



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

PROPUESTA PARA CONTROL DEL RIESGO OCUPACIONAL Y AMBIENTAL  
PRODUCIDO POR ÁCIDO SULFHÍDRICO (H<sub>2</sub>S), PARA PLATAFORMAS  
PETROLERAS TERRESTRE DE PERFORACIÓN, UBICADAS EN LA ZONA  
NOR-ESTE DE LA AMAZONÍA ECUATORIANA, MEDIANTE MONITOREO DE  
EMISIONES GASEOSAS

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos  
establecidos para optar por el título de Ingeniera Ambiental

Profesor Guía

Ing. Mónica Delgado

Autora

Diana Carolina Narváez Escobar

Año

2013

## DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con la estudiante, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajo de Titulación”.

.....

Mónica Delgado

Ingeniera Civil, MBA,

C.I. -1713582557

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes”.

.....

Diana Carolina Narváz Escobar

C.I. 171167830- 8

## AGRADECIMIENTO

Primero agradezco a Dios, por haberme dado la fuerza necesaria y haberme guiado por el camino correcto, ya que sin su amor no hubiera cumplido cada uno de las metas propuestas.

Agradezco a mis padres Cesar y María Elena por su infinito amor y comprensión; por ser mi ejemplo de superación y perseverancia; porque día a día me enseñaron que lo más importante es ser un ser humano íntegro.

Agradezco a mis hermanos Mónica, Cesar y Jessica, que nunca dejaron de creer en mi y me apoyaron sin importar nada.

Mi sincero agradecimiento a todos y cada uno de los maestros que en el transcurso de mi vida estudiantil dejaron huellas imborrables en mi mente y en mi corazón. A todos aquellos quienes en el momento oportuno supieron llenarme de valentía para luchar por mis sueños.

Agradezco cariñosamente a la Ingeniera Mónica Delgado quien me apoyo y me guió acertadamente en la elaboración de la presente tesis. Muchísimas gracias por su paciencia y tiempo.

Agradezco a todos quienes creyeron en mi, y ayudaron a que en la mas difícil situación saliera adelante.

Finalmente agradezco a la empresa petrolera, por abrirme las puertas y permitir el desarrollo del presente estudio.

## **DEDICATORIA**

A mi angelito que desde el cielo me cuida y me protege.

## RESUMEN

En la presente tesis se realizó la medición de la concentración de gas ácido sulfhídrico, producido durante el proceso de perforación de pozos petroleros, por medio de la instalación de sensores en lugares estratégicos con el objetivo de implementar una propuesta de seguridad ocupacional y ambiental, además de identificar los riesgos asociados a la emisión de ácido sulfhídrico estableciendo matrices de análisis que incluya su impacto ambiental, seguridad ocupacional, y la implicación legal del riesgo asociado a la emisión de este gas. Se tomaron muestras diarias durante cuarenta días en las cuales el 20 % de las muestras obtuvieron concentraciones mayores a los 0,0047 ppm lo que significa que el riesgo ocupacional no es significativo, sin embargo es importante tomarlo en cuenta, ya que representa cierto riesgo a la salud de los trabajadores y seguridad de la estructura de la torre de perforación. Por lo tanto se recomienda, el monitoreo constante de la emisión de gas ácido sulfhídrico y la aplicación de todas las acciones en la propuesta de seguridad ocupacional y ambiental.

## ABSTRACT

In the present thesis the acid sulfhidric gas concentration was realized, during the perforation of petroleum wells, using sensors installed in strategic places with the objective of implement an occupational and environmental security proposal. Also identify associated risks to the acid sulfhidric emission, stablished analytical matrices that includes environmental impact, occupational security, and legal implication of associated risk to the gas emission. Diary samples were taken during forty days. In those samples twenty percent obtained concentrations were upon 0,0047 ppm which means that occupational risk isn't significative. However is important consider it because it represents some kind of risk to health of workers and the structure of perforation tower. Therefore it's recommended the continual monitoring of gas acid sulfhidric emission and the application of every actions in the proposal of occupational and environmental proposal.

