



Proceso de selección de equipamiento para protección personal y de instalaciones en operaciones con alto contenido de H₂S



**1° Jornadas Latinoamericanas sobre compresión de gas natural
Tartagal, Provincia de Salta, República Argentina
12, 13 y 14 de Noviembre de 2003**

Proceso de selección de equipamiento para protección personal y de instalaciones en operaciones con alto contenido de H2S

Autor:
Luis Sayago, Supervisor de SSMA, Distrito Neuquén

Colaboradores:
Horacio Blasetti, Jefe de SSMA
Ricardo Álvarez, Jefe de Operaciones Distrito Neuquén
Gustavo Navarrete, Ingeniero de operaciones Distrito Neuquén

Empresa:
Hanover Argentina, Área Operativa Neuquén

Características Generales de la Planta Compresora El Portón-Chihuido de la Salina:

La planta está ubicada en el yacimiento El Portón, provincia de Neuquén y Chihuido de la Salina, provincia de Mendoza.
La planta es propiedad de Hanover Argentina y tiene un contrato con la empresa Repsol YPF por el servicio de Provisión, Operación y Mantenimiento de las instalaciones de ambas plantas compresoras.
Cada planta compresora esta compuesta por unidades de compresión, según el siguiente detalle:

Características de Cada Unidad Compresora:

UNIDAD	Caudal, en Nm ³ /d	Presión de Succión, en Kg/cm ² M	Presión de Descarga, en Kg/cm ² M	Tipo de Gas
PLANTA COMPRESORA DE CHIHUIDOS DE LA SALINA (NEUQUÉN)				
K-100	1.500.000	3	75	Rico Saturado
K-150	600.000	35	75	Rico saturado
K-200	2.000.000	70	200	Seco
PLANTA COMPRESORA DE EL PORTÓN (MENDOZA)				
K-300	2.000.000	25	81	Seco
K-350	1.500.000	25	81	Residual c/SH ₂
K-400	1.500.000	80	200	Residual c/SH ₂
K-500	1.500.000	35	70	Rico Saturado
K-2	30.000	9	70	Reciclo GLP
K-2001	60.000	0.4	30	Acido

Además, cada una de éstas Unidades, está formada por uno o varios Motocompresores o Electro compresores, de acuerdo al siguiente detalle:

A) LOCACION DE CHIHUIDOS DE LA SALINA:

A-1) UNIDAD K-100:

Formada por un total de 5 Motocompresores, dispuestos en Paralelo, a saber:

- 2 Motores Waukesha Modelo 12V AT 27 GL, y Compresor Ariel Modelo JGC-4, cuya capacidad es de 400.000 Nm³/d cada uno, y sus TAG's son K-100 A y B respectivamente.-
- 2 Motores Waukesha Modelo 12V AT 25 GL, y Compresor Ingersoll-Rand Modelo 6-HOS-4, cuya capacidad es de 310.000 Nm³/d cada uno, y sus TAG's son K-100 C y D respectivamente.-
- 1 Motor Waukesha Modelo 7042 GSI, y Compresor White Modelo MW-64, cuya capacidad es de 140.000 Nm³/d, y su TAG es K-100 E.-

A-2) UNIDAD K-150:

Formada por solo un Motocompresor, a saber:

- 1 Motor Waukesha Modelo 7042 GL, y Compresor Ingersoll-Rand Modelo 6-HOS-2, cuya capacidad es de 600.000 Nm³/d, y su TAG es K-150 A.-

A-3) UNIDAD K-200:

Formada por un total de 4 Motocompresores, dispuestos en Paralelo, a saber:

- 4 Motores Waukesha Modelo 7042 GSI, y Compresor Ariel Modelo JGK-4, cuya capacidad es de 510.000 Nm³/d cada uno, y sus TAG's son K-200 A, B, C y D respectivamente.-

B) LOCACION DE EL PORTON:

B-1) UNIDAD K-300:

Formada por un total de 2 Motocompresores, dispuestos en Paralelo, a saber:

