
GUIA PARA INGRESO A ESPACIOS CONFINADOS EN ATMOSFERA INERTE

Autores:

Robledo Alberto
Cordido, Manuel

Empresa:



ESSO PETROLERA ARGENTINA S.R.L.

Octubre 2006

GUIA PARA INGRESO A ESPACIOS CONFINADOS EN ATMOSFERA INERTE

ABSTRACT

Durante las Paradas de Planta se realizan actividades de remoción de catalizador o reemplazo del mismo, que requieren trabajar bajo atmósferas inertes para evitar la autoignición de materiales fácilmente combustibles dentro del Reactor.

El personal que lleva a cabo estos trabajos enfrenta una serie de riesgos como asfixia, fuego, explosión y otros riesgos físicos, lo cual puede tener consecuencias fatales que comprometen su vida.

ExxonMobil como consecuencia de estas circunstancias especiales desarrollo una serie de Guías a los efectos de prevenir consecuencias graves para sus operaciones con catalizadores en Reactores.

Para ello se concensuaron dentro de varios grupos de trabajo aquellas tareas que se consideraban críticas para evitar consecuencias fatales y se elaboro una guía que cada planta deberá respetar o justificar las desviaciones frente a los Comités de Operaciones Seguras respectivos o su equivalente en cada instalación.

GUIA PARA INGRESO A ESPACIOS CONFINADOS EN ATMOSFERA INERTE

INTRODUCCIÓN

Ciertos reactores contienen catalizadores piroforicos (auto encendido) y debido a la alta probabilidad de que se origine fuego dentro del recipiente, en tareas tales como remoción de catalizador usado o descarga del mismo por gravedad, se requiere que dichas actividades se realicen bajo atmósfera inerte para evitar consecuencias no deseadas. La entrada a espacios confinados con gas inerte es una tarea de alto riesgo que se lleva a cabo con contratistas especializados que utilizan una tecnología específica para llevar a cabo esta actividad en forma segura.

El personal que lleva a cabo este trabajo se expone a riesgos como asfixia, fuego y explosión. Incluso un mínimo percance dentro de un espacio con gas inerte puede terminar en una fatalidad. Debido a las consecuencias muy serias, debe cuestionarse la necesidad de llevar a cabo una actividad en atmósfera inerte y, de ser necesaria, debe aprobarse por el nivel apropiado como el Gerente de la Planta o el Comité de Operaciones Seguras. Esto es para asegurar que se han analizado las opciones que minimizan los riesgos y que se han elegido los procedimientos mas adecuados para manejar la operación lo mas seguro posible.

Trabajar dentro de un recipiente con gas inerte debe minimizarse o directamente evitarse y reemplazarse por otras alternativas como vaciado de catalizador mojado o relleno del mismo en condiciones de aire fresco. También es posible remover catalizador bajo aire fresco luego de que se ha decoquizado in situ (Reactores del Powerforming). Cuando se requiere entrar en atmósfera inerte, el tiempo de trabajo dentro del recipiente debe ser minimizado haciendo uso de dispositivos de control de nivel para monitorizar la carga de catalizador desde el exterior.

GUÍA PARA INGRESO A ESPACIOS CONFINADOS EN ATMÓSFERA INERTE

DESARROLLO

Antecedentes

Este estudio proporciona una Guía de cómo debería llevarse a cabo el trabajo dentro de un recipiente conteniendo gas inerte. Se deberá desarrollar un procedimiento detallado para cada caso individual basado en esta guía. Adicionalmente se sugiere preparar una Lista de Verificación de Control de la Seguridad por las personas responsables en la Empresa para el trabajo.

La intención de esta guía es que sirva de suplemento de los requisitos existentes para Espacios Confinados de cada instalación y solo cubre los riesgos adicionales asociados con trabajos en atmósferas inertes. Donde las pautas difieren de las regulaciones locales, se deben adoptar los requisitos más severos, siendo los puntos a considerar los siguientes:

1. Selección de contratistas

El contratista debe ser el que el Sistema de Gestión de Seguridad aprobó. Además, previo a cada etapa el trabajo el contratista debe demostrar a la persona responsable del trabajo de la Empresa lo siguiente:

- Que el personal específico que llevará a cabo la entrada al espacio confinado con gas inerte tiene experiencia y está entrenado adecuadamente. Presenta el registro de las capacitaciones para este tipo de actividades (Es probable que personas que hacen la entrada a espacios confinados con gas inerte, hayan progresado a través de un proceso de aprendizaje, tal como, primero realizar tareas fuera del recipiente, luego utilizando el equipo de respiración autónomo en las condiciones “no inerte”, para luego permitirles pasar a la entrada de un reactor de un solo lecho. Personal con más experiencia debería entrar a reactores con varios lechos. Debería tomar varios años adquirir experiencia suficiente como para obtener el nivel requerido para realizar los trabajos en forma segura.
- El personal que trabaja en forma rutinaria con equipamiento de Protección Respiratoria debe tener la aptitud física adecuada para desarrollar esas tareas en función de una serie de exámenes médicos específicos.
- Todo el equipamiento de Protección Respiratoria, el Sistema de Apoyo de Vida, el equipo de rescate de emergencia y el equipo de verificaciones de gases de prueba rutinarios, cumple con las verificaciones adecuadas y las mismas se encuentran documentadas.