## INDÍCE

Introducción .....	1
CAPITULO I.....	10
1.Marco Teórico.....	10
1.1. El petróleo .....	11
1.1.1. Origen.....	11
1.1.2. Características.....	12
1.1.3. Composición.....	14
1.2. Pozos Petroleros .....	15
1.2.1. Pozo petrolero (Yacimiento petrolero) .....	15
1.2.2. Prospección.....	17
1.3. Perforación de un Pozo Petrolero .....	18
1.4. Plataformas petroleras .....	21
1.4.1. Plataformas marinas.....	21
1.4.2. Torres de extracción (Plataformas terrestres) .....	23
1.5. Campo de perforación petrolera .....	25
1.6. Proceso de perforación y extracción del Petróleo, gas natural y ácido sulfhídrico .....	26
1.6.1. Crudo.....	26
1.6.2. Gas natural.....	28
1.6.3. Aguas de formación.....	29
1.6.4. Dewatering (deshidratación).....	30
1.6.5. Stand pipe /Tank truk (Maquinaria) .....	30
1.6.6. Hidrociclones/Desarenador (Maquinaria) .....	31
1.6.7. Zona de zarandas.....	31
1.6.8. Rig Up (instalar) & Rig down (desmontar) .....	32
1.7. El Ácido Sulfhídrico.....	33
1.7.1. Descripción.....	33
1.7.1.1. Concepto de Ácido sulfhídrico.....	33
1.8. Riesgos ocupacionales y Salud y seguridad Ocupacional..	37
1.8.1. Definición riesgo ocupacional.....	37
1.8.2. Clasificación de los factores del Riesgo .....	37
1.8.2.1. Psicosociales.....	37
1.8.2.2. Biológicos .....	38
1.8.2.3. Químicos .....	38
1.8.2.4. Mecánicos .....	38
1.8.2.5. Físicos .....	39
1.8.2.6. Ergonómicos .....	39

1.8.2.7	Eléctricos.....	39
1.8.3	Gestión de Riesgos.....	40
1.8.4	Análisis y Evaluación de Riesgo.....	40
1.8.5	Control del Riesgo.....	42
1.8.6	Identificación y evaluación del riesgo .....	43
1.9	Fundamentos e Importancia en la legislación vigente y en las ciencias ambientales del estudio del gas H <sub>2</sub> S en plataformas petroleras terrestres .....	44
1.9.1	Legislación Vigente Ambiental y Laboral referente a riesgos asociados a la emisión de gas (H <sub>2</sub> S).....	45
1.9.1.1	De acuerdo con la Constitución de la República del Ecuador (2008).....	45
1.9.1.2	De acuerdo con Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo (2004) Decisión del Acuerdo de Cartagena 584/ Sustitución de la Decisión 547 / Registro oficial Suplemento 461 de 15 Noviembre de 2004.....	46
1.9.1.3	De acuerdo con el Reglamento del Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo (2005) Resolución 957 .....	46
1.9.1.4	De acuerdo con la Codificación del Código del trabajo (2005) 47	
1.9.1.5	De acuerdo con el Reglamento de Seguridad y Salud de los trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo (1986) Decreto Ejecutivo 2393.....	47
1.9.1.6	De acuerdo con el Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas en el Ecuador (2001). (RAOH) .....	48
1.9.1.7	De acuerdo con la Ley de Seguridad Social (2001) .....	48
1.9.1.8	De acuerdo con la Ley Organica de Salud (2006).....	48
1.9.1.9	De acuerdo con el Reglamento General del Seguro de Riesgos del Trabajo .....	49
1.9.1.10	De acuerdo con el Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en Petroecuador, 2012.....	49
<b>CAPITULO II</b> .....		<b>50</b>
<b>2. Situación Actual</b> .....		<b>50</b>
2.1	Descripción de la Situación Actual.....	50
2.1.1	Descripción general del sector circundante del campamento petrolero .....	51
2.1.2	Descripción de las Instalaciones del campamento petrolero.....	56
2.1.3	Descripción de la maquinaria y herramientas utilizadas en el proceso de perforación.....	60
2.1.4	Descripción de elementos del campo petrolero que pudieran influenciar en los riesgos asociados al gas ácido sulfhídrico H <sub>2</sub> S .	62

2.1.4.1	Señalética.....	62
2.1.4.2	Viento .....	64
2.2	Eco balance .....	65
2.2.1	Análisis de Eco-balance .....	66
CAPITULO III .....		67
3.	Metodología.....	67
3.1	Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales .....	67
3.2	Matriz de Análisis de Riesgos .....	72
3.2.1	Matriz de identificación y evaluación de riesgos proceso de perforación de pozos petroleros .....	73
3.2.2	Matriz para identificar y evaluar los riesgos laborales producidos por la emisión de gas H <sub>2</sub> S de acuerdo al puesto de trabajo en la plataforma de perforación.....	79
3.3	Matriz de Cumplimiento Legal.....	86
CAPITULO IV .....		111
4.	Datos y Monitoreo .....	111
4.1.	Monitoreo .....	111
4.1.1.	Emisión de concentraciones gaseosas .....	111
4.1.2.	Caracterización del área de estudio .....	112
4.1.3.	Materiales y equipos.....	112
4.1.4.	Esquema del campamento de perforación .....	113
4.1.5.	Elección del sensor a instalarse .....	113
4.1.5.1.	Controlador de gas combustible o gas tóxico Gas Check CG880.....	119
4.1.5.2.	Detector de gas para diferentes tipos de gases (tóxicos/ inflamables) CG 710 .....	123
4.1.6.	Determinación de lugares estratégicos para la instalación de sensores.....	129
4.1.7.	Esquema del campamento fijados los lugares en los que se va a instalar el sensor .....	131
4.2.	Instalación de sensores .....	132
4.3.	Instalación de la de la consola del controlador de gas CG 880 .....	138
4.4.	Proceso de información de instalación y funcionamiento de sensores al personal de la plataforma petrolera terrestre.	139
4.5.	Radio de acción e influencia de los sensores .....	142