- 2 Motores Waukesha Modelo 12V AT 27 GL, y Compresor Ariel Modelo JGK-4, cuya capacidad es de 990.000 Nm³/d cada uno, y sus TAG's son K-300 A y B respectivamente.-

B-2) UNIDAD K-350:

Formada por un total de 2 Motocompresores, dispuestos en Paralelo, a saber:

- 1 Motor Waukesha Modelo 16V AT 27 GL, y Compresor Ariel Modelo JGD-6, cuya capacidad es de 1.640.000 Nm³/d y su TAG es son K-350 A.-

- 1 Motor Waukesha Modelo 7042 GL, y Compresor Modelo Ingersoll-Rand 6-HOS-4, cuya capacidad es de 420.000 Nm³/d y su TAG es son K-350 B.-

B-3) UNIDAD K-400:

Formada por un total de 2 Motocompresores, dispuestos en Paralelo, a saber:

- 2 Motores Waukesha Modelo 7044 GSI, y Compresor Ariel Modelo 6-HOS-2, cuya capacidad es de 740.000 Nm³/d cada uno, y sus TAG's son K-400 A y B respectivamente.-

B-4) UNIDAD K-500:

Formada por un total de 3 Motocompresores, dispuestos en Paralelo, a saber:

- 3 Motores Waukesha Modelo 7042 GL, y Compresor Ingersoll-Rand Modelo 6-HOS-2, cuya capacidad es de 680.000 Nm³/d cada uno, y sus TAG's son K-500 A, B y C respectivamente.-

B-5) UNIDAD K-2:

Formada por un Electro compresor, a saber:

1 Motor Eléctrico Siemens de 150 HP y Compresor Gemini Modelo H-302, cuya capacidad es de 30.000 Nm³/d.-

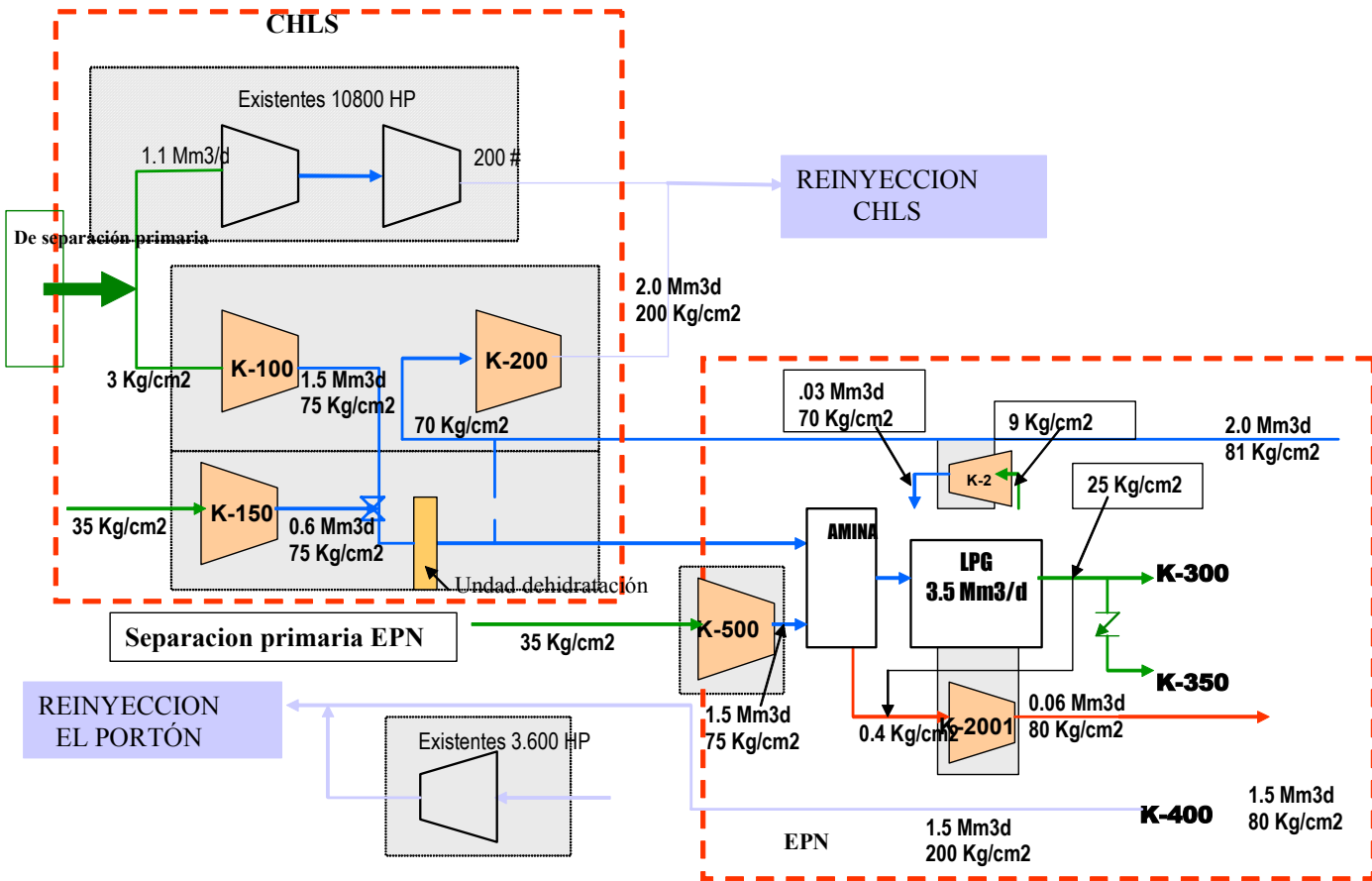
B-6) UNIDAD K-2001:

Formada por un Electro compresor, a saber:

1 Motor Eléctrico Siemens de 1.000 HP y Compresor Ariel Modelo JGE-4, cuya capacidad es de 60.000 Nm³/d.-

- Contenido de SH2 Máximo: 16 %

DIAGRAMA GENERAL DE LAS PLANTAS



Introducción :

El objeto de este trabajo es describir las consideraciones que se tuvieron en cuenta para:

1. Selección del equipo de protección personal
2. Selección del equipamiento necesario para las instalaciones
3. Pautas generales de seguridad
4. Programa de capacitación y entrenamiento

Planificación y organización:

Previo a la adopción de cualquier medida, se asistió por el termino de una semana a Houston, a realizar un curso sobre Gases Peligrosos y se visito una planta de características similares (contenido de H₂S 4%) en la localidad de Laredo, a los efectos de poder comprobar in situ las metodologías de trabajo.

Aspectos de Seguridad:

Debido a las características de los gases potencialmente presentes (altamente tóxicos), los aspectos de seguridad fueron definidos en base a la premisa de riesgo cero, esto es, todas las medidas de seguridad se adoptaron considerando el concepto que no había margen para errores.

En base a esto:

1. SELECCIÓN DEL EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL:

Para su selección se tuvieron en cuenta las CMP, CMP-CPT y ILDH de los gases potencialmente presentes, así como también sus propiedades y características físicas, y efectos tóxicos.

Teniendo en cuenta estas consideraciones y el concepto de riesgo cero adoptado, se definieron 2 tipos de equipamientos en seguridad:

Para concentraciones menores o iguales a 10 ppm: sin requisitos especiales, monitoreos periódicos de verificación;

Para concentraciones mayores a 10 ppm:

- Equipos de rescate (autónomos)
- Sistemas de líneas de aire respirable
- Sistemas fijos de detección
- Equipos de escape
- Monitores personales

En el caso puntual de estas plantas, los equipos considerados en los tres primeros lugares se adoptaron desde un primer momento, como parte integral de la operación. Los restantes se comenzaran a utilizar como parte del equipamiento personal de seguridad, cuando las concentraciones del gas alcancen los valores indicados.

Para la adquisición de este equipamiento, se consultaron a proveedores locales e internacionales a través de Estados Unidos, la característica principal que se buscaba de los mismos eran:

- Trayectoria en el mercado
- Productos confiables, de reconocidas marcas y bajo normas.
- Rapidez en la entrega
- Capacitación en el uso del equipamiento
- Servicio técnico
- Y por ultimo, costo del equipamiento

La conjunción de estas características, llevo a que la adquisición del equipamiento se realizara a un proveedor local, del cual podemos decir que hasta el día de hoy, nos ha satisfecho completamente.