2. Análisis de la Tarea Segura (ATS)

El contratista debe preparar un ATS que es específico al recipiente a entrar y a los trabajos específicos a realizar en el mismo. Esto necesita analizar todos los potenciales riesgos que pueden presentarse para dichos trabajos dentro del recipiente mencionado.

Trabajos preliminares a la entrada al recipiente e instalación del equipamiento a utilizarse en las tareas.

- Acceso y Egreso del recipiente.
- Proveer iluminación adecuada.

GUIA PARA INGRESO A ESPACIOS CONFINADOS EN ATMOSFERA INERTE

- Controles de acceso alrededor del área de trabajo y alrededor de los pasos de hombre en donde se ventila con Nitrógeno.
- Actividades de izamiento y fijación de equipos.
- Actividades de levantamiento de cargas manual.
- Manejo de tambores de catalizador.
- Remoción de internos del recipiente (filtros canasto y pasos de hombre interiores).
- Instalación y operación de la válvula de la tolva para carga de catalizador.
- Carga de catalizador nuevo o recuperado.

El ATS debe ser preparado por personal de la Compañía Contratista y responsable de la actividad de trabajo y debe comunicarse a las personas que ejecutan el mismo.

3. Condiciones de entrada al espacio confinado (con gas inerte)

3.1 Riesgos asociados con la operacion

FUEGO / EXPLOSION producidos por:

- Presencia de sulfuro de hierro, el cual ante la pérdida de la atmósfera inerte, puede sufrir auto ignición.
- Oxidación del catalizador y quemado del mismo en presencia de aire.
- Hidrógeno y monóxido de carbono que en presencia de oxígeno producen combustión en concentraciones tan bajas como del 4%.

ENVENENAMIENTO producido por:

- Formación de níquel carbonilos, debido a la presencia de monóxido de carbono y catalizador de Ni-Mo (Níquel-Molibdeno)

SOFOCACION producido por:

- Trabajo en atmósfera de Nitrógeno, el cual es un gas inodoro, incoloro y letal debido a sus características asfixiantes.

ELECTROCUCION producida por:

- Utilización de equipos de iluminación y maquinarias.

CAIDAS/ RESBALONES, ETC.

. RIESGO POR COMPACTAMIENTO DE LECHOS producido por:

- Al ingresar N_2 al reactor y al encontrar el lecho compactado se produce una sobre presión que termina "rompiendo" el compactamiento cuando ingresa personal al reactor para trabajar en el.

GUIA PARA INGRESO A ESPACIOS CONFINADOS EN ATMOSFERA INERTE

RIESGOS POR STRESS CALORICO producido por :

- El trabajo en atmósfera inerte con traje "gas tight" o similar con temperaturas altas dentro del reactor.

GENERALIDADES

- La tarea debe ser desarrollada por personal contratista especialista, con experiencia, registros de seguridad, exámenes médicos específicos, registros de entrenamiento en emergencias, se debe incluir plan de rescate. Certificación de personal entrenado en espacios y reactores multi-lechos
 - SHE verificará:
 - Sistema de suplido de aire.
 - Equipo de rescate.
 - Equipos de Testeo de gas
 - EPP
 - Incluir el ATS en Ingles y Español.
 - Incluir cartelería con las siguientes leyendas:
 - Prohibido la entrada
 - Habilitado.
 - Peligro barrido con Nitrógeno.
 - Peligro H2S
 - Peligro Benceno.
 - Incluir cámara de TV para mantener contacto visual con los trabajadores en la cuna inferior del Reactor.

Preparación Previa

- Reunión inicial
EFECTUE una Reunión de trabajo, para tratar los siguientes temas:
 - ✓ Area de trabajo
 - ✓ Procedimiento de seguridad - Encargados de rescate
 - ✓ Reglas de planta
 - ✓ Información técnica adicional
 - ✓ Definir responsabilidades acerca de controles en plataforma, durante el desarrollo de los trabajos y frecuencia.A la reunión DEBEN asistir representantes de las siguientes áreas: Mantenimiento, Operaciones (Supervisor + Coordinador), Seguridad y el Team leader.
- Preparación del sitio de trabajo:
 - ✓ Ubicación de equipos
 - ✓ Suministro de utilidades para uso del contratista
 - ✓ Facilidades de seguridad (duchas, centro médico, áreas seguras)
 - ✓ Vallado y señalización de la zona de trabajoLa preparación del sitio de trabajo estará a cargo del contratista, en contacto con el Supervisor de Operaciones.

GUIA PARA INGRESO A ESPACIOS CONFINADOS EN ATMOSFERA INERTE

✓ Chequeo del sistema de soporte de vida y de cada uno de sus componentes.

✓ Verificación de cilindros de aire medicinal con tubos dragger.
Estas operaciones estarán a cargo del contratista

✓ Chequeo e instalación de todos los equipos y facilidades por parte del contratista, en colaboración del supervisor de operaciones.

