Manejo de vapores

El proceso de llenado y despacho de metanol desde las instalaciones de Pacífico MEXINOL en el puerto hasta buques cargueros, va antecedido de un proceso de inertización de la atmosfera interna de almacenamiento dentro de estos cargueros con nitrógeno de alta pureza para eliminar la presencia de cualquier factor que pudiese producir una atmosfera peligrosa. Para enriquecer con nitrógeno tal atmosfera, se requiere una salida de gas de purga que permitirá el desplazamiento de estos gases. Se tiene especificado que al llegar los buques estos mantengan en su interior una presión mínima de metanol de la carga anterior, por lo que el gas de salida antes mencionado, sea una mezcla de nitrógeno más vapor de metanol.

La mezcla nitrógeno-metanol se colecta en un ducto y se envía a la unidad de recuperación de vapores adyacente a la zona de carga. La función de esta unidad es la recuperación del vapor de metanol, su licuefacción y reinyección a la línea de llenado de metanol a los cargueros.

El proceso de recuperación de vapor se logra al pasar la mezcla nitrógeno-metanol a través de un separador que posee un tamiz catalizador en su interior capaz de capturar el metanol y dejar pasar el nitrógeno. Luego, el metanol, que está a una presión muy baja, es comprimido y retornado a otro recipiente donde este cambia su estado de gaseoso a líquido. Posteriormente el líquido formado se bombea a una presión por encima de la presión de la línea de llenado principal.

El nitrógeno, que se deja pasar en el catalizador, alcanza una concentración pura y se envía de retorno a la planta principal a través de una línea de 8”.

En la siguiente figura se muestra el proceso de recuperación de vapores en el muelle.

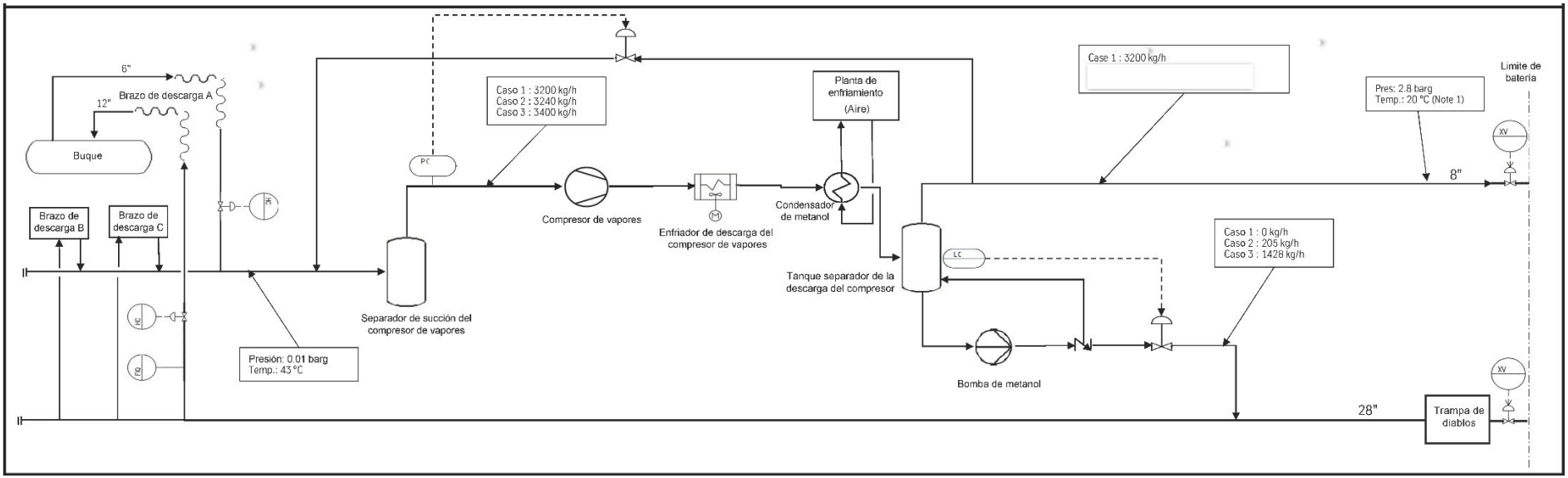


Figura 13. Proceso de recuperación de vapores en el muelle

Servicios Auxiliares

Sistema de drenaje de metanol

Varios drenajes de toda la planta se recogen en el sistema de drenaje de metanol. Los drenajes se recogen en el tambor de mezcla de metanol. Dependiendo de la composición del líquido dentro del tambor, se puede bombear al tanque de metanol impuro o a la instalación de tratamiento de aguas residuales de JAPAMA, a través de la bomba de drenaje de metanol.

Sistema de vapor y condensado

Se necesita vapor para el proceso de metanol a diferentes niveles de presión y temperatura. El sistema de vapor y condensado, suministra agua al generador de vapor (BFW) para la producción de vapor, distribuye el vapor a las diferentes unidades y recoge el condensado de las unidades de la planta. Se produce una gran cantidad de calor en el reactor principal y en los reactores de metanol. Este calor se utiliza para producir vapor a diferentes niveles de presión:

- Vapor saturado de alta presión y
- Vapor saturado de media presión

Posteriormente, ambos niveles de vapor saturado se sobrecalientan y se inyectan al cabezal de vapor apropiado. La planta de metanol produce vapor que excede su propia demanda. Esto incluye también el vapor que se exporta a la unidad de separación de gases del aire (ASU). El exceso de vapor de media presión se utiliza para producir energía en la unidad de generación de energía eléctrica.

Unidad de separación de gases del aire (ASU)

La Unidad de Separación de gases del Aire (ASU) separa el aire en sus componentes, principalmente nitrógeno y oxígeno. Se necesita oxígeno puro para el reactor principal con el fin de proporcionar la energía para las reacciones de reforma que tienen lugar. El nitrógeno se requiere continuamente dentro de la planta de metanol como gas de sellado para compresores, para la inertización de tanques y tambores de almacenamiento y para purgar los cabezales del quemador. Además, se utiliza como gas de purga para la activación del catalizador durante la puesta en marcha de la planta.

El aire del medio ambiente se utiliza como gas de alimentación para la unidad de separación de gases del aire (ASU). El vapor alta presión sobrecalentado del cabezal de vapor de alta presión se utiliza dentro de la ASU para impulsar las turbinas de vapor de los compresores de aire y el vapor

sobrecalentado de media presión del cabezal de vapor de media presión, se utiliza para fines de regeneración dentro de la ASU.

Unidad de tratamiento de agua

El agua pre-tratada se obtendrá a través de Tie-In Point de la planta de tratamiento de agua de JAPAMA. El origen del agua antes del tratamiento, por parte de JAPAMA, son las aguas residuales municipales de la ciudad Los Mochis. Esta agua es sometida a un proceso de clarificación y filtración antes de ser enviada a Pacífico MEXINOL. La unidad de tratamiento de agua de Pacífico MEXINOL está llamada a mejorar la calidad del agua hasta valores aceptables de calidad de agua para uso industrial, utilizando para ello un proceso basado en la inyección de químicos que aceleran la aglomeración de las partículas sólidas suspendidas muy pequeños para formar flóculos más grandes que promuevan su precipitación y posterior decantación que facilita la removidos en forma de lodos. Por otro lado, se promueve la cloración e introducción de otros químicos en el agua para eliminar nitrógeno, fosfatos, partículas orgánicas, algas o elementos biológicos, además de llevar el agua a los niveles requeridos de dureza, con la remoción de solidos disueltos.

Una vez eliminadas las impurezas, el agua se divide en dos corrientes, una hacia la torre de enfriamiento de la planta, la cual se usa para la red de distribución y que sirve para alimentar a los equipos que requieren enfriamiento. La otra corriente de agua va al tanque de almacenamiento de agua tratada, el cual también sirve como tanque de agua contra incendios. El tanque de agua tratada está dividido en dos secciones de nivel, el nivel más bajo que garantiza un volumen de 10,000m^3 de agua con salidas únicas hacia las bombas contra incendios, y por encima de ese nivel, otras conexiones que alimentan otros usuarios de la planta, tal como el sistema de desmineralización de agua.

Para producir agua desmineralizada, el agua desde el tanque de agua tratada se conecta con la unidad de pulido de agua. En esta unidad el agua pasa por un proceso de ultrafiltración, luego sometido a un proceso de osmosis inversa doble para remover minerales como calcio, magnesio, etc. y un sistema de pulido de agua que lleva el agua a los niveles requeridos de desmineralización para producir el vapor del proceso, arriba mencionado.

El agua potable se obtiene de una corriente de agua de reciclo interno, de tal forma que, el agua servida generada por los servicios internos de la planta, se procesan en equipos de ultrafiltración, decantación, de cloración y de osmosis inversa para ser convertida en agua de calidad superior apta

para el consumo humano. El uso del agua potable se ha especificado para ser usado en los siguientes sistemas:

- Las regaderas de seguridad
- El agua de uso humano para su aseo personal
- El agua del laboratorio
- El agua usada para cualquier otra actividad dentro de las instalaciones administrativas y operativas.

Toda agua residual, tanto de la unidad de pulido, como del sistema de agua de enfriamiento, así como también cualquier agua que se considere con alto contenido de impurezas, se enviará de retorno a la empresa JAPAMA para su apropiado manejo.

A continuación, se describe el proceso de cloración:

Agregar Cloro de forma segura al agua, consiste principalmente en realizar una extracción de la capa de gas Cloro contenida en el cilindro, a un ritmo controlado; empleando para esto, presiones negativas. Esta presión negativa es creada en un equipo denominado eyector o dispositivo Venturi. Con el paso de una corriente de agua acondicionada, a través de mecanismos finos de este eyector, se provoca un efecto de succión o presión negativa en un conducto dado (frecuentemente tubos flexibles de Polietileno).

El vacío provocado en eyector abre un mecanismo en su contraparte, el cabezal de regulación de vacío. Este cabezal no permite fugas de gas a presión debido a que cuenta con un diafragma opuesto a un resorte y se cierra herméticamente si el vacío desaparece. Si llegase a existir una fuga de gas a presión, está sería por un puerto de venteo, que en instalaciones completas, es dirigido directamente al lavado de aire.

Una vez absorbido por el agua, la solución supe-clorada es conducida a baja presión a los diferentes puntos de inyección, donde será inyectado Cloro, hasta cubrir la demanda provocada tanto por microorganismos, metales y otras especies aceptores de los electrones de Cloro, como lo es amonio y materia orgánica.

Finalmente, en función del caudal y calidad fisicoquímica del agua de proceso, la demanda de cloro es ajustada manualmente luego de la medición, tanto en línea como en laboratorio, del parámetro de Cloro libre residual. Las instalaciones de cloración se describen a continuación.

Cuarto de cloración

Las características del cuarto de cloración son las siguientes:

- El almacenamiento de los cilindros de gas, será en un lugar especial, bajo techo, separado y con restricción de acceso a solo personal autorizado.
- Tendrá necesariamente dos salidas de emergencia.
- Quedará prohibido introducir materiales flamables en el área.
- Todos los cilindros tendrán cadenas para ser fijados a los muros para evitar su caída en algún movimiento de la tierra.
- Se dispondrá de jaulas y equipo de izaje para la carga y descarga segura de cilindros por parte de proveedores.
- Se dispondrá de alarmas de temperatura para no alcanzar nunca 70°C en esa área. Por lo tanto, la temperatura del lugar deberá permanecer entre 15 y 50°C.
- Se contará con etiquetas imantadas para identificar a los cilindros llenos de los vacíos.
- Solo se almacenará cloro suficiente para una semana de operación. Esto es aproximadamente 3,128 kg.

Regulador de vacío

Cada cilindro contará con un regulador de vacío.

Línea de venteo

Estas líneas compuestas de tubing de polietileno, serán dirigidas (cada una por separado) al scrubber para su procesado.

Aunque el Scrubber es un ambiente cerrado, la terminación de las líneas de venteo mantendrá siempre un cedazo de protección contra taponamiento por insectos.

Línea de cloro gas (tramo entre el regulador de vacío y el eyector)

- Línea de vacío serán de Tubing de polietileno por su resistencia al gas, al vacío y daño mecánico.

Específicamente se usará tubing de 3/8” marca Parker PEFR Series, resistente a la flama y con las siguientes especificaciones técnicas:

Diámetro exterior de los tubos (pulg): 3/8
Diámetro exterior del tubo: 3/8 inch, 9.5 mm
Diámetro interior del tubo: 250 inch, 6.4 mm
Grosor de la pared del tubo: 062 inch, 1.6 mm
Presión de trabajo máxima:155 psi, 10.7 bar
Presión de rotura mínima: 620 psi, 42.8 bar
Radio de curvatura mínimo: 1 1/2 inch, 36.1 mm
Temperatura mínima de funcionamiento: -85 °F, -65 °C
Temperatura máxima de funcionamiento:150 °F, 66 °C
Rango de presión de vacío:755 mm-Hg

- Estas líneas operarán a valores de vacío bajos, de alrededor de 1 a 4” Hg; y podrán prolongarse hasta 60 metros sin rebasar perdidas por fricción, de la conducción de cloro gas, de alrededor de 0.5” Hg. Sin embargo, se espera no necesitar distancias mayores a 10 metros para la instalación es cuestión.
- Los conectores glándula de tubing al eyector y válvula deberán tener un par de vueltas de teflón certificado para ese uso. En este caso teflón marca Garloc de ½”.
- La conducción de estos tubing, será libre y disponible a la vista y la ventilación
- Todas las conexiones solo se apretarán con la mano, nunca se usará herramienta para dar ajuste.
- El tubing no se pintará ni se limpiará con solventes u otras sustancias químicas. En caso de remover polvo, solo se usará un escobillón limpio.

Eyector

Diversas consideraciones hidráulicas serán tomadas para la elección de un eyector adecuado y tuberías relacionadas. Ya que una falla hidráulica será entonces falla del eyector y del proceso de desinfección. Estas consideraciones comprenden:

- El eyector será siempre localizado en un punto de menor elevación respecto a los puntos de inyección del agua super-clorada. De esta forma será prevenido el sifón de cloro, no demandado por el proceso.

- El diámetro de tubería de inyección (DN 19mm en cada eyector) será elegido (de ser necesario aumentado) para conseguir una velocidad moderada (4 a 5 ft/s) y perdidas por fricción en tuberías mínima. De esta forma se evitará presentar altas presiones de entra al eyector para compensar las pérdidas en la salida. Tomando como referencia el siguiente diagrama. Podemos estimar las siguientes variables para el trabajo de cada eyector, presentadas en la siguiente Tabla.

