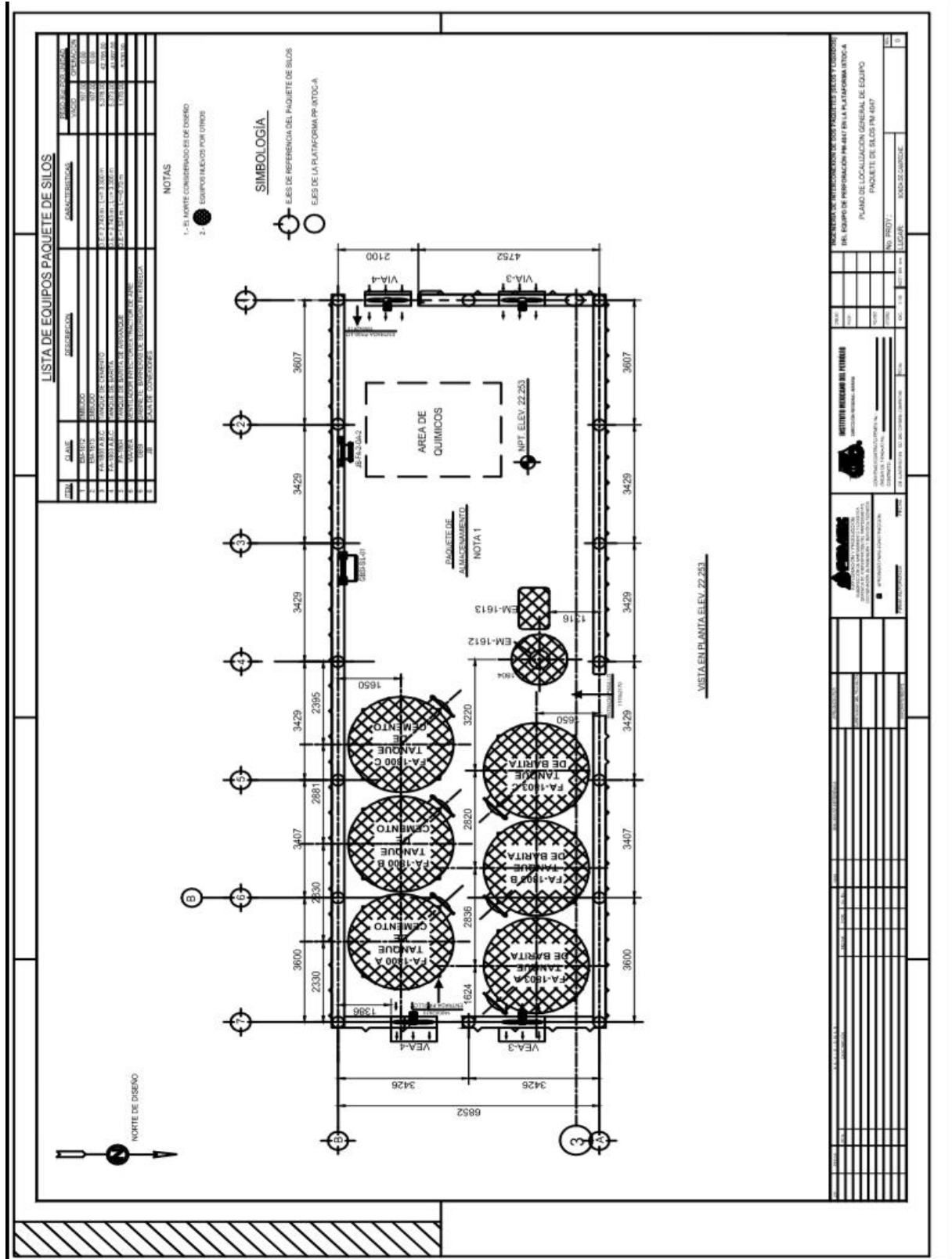


Fig. 34: Plano de Localización General (PLG) Paquete Silos.





DESCRIPCIÓN		DESCRIPCIÓN	
	ALAMBRO EN INTERIOR		INTERRUPTOR DE PRESIÓN NORMALMENTE CERRADO
	ALAMBRO DE DISPOSITIVOS EN CAMPO		INTERRUPTOR DE PRESIÓN NORMALMENTE ABIERTO
	PUNTO DE CONEXIÓN DE TABILLAS DE ARRANCADOR		INTERRUPTOR DE POSICIÓN NORMALMENTE CERRADO
	PUNTO DE CONEXIÓN DE PASO EN GABINETE BSI		BOMBA RELEVADOR (SALIDA DIGITAL) CONFIGURADA EN EL PLC.
	TABILLA TERMINAL EN MÓDULO DE BSI		CONTACTO EN LÓGICA DEL PLC (NORMALMENTE ABIERTO)
	BOTÓN OPERADOR DE CONTACTO MOMENTÁNEO NORMALMENTE ABIERTO		CONTACTO EN LÓGICA DEL PLC (NORMALMENTE CERRADO)
	BOTÓN OPERADOR DE CONTACTO MOMENTÁNEO NORMALMENTE CERRADO		VALVULA SOLENOIDE
	ARRANCADOR		INTERRUPTOR DE PROCESO O CONTACTO SECO DE ARRANCADOR (CONTACTO NORMALMENTE ABIERTO)
	CONTACTO AUXILIAR DE RELEVADOR O ARRANCADOR (NORMALMENTE ABIERTO)		INTERRUPTOR DE SEÑAL DE PROCESO (CONTACTO NORMALMENTE CERRADO)
	CONTACTO AUXILIAR DE RELEVADOR O ARRANCADOR (NORMALMENTE CERRADO)		MÓDULO DE ENTRADAS DIGITALES
	PROTECCIONES		MÓDULO DE SALIDAS DIGITALES
	SELECTOR MANUAL DE 2 POSICIONES ① LOCAL ② REMOTO		MÓDULO DE ENTRADAS ANALÓGICAS
	LUZ INDICADORA O ALARMA VISIBLE		BLOQUE TEMPORIZADOR EN EL PLC
	SOLENOIDE		BARRETA DE SEGURIDAD INTRÍNSECA SEÑAL INDIVIDUAL
	RELEVADOR DE TIEMPO		MÓDULO DE BSI ENTRADAS DIGITALES
	CONTACTO (NC) DE RELEVADOR DE TIEMPO (ON DELAY)		MÓDULO DE BSI SALIDAS DIGITALES
	CONTACTO (NA) DE RELEVADOR DE TIEMPO (OFF DELAY)		MÓDULO DE BSI ENTRADAS ANALÓGICAS
	INTERRUPTOR DE NIVEL NORMALMENTE CERRADO		EL ALCANCE ES POR CÍRCOS O FORMA PARTE DE UN EQUIPO PAQUETE (POR FABRICANTE)
	INTERRUPTOR DE NIVEL NORMALMENTE ABIERTO		

Fig. 36: Simbología de Control Eléctrico.