- SOLICITE al grupo médico la disponibilidad inmediata de una ambulancia en caso de que sea necesario.
- CORTE la calle interna entre unidades aledañas al reactor
- VERIFIQUE la dirección del viento y demás condiciones climáticas.
- Previo al inicio de los trabajos DEBE efectuarse una charla con todo el personal involucrado, (operadores y personal auxiliar como choferes , gruístas, contratistas, etc.) y DEBE dárseles una explicación acerca de la utilización del equipo de suministro de aire externo.
- VERIFIQUE la presencia de la grúa en la zona y guíndola en plataforma superior del reactor

GUIA PARA INGRESO A ESPACIOS CONFINADOS EN ATMOSFERA INERTE

Se resume en el siguiente cuadro los valores límites a ser considerados:

Substancia	Max Valor	Comentarios
Oxigeno	<2 vol%	El máximo limite fijado por API 2217A es 5%. Sin embargo, la mayoría de las plantas y los contratistas trabajan conservativamente con el limite del 2%. Esto da tiempo para acciones de emergencias que se requieran.
Hidrocarburos, Hidrogeno	<30% LEL	Debido a que el nivel de O2 ha sido fijado a un valor conservativo, nos permite tomar al %LEL un poco mas flexible que el establecido en la norma API 2217A (10% LEL). <i>Nota:</i> Los medidores de gases portátiles convencionales no se pueden usar para medir %LEL en ambientes con bajo oxigeno.
H2S	<100 ppm*	Este limite esta basado en evitar niveles de H2S >10 ppm en los alrededores del paso de hombre de la plataforma de acceso al recipiente para evitar quejas por malos olores.
Benceno	<10 ppm*	Limite fijado para evitar niveles de Benceno >1 ppm en los alrededores de la plataforma de acceso al recipiente.
CO	<50 ppm#	Debe medirse cuando el catalizador contiene Nickel o Cobalto. Esto es para prevenir la formación potencial de metales tóxicos de carbonilo.
Temperatura interna del Reactor Temperatura (para trabajo moderado)	<30 deg C <25 deg C (si se usa ropa de plástico)	Arriba de esta temperatura existe la posibilidad de que los trabajadores sufran Stress Térmico, por lo tanto se deberá hacer una evaluación mas detallada si se supera la misma. Se deberían establecer regímenes de trabajo/descanso apropiados según las condiciones del ambiente de trabajo.

GUIA PARA INGRESO A ESPACIOS CONFINADOS EN ATMOSFERA INERTE

Estos limites son solo una guía. Cada lugar deberá establecer los propios y que los mismos sean aceptables para demostrar que no se obtendrán en la plataforma de acceso al recipiente valores que superen los limites permisibles de H₂S y Benceno, cuando los trabajadores se encuentren sin Protección Respiratoria. Las personas que trabajan dentro del recipiente deberán estar protegidos con Protección Respiratoria.

Cuando se trabaja en ambiente con N₂, solo al principio se verifica el contenido de CO. Sin embargo debe repetirse en el caso de un incremento de temperatura en el recipiente, siendo una indicación de que se produjo una reacción de combustión y la posible formación de CO.

El Operador del Proceso es responsable de chequear la continuidad de las condiciones de trabajo como mínimo a la entrada y a la salida de cada cambio de turno para confirmar que éstas son las requeridas por las guías.

El contenido de oxígeno y la temperatura dentro del recipiente deben supervisarse continuamente, y el espacio debe evacuarse si ambos éstos exceden los límites especificados. El % LEL, H₂S y Benceno también pueden necesitar ser supervisados en una base más frecuente dónde el hidrocarburo residual presente en el recipiente es la causa de esta situación.

Los resultados de prueba de gases y lecturas de temperatura de reactor deben registrarse en una planilla realizada para tal fin.

- Previo al ingreso del contratista al reactor, el Supervisor de Operaciones DEBERA verificar todos los elementos de protección personal y chequear lo siguiente:
 - ✓ Uso de casco, zapatos de seguridad y arnés con cabo de vida.
 - ✓ Máscara para respiración con aire asistido
 - ✓ Suministro de aire primario, secundario y terciario.
 - ✓ Funcionamiento de equipos de comunicación
 - ✓ Uso de calzado tipo raqueta para nieve para ingresar al reactor.
 - ✓ Traje Gas Tight
- Deberá haber una persona equipada con todos los elementos anteriormente mencionados para la entrada al reactor en caso de emergencia o rescate
- La persona que esté dando asistencia en la plataforma del reactor deberá tener los siguientes equipos de protección personal: (personal de asistencia para retiro de canastos, pipa, etc)
 - ✓ Casco, zapatos de seguridad y guantes.
 - ✓ Traje Saranex
 - ✓ Equipo de respiración asistida desde el exterior

Si se dan las siguientes condiciones en plataforma podrá prescindir del uso de aire asistido

O ₂ :	>19.5%
CO:	<25 ppm
SH ₂ :	<5 ppm
Explosividad:	<10% LEL
Benceno:	<1 ppm

GUIA PARA INGRESO A ESPACIOS CONFINADOS EN ATMOSFERA INERTE

- La persona que esté recolectando el catalizador en la base del reactor deberá tener los siguientes equipos de protección personal:
 - ✓ Casco, zapatos de seguridad y guantes.
 - ✓ Traje Tyvek Amarillo
 - ✓ Equipo de respiración asistida desde el exterior

Si se dan las siguientes condiciones en la base del reactor podrá reemplazar el uso de aire asistido por una máscara con pote filtrante