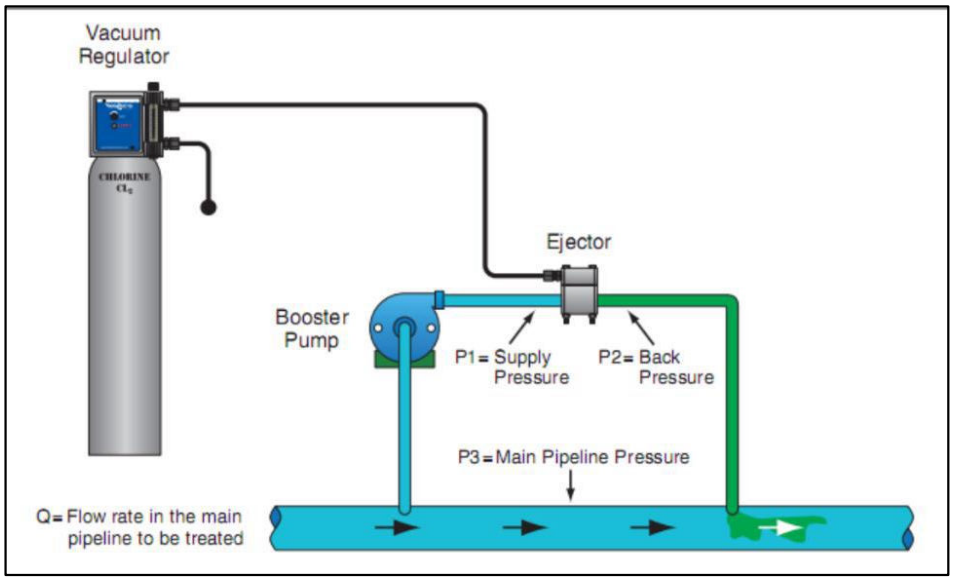


Figura 14. Diagrama representativo de la inyección de Cloro gas

Tabla 6. Variables para el trabajo de cada eyector

Variable	Mínimo-Normal	Máximo extraordinario
Flujo de alimentación de agua	22.5 LPM	30 LPM
Flujo de cloro gas aproximado ** en función de cantidad y calidad de agua de proceso.*	0.75 kg/h/eyector	1.13 kg/h/eyector
Velocidad media del líquido super-clorado en tubería	4.45 ft/s	5.94 ft/s
P1 (Presión de alimentación a eyector)	3 Bar	5.5 Bar
P1 (Presión de Salida de eyector)	1.37 Bar (14.06 mH2O @4°C)	3.5 Bar
Presión máxima de trabajo admisible para el eyector (según fabricante)	10 bar	10 bar

- Todos los eyectores tendrán un filtro tipo "YEE" de malla 200 mesh para protegerlos de atascamiento por sólidos. Después del filtro YEE, un filtro tipo cartucho de 20 micras será localizado justo antes del eyector para reducir al máximo las maniobras de limpieza de este, en las cuales, la tubería debe inevitablemente ser desarmada.
- También, cada eyector tendrá una válvula de paso y de control del flujo y presión de agua alimentada, así como también, indicadores de presión para la revisión cotidiana.
- Normalmente, el eyector que cubre gran variedad de las necesidades, posee conexiones macho rosca NPT DN 19 mm. Estas terminales serán enroscadas con la mano, usando sello de teflón como facilitador del ajuste a conectores hembra Hidráulicos PVC C80. Estos conectores hembra serán unidos a bridas movibles también de PVC C80 con alta resistencia a la presión de aprox 350 psi. De esta forma, en actividades de mantenimiento y limpieza de eyectores, serán las bridas movibles las piezas que recibirán ajuste y estrés mecánico, evitando en todo momento, sobre-ajustar o estresar las piezas del eyector.

Tubería de agua super-clorada (tramo entre el eyector y el punto de inyección)

Debido a la alta concentración del gas cloro disuelto, la solución que circula por estas tuberías será corrosiva y deberá usarse un material apropiado para conducirla y proteger la tubería de daños. Está tubería tendrá las siguientes consideraciones de diseño y/o especificaciones constructivas:

- Fabricada en PVC C80 con piezas hechas en colado monolítico de preferencia marca SPEARS.
- Se mantendrá la tubería oculta del sol y protegida de daño mecánico
- Se evitará la formación de bolsas de gas dentro de la tubería, asegurando una pendiente ascendente en los tramos de tubo, desde el eyector al punto de inyección.
- Esta tubería no cruzará por debajo o dentro de estructuras de concreto.
- De preferencia, las uniones desmontables de esta tubería, serán del tipo bridada en PVC C80.

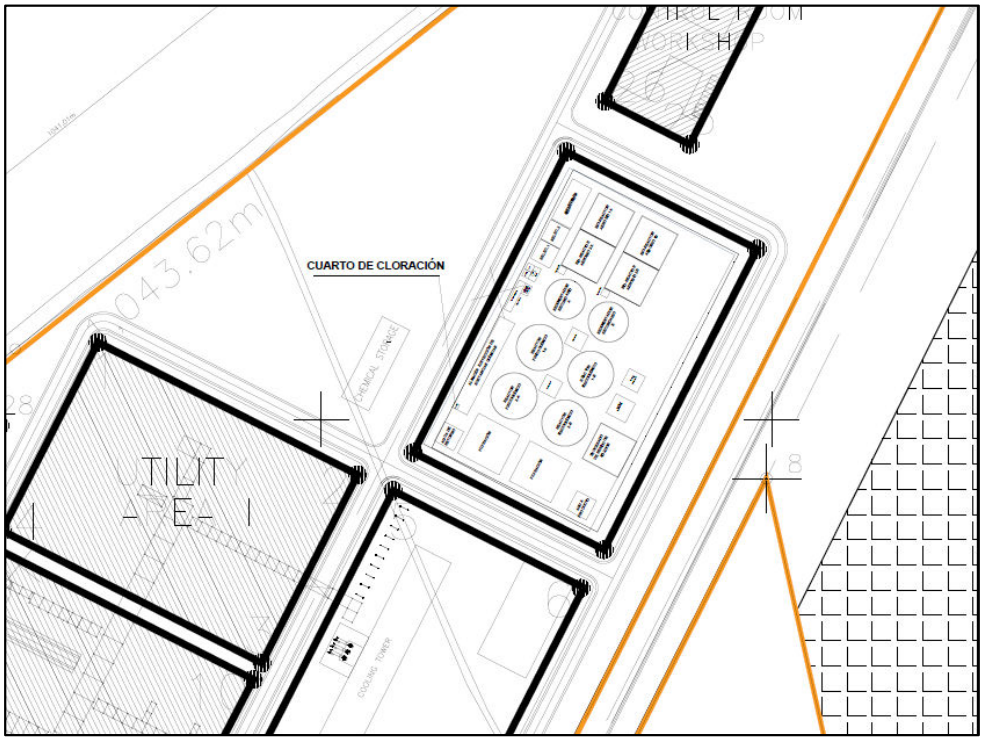


Figura 15. Localización del cuarto de cloración en plano general

Unidad de Generación de Energía Eléctrica

El sistema eléctrico de la planta está conectado a la red de CFE a través de la línea de alta tensión de 115kV. Principalmente la energía eléctrica desde la red nacional se utilizará solo durante el arranque de la planta o cuando haya algún problema en la generación interna de corriente eléctrica.

La generación interna de energía eléctrica se da a través de un generador eléctrico impulsado por una turbina de vapor, la cual recibe vapor de media presión. La capacidad de generación del generado excede la demanda de corriente eléctrica de la planta, por lo que un porcentaje de esta corriente se exporta a la red de 115kV.

La corriente generada antes de llegar a la subestación eléctrica (cuarto eléctrico) es pasado por un proceso de transformación de los niveles de tensión para adaptarlos a los niveles requeridos en la planta y luego se distribuye a las áreas donde la energía eléctrica es requerida. Adicionalmente, se proporciona un generador diésel de emergencia, el cual está llamado a suplir la energía eléctrica demandada por los sistemas vitales de la planta en situaciones de inestabilidad, para garantizar que la planta sea puesta fuera de servicio de forma controlada.

B. Filosofía de seguridad y control

El trabajo de instrumentación principal implica la instalación de instrumentos de campo, instrumentos de paquete, PLC de paquete, sistema SCADA, DCS, ESD, SSLS, F&G, AMS, analizadores en línea, OPC / RTDB, PLC de terceros, sistemas de comunicación y UPS y panel de distribución de energía de la batería.

La instrumentación de campo debe estar cableada para y terminada en tableros de conexiones. Se proporcionará instrumentación independiente para las funciones de control normal y de paro de las facilidades. Las señales se segregarán en cajas de terminaciones separadas para señales analógicas, digitales y de potencia con respecto a los sistemas DCS, ESD y F&G.

Todos los transmisores serán de tipo "inteligente" basados en el protocolo HART utilizando señales analógicas superpuestas con señales digitales. Todos los dispositivos HART se proporcionarán con compatibilidad AMS. Los transmisores ESD deben estar separados de los que se utilizan para el DCS. Se utilizarán transmisores independientes y dedicados para señales Alto-Alto y Bajo-Bajo. Se proporcionarán tomas de proceso y aislamiento separados. Sin embargo, los transmisores ESD y DCS puedran compartir un elemento primario, como una placa de orificio común. El número de transmisores en un ciclo ESD seran de acuerdo con la clasificación SIL requerida. Se utilizarán transmisores electrónicos en lugar de interruptores.

Se proporcionarán válvulas a prueba de fuego para ESD (clasificación SIL según el estudio SIL) Válvulas de SDV / de despresurización / purga, PSV, válvulas de control y sensores de iniciación. Se proporcionarán paneles de reinicio local en la mayoría de las ESDV / SDV, pero no en las SDV, donde es más seguro, el reinicio automático.

Se proporcionará un medidor de flujo de transferencia de custodia en la línea de exportación de metanol y en la línea de gas natural de alimentación principal.

El control y la parada de la planta de proceso se coordinarán desde la sala de control. La sala de control tendrá varias estaciones de trabajo de control principales, así como una estación de trabajo ESD / F&G separada. El número de operadores sera de acuerdo con los requisitos mínimos del proyecto, habrá operadores del tablero principal, así como supervisores de turno y operadores de campo.

El equipo de control y parada de la planta instalado en la Sala de Control Principal, comprenderá los siguientes sistemas:

- **Sistema de control distribuido (DCS)**

Las funciones de control y supervisión de la instalación se realizarán mediante un DCS, ubicado en la sala de control para lograr todas las funciones especificadas. El DCS (Distributed Control System / Sistema de Control Distribuido) proporcionará una interfaz bidireccional completa con otros sistemas como SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition / Sistema de Adquisición de Datos y Control Supervisado), ESD (Emergency Shut Down System / Sistema de Parada de Emergencia), los equipos de campo, el sistema F&G (Fire and Gas System / Sistema de Detección de Gas y Fuego), almacenamiento a largo plazo / computadora y todos los demás sistemas necesarios para brindar un monitoreo y control completo de las operaciones de la Instalación. El DCS proporcionará un alto grado de fiabilidad operativa y estará diseñado para incorporar redundancia de los procesadores de control, fuentes de alimentación, etc. El diseño del DCS incorporará amplias funciones de autodiagnóstico automático y proporcionará una alarma para indicar todas y cada una de las fallas detectadas. También permitirá capacidades de tendencias flexibles e integradas para un análisis preciso del proceso histórico y los datos derivados e igualmente, proporcionará capacidades de almacenamiento de bases de datos para instalaciones de tendencias, pantallas personalizadas, informes, etc.

Los gabinetes de clasificación del DCS, gabinetes de E/S (Entrada y Salida) y gabinetes del controlador estarán separados físicamente de otros gabinetes del sistema.

La interfaz de DCS con otros sistemas se realizará a través de una arquitectura tolerante a fallas de enlaces redundantes duales.

Se proporcionará una fuente de alimentación ininterrumpida (UPS) con un tiempo de respaldo para el DCS.

- **Sistema de paro de emergencia (ESD)**

El sistema del proceso ESD será doble redundante y las señales de campo serán monitoreada en línea. Todas las señales de entrada / salida de campo estarán cableadas y no se utilizarán datos en serie. Los

gabinetes de clasificación ESD, los gabinetes de E/S (Entrada / Salida) y los gabinetes del controlador deben estar separados físicamente de otros gabinetes del sistema con la excepción de SSLS, que compartirá el mismo controlador que el sistema ESD, pero tendrá módulos de E/S separados para señales SSLS (Sistema Lógico de Apagado Secuencial) y ESD.

La interfaz del ESD a la subestación debe ser a través del panel de relés de interposición (IRP) en la sala de la subestación. La interfaz de ESD con otros sistemas se realizará a través de enlaces redundantes duales.

Se proporcionará una fuente de alimentación ininterrumpida dedicada para los sistemas SSLS y ESD.

- **Sistema lógico de apagado secuencial (SSLS)**

El proceso SSLS será doble redundante y las señales de campo serán monitoreadas en línea. Todas las señales de entrada / salida de campo estarán cableadas y no se utilizarán datos en serie. Los gabinetes de clasificación SSLS, los gabinetes de E / S estarán separados físicamente de otros gabinetes del sistema, pero compartirán el mismo controlador que el sistema ESD. La interfaz SSLS a la subestación se realizará a través del panel de relés de interposición (IRP) en la sala de la subestación. La interfaz de SSLS con otros sistemas se realizará a través de enlaces redundantes duales.

- **Sistema contra incendios y detección gas (F&G)**

Los detectores de fuego y gas se implementarán según el QRA, el F&G Study y el mapa de gas e incendios El sistema F&G será dual redundante / TMR y las señales de campo serán monitoreadas en línea. Todas las señales de entrada / salida de campo estarán cableadas y no se utilizarán datos en serie. Los gabinetes de clasificación de F&G, los gabinetes de E / S y los gabinetes del controlador deben estar separados físicamente de otros gabinetes del sistema. La interfaz del sistema F&G con otros sistemas se realizará a través de enlaces redundantes duales. Se proporcionará una fuente de alimentación ininterrumpida dedicada con un tiempo de respaldo de 24.5 horas para el sistema F&G.

- **Panel de alarma contra incendios (FAP)**

El sistema de alarma contra incendios es un sistema con marcación automática de emergencia (basado en IP) a la red de la empresa.

Los detectores de humo, pulsadores manuales, detectores de calor (para espacios de subsuelo y techos suspendidos superiores), detectores de hidrógeno y detectores de calor (para sala de baterías), detectores de metanol y otros posibles agentes, alarmas sonoras / luces estroboscópicas / balizas, etc. estarán conectados a un sistema de alarma y detección de incendios dedicado. Todos los detectores serán direccionables y se conectarán a través de un cable con aislamiento mineral (MICC). Las salas de baterías deben estar provistas de un detector de hidrógeno y un sistema detector de calor direccionables a prueba de explosiones.

- **Sistema de monitoreo de CCTV**

CCTV Cámaras Pan Tilt and Zoom (PTZ) serán instaladas en puntos estratégicos de la planta y de la zona de carga de metanol. Una cámara fija dedicada al monitoreo del quemador será instalada.
Todos los controladores, indicadores y registradores normalmente se ubicarán en la sala de control, excepto aquellos lazos / equipos empaquetados, donde la filosofía del proceso exige un controlador local o PLC. Los PLC de paquete que impliquen paradas deben tener una clasificación SIL 2 como mínimo.

Cualquier equipo especializado que tenga capacidad de cálculo y visualización individual, como equipos paquete, deberá estar interconectado con el sistema DCS, SCADA, ESD, sistema F&G de la instalación, SSLS y el sistema informático y almacenamiento de datos, según se requiera para la transferencia de datos, alarma, tendencia, sistema, informes, etc.

C. Materias primas, productos y subproductos

En la siguiente tabla se muestran los insumos requeridos para la operación de la planta Pacífico MEXINOL; así como las cantidades de reporte de las sustancias que se incluyen en los listados de actividades altamente riesgosas emitidos por la Secretaría de Gobernación.

Tabla 7. Materias primas, productos y subproductos

Sustancia	Cantidad de reporte (kg)	Recipiente	Capacidad	Máxima cantidad almacenada
Gas natural	500[2]	N.A.	N.A.	N.A.[3]
Metanol puro	10,000[1]	3 tanques verticales	52,000 m³	156,000 m³ (123,552 ton.)

Sustancia	Cantidad de reporte (kg)	Recipiente	Capacidad	Máxima cantidad almacenada
Metanol Fuera de especificación	10,000[1]	1 tanque vertical	6,400 m³	6,400 m³ (5,068.8 ton.)
Metanol de Chequeo	10,000[1]	2 tanques verticales	3,200 m³	6,400 m³ (5,068.8 ton.)
Cloro	1[1]	3 cilindros verticales	68 kg	204 kg

N.A.= No Aplica, [1] primer listado, [2] segundo listado, [3] el gas se recibe por ducto por lo que no hay almacenamiento

De acuerdo con la tabla anterior, las cantidades totales almacenadas de metanol y de cloro, rebasan las cantidades de reporte.

Por otra parte, el gas natural se recibe por ducto por lo que no hay almacenamiento. Para el suministro de gas desde la salida de la estación de medición (propiedad de TC Energy), se contará con una línea de 10" de diámetro y una longitud de 100 m., hasta el punto de consumo (reactor de hidrogenación/desulfuración).