El equipamiento adquirido tiene las siguientes características principales:

MONITORES PERSONALES:

- Tamaño reducido
- Bajo peso
- Alarmas visuales de alta luminosidad
- Alarma audible de alta sonoridad
- Alarma vibratoria
- Indicación permanente de la concentración de H₂S en el ambiente
- Calibración con un solo botón
- Clip de sujeción a presión, con excelente agarre
- Carcasa altamente resistente a agresiones ambientales y/o a trabajos exigentes
- Batería con un año de duración, reemplazable
- Sensor con dos años de garantía



EQUIPOS AUTÓNOMOS

- Arnés de nylon.
- Cilindro de Aluminio parcialmente bobinado en Fibra de Vidrio de 6 Kg. y 30 minutos de autonomía.
- Regulador montado en la Máscara, hipoalergénica, en Hycar y con nariguera.
- Arnés de cabeza en goma con 5 puntos de sujeción.
- Valija plástica de transporte de alta resistencia.
- Aprobaciones bajo normas internacionales, especialmente NIOSH de Estados Unidos
- Sencillez de uso
- Alarma de indicación de bajo nivel de carga de aire en el cilindro
- Posibilidad de actuar a demanda o flujo constante



SISTEMAS DE LINEAS DE AIRE RESPIRABLE

- Sistema de Respirador de Presión a Demanda y Cilindro de Escape de 5 minutos.
- Cinturón de Uretano.
- Cilindro de Escape de Aluminio bobinado en fibra de vidrio de 5 minutos, en cadera.
- Máscara, hipoalergénica, en Hycar y con nariguera.
- Arnés de cabeza en goma con 5 puntos de sujeción.
- Acople de desconexión rápida Snap-Tite de Aluminio.
- Valija plástica de transporte de alta resistencia.



EQUIPO DE ESCAPE:

- Bajo peso
- Aprobaciones bajo normas internacionales, especialmente NIOSH de Estados Unidos
- Sencillez de uso
- Cilindro de escape para 5 minutos



Al mismo tiempo se adquirió también un detector multigas, bomba para toma de muestras y tubos colorimétricos.

1. SELECCIÓN DEL EQUIPAMIENTO NECESARIO PARA LAS INSTALACIONES

Aquí se tuvo en cuenta, las características climáticas de la zona de ubicación de las plantas compresoras, así como también las características constructivas de los edificios que contendrían a los compresores.

De este análisis y teniendo en cuenta que se ubicarían en una zona con presencia prácticamente permanente de vientos y en galpones cerrados en tres de sus lados, pero sin perder de vista las características y posibles concentraciones de los gases con los cuales se trabaja, se colocaron 25 detectores fijos de H₂S en El Portón y 18 en Chihuido de la Salina. La disposición y cantidad de los mismos, se realizó en Estados Unidos por parte de nuestro personal de Ingeniería en conjunción con el proveedor de los mismos tomando en cuenta para ello, junto con lo anteriormente nombrado, las características particulares de los detectores adquiridos.

La instalación de lo mismos al sistema de alarma y Shunt Down, definiendo por instalación a los cableados, se basó en las normas NEC para atmósferas clasificada Clase II Div I Grupo C&D.

Se define como Central de alarma a un PLC Allen Bradley.

Las unidades de detección de Sulfhídrico son unidades micro procesadas autónomas, las cuales envían la señal de alarma y Shunt Down a través de un contacto seco.

Esta disposición surgió de la realización de un HAZOP en el cual el elemento que ejecuta la acción de parada y venteo es independiente del elemento censor. Además en caso de perder la señal de cualquiera de los sensores, esta pérdida actúa como si fuera una alta concentración. (Para y ventea la Planta).

Los seteos son 10 ppm alarma y 15 ppm Shunt Down.