O2:	>19.5%
CO:	<25 ppm
SH2:	<5 ppm
Explosividad:	<10% LEL
Benceno:	<0.5 ppm

- La persona que vaya a realizar mediciones puntuales en la plataforma o base del reactor no podrá estar más de 30 minutos y deberá utilizar los siguientes elementos de seguridad
 - ✓ Casco, zapatos de seguridad, guantes
 - ✓ Traje Tyvek Amarillo
- Una vez satisfechos todos los requisitos anteriores, EMITA el permiso de entrada a recipientes, con la aprobación de la Supervisión de Operaciones, de Mantenimiento y SHE, con conocimiento de la Gerencia.
La documentación correspondiente consiste en:
 - ✓ Permiso de entrada a recipientes
 - ✓ Lista de verificación
 - ✓ Check list para ingreso inerte (descarga o carga densa, según corresponda).
- El ascenso y descenso del reactor se REALIZARÁ mediante escaleras marineras provista por el contratista y previamente aprobado por el grupo SHE y certificada por el fabricante .
- El ascenso y descenso se REALIZARÁN con el cabo de vida tirante de manera que le sirva de salvaguarda en caso de inconvenientes (resbalones/ mal funcionamiento).
- El operador de Proceso, realizará tres mediciones por día (durante la mañana, al mediodía y a la tarde) de O2 y LEL. Estas medidas se compararán con las mediciones continuas del contratista, y en caso de tener una desviación mayor al 10% se comunicará al Coordinador de la Operación quien decidirá las acciones a tomar.
- Un técnico contratista, especialista en la operación de carga y descarga, dotado de soporte de vida, traje gas tight y equipo de respiración asistida ingresará al reactor. Este será asistido por un segundo hombre, equipado con igual traje y respiración asistida (si corresponde), desde la plataforma del equipo. En todo momento se

GUIA PARA INGRESO A ESPACIOS CONFINADOS EN ATMOSFERA INERTE

mantendrá contacto visual o radial entre ambos para el caso en que necesite asistencia.

- La falta de aire de instrumentos NO AFECTARA las operaciones en el Reactor
- La falta de agua de enfriamiento NO AFECTARA las operaciones en el Reactor
- La falta de vapor NO AFECTARA las operaciones en el Reactor

- La falta de Fuel Gas NO AFECTARA las operaciones en el Reactor
- Por corte de energía se SUSPENDERÁN los trabajos por falta de iluminación y registros de temperatura
- Por corte de aire industrial se SUSPENDERÁN los trabajos por falta de suministro de aire auxiliar
- Por falta de N2 se EVACUARA a todo el personal en el sector y se procederá a inyectar agua para sofocar la combustión del catalizador y el sulfuro de hierro, en caso de que esta ocurra.
- Por indicación de alarma del sistema de soporte de vida se SUSPENDA los trabajos y realizar los chequeos y ajustes antes de reiniciar los trabajos.
- La descarga del catalizador se EFECTUARÁ por gravedad mediante la operación de válvulas a cuchillas, instaladas en las nozzles de descarga al pie del reactor, posterior a la operación de skimming del lecho superior.
- Inicialmente se CERCARÁ una circunferencia de 10 metros de radio alrededor del reactor. El acceso a la zona vallada, sólo PODRÁ realizarse con equipo con suministro de aire externo.
- Finalizada la descarga del lecho superior y del inferior, el contratista ELIMINARÁ el remanente de catalizador y bolas inertes y efectuará la limpieza interna del mismo.
- El interior del reactor y zona de plataforma, DEBERÁN ser entregados por el personal contratista, en condiciones que no representen riesgos para ESSO PA SRL
- El ingreso al reactor de personal de la Cía. se REALIZARÁ con el reactor en condiciones atmosféricas

El catalizador descargado SERÁ colocado en recipientes herméticos bajo atmósfera inerte. Se COLOCARÁ hielo seco en cada tambor para asegurar la atmósfera inerte que evitará la autoignición de material

GUIA PARA INGRESO A ESPACIOS CONFINADOS EN ATMOSFERA INERTE

4. La Protección de la piel

Una evaluación de riesgos se debe realizar para ver si los EPP adicionales requeridos logran proteger a las personas que trabajan dentro del reactor del polvo del catalizador y cualquier hidrocarburo residual.

El uso de ropa descartable de trabajo (tipo Tyvek) es normalmente suficiente para el trabajo dentro de recipientes que procesen gas oil livianos y corrientes de nafta. Sin embargo, dónde el hidrocarburo residual sea significativo se deberá usar ropa de plástico (impermeable).

5. La Carga Térmica

Trabajar en condiciones de calor o muy alta humedad pueden causar Stress Térmico. Los síntomas son el agotamiento, la falta de coordinación, vértigo y confusión y para personas que trabajan dentro de un recipiente con gas inerte puede tener consecuencias fatales. Donde hay potencialmente una situación para el Stress Térmico, se necesitan desarrollar procedimientos especiales con Salud/Higiene Industrial, que incluyan el régimen de trabajo/descanso mas apropiados. Las personas que trabajan en lugares con exposición al calor intensa deben de disponer de una adecuada ingesta de agua para su hidratación..

El límite aconsejado de 30 Centígrados (la temperatura de bulbo seco) para el trabajo moderado con pantalones de trabajo normales comparado con aquellas situaciones que cuando se varia la indumentaria requiere un análisis particular desde el punto de vista de carga térmica.

Este límite mencionado esta basado en la temperatura de bulbo seco y bulbo húmedo dentro de un recipiente en donde se esta purgando con Nitrógeno y el % de Humedad

Relativa es cercano a cero. Esto no aplica a recipientes u otros reactores donde la purga se hace con aire. Para los trabajos que se hacen con ropa impermeable (Ej. trajes de plástico descartable) se recomienda una temperatura de 25 grados centígrados.