A continuación, se presenta el cálculo de la cantidad de gas natural contenida en la línea de suministro. Para calcular la masa de gas contenida dentro de una sección de tubería, es necesario determinar en primera instancia la densidad del gas bajo las condiciones de presión y temperatura; la cual se determina a través de la ecuación de gas ideal, considerando para ello un factor de corrección para la ecuación de los gases ideales (factor de compresibilidad=Z), como se muestra a continuación:

Utilizando la ecuación general de los gases, se tiene:

$P\,V = n\,R\,T$…… (1)

Donde:

P= presión

V= volumen

n= número de moles

R= constante de los gases ideales

T= temperatura

El factor de compresibilidad Z se define como:

$Z=V_{real}/V_{ideal}$ $V_{ideal} = V_{real} / Z$… (2)

Sustituyendo 2 en 1

$P V_{real} = n Z R T$…… (3)

Por otra parte:

n = moles = masa / Peso molecular = (m/PM) ……. (4)

Sustituyendo 4 en 3:

P V = (m /PM) Z R T

Despejando P:

P = (m / V) Z R (T / PM) … (5)

Considerando que:

Masa / Volumen = densidad $m/V=\delta$ …… (6)

Sustituyendo 6 en 5:

P = (δ Z R T) / PM

Despejando δ:

δ = (P PM) / (Z R T) …… (7)

Una vez obtenida la densidad del gas y considerando que la masa = (δ V), se debe calcular el volumen de gas contenido; el cual, para un ducto, se obtiene a través de la ecuación del volumen de un cilindro:

(8) ……$V = \pi r^2 l$ donde l es igual a la longitud del ducto

Teniendo los valores de densidad y volumen, podemos determinar la masa

(9) ……masa = (δ V)

Una vez indicado lo anterior, se calculó la masa contenida en la tubería de suministro, utilizando las ecuaciones 7, 8 y 9; considerando los siguientes valores:

Z_{metano} = 0.921 a 30°C y 470 psi

R = 10.73 (lb /in^2) ft^3 / (lbmol °R)

PM = 18.2 lb / lbmol

Tabla 8. Masa de gas natural contenida en la línea de suministro

Longitud (m)	Diámetro (pulg)	Presión (psi)	Temperatura (°C)	Densidad (kg/m^3)	Volumen (m^3)	Masa (kg)
100	10	470	30	25.409	5.067	129

De acuerdo con la tabla anterior, el gas natural contenido en la línea de suministro, no rebasa la cantidad de reporte.

Con base en los resultados anteriores, Pacífico MEXINOL desarrollará actividades altamente riesgosas por el manejo de metanol y de cloro.

I.2.1. Hojas de seguridad

Metanol

El metanol, también conocido como alcohol metílico, es el alcohol más simple. Es un producto incoloro y tiene un olor distintivo, similar al del etanol. A temperatura ambiente el metanol es un producto volátil, inflamable pero no explosivo. Es soluble en agua y rápidamente biodegradable. Con una densidad promedio de 792 kg/m^3 es más liviano que el agua. El metanol no es clasificado como un producto peligroso para el ambiente. Con ciertas limitaciones, el metanol no daña la vida marina (ej. Crustáceos, peces, algas o bacterias).

Tabla 9. Características del Metanol

Característica	Valor
No. CAS	67-56-1
Punto de ebullición	64.7 °C
Densidad relativa del vapor	1.1
Punto de inflamación	12°C
Límite Inferior de Inflamabilidad	5.5 %
Límite Superior de Inflamabilidad	44 %

De acuerdo con las hojas de datos de seguridad, el metanol presenta las siguientes características.



Salud 1. Ligeramente peligroso

Irritación o posible lesión reversible. Ligeramente irritante, reversible dentro de siete días.

Inflamabilidad 4. Extremadamente inflamable

Líquidos que pueden encenderse casi bajo cualquier condición de temperatura ambiente. Los materiales en esta clasificación producen atmósferas peligrosas con el aire bajo casi todas las

temperaturas ambientes o, aunque no afectados por las temperaturas ambientes, se encienden rápidamente bajo casi todas las condiciones.
La flama que produce el metanol no es visible a la luz del día. Los vapores pueden formar mezclas explosivas con el aire. Los vapores pueden viajar a una fuente de encendido y regresar en llamas. La mayoría de los vapores son más pesados que el aire, éstos se dispersarán a lo largo del suelo y se juntarán en las áreas bajas o confinadas (alcantarillas, sótanos, tanques).

Cloro

El cloro, en condiciones ordinarias de presión y temperatura, es un gas amarillo verdoso de un olor irritante característico.

Se considera un gas comprensible no inflamable, ni aún en estado líquido; sin embargo, el cloro gas puede soportar la combustión de ciertos materiales bajo determinadas condiciones. El cloro gaseoso es 2.5 veces más pesado que el aire, por lo que tiende a acumularse en los lugares bajos y se difunde lentamente. El cloro gaseoso puede ser licuado por la aplicación de presión a baja temperatura y en está forma es un líquido claro color ámbar, 1.5 veces más pesado que el agua.

A presión atmosférica hierve a -34 °C y se congela a -101°C aproximadamente. El volumen de cloro líquido cuando vaporiza, produce cerca de 460 volúmenes de gas. En presencia de humedad el cloro líquido o gaseoso es altamente corrosivo para los metales de construcción empleados normalmente.

Tabla 10. Características del Cloro

Característica	Valor
No. CAS	7782-50-5
Punto de ebullición	-33.97°C (239.18 K)
Densidad relativa del vapor	2.5
Punto de inflamación	No es combustible
Solubilidad	Solubilidad en agua: 5.1 g/l (30 °C)
Presión de vapor	777.2556 kPa (25 °C)

De acuerdo con las hojas de datos de seguridad, el metanol presenta las siguientes características.



Salud 4. Mortal

Materiales que, bajo condiciones de emergencia, pueden ser letales.

Riesgo Especifico OXI**.**

Materiales que tienen propiedades oxidantes. Reacciona con agua de manera inusual o peligrosa

Es importante señalar que Pacífico MEXINOL, contará con las Hojas de Datos de Seguridad del todas las sustancias químicas que utilice; disponibles para su consulta por todo el personal de la planta; así como de los servicios de emergencia (protección civil, bomberos), que requieran de información directa.

En el **Anexo 3** se presentan las hojas de datos de seguridad del metanol y del cloro, en donde se especifican todas sus características, así como las medidas de seguridad aplicables.

I.2.2. Almacenamiento

Para su operación, Pacífico MEXINOL contará con los siguientes tanques de almacenamiento:

Tabla 11. Tanques de almacenamiento

Sustancia	Capacidad	Cantidad	Dimensiones		Material de Construcción	Dispositivos de seguridad
			Diam.	L o H		
Metanol Puro	52,000 m³	3	55 m	22 m	Acero al Carbono recubrimiento interno	Tanque de techo fijo con de techo flotante interno e inyección de Nitrógeno entre el techo fijo y el techo flotante para inertizar la atmosfera.

Sustancia	Capacidad	Cantidad	Dimensiones		Material de Construcción	Dispositivos de seguridad
			Diam.	L o H		
Metanol Fuera de especificación	6,400 m³	1	25 m	15 m	Acero al Carbono recubrimiento interno	Tanque de techo fijo con de techo flotante interno e inyección de Nitrógeno entre el techo fijo y el techo flotante para inertizar la atmosfera.
Metanol de Chequeo	3,200 m³	2	18 m	17 m	Acero al Carbono recubrimiento interno	Tanque de techo fijo con de techo flotante interno e inyección de Nitrógeno entre el techo fijo y el techo flotante para inertizar la atmosfera.
Cloro	68 kg	3	24.4 cm	1.44 m	Acero	Capuchón cubre válvula, fusible, detectores de gas cloro, scrubber
Agua tratada	15,000 m³	1	35 m	17 m	Acero al Carbono recubrimiento interno	Conexión de control sobre nivel y venteo con cuello de cisne
Agua Desmineralizada	1,000 m³	1	10 m	15 m	Acero al Carbono recubrimiento interno	Inyección de nitrógeno a través de válvula de alivio NRP.

La ubicación de estos tanques se muestra en el arreglo general de la planta que se encuentra en el **Anexo 2**.

I.2.3. Equipos de proceso y auxiliares

En la siguiente tabla se describen los principales equipos de proceso y auxiliares, con que contará Pacífico MEXINOL.

Tabla 12. Equipos de proceso y auxiliares

Tag	Nombre del equipo	Cantidad	Tipo	Materiales de Construcción
4011D001	Feed Gas Compressor KO Drum	1	Recipiente a presión	Acero al carbón
4011D003	Separador NG	1	Recipiente a presión	Acero al carbón
4011E002	Desulfurization Feed/ Effluent Heat Exchanger	1	Intercambiador de Calor	Acero inox. y al carbón
4011E003	Feed Gas Compressor Recycle Cooler	1	Intercambiador de Calor	Acero inox. y al carbón
4011E053	Feed Gas Compressor Recycle Cooler I	1	Intercambiador de Calor	Acero inox. y al carbón
4011K001	Compresor de gas natural	1	Compresor	Acero inox. y al carbón
4011R003A-B	Reactor de Hidrogenación y desulfuración	1	Reactor	Acero inox. y al carbón
4011R003A-B-Z40	Absorbedor de desulfuración	1	Recipiente a presión	Acero inox. y al carbón
4011R003A-B-Z42	Reactor de hidrogenación catalítica	1	Reactor	Acero inox. y al carbón
4011R003A-B-Z43	Reactor de alúmina	1	Reactor	Acero inox. y al carbón
4011U001	Estación de reducción de presión de gas natural	1	Patín de regulación de presión	Acero al carbón
4031C001	Saturador	1	Recipiente a presión	Acero inox. y al carbón
4031C002	Separador de condensado LP	1	Recipiente a presión	Acero al carbón
4031D003	Separador de agua ATR	1	Recipiente a presión	Acero al carbón
4031D004A	Separador I de vapor HP	1	Recipiente a presión	Acero al carbón
4031D004B	Separador II de vapor HP	1	Recipiente a presión	Acero al carbón
4031D005	Separador I de gas de síntesis HP	1	Recipiente a presión	Acero inox. y al carbón

Tag	Nombre del equipo	Cantidad	Tipo	Materiales de Construcción
4031D006	Separador II flash de gas de síntesis	1	Recipiente a presión	Acero inox. y al carbón
4031D007	Separador III flash de gas de síntesis	1	Recipiente a presión	Acero inox. y al carbón
4031D008	Separador de condensado MP	1	Recipiente a presión	Acero al carbón
4031D009	Separador IV flash de gas de síntesis	1	Recipiente a presión	Acero inox. y al carbón
4031D010	Separador V flash de gas de síntesis	1	Recipiente a presión	Acero inox. y al carbón
4031D011	Separador VI flash de gas de síntesis	1	Recipiente a presión	Acero inox. y al carbón
4031D015	Separador flash de condensado de proceso	1	Recipiente a presión	Acero al carbón
4031E001	Precalentador MP BFW	1	Intercambiador de Calor	Acero inox. y al carbón
4031E002	Calentador de agua de reciclaje de saturador	1	Intercambiador de Calor	Acero inox. y al carbón
4031E003	Calentador de alimentación saturada	1	Intercambiador de Calor	Acero inox. y al carbón
4031E013A	Enfriador de gas de síntesis I	1	Intercambiador de Calor	Acero inox. y al carbón
4031E013B	Enfriador de gas de síntesis II	1	Intercambiador de Calor	Acero inox. y al carbón
4031E014	Precalentador de oxigeno	1	Intercambiador de Calor	Acero inox. y al carbón
4031E015	Precalentador HP BFW	1	Intercambiador de Calor	Acero inox. y al carbón
4031E016	Precalentador de agua tratada	1	Intercambiador de Calor	Acero inox. y al carbón
4031E022	Precalentador de gas combustible	1	Intercambiador de Calor	Acero inox. y al carbón
4031E051	Enfriador de purga de saturación	1	Intercambiador de Calor	Acero inox. y al carbón
4031E053	Enfriador de agua ATR	1	Intercambiador de Calor	Acero inox. y al carbón

Tag	Nombre del equipo	Cantidad	Tipo	Materiales de Construcción
4031E054	Enfriador final de gas de síntesis	1	Intercambiador de Calor	Acero inox. y al carbón
4031E055	LP Process Condensate Cooler II	1	Intercambiador de Calor	Acero inox. y al carbón
4031F001A-B	Filtro de oxigeno	1	Filtro	Acero al carbón
4031P001A-B	Bomba de agua de reciclaje de saturador	1	Bomba	Acero inox. y al carbón
4031P002A-B	Bomba de reciclaje de agua ATR	1	Bomba	Acero inox. y al carbón
4031P003A-B	Bomba de condensado media presión	1	Bomba	Acero inox. y al carbón
4031P004A-B	Bomba de condensado baja presión	1	Bomba	Acero inox. y al carbón
4031R002	Pre reformador	1	Reformador	Acero inox. y al carbón
4031R002-Z40	Pre reformador catalítico	1	Reformador	Acero inox. y al carbón
4031R002-Z41	Pre reformador de alúmina	1	Reformador	Acero inox. y al carbón
4031R003	POX catalítico (ATR)	1	Reformador	Acero inox. y al carbón
4031R003-M01	Mezclador catalítico POX (ATR)	1	Reformador	Acero inox. y al carbón
4031R003-Z40	POX catalítico (ATR) Catálisis 1	1	Reformador	Acero inox. y al carbón
4031R003-Z41	POX catalítico (ATR) Catálisis 2	1	Reformador	Acero inox. y al carbón
4031R003-Z42	POX catalítico (ATR) Alumina Balls	1	Reformador	Acero inox. y al carbón
4031R003-Z43	POX catalítico (ATR) Alumina Lumps	1	Reformador	Acero inox. y al carbón
4031U001	Calentador	1	Intercambiador de Calor	Acero inox. y al carbón
4061C001	Scrubber de gas de purga	1	Recipiente a presión	Acero inox.
4061D001	Separador de vapor I MP	1	Recipiente a presión	Acero al carbón
4061D002	Separador Flash I de metanol	1	Recipiente a presión	Acero inox.
4061D003	Separador de vapor II MP	1	Recipiente a presión	Acero inox.
4061D004	Separador Flash II de metanol	1	Recipiente a presión	Acero inox.
4061D006	Separador de compresor de gas de síntesis	1	Recipiente a presión	Acero inox. y al carbón
4061E001A-B	Precalentador de alimentación de gas de síntesis	2	Intercambiador de Calor	Acero inox. y al carbón

Tag	Nombre del equipo	Cantidad	Tipo	Materiales de Construcción
4061E004	Pre calentador de reactor II	1	Intercambiador de Calor	Acero inox. y al carbón
4061E050	Enfriador RX de efluente I	1	Intercambiador de Calor	Acero inox. y al carbón
4061E051	Enfriador RX de efluente II	1	Intercambiador de Calor	Acero inox. y al carbón
4061E052	Enfriador de metanol crudo II	1	Intercambiador de Calor	Acero inox. y al carbón
4061E053	Enfriador BFW HP	1	Intercambiador de Calor	Acero inox. y al carbón
4061E054	Enfriador de metanol crudo I	1	Intercambiador de Calor	Acero inox. y al carbón
4061E055	Syngas Compressor Anti Surge Cooler	1	Intercambiador de Calor	Acero inox. y al carbón
4061J001A-D	Eyector de reactor isotérmico I	4	Eyector	Acero al carbón
4061J002A-B	Eyector de reactor isotérmico II	2	Eyector	Acero al carbón
4061K001	Compresor de gas de síntesis	1	Compresor	Acero inox. y al carbón
4071D001	Tambor de alimentación de columna de pre-ejecución	1	Recipiente a presión	Acero inox.
4071D002	Tambor de reflujo de columna de pre-ejecución	1	Recipiente a presión	Acero inox.
4071D004	Separador de reflujo de columna de metanol HP	1	Recipiente a presión	Acero inox.
4071D005	Separador de reflujo de columna de metanol LP	1	Recipiente a presión	Acero inox.
4071E001A-B	Pre-Run Column Reboiler I	2	Recipiente a presión	Acero inox.
4071E002	Pre-Run Column Reboiler II	1	Recipiente a presión	Acero inox.
4071E003A-B	Re hervidor I de columna de metanol HP	2	Recipiente a presión	Acero inox.
4071E004	Re hervidor II de columna de metanol HP	1	Recipiente a presión	Acero inox.