Por otra parte y formando parte de la instalación, se instalaron baterías de cilindros de aire respirable para efectuar aquellas tareas que requieran el uso de líneas de aire. Se instalaron 2 baterías de 9 tubos cada una por planta, a los efectos de permitir la conexión simultánea de 3 operadores y con una duración mínima de 3 horas. Dentro de las instalaciones de la planta se cuenta con distintos puntos de conexión estratégicamente distribuidos para permitir el fácil acceso a los distintos equipos.

Las oficinas, talleres y depósitos, se montaron elevados con respecto al suelo.

También se colocaron detectores infrarrojos de mezcla fijos a 1,3 metros sobre cada equipo (seteados a 25 % LEL, alcanzado este valor, se produce el Shunt Down y venteo de planta), estos detectores tienen las siguientes características:

- Reducido mantenimiento
- Continuo auto testeo
- Su performance no varía en presencia de altas concentraciones o prolongadas exposiciones
- Lo mismo ocurre en caso de deficiencias de oxígeno
- Compactos y livianos

Los detectores de llama colocados son del tipo infrarrojos, de multi espectro, a prueba de intemperie, con sistema de auto chequeo automático. Los mismos se colocaron unos frente a cada máquina.

DETECTOR DE H2S

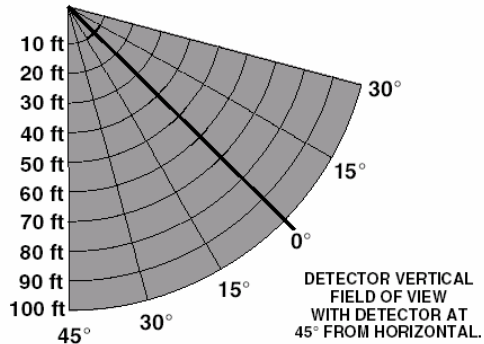
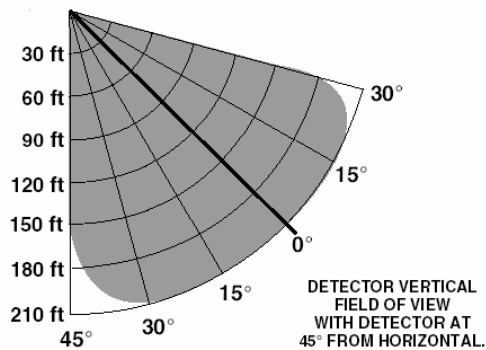
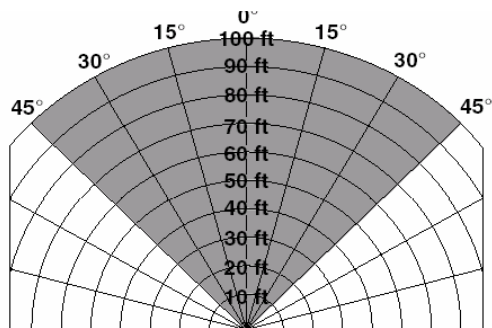
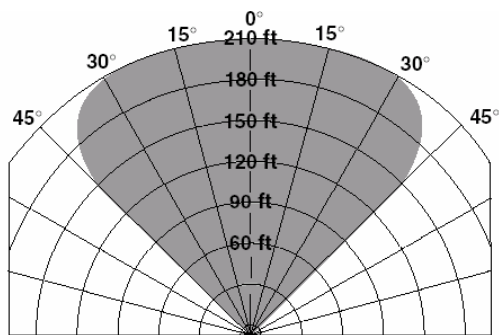