Arriba de estos limites se necesita una evaluación por parte de especialistas de Salud/Higiene Industrial para que establezcan el régimen de trabajo y descanso, e identificar cualquier otra necesidad de control a los trabajadores que ejecutan la tarea, Cabe mencionar que las personas que trabajan habitualmente en ambientes calurosos y están aclimatizadas tienen mayor tolerancia al calor.

El índice utilizado en estudios de carga térmica traducido como Temperatura de bulbo húmedo globo (Wet Bulb Globe Temperature) (WBGT) es el que nos provee la indicación mas precisa en cuanto a la evaluación de la carga térmica cuya ecuación es la siguiente

$$WBGT = 0.7 \times \text{Temperatura de Bulbo Humedo} + 0.3 \times \text{Temperatura de Globo}$$

La Temperatura de Globo de Bombilla Mojada (WBGT) proporciona una medida más exacta del riesgo de tensión de calor, y para el trabajo dentro de un espacio confinado la relación siguiente se usa para calcular el WBGT:

$$WBGT = 0.7 \times \text{la Bombilla Mojada Natural Temp.} + 0.3 \times \text{Globo Bombilla Temp.}$$

GUIA PARA INGRESO A ESPACIOS CONFINADOS EN ATMOSFERA INERTE

Los límites siguientes se toman de 'La Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales (ACGIH), Valores Límite y Umbral e Indices de Exposición Biológica, 2000' y proporciona la guía acerca de cuando se requieren las medidas especiales.

Trabajo Moderado con ropa habitual: 25 C (WBGT)

Trabajo Pesado con ropa habitual: 22.5 C (WBGT)

Trabajo Moderado con traje impermeable: 17 C (WBGT)

Los límites anteriores no aplican para trajes especialmente diseñados con dispositivos de enfriamiento.

6. Sistemas de Soporte de Vida en Atmósferas Inertes

No hay ninguna norma específica para el plan de sistemas de soporte de vida.

Los requisitos generales siguientes son basados en la API 2217A:

La Protección Respiratoria deberá ser como mínimo de máscara completa y suplido de aire con presión positiva.

Deben proporcionarse dos fuentes independientes de aire de suplido. Este sistema debe tener dos líneas de aire separadas, alimentando a las máscaras con dos válvulas también independientes. El segundo suministro de aire debe entrar automáticamente ante pérdida de presión del aire principal.

Un cilindro de aire para escape debe ser llevado por cada trabajador. El mismo debe entrar en funcionamiento automáticamente ante falla de los dos suministros de aire independientes mencionados en el párrafo anterior, o por alguna causa queden desconectadas o se rompan las líneas de suplido de aire de sus fuentes.

El casco, capucha, o traje deben ser lo suficientemente seguros para prevenir que se desprendan de la persona que los está utilizando en forma inadvertida. (Algunos contratistas usan dispositivos con seguros en el casco para que el equipo sea íntegro y que no pueda quitarse accidentalmente.).

El cordón umbilical que contiene las mangueras de aire debe envainarse para proteger las mismas adecuadamente y debe diseñarse de tal forma que las mangueras no puedan engancharse cuando se tira de las mismas.

Una persona con experiencia, localizada fuera del espacio confinado, debe supervisar el suministro de aire continuamente. Una alarma, audible o visible, debe proporcionarse para advertir sobre baja presión de aire en la fuente.

Un medio de comunicación, conveniente para la Clasificación de Área de Riesgo, debe proporcionarse entre cada uno de las personas que trabajan tanto afuera y adentro del espacio confinado. Si por cualquier razón la comunicación falla, deben evacuarse las personas que trabajan adentro.

La persona que trabaja adentro del recipiente debe estar en contacto visual con la persona de seguridad. En los recipientes con múltiples secciones será necesario adicionar más personas de seguridad para mantener el mismo criterio.

GUIA PARA INGRESO A ESPACIOS CONFINADOS EN ATMOSFERA INERTE

7. El proceso de rescate en una emergencia

En caso de una emergencia que produce pérdida o interrupción del aire respirable, hay un tiempo muy limitado disponible (aprox. 3-5 minutos) para rescatar al trabajador con éxito y proporcionarle el tratamiento médico adecuado. Los medios de rescate de emergencia deben estar inmediatamente disponibles en los pasos de hombre del recipiente y los contratistas debe entrenarse en su uso. Esto debe incluir:

- Izado de dispositivo y línea de vida para recuperar a la persona que esta adentro del espacio confinado.
- Las personas que trabajan dentro del reactor deben llevar un gancho que le permite a la persona ser izada fuera del reactor en una posición vertical (Ej. Gancho anclado en parte dorsal de arnés tipo para caídas).
- Medios de izaje para bajar a la persona del tope del reactor a nivel del piso (Ej. grúa y guindola).
- Radio comunicación para canalizar la ayuda entre el Tope de Reactor y la Base , incluido contacto con frecuencia de Personal de Proceso. SIEMPRE disponible una persona de habla en lenguaje adecuado para el contratista si es extranjero(diferente de castellano).

El hombre de seguridad en el paso de hombre debe tener disponible un equipo de protección respiratoria autónomo para que el pueda actuar en el caso de tener que entrar al recipiente a auxiliar a otra persona herida. es muy importante DISPONER DE otra fuente independiente de aire para CASOS de emergencia con el tubo de conexión conectado a máscara , de manera de facilitar el rescate. Pero lo mas IMPORTANTE es el AUTORESCATE , es por ello imprescindible disponer de una botella de escape de aire independiente para poder evacuar en 3-5 min. Un Equipo adicional de Equipo Respiración Autónoma debe estar debe estar también disponible para que siempre haya una persona de seguridad en el paso de hombre aun en la emergencia.