Tag	Nombre del equipo	Cantidad	Tipo	Materiales de Construcción
4071E005A-B	Re hervidor de columna de metanol LP	2	Recipiente a presión	Acero inox.
4071E006	Crude Methanol Pure Methanol Heat Exchanger	1	Intercambiador de Calor	Acero inox.
4071E051	Pre-Run Column Overheads Condenser	1	Recipiente a presión	Acero inox.
4071E052	Condensador Light H.C.	1	Recipiente a presión	Acero inox.
4071E053	Enfriador HP de metanol II	1	Intercambiador de Calor	Acero inox.
4071E054A-B	LP Methanol Column Overhead Condenser	2	Recipiente a presión	Acero inox.
4071E055	Enfriador de metanol puro	1	Intercambiador de Calor	Acero al carbón
4071F001	Filtro protector de metanol	1	Filtro	Acero al carbón
4071F002A-B	Filtro de metanol	2	Filtro	Acero al carbón
4071P001A-B	Bomba de fondos de columna de pre-ejecución	2	Bomba	Acero inox. y al carbón
4071P003A-B	Bomba de reflujo de columna de pre-ejecución	2	Bomba	Acero inox. y al carbón
4071P004A-B	Bomba de agua de columna de metanol HP	2	Bomba	Acero inox. y al carbón
4071P005A-B	Bomba de agua de columna de metanol LP	2	Bomba	Acero inox. y al carbón
4071P006A-B	Bomba de aceite Fusel	2	Bomba	Acero inox. y al carbón
4071P007A-B	Bomba de reflujo de columna de metanol LP	2	Bomba	Acero inox. y al carbón
4071U001	Estación de dosificación de NaOH	1	Patín de dosificación de químico	Acero inox.
4071U001-P01	Bomba de dosificación de NaOH	1	Patín de dosificación de químico	Acero inox.
4071U001-T01	Tanque de dosificación de NaOH	1	Tanque	Acero inox.
4071Z006	Sosa caustica	1	Patín de dosificación de químico	Acero inox.

Tag	Nombre del equipo	Cantidad	Tipo	Materiales de Construcción
4101P001A-B	Bomba de transferencia de metanol	2	Bomba	Acero inox. y al carbón
4101P002A-B	Bomba de transferencia de metanol fuera de especificación	2	Bomba	Acero inox. y al carbón
4101P003A-B	Bomba de reciclaje de agua de lavado	2	Bomba	Acero inox. y al carbón
4101P004A-B	Bomba de agua de lavado BD	2	Bomba	Acero inox. y al carbón
4101T001A-B	Tanque de revisión de metanol	2	Tanque	Acero al carbón
4101T003	Tanque de metanol fuera de especificación	1	Tanque	Acero al carbón
4111U001	Unidad de alta presión PSA	1	Patín de absorción	Acero inox.
4711D001	Separador de metanol	1	Recipiente a presión	Acero al carbón
4711J001	Eyector de pozo de metanol	1	Eyector	Acero inox.
4711P001	Bomba de vertido de metanol	1	Bomba	Acero inox. y al carbón
4821D001	Deaerador	1	Recipiente a presión	Acero inox. y al carbón
4821D002	Separador de condensado MP	1	Recipiente a presión	Acero al carbón
4821D003	Separador de soplador MP	1	Recipiente a presión	Acero al carbón
4821D004	Separador de soplador LP	1	Recipiente a presión	Acero al carbón
4821D005	Separador de condensado de proceso HP	1	Recipiente a presión	Acero al carbón
4821D012	Separador de condensado LP	1	Recipiente a presión	Acero al carbón
4821E002	Enfriador de soplador	1	Intercambiador de Calor	Acero inox. y al carbón
4821E003	Precalentador de condensado de turbina	1	Intercambiador de Calor	Acero inox. y al carbón
4821E050	Condensador de vapor condensado LP	1	Recipiente a presión	Acero inox. y al carbón
4821F001A-B	Filtro de cartucho de condensado de turbina	2	Filtro	Acero al carbón
4821MT01	Turbina de bomba HP BFW	1	Turbina de Vapor	Acero inox. y al carbón
4821P001A-B	Bomba HP BFW	2	Bomba	Acero inox. y al carbón
4821P002-Q01	Bomba de eje descubierto de repuesto	1	Bomba	Acero inox. y al carbón
4821P002A-B	Bomba MP BFW	2	Bomba	Acero inox. y al carbón

Tag	Nombre del equipo	Cantidad	Tipo	Materiales de Construcción
4821P003A-B	Bomba LP de condensado	2	Bomba	Acero inox. y al carbón
4821U003	Estación de dosificación Scavenger O2	1	Patín de dosificación	Acero inox.
4821U004	Estación de dosificación de NH3	1	Patín de dosificación	Acero inox.
8831U001	Calentador auxiliar	1	Calentador de Combustión	Acero inox.
8841D001	Tanque de aire de instrumentos	1	Recipiente a presión	Acero al carbón
8841U001	Unidad de aire de instrumentos	1	Compresor	Acero inox. y al carbón
8851GM01	Generador	1	Generador eléctrico	Acero al carbón
8851MT01	Turbina de generador	1	Turbina de Vapor	Acero inox. y al carbón
8851P001A-B	Bomba de condensado de la turbina del generador	2	Bomba	Acero inox. y al carbón
8881CT01	Torre de enfriamiento	1	Torre de enfriamiento	Madera
8881K001A-J	Ventilador de torre de enfriamiento	10	Ventilador	Acero al carbón
8881MT01A-B	Turbina de bomba de agua de enfriamiento	2	Turbina de Vapor	Acero inox. y al carbón
8881P001A-C	Bomba de agua de enfriamiento	3	Bomba	Acero inox. y al carbón
8881P002	Bomba de drenaje de agua de enfriamiento	1	Bomba	Acero inox. y al carbón
8881P003	Cooling Water Fill Pump (HOLD)	1	Bomba	Acero inox. y al carbón
8881P004A-B	Bomba de agua de filtración	2	Bomba	Acero inox. y al carbón
8881U001	Unidad de dosificación de químicos	1	Patín de dosificación	Acero inox.
8881Z001	Control químico de ph	1	Patín de dosificación	Acero inox.
8881Z002	Inhibidor de corrosión	1	Patín de dosificación	Acero inox.
8881Z003	Bascula de inhibidor	1	Patín de dosificación	Acero inox.
8881Z004	Biocida oxidante	1	Patín de dosificación	Acero inox.
8891P001A-B	Bomba de agua tratada	2	Bomba	Acero inox. y al carbón
8891P002A-B	Bomba de agua de servicio	2	Bomba	Acero inox. y al carbón
8891P003A-B	Cooling Tower Make-Up Pump	2	Bomba	Acero inox. y al carbón
8891T001	Tanque de agua tratada	1	Tanque	Acero al carbón

Tag	Nombre del equipo	Cantidad	Tipo	Materiales de Construcción
8901P001A-B	Bomba de agua pulida	2	Bomba	Acero inox. y al carbón
8901P002A-B	Bomba de regeneración	2	Bomba	Acero inox. y al carbón
8901P003A-B	Bomba de circulación	2	Bomba	Acero inox. y al carbón
8901P004A-B	Bomba de neutralización	2	Bomba	Acero inox. y al carbón
8901T001	Tanque de agua pulida	1	Tanque	Acero inox.
8901T002	Tanque de neutralización	1	Tanque	Acero inox.
8901U001	Unidad de pretratamiento de desmineralización	1	Patín de tratamiento de agua	Acero inox. y al carbón
8901U002	Unidad de desmineralización	1	Patín de tratamiento de agua	Acero inox. y al carbón
8901U003	Unidad de pulido	1	Patín de tratamiento de agua	Acero inox. y al carbón
8901U004	Unidad de dosificación de químicos	1	Patín de dosificación	Acero inox.
8911T001	Tanque de agua contra incendio (muelle)	1	Tanque	Acero al carbón
8911U001	Bomba de agua contra incendio (Planta)	1	Bomba	Acero inox. y al carbón
8911U002	Bombas de agua contra incendio (muelle)	1	Bomba	Acero inox. y al carbón
8911U002-P002	Bombas de agua contra incendio	1	Bomba	Acero inox. y al carbón
8971D001	Separador de quemador de planta de metanol	1	Recipiente a presión	Acero al carbón
8971P001	Bomba del separador del quemador (Planta)	1	Bomba	Acero inox. y al carbón
8971V001	Quemador de planta de metanol	1	Quemador	Acero inox. y al carbón
9531P001A-C	Bomba de descarga de metanol	3	Bomba	Acero inox. y al carbón
9531T001A-C	Tanque de almacenamiento de metanol	3	Tanque	Acero al carbón
9631U001A-B	Brazo de descarga de metanol a buque	2	Garzas	Acero al carbón
9631U002	Paquete de compresión de vapores	1	Compresor	Acero inox. y al carbón

Tag	Nombre del equipo	Cantidad	Tipo	Materiales de Construcción
9951U001	Unidad de separación de aire	1	Unidad de separación de gases del aire	Acero inox. y al carbón

Todos estos equipos serán nuevos y su localización se muestra en el **Anexo 2**.

I.2.4. Pruebas de verificación

Todos los equipos y accesorios que forman parte integral del proyecto Pacífico MEXINOL, serán sometidos a pruebas rigurosas con parámetros preestablecidos de aceptación basados en las mejores normas aplicables individualmente, además de las mejores prácticas de ingeniería de la industria.
Las pruebas aplicadas se detallan a continuación:

Tanques de almacenamiento

Fabricación

Todos los materiales a ser utilizados en la construcción del tanque: planchas y láminas de acero, acero para estructuras, tuberías, bridas, válvulas, conexiones, accesorios, empaques, espárragos y otros componentes deben satisfacer los requisitos indicados en el código de diseño API 650.

- **Procedimiento de soldadura**

El estándar API 650, se auxilia del Código ASME Sección IX para dar los lineamientos que han de seguirse en la unión y/o soldado de materiales.

El Código ASME Sección IX, establece que toda junta soldada deberá realizarse mediante un procedimiento de soldadura de acuerdo a la clasificación de la junta y que, además, el operador deberá contar con un certificado que lo acredite como soldador calificado, el cual le permite realizar cierto tipo de soldaduras de acuerdo con la clasificación de ésta. Una vez realizada la soldadura o soldaduras, éstas se someterán a pruebas y ensayos como: ultrasonido, radiografiado, líquidos penetrantes, dureza, etc., donde se verificará la calidad de la soldadura.

Los procedimientos de soldadura serán presentados para su aprobación y estudio antes de aplicar cualquier cordón de soldadura para cada caso en particular. Este procedimiento debe indicar la

preparación de los elementos a soldar, así como la temperatura a la que se deberá precalentar tanto el material de aporte (electrodo, si lo hubiera), como los materiales a unir.

- **Especificación de Procedimiento de Soldadura (WPS):** Es un procedimiento de soldadura calificado por escrito preparado para proporcionar instrucciones para realizar soldaduras de producción según los requisitos del código. El WPS u otros documentos se pueden usar para proporcionar dirección al soldador o al operador de soldadura para asegurar el cumplimiento de los requisitos del código.
- **Registro de calificación de procedimiento (PQR):** Es un registro de los datos de soldadura utilizados para soldar un cupón de prueba. El PQR es un registro de variables durante la soldadura de los cupones de prueba. También contiene los resultados de las pruebas de los especímenes.
- **Calificación de habilidad del soldador (WPQ):** Es un alcance que rige y califica al soldador o también la soldadura en la cual se observa la capacidad, la destreza y el conocimiento del soldador a la hora de soldar. Este código reconoce que los fabricantes o contratistas pueden mantener un control operacional efectivo de los registros de calificación de desempeño del soldador.

Durante y posteriormente a la fabricación de la estructura metálica del tanque se realizarán algunas de las siguientes pruebas:

- **Líquidos penetrantes:** Cuando se especifique el examen de líquido penetrante, este deberá estar de acuerdo con la sección V, Artículo 6 del Código ASME. El método de examen con líquidos penetrantes es un medio e caz para detectar discontinuidades que están abiertas a la superficie de metales no porosos y otros materiales. Las discontinuidades típicas detectables por este método son grietas, uniones, vueltas, cierres fríos, laminaciones y porosidad.
- **As built de soldadura y ubicación de radiografías:** El personal que realice y evalúe los exámenes radiográficos de acuerdo con esta sección deberá ser calificado y certificado cumpliendo con los requisitos de certificación descritos en los niveles II o III de ASNT SNT-TC-1A.
- **Prueba de gas oil:** Las juntas soldadas las cuales deberán ser examinadas para detectar grietas o cualquier otra discontinuidad que permita posibles fugas, mediante la aplicación

de un aceite altamente penetrante en todas las juntas de soldadura interiores, y examinar cuidadosamente el exterior de las mismas para detectar fugas.

- **Prueba de vacío del fondo:** Las pruebas de vacío se realizan con una caja de aproximadamente 150 mm de ancho por 750 mm de largo con una ventana transparente en la parte superior que proporciona una visibilidad adecuada para ver el área bajo inspección. Durante las pruebas, la iluminación debe ser adecuada para la correcta evaluación e interpretación de la prueba. El fondo abierto se sellará contra la superficie del tanque mediante una junta adecuada. Se proveerán conexiones, válvulas, iluminación y medidores, según sea necesario. Se utilizará una solución de película de jabón o una solución comercial de detección de fugas, aplicable a las condiciones.
- **Prueba hidrostática:** El tanque debe ser probado hidrostáticamente y su llenado debe ser gradual de manera que se puedan detectar fugas a tiempo, asentamiento de la fundación o cualquier otro problema. Se realiza antes de colocar el recubrimiento interno y las tuberías externas permanentes al tanque. El tiempo de la prueba será establecido por criterio del inspector, una vez completada la prueba hidráulica, sólo se pueden soldar al tanque pequeños accesorios no estructurales. Todas las uniones soldadas que estén por encima del nivel de agua de prueba se examinarán en busca de fugas mediante uno de los siguientes métodos:
  - Aplicar un aceite altamente penetrante en todas las juntas de soldadura interiores y examinar cuidadosamente el exterior de las juntas para detectar fugas.
  - Aplicando vacío a cada lado de las juntas o aplicando presión de aire interna y examinar cuidadosamente las juntas en busca de fugas.
  - Usando cualquier combinación de los métodos estipulados en los subpuntos anteriores.

- **Aplicación de recubrimiento interno:** Los medios de inspección estarán basados en el aspecto visual, prueba de dureza en escala “Shore A” y prueba de salto de chispa Spark Test. La superficie debe ser descontaminada, sobre todo en equipos en donde se generen sales solubles, tales como cloruros y sulfuros. A fin de descontaminar la superficie y realizar una adecuada preparación y la concentración de sales solubles (cloruros) debe ser menor a 10 ppm.
- **Cálculo de la frecuencia óptima de inspección:** Una vez construido el tanque y puesto en la etapa de operación, se diseñaron los planes de mantenimiento haciendo uso de tareas de mantenimiento e inspección y la frecuencia de aplicación la cual corresponda con el contexto operacional actual, mediante las metodologías apropiadas desde la etapa temprana del ciclo de

vida del activo tales como RCM, FMECA, FMEA y RBI. Por otro lado, es sumamente importante definir el intervalo óptimo de la frecuencia de inspección para mitigar el riesgo.