DETECTOR DE GAS COMBUSTIBLE



DETECTOR DE LLAMA

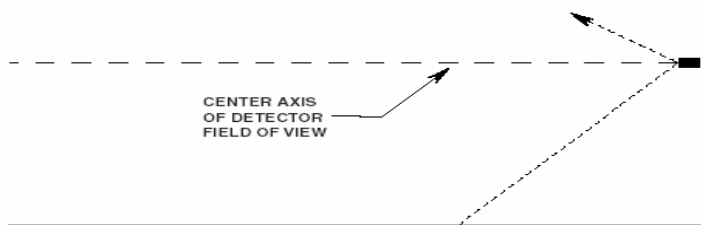




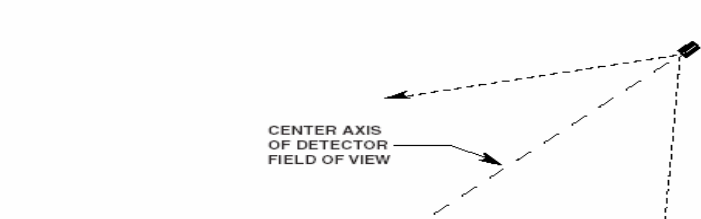
Field of View at Indicated Distance in Feet for
n-Heptane at Very High Sensitivity (1 x 1 foot)

Field of View at Indicated Distance in Feet for
Methane at Very High Sensitivity (30 inch plume)

ORIENTACIÓN DEL DETECTOR DE LLAMA



INCORRECT



CORRECT

B1974

NOTE: DETECTOR MUST ALWAYS BE AIMED
DOWNWARD AT LEAST 10 TO 20 DEGREES.

Figure 1—Detector Orientation Relative to Horizon

BATERÍA DE CILINDROS



CONEXIONES PARA BATERÍA DE CILINDROS



1. PAUTAS GENERALES DE SEGURIDAD

Tomando como base los estándares de Hanover Internacional, se confecciono un procedimiento específico para este tipo de operaciones con la presencia de estos gases. Este procedimiento contiene una serie de puntos, entre los cuales, se puede nombrar:

- **EPP:** para concentraciones mayores a 10 ppm se deberá utilizar monitores personales y equipos de escape como parte habitual del equipamiento de seguridad
- **PRACTICAS DE TRABAJO:** los trabajos deben ser desarrollados bajo el “**SISTEMA DE COMPAÑERO**”, esto es, en tareas de mantenimiento o reparación que impliquen abrir los equipos, quien o quienes realicen los trabajos deben estar constantemente monitoreados por una persona calificada. Esta persona calificada posee entrenamiento y capacitación en H₂S, RCP, uso del equipamiento de seguridad (equipos de escape, de rescate, etc.), estar familiarizado con el plan de contingencias del sitio. Todos los operarios están capacitados en cumplir este rol. Al mismo tiempo, se realizaran los trabajos mediante la utilización de líneas de aire, hasta tanto la concentración de H₂S descienda bajo las 10 ppm
- Deben tomarse muestras del gas previo a cualquier tarea de reparación o mantenimiento, a fin de determinar las concentraciones de H₂S
- En caso de activarse el monitor personal, retirarse del sitio de trabajo hasta determinar las causas de la alarma
- No utilizar los monitores personales para tomar muestras
- Deben seguirse los procedimientos de bloqueo y señalización de equipos.
- Confección de plan de emergencias
- Colocación de cartelería de seguridad y mangas de viento

2. PROGRAMA DE CAPACITACIÓN Y ENTRENAMIENTO

Para todo el personal asignado a la operación se realizo una capacitación inicial en los siguientes temas:

- GASES PELIGROSOS (H₂S/CO₂)
- PROTECCIÓN RESPIRATORIA
- PRIMEROS AUXILIOS Y RCP
- USO DEL EQUIPAMIENTO
- PLAN DE EMERGENCIAS

Esta capacitación contó con su correspondiente evaluación teórico practica, cuya aprobación es requisito excluyente para la obtención de la credencial habilitante para el acceso a las zonas de trabajo en las plantas. Este requisito se hizo extensivo también a cliente y contratistas.

MODELO DE CREDENCIAL HABILITANTE

	
La presente Credencial certifica que	
Ha completado satisfactoriamente los cursos de capacitación teórico – prácticos, correspondientes a la Norma General para Gases Peligrosos.	
INSTRUCTOR:	FECHA:

Esta credencial habilitante tiene un periodo de validez de un año a partir de su obtención.

Independientemente del programa de capacitación anual en seguridad y primeros auxilios que se dicta para todo el personal, los afectados a esta operación, reciben un refuerzo mensual en el uso del equipamiento de seguridad y efectúan simulacros.