A las personas de seguridad se les debe entrenar en brindar primeros auxilios y Resucitación Cardio pulmonar (RCP-Masaje al corazón y Respiración Boca a Boca)

Procedimientos de emergencia de rescate especiales deben desarrollarse cuando los recipientes presentan varios espacios internos con pasos de hombre y en donde, para rescatar a una persona no se la puede izar directamente del malacate instalado en la plataforma principal del recipiente.

Para ello, se solicita normalmente que la EMPRESA CONTRATISTA tenga su personal HABILITADO y CERTIFICADO para poder ejercer este rol, dado que es el AMBITO particular en el que están trabajando, SIENDO EL ROL de aplicación para el personal rescate LOCAL a partir de los límites de lo que se define como Atmósfera Inerte.

8. Areas de Trabajo cercanas al paso de hombre abierto

Las personas que trabajan en las cercanías de los pasos de hombre abiertos donde sale nitrógeno deben utilizar protección respiratoria con suplido de aire.. El área en que debe llevarse protección respiratoria debe quedar perfectamente indicada por señales en el campo fácilmente identificables. Es importante que cualquier cercamiento temporal construido alrededor de pasos de hombre abiertos no este muy cercano al lugar de venteo, sino que se tomen áreas de mayor tamaño para tener en cuenta que los equipos alrededor

GUIA PARA INGRESO A ESPACIOS CONFINADOS EN ATMOSFERA INERTE

sirven para evitar la libre circulación del aire y pueden transformar al área cercana en un espacio confinado también con falta de oxígeno suficiente.

Tareas típicas que requerirían uso de protección respiratoria son:

- Quitar paso de hombre del recipiente.
- Monitoreo de gases dentro del recipiente en la plataforma principal.
- Inspección visual del paso de hombre cuando este está abierto.
- El hombre de seguridad al lado del paso de hombre.
- Manejo de materiales hacia el interior del recipiente desde la plataforma del paso de hombre principal.
- Trabajando cercano al paso de hombre de la carga/Descarga del catalizador.

Aparte de las tareas del hombre de seguridad que se hagan en las cercanías del paso de hombre abierto con salida de gas inerte se deberá también tener protección respiratoria.

La cantidad y ubicación de pasos de hombre abierto al mismo tiempo con purga de nitrógeno deberá ser controlado para evitar el ingreso de oxígeno o el efecto chimenea (vacío) que reduce el flujo de nitrógeno.

9. Corteza de catalizador dura en la parte superior del recipiente

En ocasiones es posible encontrar una corteza dura que se forma en la cima del primer lecho de catalizador. Esto a veces es muy difícil de remover y puede no romperse aun cuando el catalizador que está abajo ha sido desalojado del recipiente. Ha habido en los últimos años trágicos accidentes cuando dicha corteza se rompió repentinamente.

Antes de la primera entrada al recipiente, la caída de presión a través del reactor debe ser verificada para confirmar que no está por arriba de lo que se considera normal. La caída de presión a través del recipiente depende de las propiedades del catalizador, del tamaño del reactor y del caudal de nitrógeno de purga, por ello cada lugar debe analizar con su grupo de procesos cuáles son los parámetros establecidos de control de la caída de presión.

Se recomienda que cuando se entre por primera vez al reactor se corte la purga de fondo del reactor y se establezca una purga en el tope, entonces se puede examinar el reactor desde adentro para verificar que no se ha endurecido el catalizador del tope. La purga de fondo del catalizador debe reestablecerse antes de descargar de catalizador al recipiente.

No permita la entrada al reactor si hay una corteza dura en el tope y se ha descargado el resto del catalizador por el fondo. Intente romper la corteza dura desde afuera del recipiente. Si no es factible, será necesario desarrollar procedimientos especiales para romper la corteza superficial cuando ya se ha descargado el catalizador parcialmente debajo de él.

Estos procedimientos especiales podrían incluir trabajar suspendido por un salvacaidas durante todo el tiempo que esté haciendo esta tarea.

10. Acceso Seguro e Iluminación

Los trabajadores pueden acceder adentro del reactor por medio de un guinche, que ha sido diseñado específicamente para izar personas. Alternativamente una escalera puede usarse

GUIA PARA INGRESO A ESPACIOS CONFINADOS EN ATMOSFERA INERTE

para acceder al interior del recipiente. En ambos casos se deberá proveer al personal involucrado de salvacaidas tipo inerciales.

La iluminación debe estar de acuerdo con la Clasificación de Área de Riesgo.

La necesidad para un suministro alternativo de iluminación independiente, depende de la configuración de los interiores del recipiente y de la iluminación natural disponible.

11. Operación con Camiones de Vacío para Catalizadores

Donde se utilicen camiones de vacío para retirar el catalizador usado, se necesitan tomar medidas de precaución adicionales como:

Todos los componentes incluso los ductos deben estar conectados apropiadamente junto al ciclón y el camión de vacío, para prevenir la acumulación de electricidad estática.

Las mangas pueden ser corroídas por el catalizador y por ello deben examinarse cuidadosamente antes de su uso.

Deben purgarse los equipos del vacío previamente con nitrógeno antes de usarlos y debe quedar una conexión permanente para ser utilizada en caso de fuego.