Sistema de Tuberías

- **Procedimiento de Soldadura:** El propósito de la calificación de un ´procedimiento de soldadura (EPS) es determinar si la junta soldada ejecutada presenta las propiedades requeridas que indican en el código, especificaciones de construcción de Spooles aplicables o en los requerimientos de diseño, La calificación de un (EPS), verifica y certifica las propiedades de la soldadura Posee procedimientos de soldadura (EPS/ PQR), elaborados de acuerdo a los requerimientos de la Norma ASME Sección IX
- **Calificación de Soldadores:** Aquí se asegura la habilidad del personal para efectuar uniones soldadas, mediante el cumplimiento estricto de los estándares de: ASME Sección IX, API 1104. Para lograr cumplir con las expectativas y requerimientos, los Sistemas de Gestión para la Calidad, establecen controles estadísticos, donde se define la trazabilidad, mediante la implantación de “Estampas” de cada soldador, para así lograr optimizar el respectivo control de rechazo, y así establecer acciones correctivas cuando sea requerido.
- **Verificación de la soldadura**
    - **Inspección visual:** El propósito básico de la inspección visual final es asegurar la calidad de la soldadura. Discontinuidades típicas encontradas durante la inspección visual podrían ser: (1) Porosidad, (2) Fusión incompleta, (3) Penetración de junta incompleta, (4) Socavación, (5) Traslape, (6) Fisuras, (7) Inclusión de escoria, (8) Sobre monta excesiva
    - **Inspección Dimensional:** Las tolerancias en las dimensiones lineales (Intermedio o general) se aplican a la cara para cara, cara a extremo y de extremo a extremo mediciones de tubería recta fabricada y cabecera; centro para finalizar o centro a cara de boquillas y otros accesorios; o el centro a cara de curvas.
        - Tolerancia Lineal en son ± 1/8 "(3,0 mm), para los tamaños de 10 "y menores, ± 3/16" (5,0 mm) para Diámetros de 12 "a 24" y ± 1/4 "(6,0 mm), para tamaños de más de 24 "a 36".
        - Tolerancias lineales sobre para los tamaños de más de 36 " están sujetos a las tolerancias de ± 114 ' (6.0 mm), aumentando en más o menos 1/16 "(2.0 mm) por cada 12 "de diámetro de más de 36".
- **Inspección por Gammagrafía:** La gammagrafía es un método de ensayo no destructivo que se basa en la diferente absorción a la radiación “gamma” penetrante de la pieza que está siendo

inspeccionada. Esta absorción depende de la densidad del material, de variaciones de espesor o de su composición química. Generalmente este ensayo es usado en la determinación de variaciones de una región de un determinado material que presenta una diferencia en espesor o densidad comparada con una región vecina.

- **Prueba hidrostática:** Verificación de hermeticidad y calidad llevada a efecto en los circuitos de tubería, mediante el llenado con agua y presurización, a la presión de prueba marcada en los códigos de construcción aplicables. La presión de prueba hidrostática en cualquier punto en el sistema de tubería no será menor de 1.5 veces la presión de diseño. La presión será mantenida continua por un tiempo mínimo de 10 minutos y posteriormente reducida a la presión de diseño y mantenida el tiempo necesario para conducir las examinaciones para detección de fugas, la examinación será en todas las juntas y conexiones.
- **Prueba Neumática:** Verificación de hermeticidad llevada a cabo en circuitos de tuberías, por medio del presurizado con aire, nitrógeno o gas, para garantizar la integridad en todos los puntos de juntas de soldadura o uniones roscadas, bridas, válvulas, equipos, instrumentos y accesorios en general. Esta prueba se efectuará solamente en las líneas o sistemas que la lista de líneas así lo indique, la presión de prueba no será menor de 1.2 y no mayor de 1.5 veces la presión de diseño del sistema de tubería.

Recipientes a Presión

Los recipientes sujetos a presión que se emplean generalmente están construidos en base a lo establecido en el Código ASME Sección VIII. Durante la fabricación de recipientes a presión, se efectúan diferentes pruebas para llevar a cabo un control de calidad aceptable, estas son, entre otras:

- Radiografiado,
- partículas magnéticas,
- Ultrasonido y
- líquidos penetrantes.
    - **Prueba hidrostática en recipientes a presión:** Consiste en someter el recipiente a presión una vez terminado a una presión 1.5 veces la presión de diseño y conservar esta presión durante un tiempo suficiente para verificar que no haya fugas en ningún cordón de soldadura, como su nombre lo indica, esta prueba se lleva a cabo con líquido, el cual generalmente es agua.
    - **Pruebas neumáticas en recipientes a presión:** Las diferencias básicas entre este tipo de pruebas y la prueba hidrostática, consisten en el valor de la presión de prueba y el fluido a

usar en la misma, la presión neumática de prueba es alcanzada mediante la inyección de gases. No es recomendable efectuar pruebas neumáticas, sin embargo, cuando se haga indispensable la práctica de este tipo de prueba, se deberán tomar las siguientes precauciones:

- Las pruebas neumáticas deben sobrepasar con muy poco la presión de operación, el Código A.S.M.E., recomienda que la presión de prueba neumática sea como máximo 1,25 veces la máxima presión de trabajo permisible y definitivamente deben evitarse en recipientes a presión usados.
- En las pruebas neumáticas con gases diferentes al aire, deben usarse gases no corrosivos, no tóxicos, incombustibles y fáciles de identificar cuando escapan. El Freón es un gas recomendable para efectuar las pruebas neumáticas.
- La mayoría de los gases para pruebas neumáticas, se encuentran en recipientes a muy alta presión, por lo tanto, es indispensable que se extremen las precauciones al transvasarlos al recipiente a probar, pues puede ocurrir un incremento excesivo en la presión de prueba sumamente peligros].

- **Ensayos no destructivos en recipientes a presión:** En la actualidad las Pruebas no destructivas son una parte importante en el proceso de fabricación de muchos de los productos de la industria y también en los programas de mantenimiento. Las Pruebas No Destructivas más comunes en nuestro medio son, para:
  - Defectos Superficiales: Inspección Visual Líquidos Penetrantes Partículas Magnéticas
  - Defectos Subsuperficiales: Partículas Magnéticas Radiografía Ultrasonido
  - Defectos Internos: Radiografía Ultrasonido
- **Inspección Radiográfica (RT):** Una radiografía es la imagen obtenida en una película radiográfica, por medio de la radiación X ó Gamma transmitida a través del objeto a prueba. La radiografía es una imagen en dos dimensiones de un objeto que tiene tres dimensiones. La radiografía es el único método que proporciona un registro permanente de resultados y es el método que mejor revela la naturaleza interna de la pieza a prueba.
- **Ultrasonido (UT):** La prueba ultrasónica consiste básicamente en inyectar ondas ultrasónicas al interior de la pieza a prueba, al propagarse estas ondas por la pieza sufren ciertos cambios que son detectados por nuestro sistema de prueba, que nos proporciona una indicación del estado interno de la pieza.
- **Líquidos Penetrantes (PT):** La prueba de Penetrantes consiste básicamente en aplicar un líquido PENETRANTE sobre una superficie a prueba para que por CAPILARIDAD entre

en los defectos superficiales del tipo de grietas y porosidad. Después de transcurrido el tiempo de penetración, se remueve el penetrante superficial, teniendo cuidado de dejar solamente el que ha entrado en los defectos.

- **Partículas Magnéticas (MT):** El principio de la Inspección con Partículas Magnéticas es que, al establecer un flujo magnético en la pieza a prueba, la presencia de una discontinuidad provoca distorsión del campo y fugas magnéticas, las cuales son detectadas al rociar Partículas Magnéticas sobre la superficie. Las fugas magnéticas ocasionan acumulaciones de las partículas, que son indicaciones de discontinuidades.

I.3 CONDICIONES DE OPERACIÓN

Las condiciones de operación de los equipos, esta patentada y protegida por confidencialidad.

I.3.1. Especificación del cuarto de control

La sala de control es un edificio de uso exclusivo del personal de operaciones y control de los procesos. En él se incluyen la instalación de paquetes PLCs, el sistema, DCS, ESD, SSLS, F&G, AMS, analizadores en línea, OPC/RTDB, el sistema de comunicación, el UPS.

Datos del emplazamiento

El diseño de cimentaciones, estructuras de hormigón y otros trabajos de obra civil deberán realizarse basándose en los datos generales del emplazamiento del proyecto, tales como:

- Velocidad de diseño del viento;
- Zona sísmica;
- Cargas térmicas debidas a las variaciones de temperatura;
- Datos del terreno

Dicha información deberá´ ser considerada y deberá´ incluirse en el documento del proyecto Datos Básicos de Diseño (DBD).

Datos del terreno

El diseño de las cimentaciones, estructuras y otros trabajos de hormigón se realizarán de acuerdo con las prescripciones incluidas en el informe geotécnico final, relacionadas con:

- Nivel de cimentación;

- Capacidad de carga admisible del terreno relacionado con los asientos, dimensiones y profundidad de las cimentaciones;
- Capacidad de carga vertical y horizontal de un pilote, con referencia a las características mecánicas del terreno, a la distancia y cantidad
- Asientos esperados (a corto y a largo plazo);
- Densidad natural in situ;
- Peso específico del terreno (seco y húmedo);
- Humedad natural;
- Cohesión y ángulo de rozamiento;
- Elevación del nivel freático (mín. y máx.);
- Permeabilidad;
- Características químicas del terreno.
- Clasificación tipo de suelo
- Evaluación cualitativa de la indeformabilidad del terreno
- Evaluación cualitativa de la plasticidad y deformabilidad potencial del terreno

Situación del edificio

El proyecto de cualquier edificio de control deberá´ basarse obligatoriamente en el correspondiente "Estudio de Riesgo" de las plantas e instalaciones que albergarán el citado edificio.

En aquellos casos en los que las condiciones del emplazamiento o disponibilidad de espacio, no permita cumplir con las distancias de seguridad establecidas en la especificación antes citada, la construcción de estos edificios estará´ diseñada para soportar los efectos eventuales de riesgo de incendio, explosión o emisión de gases tóxicos en las proximidades, debiendo cumplir con las recomendaciones de seguridad que, a tal efecto, establezcan tanto la Reglamentación Oficial de la república mexicana así como también, lo establecido en la normativa internacional relacionada a este respecto.

Los edificios destinados a salas de control que normalmente llevan anexas oficinas, vestuarios, etc., se ubicarán preferiblemente en zonas donde el estudio de riesgos prevea un pico de sobrepresión incidente inferior a 35 mbar (0.5 psi, 3.5 kPa) ya que de esta forma no se requerirán refuerzos estructurales adicionales, y podrá´ realizarse una construcción convencional.

Los edificios de control se situarán preferentemente en áreas no clasificadas y alejados de las áreas con alto nivel de vibración y ruido.

En unidades de producción, se considerará el límite de unidad como referencia para el establecimiento de las distancias citadas.

Los edificios de control no se situarán en zonas donde el estudio de riesgos indique la posibilidad de recibir picos de sobrepresión superiores a 700 mbar.

Categorización de edificios

Para el diseño de los edificios de control se tendrá´ en cuenta la categoría que le corresponda de acuerdo con el siguiente criterio:

Categoría 0	Edificios situados en zonas donde el estudio de riesgo indique la posibilidad de recibir picos de sobrepresión incidente de hasta 700 mbar (10 psi, 70 kPa) y duraciones de 40 msegundos o cuando las distancias a los equipos de riesgo sean entre 30 (equipos de bajo riesgo) y 60 m (equipos de alto riesgo).
Categoría 1	Edificios situados en zonas donde el estudio de riesgo indique la posibilidad de recibir picos de sobrepresión incidente de hasta 450 mbar (6.5 psi, 45 kPa) y duración de 50 msegundos o cuando las distancias a los equipos de riesgo sean entre 60 (equipos bajo riesgo) y 90 m (equipos de alto riesgo).
Categoría 2	Edificios situados en zonas donde el estudio de riesgo indique la posibilidad de recibir picos de sobrepresión incidente de hasta 200 mbar (3 psi, 20 kPa) y duración de 55 msegundos o cuando las distancias a los equipos de riesgo sean entre 90 (equipos bajo riesgo) y 120 m (equipos de alto riesgo).
Categoría 3	Edificios situados en zonas donde el estudio de riesgo indique la posibilidad de recibir picos de sobrepresión incidente desde 35 mbar (0,5 psi, 3,5 Kpa) a 100 mbar (1.5 psi, 10 kPa) y duración de 65 mseg o cuando las distancias a los equipos de riesgo sean entre 120 (equipos bajo riesgo) y 150 m (equipos alto riesgo).

Escenarios de diseño

En el cálculo estructural se tendrán en cuenta tres casos de diseño, caracterizados por la sobrepresión incidente *Po* y la duración *to*:

Caso 1 Sobrepresión de diseño alta y corta duración sin producir deformaciones permanentes importantes en el edificio

Caso 2 Sobrepresión baja y larga duración sin producir deformaciones permanentes importantes en el edificio

Caso 3 Sobrepresión alta y larga duración produciendo grandes deformaciones permanentes sin llegar al colapso del edificio

El cálculo se realizará para los Casos 1 y 2 y el resultado se chequeará para que soporte el Caso 3.

Consideraciones de diseño

Se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones de diseño:

a) Cada muro del edificio se diseñara´ para soportar un pico de presión reflejada *Pr* y duración efectiva *te*, según la categoría del edificio y el caso de diseño.
b) El techo del edificio se diseñara´ para soportar un pico de presión incidente *Po* y duración *to*, , según categoría y caso de diseño.
c) La estructura portante del edificio deberá´ ser capaz de resistir el efecto combinado de la carga sobre cualquier muro indicado en a) y una carga media en la totalidad de la cubierta equivalente a una presión *Pa* y duración *ta*.
d) En la combinación de cargas sobre el edificio se considerará que los efectos de viento, sismo u otras cargas excepcionales no son simultaneas con los efectos de la explosión.

Cálculo estructural

Las cargas dinámicas, producidas por explosión, sobre cada elemento estructural se tratarán, como cargas estáticas equivalentes que requerirán una resistencia dinámica *R*, en el edificio para que no se superen las deformaciones admisibles indicadas más adelante.

La carga estática equivalente que condicionará el diseño será´, para cada elemento estructural, la mayor que se origine en cada uno de los tres casos antes considerados.

La resistencia dinámica *R*, en kPa, será´ igual a la carga estática equivalente, obtenida con la siguiente fórmula:

$$R = \frac{P}{\eta}$$

donde:

$$\eta = \frac{T\sqrt{(2\delta - 1)}}{3{,}14t} + \frac{(2\delta - 1)t}{2\delta(t+0{,}77T)}$$

P = Valor de pico de la carga de explosión aplicada en kpa (Po, Pr, Pa según los casos).

t = Duración de la sobrepresión en milisegundos (to, ta, te según los casos).

T = Periodo fundamental de vibración del elemento estructural, en milisegundos

δ = Xm/Xy

Xm = Desplazamiento dinámico máximo admisible, en mm

Xy = Desplazamiento efectivo donde comienza deformación plástica en mm

Para elementos secundarios la carga ***P*** se tomará como la carga de diseño exterior actuante sobre el área soportada por el elemento en cuestión.

Deformaciones admisibles

Los desplazamientos bajo cargas de explosión se limitarán como sigue:

a) Estructura de acero cargada principalmente a flexión o tracción.

$Xm \leq 5Xy$(Casos1y2) Xm≤20Xy(Caso3)

b) Hormigón armado trabajando principalmente a flexión

$Xm \leq 3Xy$(Casos1y2) Xm≤10Xy(Caso3)

c) Acero u hormigón armado trabajando principalmente a compresión.

$Xm \leq 1{,}5Xy$(Casos1y2) Xm≤3Xy(Caso3)

Siendo *Xm* e *Xy* las variables descritas en el punto anterior.