4.6. Monitoreo y datos obtenidos.....	142
4.7. Análisis de Resultados.....	144
<b>CAPITULO V</b> .....	<b>147</b>
<b>5. Propuesta para el control del riesgo ocupacional y ambiental producido por ácido sulfhídrico H<sub>2</sub>S para plataformas terrestres de perforación</b> .....	<b>147</b>
5.1. Propuesta Ambiental para el control del H <sub>2</sub> S en plataformas terrestres de perforación .....	147
5.1.1. Programa de Calidad del Aire .....	148
5.1.2 Programa de supervisión y participación.....	160
5.1.3 Programa contra Incendios y Explosiones .....	171
5.1.4 Programa de cumplimiento de Acciones Legales.....	177
<b>CAPITULO VI</b> .....	<b>181</b>
<b>6. Análisis Costo-Beneficio</b> .....	<b>181</b>
6.1 Costo/Beneficio.....	181
6.1.1 Análisis de costos.....	182
6.1.2 Análisis de beneficios.....	185
6.1.3 Análisis costo-beneficio .....	186
<b>CAPITULO VII</b> .....	<b>188</b>
<b>7. Conclusiones y Recomendaciones</b> .....	<b>188</b>
7.1 Conclusiones.....	188
7.2 Recomendaciones .....	190
Referencias.....	191
Glosario .....	206
<b>ANEXOS</b> .....	<b>210</b>

## INDÍCE DE TABLAS

Tabla 1. Composición del Petróleo.....	14
Tabla 2. Descripción Ácido sulfhídrico .....	34
Tabla 3. Propiedades físicas y químicas .....	35
Tabla 4. Efectos de la exposición del gas sulfhídrico en los seres humanos ...	35
Tabla 5. Límites máximos permisibles .....	36
Tabla 6. Criterios de valoración e higiene industrial .....	36
Tabla 7. Características del Área Circundante - Caracterización del Medio Físico.....	52
Tabla 8. Escala de valoración de impactos ambientales.....	68
Tabla 9. Matriz cuantitativa de evaluación de impactos ambientales .....	69
Tabla 10. Impactos asociados al riesgo de emisiones de gas H <sub>2</sub> S .....	72
Tabla 11. Categorización del riesgo .....	73
Tabla 12. Matriz de identificación y evaluación de riesgos del proceso de perforación de pozos.....	74
Tabla 13. Riesgos asociados a emisiones de gas H <sub>2</sub> S de proceso de perforación .....	78
Tabla 14. Matriz de identificación y evaluación de riesgos asociados a emisiones de gas H <sub>2</sub> S .....	80
Tabla 15. Niveles de riesgo .....	83
Tabla 16. Riesgos asociados a emisiones de gas H <sub>2</sub> S enfoque del lugar de trabajo en plataforma .....	84
Tabla 17. Identificación de Riesgos asociados a emisiones de gas ácido sulfhídrico .....	85
Tabla 18. Matriz de cumplimiento legal .....	86
Tabla 19. Detector de H <sub>2</sub> S con bomba de vacío .....	114
Tabla 20. Partes del controlador de gas toxico Gas Check CG880 .....	121
Tabla 21. Partes del detector de gas toxico GC 710 .....	125

Tabla 22. Parámetros de rendimiento .....	128
Tabla 23. Datos del monitoreo realizado durante un período de 40 días. ....	143
Tabla 24. Registro de Medio Ambiente y Seguridad Ocupacional. ....	150
Tabla 25. Detector de H <sub>2</sub> S con cable vs Detector de H <sub>2</sub> S con bomba de vacío .....	157
Tabla 26. Unidades o brigadas.....	165
Tabla 27. Registro de Asistencia.....	166
Tabla 28. Registro de recarga de extintores.....	174
Tabla 29. Registro de ocurrencia de siniestros (incendios y explosiones) ....	175
Tabla 30. Costos de Instalación de sensores y consola del controlador de gas toxico Gas Check CG880 .....	183
Tabla 31. Costos de implementación de la propuesta de seguridad ocupacional y ambiental .....	184
Tabla 32. Beneficios de la instalación de sensores e implementación de la propuesta de seguridad ocupacional y ambiental .....	186
Tabla 33. Análisis costo beneficio .....	187