Deben detenerse el funcionamiento del camión de vacío si el nivel de Oxígeno sube en el reactor.

La ubicación de la manga del vacío podría entorpecer la salida de la emergencia del reactor y esto necesita ser considerado en los procedimientos de evacuación de emergencia.

Un camión de vacío quita cantidades grandes de nitrógeno del reactor. Para conservar el nitrógeno, se podría considerar la recirculación de N₂ una vez que esté seco y frío.

Al final de la operación con el camión de vacío se deberán lavar y limpiar todos los interiores del camión para evitar el polvo y residuos que pueden contener material piroforico. Los filtros deben limpiarse con mayor frecuencia para ir eliminando los residuos piroforicos que se pueden ir juntando diariamente.

12. Procedimientos de Emergencia (Ver Item 7)

Deben desarrollarse procedimientos de emergencia para cubrir:

- Pérdida de suministro de N₂ (presión baja).
- Alta presión de nitrógeno (presencia potencial de corteza dura).
- Alto contenido de oxígeno en el recipiente.
- La temperatura del reactor alta.
- La pérdida de suministro de aire a los equipos de suplido de aire.
- Emergencia del reactor. (Ej.: aumento de temperatura, se fijan alarmas en la sala de control para prevenir aumentos de temperatura dentro del lecho del catalizador).
- Emergencia de la planta fuera del reactor.

Los procedimientos deben detallar el método de comunicación entre La Planta y el personal del contratista.

GUIA PARA INGRESO A ESPACIOS CONFINADOS EN ATMOSFERA INERTE

CONCLUSIONES

Como síntesis de estas practicas adjuntamos a este estudio una lista de verificación que sería la práctica recomendada para entrar a espacios confinados con gas inerte, la misma es una guía paso a paso, que nos asegura que se han tomado todas las consideraciones realizadas en este documento:

Lista de verificación de entrada a Recipientes con gas inerte

Verificación	Comentarios
A) Aprobación de entrada y Selección de Contratista	
1. ¿Es esencial que el trabajo sea llevado bajo condiciones de atmósfera de gas inerte?	
2. ¿Es posible la recarga del catalizador bajo atmósfera normal? ¿Es posible el uso de cámaras de televisión para vigilar la carga de catalizador desde fuera del reactor? ¿El trabajo ha sido autorizado por la Gerencia o el Comité de Operaciones Seguras?	
3. ¿Está el contratista aprobado por los Sistemas de Seguridad de la Planta?	
4. ¿ El Contratista ha presentado su Siniestralidad, Near Misses últimos dos años. Plan de seguridad Particular y su Plan de Emergencia y Rescate particular?	
5. ¿Tienen las personas que entran al espacio confinado con gas inerte el entrenamiento y experiencia adecuadas? Son examinados desde el punto de vista medico en forma adecuada?	
6. ¿Los equipos de protección respiratoria, Sistemas de Soporte de Vida y elementos de rescate y emergencia cumplen con los requisitos establecidos por la planta?	
B) Verificaciones previas a la tarea	
1. ¿Están las personas responsables de la planta designadas previamente para tomar la responsabilidad de los trabajos en atmósferas inertes?.Cumple con la Política de alcohol y Droga	
2. ¿Está desarrollado el procedimiento para la entrada a este espacio confinado con gas inerte?	
3. ¿El procedimiento detalla quien es el responsable (la planta, el contratista) para cada paso?	
4. ¿Está el procedimiento revisado y acordado con el contratista?	
5. ¿Se han identificado en que tareas el personal tiene que usar protección respiratoria (Ej. cegado del recipiente, remoción de pasos de hombre, otros trabajos en las proximidades del paso de hombre, monitoreo de gases)?	
6. ¿Han sido revisados los archivos del contratista en cuanto al	

GUIA PARA INGRESO A ESPACIOS CONFINADOS EN ATMOSFERA INERTE

entrenamiento, habilitaciones de equipos de protección respiratoria, elementos de monitoreo de gases y otros equipos?	
Verificación	Comentarios
7. ¿Qué actividades mecánicas llevarán a cabo los contratistas dentro del reactor y tienen el entrenamiento, experiencia y equipos adecuados para hacerlo en forma segura (Ej calibraciones del explosímetro, verificación de equipos para izaje)?	
8. ¿Tienen hecho el Análisis de Tarea Segura para los trabajos mecánicos de alto riesgo?	
9. ¿Ha sido prevista una fuente independiente de suministro de nitrógeno en el evento de que se pierda la principal o es un suministro seguro?	
10. ¿Están los contratistas entrenados en procedimientos de rescate de emergencia, disponen de comunicaciones por radio u otros medios están previstos en el caso de una emergencia?	
11. ¿Para reactores de múltiples camas, como se vigila a la persona trabajando en la cama mas profunda (Ej. Cámara de TV, segunda persona en el reactor)?	
12. ¿La salida de emergencia puede estar obstruida por internos complicados o de difícil escape?	
13. ¿Tiene la instalación previsto como sacar rápidamente a una persona accidentada desde el espacio confinado en forma rápida, y como bajarlo desde la plataforma principal hasta el suelo?	
14. ¿Puede el operador de procesos llevar a cabo los monitoreos de oxígeno tan bajos con el equipamiento que dispone?	
15. ¿Serán usados equipos de Vacío?. Han sido desarrollados los planes de seguridad específicos?	
C) Entrada al espacio con gas inerte	
1. ¿Tiene el contratista la constancia de que su equipo ha sido verificado para que funcione correctamente? - Equipo de protección respiratoria con aire de suplido - Sistema de soporte de vida y alarmas - Comunicaciones - Detección de gases & temperaturas - Equipamiento de Emergencia y Rescate	
2. ¿Está el equipo aislado del proceso incluyendo vapor aire y agua, excepto conexiones de purga de nitrógeno?	
3. ¿El circuito principal de suministro de nitrógeno ha sido abierto y asegurado y el secundario esta disponible?	
4. ¿Se ha previsto una brida ciega de madera, para cerrar el paso de hombre en el caso de que se pierda la purga de nitrógeno?	