Características dinámicas de los materiales

La resistencia estructural se determina por el método de diseño plástico para el acero estructural y el método de tensión ultima para el hormigón armado.

El módulo dinámico de elasticidad del hormigón será 1.25 veces el valor estático. Para el acero el módulo dinámico de elasticidad será igual al estático.

Para los cálculos se usarán los siguientes valores de resistencia dinámica:

a) Para acero estructural o de armaduras con limite elástico (fy) menor de 60 ksi (423N/mm^2)

Resistencia a flexión o tracción (fdy)..... 1,2 fy

Resistencia a compresión..... 2 Fa ≤ fdy

Resistencia al cortante (fdv) ..... 0.6 fy

b) Para acero estructural o de armaduras con limite elástico (fy) mayor de 60 ksi (423 N/mm^2):

Resistencia a flexión o tracción (fdy)..... 1.1 fy

Resistencia a compresión.....1,8 Fa ≤ fdy

Resistencia al cortante (fdv) ..... 0.55 fy

(siendo Fa la tensión admisible a compresión)

c) Para el hormigón referido a la resistencia a compresión f'c del cilindro estándar de 28 días de curado.

Resistencia a compresión axial o de flexión..... 1.25 f'c

Resistencia al cortante puro ..... 0.20 f'c

Resistencia al cortante diagonal ..... 2.25 (f'c)0,5

Adherencia en barras deformadas..... 0,15 f'c

Resistencia en apoyo ... . 0,85 f'c

Tracción pura .... 7,5 (f'c)0,5

[f'c siempre será superior a 3,000 psi (20,7 MPa]

Arquitectura

General

a) El edificio de control será de una planta.

b) El edificio tendrá forma de caja, sin huecos interiores ni grandes retranqueos en el exterior. c) Las zonas de ordenadores, sala de control y sala de racks, se diseñarán pensando en posibles

c) ampliaciones futuras.

d) Los edificios Categorías 0 y 1 no llevaran ventanas al exterior. En los de Categoría 2 se minimizarán teniendo en cuenta que no deben sobrepasar los 0,0065 m2 por m3 de edificio y se situarán en fachadas opuestas a los puntos de riesgo.

e) Para mejorar la ergonomía de los puestos de trabajo se tendrán en consideración las recomendaciones de la norma ISO11064-3 Parte 3 en la distribución interior.

Distribución de espacios

1) Sala de control
2) Sala de racks
3) Sala de ordenadores
4) Despachos de jefes de turno
5) Sala de máquinas de aire acondicionado (puede estar en planta alta)
6) Sistema de alimentación ininterrumpida (SAI)
7) Aseos opcionalmente a petición del Complejo
8) En la parte exterior junto a la fachada del edificio, se preverá un espacio de fácil acceso para situar las botellas del sistema de extinción de incendios.
9) Despachos técnicos de proceso
10) Sala de reuniones
11) Aseos femeninos y masculinos
12) Vestuario (sí es necesario)
13) Comedor
14) Otras dependencias

Aislamiento térmico/acústico

a) Se aislarán las paredes y forjados del edificio conforme a la normativa nacional vigente.
b) No se permitirán materiales de aislamiento que desprendan vapores tóxicos ante un fuego.
c) El material será estable al fuego y al deterioro con el tiempo.
d) La superficie exterior del aislamiento será protegida contra daños mecánicos, por medio de tabicón de hueco doble.
e) La sala de máquinas del aire acondicionado no generará ruidos al resto de dependencias que superen los 55 dBa.

Protección contra incendios

La protección contra incendios será de acuerdo con las especificaciones correspondientes

Instalaciones eléctricas, alumbrado y telefonía

De acuerdo a las especificaciones para las Instalaciones eléctricas y especificación de diseño de protección contra descargas atmosféricas.

Tabla 13. Cargas de diseño por explosiones

Caso diseño Categoría Edificio	Pico sobrepresión incidente Po psi (kPa)	Duración sobrepresión to, mseg	Carga de explosión media equivalente sobre techos luces ≥ 30 m		Pico sobrepresión reflejada, Pr, psi (kPa)	Duración efectiva te, mseg	
			Sobrepresión Pa, psi (kPa)	Duración ta, mseg		Altura<5 m y/o (2) Anchura <10 m	Altura>10 m y/o Anchura > 20 m
Caso 1 Cat. 0 Cat. 1 Cat. 2 Cat. 3	10,0(70) 6,5(45) 3.0(21) 1.5 (10)	40 50 55 65	6.5 (45) 3.5(24) 1.8 (12.5) 1.0 (7.0)	60 90 95 110	15.0(103) 15.0(103) 6.0 (41) 3.0 (21)	40 40 50 55	50 50 60 75
Caso 2 Cat. 0 Cat. 1 Cat. 2 Cat. 3	3.0(21) 3.0(21) 1.9(13) 1.1 (7.5)	230 200 200 200	3.0(21) 2.5(17) 1.5(10) 0.9 (6)	230 240 240 245	6.0 (41) 6.0 (41) 4.0 (27.5) 2.25 (15.5)	120 120 120 120	140 140 140 140
Caso 3 Cat. 0 Cat. 1 Cat. 2 Cat. 3	11.0 75) 7.0(48) 3.5(24) 1.5 (10	100 130 155 200	7.0(48) 5.5(38) 2.7(19) 1.2 (8.5)	155 165 200 250	16.5(114) 16.5(114) 7.5 (52) 3.5 (24)	75 75 90 110	100 100 130 135

I.3.2. Sistemas de aislamiento

Aislamiento de sistemas y equipos

Los requisitos para el aislamiento de la planta se deben implementar en base a:

- Una evaluación de la seguridad,
- La disponibilidad del sistema y
- La frecuencia de las operaciones regulares de producción y mantenimiento.

En general, se utilizará un solo bloqueo y purga en todos los sistemas. El doble bloqueo y purga solo se usará por razones de seguridad, es decir:

- En sistemas peligrosos con una presión nominal por encima de 600 psig (41 barg),
- En sistemas / equipos críticos para la confiabilidad general y

- En sistemas / equipos con alta frecuencia de mantenimiento, tales como, turbinas, compresores y bombas sobre las cuales podrían ser aplicadas tareas de mantenimiento, cuando el sistema al cual pertenecen, está presurizado.

Las siguientes figuras muestran los diferentes arreglos de aislamiento:

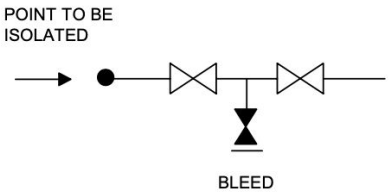


Figura 16. Doble bloqueo y venteo para sistemas de proceso

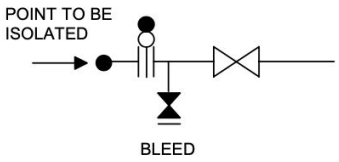


Figura 17. Bloqueo simple y venteo para sistemas de proceso

Aislamiento de recipientes a presión

Todas las boquillas de los recipientes a presión deberán estar equipadas con ciegos o espaciadores, excepto en aquellos que sean muy pequeños o a los que no se puede acceder, ver la siguiente figura.

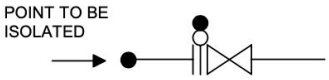


Figura 18. Bloqueo simple para aislamiento de recipientes a presión

El aislamiento del recipiente debe ubicarse lo más cerca posible del recipiente, normalmente directamente en la boquilla. Las válvulas de purga y vapor deben estar provistas de bridas ciegas o figuras en ocho.

Las conexiones a los sistemas de venteo / drenaje de los instrumentos deben estar aisladas en el instrumento.

Aislamiento para mantenimiento de equipos que puedan ser removidos

Piezas de transición se utilizarán cuando sea necesario para fines de mantenimiento. Este tipo de requisito de aislamiento se utiliza generalmente para bombas, compresores e intercambiadores de calor.

Aislamiento de válvulas de control

Las válvulas de control estarán equipadas con válvulas de aislamiento y purga.

Si se requiere un cierre hermético, se debe instalar una válvula de aislamiento aguas arriba de la válvula de estrangulación.

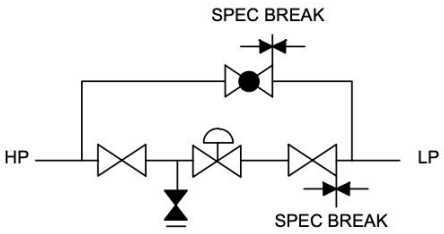


Figura 19. Aislamiento de válvula de control con bypass

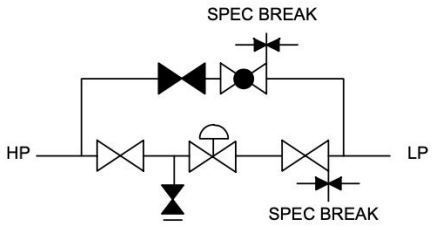


Figura 20. Aislamiento de válvula de control con bypass de doble bloqueo

En equipos no esenciales, se permiten válvulas de control simple.

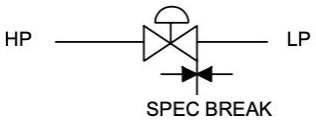


Figura 21. Válvula de control en sistemas no esenciales (sin aislamiento)

Aislamiento de instrumentos de presión y nivel en sistemas de inyección de químicos y puntos de muestreo

Generalmente, se aplican los mismos criterios a los instrumentos de estos sistemas que al aislamiento de sistemas y equipos de proceso.

Todos los instrumentos de presión deben tener una válvula de aislamiento con brida en el punto donde se extrae la presión en una línea de proceso, recipiente, etc.

Además, los puntos de inyección de productos químicos, deberán tener una válvula antirretorno.

Aislamiento del sistema

En general, los fluidos asociados a la producción de metanol y los servicios peligrosos con una presión de diseño del sistema que corresponda a una clasificación de brida de 600 psig (41 barg) y superior, se aislarán mediante válvulas de doble bloqueo y purga si se va a mantener el sistema mientras el resto de los sistemas están en funcionamiento. Bridas ciegas o una pieza de transición se colocará en la brida más cercana al punto de aislamiento requerido. Para una clasificación de brida de 300 libras y menos, es suficiente una válvula de bloqueo simple.

Una sola válvula es aceptable como doble bloqueo y purga, solo si la fuerza que actúa sobre las caras del sello es independiente de la presión del sistema, excepto alrededor de los elementos usados para el lanzamiento y recibimiento de herramientas de inspección de tuberías (PIG).

Dispositivos de aislamiento

Deberá ser posible aislar equipos o las secciones del proceso durante el trabajo de mantenimiento para obtener condiciones de trabajo seguras para el personal de mantenimiento. Las secciones de proceso también se aislarán para la prueba de fugas antes de la puesta en servicio o después de una operación de mantenimiento. Las disposiciones necesarias para facilitar el aislamiento son:

- El cierre de las válvulas automáticas de dos posiciones (cierre/apertura) o válvulas de bloqueo manuales en todas las conexiones de equipo o la sección del proceso a aislar.
- La Ventilación / drenaje (purga) entre válvulas de aislamiento o entre una válvula y una brida ciega.
- bridas con ciegos en el punto de aislamiento.

El aislamiento mecánico real se logra mediante uno de los siguientes arreglos:

- Uso de figuras en ocho (Spectacle Blinds)
- Espaciador y ciego.
- Pieza de transición y brida ciega.

Cuando se utilizan válvulas de mariposa tipo sándwich, se debe proporcionar una brida adicional entre la válvula y el carrete para permitir la extracción del carrete sin perturbar la válvula de mariposa.

La ubicación de los ciegos de la línea y las piezas de transición se indicará en los diagramas de instrumentación y tuberías (P&IDs).

Protección pasiva contra incendios (fireproofing)

Se aplicará aislamiento a prueba de fuego en equipos y tuberías donde se requiera protección pasiva contra un incendio de productos inflamables y en equipos que se requiera que sean operables durante un incendio.

La filosofía y los criterios para la aplicación de la protección pasiva contra incendios se detallan en las especificaciones y normas correspondientes.

Aislamiento acústico

El aislamiento acústico comprende las clases de aislamiento 6, 7 y 8. Los requisitos respectivos para estas clases son una atenuación media lineal de 10, 20 y 30 dB entre 500 y 2000 Hz.

Conexiones a venteos y drenajes

La filosofía para las conexiones a quemadores, venteos y drenajes se describe en esta sección:

- Sistema de drenaje cerrado: Diseñado para el drenaje de líquido después de la despresurización de recipientes a presión, tuberías y otros equipos debido a trabajos de mantenimiento, etc. Todas las conexiones de drenaje de presión deben estar equipadas con una brida ciega para evitar el drenaje accidental de líquidos o gases presurizados.
- Sistema del quemador: Es el sistema de alivio de todo el proceso de la planta. También se utiliza para el venteo total o parcial de los equipos para reducir la presión del cabezal al cual estén conectados.
- Sistema de venteo: Es el sistema de venteo de gases peligrosos a un respiradero atmosférico ubicado en un lugar seguro. Se utiliza durante el mantenimiento antes de abrir el equipo y normalmente se hace después de ventear del equipo al sistema del quemador. Si no hay un sistema de ventilación, alternativamente una boquilla ciega es aceptable para las conexiones de mangueras de alta presión a un lugar seguro.

Requerimientos detallados

- Todos los equipos y las tuberías deben estar provistas de respiraderos a un punto alto y drenaje de los puntos bajos.
- Todos los recipientes a presión deben estar provistos de una válvula de venteo y un ciego que ventile a atmósfera durante el mantenimiento.
- Todos los drenajes de recipientes o columnas que descargan en el sistema de drenaje de agua contaminadas deben tener tuberías permanentes dispuestas con observación visual del flujo. Los drenajes que se utilicen únicamente durante paradas importantes deben estar provistos ciegos o tapones.
- Las conexiones de venteo y drenaje deben estar provistas de válvulas de bloqueo para todos los intercambiadores de calor. En los intercambiadores que operan en serie, se instalaran válvulas de drenaje con tapones o bridas ciegas en el intercambiador inferior.
- Si se deben tomar medidas para la limpieza química con el haz de tubos en su lugar, se deben proporcionar conexiones de brida ciega para las conexiones de las mangueras químicas. Las conexiones deben ser preferiblemente de 3" NPS, pero sin exceder el tamaño de la línea y deben ubicarse entre las boquillas del intercambiador y las válvulas de bloqueo.
- Todos los conductos de venteo y drenaje de las carcasas de bombas que no estén conectados permanentemente al sistema del quemador / drenaje deberán estar con ciegos aguas abajo de las válvulas.
- Las conexiones al sistema de drenaje cerrado desde equipos y tuberías deben tener dos válvulas, una válvula de bloqueo o estrangulamiento, y una disposición de válvula de purga ciega. Se colocará una figura en ocho entre la válvula de bloqueo aguas arriba y la válvula de purga.

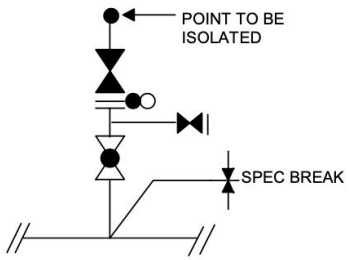


Figura 22. Doble bloqueo para conexiones al sistema de drenaje cerrado

- Las tuberías de drenaje hasta la conexión con el cabezal deben diseñarse para la misma presión que el sistema que se va a drenar. La última válvula de drenaje debe ser una válvula

de apertura lenta o alternativamente, un orificio para evitar una relación de presión / flujo demasiado alto.