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Perforación del suelo.....	16
Figura 2. Pozo exploratorio .....	18
Figura 3. Taladro de perforación .....	19
Figura 4. Pozos Exploratorios .....	20
Figura 5. Plataforma Marina .....	22
Figura 6. Torre de Extracción .....	24
Figura 7. Campo de perforación.....	26
Figura 8. Proceso de perforación .....	27
Figura 9. Información sobre Sustancias Peligrosas (MSDS) H <sub>2</sub> S .....	34
Figura 10. Análisis y evaluación de riesgo .....	41
Figura 11. Normativa Legal – Pirámide Jurídica de Kelsen.....	44
Figura 12. Vías de acceso al campo petrolero .....	51
Figura 13. Campers y entrada a la plataforma terrestre de perforación escogida. .....	56
Figura 14. Esquema de la plataforma petrolera terrestre escogida.....	57
Figura 15. Área de generadores y tanques de combustible diesel.....	58
Figura 16. Planta de tratamiento de aguas residuales .....	59
Figura 17. Tanques de lodo.....	60
Figura 18. Torre de perforación.....	61
Figura 19. Línea de descarga del lodo. ....	62
Figura 20. Señalética en torre de perforación .....	63
Figura 21. Manga de viento o anemoscopio .....	64
Figura 22. Eco balance de los subprocesos del proceso de perforación de pozos.....	65
Figura 23. Esquema del campo petrolero escogido .....	113
Figura 24. Sistema de detección con bomba de vacío – Modelo V4.8.....	115

Figura 25. Detectores fijos de gases .....	116
Figura 26. Controlador de gas combustible o gas tóxico.....	117
Figura 27. Detector de gas para diferentes tipos de gases (tóxicos/ inflamables) CG 710.....	118
Figura 28. Controlador de gas tóxico Gas Check CG880 .....	119
Figura 29. Estructura del controlador de gas tóxico Gas Check CG880 .....	121
Figura 30. Dimensiones e instalación del controlador de gas toxico Gas Check CG880.....	122
Figura 31. Terminal blocks del controlador de gas toxico Gas Check CG880	122
Figura 32. Descripción detector de gas toxico Gas GC 710.....	123
Figura 33. Estructura del detector de gas tóxico GC 710.....	124
Figura 34. Dimensión del sensor de gas tóxico GC 710 (mm) .....	125
Figura 35.Instalación del sensor de gas toxico GC 710 en la pared (diámetro de perforación 6mm) .....	126
Figura 36. Cableado del sensor y cableado de relay board. ....	127
Figura 37. Boca del pozo de perforación modelo .....	130
Figura 38. Lugares estratégicos donde se instalaron los sensores.....	131
Figura 39. Instalación de sensores en la boca del pozo de perforación .....	133
Figura 40. Instalación de sensores en la torre de perforación.....	134
Figura 41. Instalación de sensores en zarandas .....	135
Figura 42. Instalación de sensores en Frack tanks .....	136
Figura 43. Instalación de sensores en Hidrociclones .....	137
Figura 44. Instalación del controlador de gas CG 880 .....	138
Figura 45. Cableado de los sensores a la torre de perforación .....	139
Figura 46. Información del funcionamiento e instalación de sensores y de consola del controlador. ....	140
Figura 47. Letreros informativos y mapas de evacuación colocados alrededor del campo petrolero.....	141