GUIA PARA INGRESO A ESPACIOS CONFINADOS EN ATMOSFERA INERTE

5. ¿Ha sido efectivamente señalizada el área con carteles y barricadas para proteger del peligro nitrógeno alrededor de los venteos y pasos de hombre abiertos?	
Verificacion	Comentario
6. ¿Han sido recargados los extintores, las mangueras de incendio provistas para combatir cualquier eventual perdida de catalizador con material pirofórico?	
7. ¿La atmósfera inerte ha sido verificada al comienzo de cada guardia por personal de la planta, para determinar que se confirman las condiciones fijadas de entrada a ese espacio confinado?	
8. ¿Contiene el catalizador Cobalto y Nickel, se hace una verificación del contenido de CO?	
9. ¿Hay condiciones para que haya Stress Térmico o se calcula el índice WBGT? Hay un régimen apropiado de trabajo/descanso y se analizo con los especialistas de Salud/Higiene Industrial?	
10. ¿Se autorizo un permiso de trabajo para entrar al reactor? – El personal debe evacuarse previo a la apertura de la válvula de la tolva con catalizador limpio. – Cuando se interrumpe el trabajo y el permiso se vence, el paso de hombre debe estar señalizado con un cartel que indique la prohibición de entrada al recipiente.	
11. ¿El nivel de oxígeno, temperatura y presión de nitrógeno son continuamente medidos y registrados? ¿El contratista sabe que acciones tomar en el caso de que los límites de las variables precedentes son excedidos?	
12. ¿Ha sido controlada la caída de presión en el reactor para confirmar que si es inusualmente alta (puede indicar presencia de corteza dura de catalizador)?	
13. ¿Han sido adecuadas las precauciones para evitar incidentes por la rotura repentina de corteza de catalizador luego de la descarga parcial de catalizador?	
14. ¿Se ha previsto un acceso seguro a las personas adentro del reactor? ¿Tienen las personas entrantes un salvacaídas inercial independiente?	
15. ¿Es la iluminación adecuada con la Clasificación de Riesgos del Área?	
16. ¿Ha sido el equipo de vacío (si se usa) correctamente purgado con nitrógeno previo a su uso? ¿Están todos los elementos del camión de vacío conectados y puestos a tierra?	
17. ¿El personal de seguridad que esta al pie del paso de hombre con purga de nitrógeno dispone de un equipo de protección	

GUIA PARA INGRESO A ESPACIOS CONFINADOS EN ATMOSFERA INERTE

respiratoria y esta siempre disponible?.	
--	--

Verificación	Comentarios
18. ¿El personal de seguridad ha sido provisto de una radio u otro medio de comunicación para dar asistencia en el caso de una emergencia?	
19. ¿Las personas que trabajan dentro del reactor están comunicadas en forma permanente y monitoreadas por una persona experimentada fuera del mismo (típicamente con un Modulo de Control de Soporte de Vida)?	
20. Han sido todas las herramientas neumáticas revisadas y garantizadas que estan siendo alimentadas con N2 y no con aire?	
21. Han sido los equipos de Vacío purgados con N2 , previamente a su uso? Fueron todos los componentes adecuadamente puestos a tierra?	
22. Estan todas las mangueras localizadas en lugar seguro, protegidas y claramente marcadas las rutas de Evacuacion?	
23. Reunion Pos tarea-Critica -Revision de Highlights y oportunidades del Contratista -Revision de Highlights y oportunidades de Exxonmobil -Revision de oportunidades de sistema de comunicaciones a traves del trabajo -Revision de proceso de evacuacion cuando fueron requeridas y que acciones correctivas corresponden -Revision de todos los Near missess y sus acciones correctivas.asociadas -Revision de lecciones aprendidas , politicas y procedimientos	

GUIA PARA INGRESO A ESPACIOS CONFINADOS EN ATMOSFERA INERTE

BIBLIOGRAFÍA

1. API 2217A "Guidelines for Work in Inert Confined Spaces in the Petroleum Industry (Sept 1997)
2. American Conference of Government Industrial Hygienists (ACGIH), Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices, 2000
3. **Documentacion ExxonMobil**
4. Powerforming Operating Guide, Inert Entry - EREC (Jan 1999)
5. "The Metal Carbonyls", EREC Medical Research Division, MRD-14-70 (Oct 1970)
6. EN 27243 "Hot Environments - Estimation of the Heat Stress on Working Man, Based on the WBGT-index (Wet Bulb Globe Temperature)"

Procedimientos de Contratistas especiales de la Compañía ExxonMobil

7. Initial (Doitag)
8. Nico Siciliana
9. JVS (use same equipment and procedures as James-Timec)
10. Buchen IBC (Booy)
11. GB Solo (Manufacturers of Century 4 Life Support System)
12. Mourik