- Se debe usar una válvula de bloque con brida ciega para transmisores de nivel y medidores de nivel con conexiones a sistemas cerrados de drenaje y quemador. Si está conectado permanentemente al quemador o al sistema de drenaje cerrado, el ciego no es necesario.
- Las conexiones al sistema de venteo atmosférico desde recipientes presurizados requieren un solo aislamiento, válvula y ciegos. Las conexiones al sistema de ventilación atmosférica de los recipientes atmosféricos requieren un ciego.
- Los venteos atmosféricos que se descargan de fuentes peligrosas, incluidos tanques, deben dirigirse al sistema de venteo atmosférico. Sin embargo, los venteos de los tanques no peligrosos pueden dirigirse individualmente a la atmósfera.
- Los venteos y drenajes (y purgas) en servicio de peligrosos que no estén conectados permanentemente a sistemas de drenaje cerrados o al quemador deberán tener una válvula de doble bloqueo y un ciego para valores de presión de 600 psig (41barg) (clase ANSI) y superiores. Las clasificaciones de presión de 300 psig o menos deben estar equipadas con una válvula de bloque simple y un ciego.
- Las válvulas de alivio pueden equiparse con una válvula de bloqueo aguas arriba y aguas abajo y una válvula de purga ciega aguas arriba de la válvula de alivio.

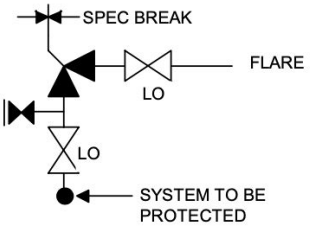


Figura 23. Arreglo para válvula de alivio simple de presión (PSV)

- Las válvulas de alivio o discos de ruptura con repuesto deben estar equipadas con válvulas de selector simple o válvulas de bloqueo con enclavamiento mecánico aguas arriba y aguas abajo y una válvula de purga ciega, aguas arriba de cada válvula de alivio.

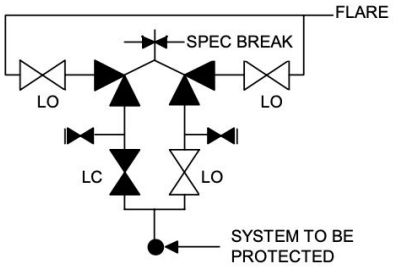


Figura 24. Arreglo para válvulas de alivio (PSV) con válvula de alivio de repuesto.

- Las válvulas de alivio de presión deben ubicarse en puntos altos del sistema de tuberías. La tubería a la entrada de la válvula de alivio de presión debe ser lo más corta posible. Todas las conexiones de rama en el sistema de alivio y purga ingresarán al cabezal a 90 ° a menos que se resalte lo contrario en los diagramas de tubería e instrumentación (P&IDs)
- La purga debe disponerse con una válvula de purga, un orificio y una válvula de bloqueo.

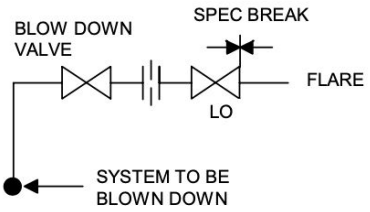


Figura 25. Válvula de despresurización

- Los diagramas de tubería e instrumentación (P&IDs) deben mostrar todos los drenajes del proceso, los venteos y los puntos de muestreo necesarios para la puesta en servicio y la operación. Los venteos y drenajes utilizados exclusivamente para pruebas de presión hidrostática se agregarán mediante el diseño y la disposición de la tubería.

Control de derrame e incendios en áreas de almacenamiento de metanol

Para evitar derrames de metanol, los tanques contaran con protección contra el exceso de llenado por medios de alarmas de alto nivel visibles y audibles; accionamientos con instrumentos automáticos para detener el flujo antes del llenado excesivo; respiraderos con apagallamas; sistemas de contención secundarios, como diques, retenciones o bermas; detectores y alarmas de vapor; y detectores de gases explosivos para detectar y advertir de peligros de incendios o explosiones en caso de una fuga.

El metanol se almacenará en un área bien ventilada con bermas, diques o retenciones. El sistema será diseñado de acuerdo con NFPA 30, por lo tanto, el área de almacenamiento tendrá la capacidad de contener al menos el 120% del volumen de un tanque de almacenamiento en el área contenida. En el caso de una fuga dentro del área de contención, el metanol liquido acumulado se cubrirá idealmente por completo con espuma resistente al alcohol. Como el área de contención tiene las dimensiones adecuadas, el derrame de metanol podrá diluirse con al menos cuatro partes de agua a una parte de metanol para reducir el riesgo de incendios. Estas precauciones se tomarán sin que importe si el metanol está en combustión. El objetivo es impedir la migración de vapor y el retorno de llama reduciendo la velocidad de las fugas de vapor desde la superficie liquida.

Los procedimientos de operación y mantenimiento para prevenir y detectar fugas y derrames incluirán inspecciones visuales periódicas (al menos una por turno). Se realizarán con regularidad pruebas no destructivas del estado de los tanques, válvulas, tuberías, mangueras y diques, así como el mantenimiento preventivo de los componentes mecánicos, eléctricos y estructurales. Esto incluirá los sistemas de detección y alarma.

En todas las áreas en las que se manipule, se almacene o se use metanol, se dispondrá de equipos contra derrames. Cada juego completo para derrames incluirá lo siguiente:

- Varios tipos y tamaños de materiales absorbentes (vermiculita o carbón activado, esponjas absorbentes).
- Pala de plástico (que no produzca chispas) para dispersar los materiales absorbentes.
- Cinta de precaución amarilla u otros dispositivos de barrera para aislar el área.
- Barril o recipiente para el material de desecho recogido.
- Dispositivos de comunicación de emergencia como teléfonos móviles o radios transmisoras a prueba de explosiones.

Los equipos de protección personal para los bomberos incluirán lo siguiente como mínimo:

- Gafas y mascaras contra salpicaduras de productos químicos Guantes de butilo o nitrilo. Botas de caucho.
- Uniformes resistentes a los productos químicos.
- Múltiples extintores de incendios
- Botiquines industriales de primeros auxilios.

- Duchas de cuerpo completo y lavaojos que suministren 15 minutos de agua para descontaminar al personal expuesto.
- Suministro amplio de agua potable para lavarse y beber.
- Vehículos adecuados para transporte de emergencia.

I.4 ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

1.4.1 Antecedentes de accidentes e incidentes

La planta Pacífico MEXINOL, utilizará la tecnología patentada *AdWinMethanol*® desarrollada por las empresas *Thyssenkrupp* y *GasConTec*. Esta tecnología de síntesis de metanol, se distingue de otras tecnologías de producción de metanol por sus ventajas, las cuales se mencionan a continuación:

- Volúmenes efectivos de gas de síntesis que se reducen a la mitad debido a presiones más alta, lo que resulta en tamaños de equipo significativamente reducidos y un compresor de gas de síntesis drásticamente simplificado.
- Diseño de reactor de metanol significativamente simplificado.
- La eliminación del reformador de vapor.
- Confiabilidad mejorada.
- Reducción del consumo de gas natural, aproximadamente entre 3 y 4%.

Actualmente, no existen antecedentes de accidentes o incidentes en la aplicación de esta tecnología, de hecho, existen registros de eventos donde se ha mencionado la presencia de metanol, no como una causa de incidentes, más bien, como un elemento más, que ha estado presente, con una respuesta propia a tales eventos. Es importante señalar que, de acuerdo a la información del instituto de metanol, los peligros particulares del metanol que importan más para su instalación dependen en gran parte sobre la forma en que se recibe y almacena el metanol, como se usa, dónde se usa, cuánto se almacena y usa en un cierto tiempo. No controlar los peligros relacionados con una pequeña cantidad de metanol podría resultar problemático sin apenas ninguna consecuencia, pero la pérdida de control de una cantidad grande, puede ser catastrófica.

Hay cinco consideraciones importantes al manipular el metanol:

1) El metanol es un líquido fácilmente inflamable que arde y a veces estalla en el aire.

2) El peso molecular del vapor de metanol es marginalmente mayor (más denso) que el del aire (32 frente a 28 gramos por mol). Como consecuencia de eso, y dependiendo de las circunstancias de una fuga o un derrame, el metanol líquido se acumulará y el vapor puede migrar a espacios cerca del suelo y acumularse en áreas estrechas y bajas. Se espera que el vapor de metanol, al estar cerca de la flotabilidad neutral, se disipará inmediatamente de los lugares ventilados. No espere que se disipe de lugares sin ventilar como alcantarillas y espacios cerrados. Si se inflama, la llama del vapor de metanol puede retroceder hasta su fuente.
3) En ciertas circunstancias específicas, el vapor de metanol puede estallar en vez de arder al inflamarse.
4) El metanol es una toxina; la ingestión de una pequeña cantidad (entre unos 30 y 60 mililitros) puede causar la muerte; se sabe que cantidades menores causan ceguera irreversible. El metanol se absorbe por la piel y otros tejidos pasando directamente a la corriente sanguínea.
5) El metanol es totalmente miscible con agua y retiene su inflamabilidad incluso a concentraciones de agua muy altas. Una solución del 75% de agua y 25% de metanol en volumen se considera un líquido inflamable. Esto tiene consecuencias importantes para la lucha contra incendios. El metanol es un disolvente químico, que tiene implicaciones importantes para la selección de materiales y también para la lucha contra incendios.

Las estadísticas indican que las causas de incidentes pueden variar dependiendo de la actividad que se esté llevando a cabo. Los incidentes de transporte, ya sea por carretera, ferrocarril o agua, parecen ocurrir durante las actividades de rutina. Los incidentes de tuberías e industriales están relacionados con el mantenimiento de los equipos y, en la producción de biodiesel en particular, con las operaciones de rutina.

Una cosa que todos los incidentes comparten es el elemento humano, que es de importancia clave para evaluar las consecuencias de estos incidentes. Esto subraya la importancia crítica de entender los peligros del metanol y de aprender y practicar los procedimientos para la manipulación segura y responder ante situaciones de emergencia.

Aunque no es posible identificar las contribuciones relativas de los lugares, personas y procesos que resultan de cada evento, podemos beneficiarnos de las lecciones aprendidas en el análisis de incidentes y la gestión de seguridad del proceso de industrias y procesos similares. Entre los factores comunes que contribuyen a la ocurrencia de incidentes se incluyen los siguientes:

- No entender bien las propiedades físicas, químicas y de inflamabilidad del metanol.
- No haber preservado la integridad de recipientes, mangueras o tuberías.
- Permitir que se acumulen o se desprendan vapores de metanol a concentraciones inflamables.
- Capacidad de contención de derrames inadecuada.
- Fuente de inflamación evidentes, como trabajo en caliente, sin reconocer ni controlar.
- Fuentes de inflamación como la electricidad estática, los arcos eléctricos de equipos o instalaciones que no son a prueba de explosiones, fricción y chispas mecánicas o reacciones químicas exotérmicas sin identificar o difíciles de controlar.
- Mantenimiento inadecuado por los equipos.
- No seguir los procedimientos de operación estándar para las operaciones de rutina o que son inadecuados.
- No están vigentes o no se siguen las medidas de seguridad del proceso.
- No están vigentes los sistemas de prevención de incendios, son inadecuados o no funcionan.
- Planificación, adiestramiento, equipos y supervisión inadecuados de la respuesta de emergencia.
- No se reconoce la magnitud del peligro o del evento en desarrollo y no se toman las medidas de protección de seguridad apropiadas y oportunas.

La información estadística registrada en medios públicos es representativa de la frecuencia o magnitud relativa de varios incidentes. Esta, puede servir como punto de partida para evaluar los tipos comunes de incidentes donde el metanol, directa o indirectamente ha estado presente, ayudar a identificar los riesgos y desarrollar las medidas de seguridad para prevenir posibles desastres.

El sector industrial, que incluye la producción de biodiésel, es el área donde la mayoría de los incidentes de metanol han ocurrido y donde el metanol no ha sido la causa directa del incidente. Los problemas relacionados con el inadecuado mantenimiento parecen estar relacionados con más de la mitad de los incidentes con causas conocidas. El “trabajo en caliente” como las tareas de soldadura o rectificación en tanques de almacenamiento o recipientes de metanol, representa la mitad de los incidentes de mantenimiento, y las instalaciones y los equipos eléctricos, tuberías de transferencia, bombas o válvulas de seguridad defectuosas, representan el resto.

Las operaciones inadecuadas de rutina como, la mezcla de materiales, las reacciones a altas temperaturas y presiones, y las operaciones de transferencia de materiales parecen ser responsables

de otros incidentes en el sector industrial, aunque no es posible identificar las fuentes específicas que ocasionaron los incidentes en estos casos.

La fabricación de biodiesel es responsable de dos tercios de todos los incidentes industriales informados con causas conocidas.

Por otro lado otros incidentes donde el metanol ha estado presente, viene representado por incidentes en el sector transporte. En este sector, las colisiones por transporte en carretera, vagones de ferrocarril o barcos son responsables de más de tres cuartas partes de todos los incidentes con causas conocidas. En gran medida, los accidentes de transporte parece que se han producido durante operaciones de rutina mientras que los vehículos o recipientes que transportan metanol estaban en carretera, ferrocarril o en aguas marinas, siendo interesante que no se ha informado de casos de derrames durante las operaciones de transferencia de materiales. Todos los derrames de transporte, aquí referidos, se debieron a colisiones o vuelcos y a un incidente de un derrame menor. Es importante resaltar que, en ningún caso, estos incidentes fueron causados debido el transporte de metanol, estos accidentes podrían haber ocurrido con o sin la presencia de metanol.

No siempre es posible determinar la causa principal de los incidentes informados por los medios o en los informes recopilados. Casi un tercio de los incidentes informados tienen una causa desconocida. Otros casos pueden clasificarse como usos “no intencionados” en los que se ven implicados niños y adultos jugando con metanol y fuego, o experimentos en clases de ciencias de la escuela que salen mal.

Conclusiones

Como sugiere el análisis de incidentes históricos anterior, los peligros inherentes al uso, almacenamiento y transporte de metanol pueden resultar en eventos graves y catastróficos. La pérdida de la vida, lesiones graves y/o pérdidas significativas de material pueden ocurrir cuando este químico no se manipula correctamente y con las debidas medidas de seguridad. Las siguientes conclusiones se basan en la información recopilada de estos incidentes:

- La capacidad de respuesta a emergencias y prevención de derrames, capacitación y el equipo, son elementos esenciales para el manejo seguro del metanol.
- La implementación de un permiso de trabajo en caliente adecuado previo a las actividades de soldadura o esmerilado.

- La integridad mecánica y adecuado mantenimiento preventivo del equipo para el servicio de metanol es de importancia clave para todos usuarios de metanol.
- Comprender la importancia de las causas de la corrosión y prevención en sistemas de transporte de servicio de metanol, ductos, y tanques de almacenamiento es esencial.
- El reconocimiento, identificación y control de posibles fuentes de ignición deben ser enfatizadas en todas las situaciones donde el metanol está presente.
- Los usuarios industriales de metanol y en particular la industria fabricación de biodiésel, se beneficiarán de la implementación de prácticas y procedimientos de gestión de la seguridad para las operaciones de rutina y especiales, así como condiciones de emergencia.
- La capacitación del operador en las propiedades físicas, químicas e inflamables del metanol es un elemento esencial en la manipulación segura, en particular para los trabajadores industriales y del transporte.
- No se han registrado incidentes o accidentes de grandes proporciones en plantas dedicadas a la producción de metanol, corroborando que cuando los sistemas de seguridad son implementados, el manejo, producción y transporte de metanol son altamente seguros.

Cloro

De acuerdo con la revisión hemerográfica realizada, en el país se han reportado los siguientes accidentes relacionados con el manejo de cloro gas.

30 de julio de 2003

Ixhuatlancillo, Ver.

http://www.orizabaenred.com.mx/cgi-bin/web?p=orizabaenred&b=VERNOTICIA&{num}=11741

Una fuga de gas de cloro en el tanque de almacenamiento de la planta de agua potable Citlalli, provocó ayer una fuerte movilización de los grupos de rescate urbano de Protección Civil, afortunadamente el conato fue controlado por personal de Protección Civil de Orizaba. Los hechos ocurrieron a las 15:20 horas aproximadamente cuando se informó a esta dirección sobre las fuertes emanaciones de gas de cloro.

Precisó que inmediatamente varios elementos de esta corporación se desplazaron a la planta potabilizada de Agua Potable que está ubicada en calle 12 de diciembre Sección 3 de la colonia Los Álamos del municipio de Ixhuatlancillo, donde fue controlada la fuga por elementos de rescate urbano de Protección Civil. Asimismo, arribaron al lugar de los hechos elementos de la central de bomberos y elementos de la Policía Municipal para controlar esta fuga que causo la movilización de

las diversas corporaciones policíacas, afortunadamente este conato de fuga fue controlada a los 10 minutos de que se recibió este llamado de auxilio.

Solano García, precisó que esto se generó por un error humano, tras mencionar que el personal a cargo de esta dependencia por un descuido dejó semiabierta una de las válvulas por lo que únicamente se cerró para evitar que el gas se esparciera.

31 de octubre de 2010

Progreso, Yuc.

http://yucatanahora.com/noticias/alarma-vecinos-por-fuga-gas-cloro-vieja-planta-tratamiento-aguas-negras-8810/

Fuerte olor a cloro se sintió durante la noche y parte de la madrugada de este día en el oriente del puerto por una fuga de gas cloro que se registró en la vieja planta de tratamiento de aguas negras ubicada en el libramiento entre Progreso y Chicxulub, a la altura del kilómetro cuatro.

Luego de más de tres horas de trabajo, con apoyo de la Cruz Roja que los apoyó con oxígeno para evitar intoxicaciones, los bomberos lograron controlar la fuga con fuertes chorros de agua para disipar los efectos del gas concentrado.

La fuga se debió, según los bomberos de la SSP, a ladrones que intentaron sustraer una válvula de bronce de un cilindro de cinco toneladas que contenía remanentes de gas cloro concentrado.

2 de febrero de 2013

Tepetitlan, Hgo.

http://www.elindependientedehidalgo.com.mx/2013/02/84501

Ayer a las 10:15 horas aproximadamente, fue reportada una fuga de gas-cloro en el cuarto de bombas que abastece del líquido a la cabecera municipal, por lo que personal de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado de Tepetitlán solicitó ayuda de Protección Civil de Tula.

El organismo encargado del agua en Tepetitlán reportó el incidente ante la corporación de auxilio del municipio, la cual no cuenta con el equipo adecuado para evitar una intoxicación en la entrada del lugar, por lo que buscó auxilio de su homóloga en Tula.

Al lugar arribó el cuerpo de Bomberos, quién cerró el cilindro de la fuga y ventiló el área para evitar la acumulación de gas.

El titular de Seguridad Pública y Protección Civil municipal, Luis Urrutia Pompeya indicó que el cilindro contenía solo 30 por ciento de su capacidad, por lo que no generó mayor problemática.

5 de enero de 2013

Hermosillo, Son.

http://www.jornada.unam.mx/2013/01/05/estados/021n7est

http://www.elimparcial.com/EdicionEnLinea/Notas/Noticias/04012013/656381.aspx

Una fuga de gas cloro provocó que 35 personas fueran desalojadas de la colonia Palo Verde, al poniente de Hermosillo. La Unidad Municipal de Protección Civil precisó que los encargados de una recicladora de metales compraron tres contenedores, pero no se dieron cuenta de que uno contenía el gas, por lo que al proceder a destruirlo provocaron la fuga.

Como primera acción preventiva, fue evacuar a los 35 vecinos que viven más cerca a las calles Segunda y San Antonio en la colonia Palo Verde, posteriormente se realizó un cerco perimetral de 400 metros de diámetro para evitar la exposición del químico con más personas.

Una empresa privada instalada en el Parque Industrial de esta ciudad, prestó apoyo con trabajadores capacitados en el manejo y resguardo de esta sustancia, quienes valoraron la situación y aseguraron 7 cilindros con capacidad de 68 kilogramos y dos contenedores más de 900 kilogramos.

1 de abril de 2013

Corregidora, Qro.

http://www.eluniversalqueretaro.mx/metropoli/01-04-2013/fuga-de-gas-cloro-en-corregidora

Cerca de 80 personas de la colonia Lomas de Balvanera, en el municipio de Corregidora fueron evacuadas al registrase una fuga de gas cloro de un cilindro ubicado al interior de una chatarrera. El siniestro derivó en la movilización de cuerpos de emergencia y de la unidad estatal y municipal de Protección Civil para contener la fuga de este gas sumamente peligroso.

Luego de contener la emergencia, el titular de la unidad municipal de Protección Civil, Carlos Rodríguez, informó que los operarios de la chatarrera removieron la válvula del cilindro lo que ocasionó la salida del gas, volatilizándose el químico.

5 de julio de 2011

Ciudad Juárez, Chih.

http://www.oem.com.mx/elmexicano/notas/n2134260.htm

Una fuga de gas cloro que era transportado por un vehículo a la altura del kilómetro 20 de la carretera a Casas Grandes, dejó un saldo de 39 personas intoxicadas, entre hombres, mujeres y niños que circulaban a esa altura en el momento en el que ocurrió el percance.

Los hechos se registraron alrededor de las siete y media de la tarde cuando paramédicos de la Cruz Verde y personal de Rescate acudieron atender el llamado de emergencia, estos trasladaron a nueve personas integrantes de dos familias a la clínica número 35 del Seguro Social.
En el accidente químico se vieron afectados cuatro menores de edad que presentaban severos síntomas de intoxicación que requerían de atención inmediata. Según la información inicial dada a conocer por los cuerpos de rescate, la mayoría de los civiles afectados viajaban a bordo de un camión de personal de una empresa maquiladora, mientras que otras cuatro familias circulaban a bordo de sus vehículos particulares cuando la nube de gas los invadió.
Señalaron que el gas cloro es utilizado para potabilizar el agua que se consume constantemente y que es manejado por la Junta Municipal de Agua y Saneamiento, pero que en este caso se desconocía si el gas era transportado por la descentralizada del Estado o por un vehículo particular.

I.4.2 Metodologías de identificación y jerarquización

Los puntos de riesgo de cualquier instalación se refieren a aquellas áreas de proceso, almacenamiento y/o transporte que puedan producir un efecto que tenga consecuencias adversas sobre la vida o la salud de las personas, el medio ambiente o las instalaciones, tal como emisiones y fugas de sustancias, incendios o explosiones.

El presente análisis identifica los posibles eventos de riesgo creíbles hipotéticos a suceder en las instalaciones de Pacífico MEXINOL. Para llevar a cabo este análisis se aplicó la metodología presentada en la Figura 26.

I.4.2.1. Criterios para la selección de la metodología utilizada para la identificación de riesgo

Las técnicas de identificación de peligros deben ser apropiadas para la instalación y para las actividades que se llevan a cabo en la instalación; por lo tanto, al seleccionar un proceso de identificación de peligros, se debe considerar:

- El tamaño y la complejidad de la instalación;
- La duración y complejidad de las actividades o la fase que se está considerando;
- La naturaleza de las actividades y procesos asociados con la instalación; y
- Estudios piloto / casos de seguridad de instalaciones similares.



Figura 26. Metodología de análisis de riesgos

El proceso de identificación de peligros sienta las bases para el resto del proceso de análisis de riesgo. Todos los peligros se identifican durante esta fase para que puedan evaluarse y gestionarse de forma segura. Por lo tanto, la técnica seleccionada debe:

- Ser sistemático y estructurado;
- Fomentar el pensamiento creativo y lateral sobre posibles peligros que no se han experimentado previamente;
- Ser apropiado para la instalación y su fase de desarrollo o nivel de madurez;
- Considerar qué enfoque extraerá la máxima cantidad de información útil; y
- Debe ser apropiado para las personas involucradas.

Hay muchas técnicas o combinaciones de técnicas que se pueden aplicar. Algunas de las técnicas de identificación de peligros más comunes se enumeran a continuación:

Tabla 14. Metodologías de identificación de riesgos

Fase del proyecto	Propósito	Método recomendado
Ingeniería Conceptual	- Como ayuda para la selección del proceso. - Detectar peligros inaceptables de proceso. - Ayuda para el diseño del proceso. - Identificar modificaciones fundamentales en el proceso que reduzcan el nivel de riesgo.	HAZID Checklist What If
Ingeniería Básica	- Identificar con mayor detalle peligros en el proceso seleccionado y en el diseño propuesto; adicionalmente, en esta fase ya se pueden valorar adecuadamente los riesgos asociados.	HAZID Checklist What If FMEA HAZOP
Ingeniería de Detalle Manuales Operativos Procedimientos	- Identificar definitivamente todas las situaciones de peligro en el proceso, valorando los riesgos asociados. - Detectar aspectos de la operación no contemplados inicialmente. - Ayudar a establecer los procedimientos de operación, comisionado y puesta en marcha.	Checklist What If FMEA HAZOP
Plantas En Operación	- Garantizar que la información sobre calidad, requisitos legales, seguridad de proceso y procedimientos operativos es completa y esta actualizada. - Verificar que las lecciones aprendidas en accidentes o incidentes recientes han sido tenidas en cuenta y aplicadas.	Checklist HAZOP

Tomando en cuenta las características del proyecto a evaluar:

- Proyecto en etapa de ingeniería básica
- Complejidad media del proceso
- Tamaño medio de las instalaciones

Para la identificación de peligros en el proceso de metanol, se seleccionó la metodología HAZID y para el proceso de cloración se utilizó el análisis HAZOP.

HAZID

El método HAZID (Hazard Identification) es un estudio formal para la identificación de peligros y riesgos, como así también los controles requeridos en una operación o instalación, y la evaluación de la aceptabilidad de dichos riesgos utilizando métodos tanto cualitativos como cuantitativos. Por medio de esta técnica se identifican las medidas a ser adoptadas para reducir o eliminar todo riesgo que no es considerado aceptable. Los estudios HAZID proveen un entorno en el que las personas pueden utilizar su experiencia y habilidades para evaluar riesgos o problemas operacionales que pueden llegar a generarse. Es un acercamiento sistemático, considerando cada línea, modo de operación y tipo de riesgo, minimizando las posibilidades de soslayar o pasar por alto problemas.

El método es una combinación de la identificación y análisis de los riesgos contemplados en un "Checklist" y las conclusiones arribadas luego de una tormenta de ideas. El "Checklist" se divide en cuatro secciones principales:

- Sección 1: Riesgos Externos y Ambientales
- Sección 2: Riesgos hacia la Instalación
- Sección 3: Riesgos a la Salud
- Sección 4: Riesgos de la Instalación.

Un HAZID es llevado a cabo por un equipo, donde, luego de una "tormenta de ideas", se identifica, evalúa y se proponen medidas preventivas para minimizar tanto las consecuencias que pueden llegar a generarse de incidentes, como así también las posibilidades de que tal incidente se lleve a cabo. El equipo puede variar dependiendo del tema del HAZID, pero siempre tendrán que participar representantes de los departamentos de diseño, ingeniería, operaciones, calidad y salud e higiene.

Un coordinador independiente y experimentado en HAZID es beneficioso para que el equipo siga correctamente el procedimiento. Idealmente el coordinador no debería estar involucrado de manera cercana con el diseño o aspectos operacionales del proyecto, de manera tal de asegurar objetividad. El coordinador promoverá las discusiones cuando sea necesario, dejando que los miembros del equipo puedan arribar a soluciones. Si no se arriba a soluciones en forma inmediata, se toma nota del problema para que, con posterioridad, se tomen las acciones correspondientes.

HAZOP

El análisis HAZOP es una técnica de identificación de riesgos inductiva basada en la premisa de que los accidentes se producen como consecuencia de una desviación de las variables o condiciones del proceso con respecto de los parámetros normales de operación.

El análisis HAZOP consiste en analizar sistemáticamente las causas y las consecuencias de desviaciones de las variables de proceso, planteadas a través de unas "palabras guías". Las palabras guías deben ser aplicadas a las variables de acuerdo a la intención de diseño del nodo establecido, para identificar y evaluar las desviaciones potenciales de la operación de la instalación. Para cada nodo se plantean de forma sistemática las desviaciones de las variables de proceso aplicando a cada variable una palabra guía.

El análisis HAZOP consiste en la aplicación exhaustiva de todas las combinaciones posibles entre palabra guía y variable de proceso, descartándose durante la sesión las desviaciones que no tengan sentido para un nodo determinado.

I.4.2.2. Criterios para la selección de la metodología utilizada para la jerarquización de riesgos

Contar con una metodología para valorar los niveles de riesgo es importante cuando el conjunto de riesgos identificados es amplio y los recursos para su administración son limitados. El valorar los niveles de riesgo y asignar prioridades a la atención de las recomendaciones que los prevengan o los mitiguen, permite una administración adecuada de los recursos.

Una escala de valores de riesgo se diseña para contar con una medida de comparación entre diversos riesgos. Aunque un sistema de este tipo puede ser relativamente simple, la escala debe representar valores que tengan un significado para la organización y que puedan apoyar la toma de decisiones.
Para llevar a cabo la jerarquización de los riesgos identificados mediante los análisis HAZID y HAZOP, se seleccionó el uso de la matriz de riesgos debido a lo siguiente:

- Es simple de entender y fácil de usar
- Incluye todo el espectro de frecuencia de ocurrencia de escenarios de riesgo potenciales
- Describe detalladamente las consecuencias en cada categoría (personal, población, medio ambiente, producción e instalaciones)
- Define claramente los niveles de riesgo no tolerable, indeseable, aceptable con controles y tolerable

La matriz de riesgos es una gráfica en dos dimensiones en cuyos ejes se presenta la categoría de frecuencia de ocurrencia y la categoría de severidad de las consecuencias. La matriz está dividida en regiones que representan las diferentes categorías de riesgo.

La jerarquización de los escenarios a través de una matriz de riesgos, se establece con base en rangos de frecuencia y consecuencias adoptados y reconocidos por alguna entidad, autoridad u organización. En el presente caso se utiliza la matriz de riesgos adoptada por PEMEX, establecida en el documento 800-16400-DCO-GT-75. Guías Técnicas para Realizar Análisis de Riesgos de Proceso.
A continuación, se muestra la matriz de riesgo empleada:

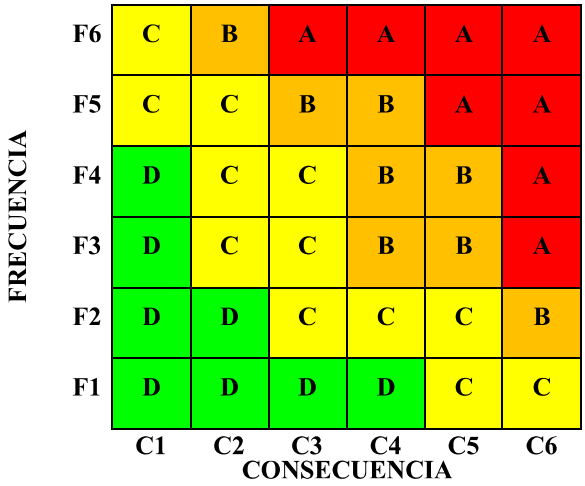


Figura 27. Matriz de riesgo

Las diferentes categorías de riesgo se definen de la siguiente manera:

Riesgo No Tolerable (Tipo A):
El riesgo requiere se implementen acciones inmediatas temporales y permanentes. Un riesgo Tipo "A" representa una situación de riesgo no tolerable y deben establecerse Controles Temporales Inmediatos si se requiere continuar operando. Se debe realizar una administración de riesgos temporal y permanente por medio de controles de ingeniería y/o factores humanos hasta reducirlo a Tipo “C”.

Riesgo Indeseable (Tipo B):
El riesgo requiere se implementen acciones inmediatas permanentes. Un riesgo Tipo “B" representa una situación de riesgo Indeseable y deben establecerse Controles Permanentes Inmediatos. Se debe