Figura 48. Áreas de acción e influencia directa e indirecta .....	142
Figura 49. Diagrama de puntos de los datos obtenidos durante 40 días de monitoreo. ....	145
Figura 50. Simulación de fuga de H <sub>2</sub> S.....	151
Figura 51. Concentración de gas ácido sulfhídrico.....	152
Figura 52. Sensor de H <sub>2</sub> S más cercano a la fuente .....	153
Figura 53. Detección de H <sub>2</sub> S con bomba de vacío .....	154
Figura 54. Detección de H <sub>2</sub> S con cable.....	154
Figura 55. Lugares estratégicos sugeridos para la colocación de sensores ..	155
Figura 56. Controlador de gas combustible o gas tóxico.....	158
Figura 57. Detector de gas para diferentes tipos de gases (tóxicos/ inflamables) CG 710.....	159
Figura 58. Clasificación de riesgos hoja MSDS.....	162
Figura 59. Rombo de Riesgos NFPA y rectángulo de riesgos HMIS.....	162
Figura 60. Estructura organizacional de respuesta a emergencia.....	164
Figura 61. Señales de advertencia.....	167
Figura 62. Señales de obligación (Uso de EPP) .....	168
Figura 63. Señales de evacuación .....	168
Figura 64. Mapa de Evacuación.....	169
Figura 65. Estructura organizacional de respuesta a emergencias por incendios y explosiones asociado a emisiones de gas ácido sulfhídrico H <sub>2</sub> S .....	172
Figura 66. Señales protección de incendios.....	174
Figura 67. Teléfonos de emergencia.....	176
Figura 68. Desarrollo sustentable.....	182

### **INDICE DE ECUACIONES**

Ecuación 1.....	185
Ecuación 2.....	186

## Introducción

La industria del petróleo realiza varios procesos; entre ellos la exploración, extracción, refino, transporte y mercadotecnia de productos del petróleo (Infograma Industrias Del Petroleo y Petroquímica, 2011). “La producción petrolera es la actividad de la industria que se encarga de todas las etapas necesarias para manejar los hidrocarburos desde el yacimiento hasta el pozo, y desde éste a la superficie; donde se separan, tratan, almacenan, miden y transportan para su posterior utilización” (Jorge, 2011). Según Cuervo (2001, p. 32) describe al petróleo como un óleo de piedra, o aceite de la tierra. Un líquido que puede presentarse en diversos colores, desde el amarillo hasta el negro que se encuentra en el subsuelo. “Diferentes técnicos lo definen como una mezcla líquida que contiene cientos de componentes siendo los predominantes el carbono y el hidrógeno, pero que incluyen también oxígeno, sulfuro y nitrógeno” (Cuervo, 2001).

En la industria del petróleo no solamente se hace referencia a los diferentes procesos y fases que lo constituyen, sino que es de vital importancia tomar en consideración las condiciones y factores que afectan en el desempeño de actividades a todos los trabajadores. Según Fontanie (2003, p. 29) en el caso de la explotación petrolera falta diálogo social; se asume un beneficio, sin considerar las consecuencias de la obtención de crudo y sin tomar en cuenta si esa extracción se la realiza en el momento oportuno; es decir, bajo un esquema de optimización en donde se examine la producción, daños ambientales, los costos y las reservas existentes.

Hay que tomar en cuenta las condiciones en las que se opera, de manera que se trabaje la gestión de riesgos desde la prevención.

El petróleo es un producto esencial para muchas industrias, y es de vital importancia para el mantenimiento de la misma civilización (CABOX S.A. de C.V., 2012). Según Amazonía por la vida, 2010 “La industria petrolera reconoce que por cada pozo vertical que se perfora se producen 500m<sup>3</sup> de sólidos y de

2.500-3.000m<sup>3</sup> de desechos líquidos mientras que en los pozos direccionales por cada pozo perforado se produce de un 20-30% más de residuos sólidos y líquidos.”

En la perforación de pozos petroleros, durante el funcionamiento de campamentos los trabajadores se encuentran expuestos a varios riesgos asociados con el funcionamiento de maquinaria y en sí de las operaciones propias de la extracción del petróleo. Según un informe emitido por el Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales CLACSO, 2010; las poblaciones cercanas a instalaciones petroleras han su salud afectada debido a la evidente contaminación de fuentes hídricas, intoxicaciones por gas, consumo de alimentos contaminados, contacto con químicos, etc.(Unión de Promotores Populares de Salud de la Amazonía Ecuatoriana UPPSAE, 1993).

Según Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSH), 2011 en su obra Industrias basadas en recursos naturales los principales riesgos profesionales relacionados con las operaciones de prospección y producción, son las enfermedades por exposición a elementos geográficos y climáticos, sin embargo en las operaciones de perforación también existe la posibilidad de padecer enfermedades por exposición al ruido y las vibraciones.

Es por ello que en el presente proyecto se propuso el control y gestión de emisiones de gas H<sub>2</sub>S (ácido sulfhídrico) en un campo de perforación petrolera con el propósito de mitigar y minimizar los riesgos existentes que podrían afectar la salud de los trabajadores y el medio ambiente.

El lugar donde se identificó, evaluó y se analizó estos posibles riesgos se encuentra ubicado a 40 km del Coca. Por motivos de confidencialidad el nombre de la industria que nos facilitó la entrada para la toma de datos no debe ser mencionada; sin embargo el presente estudio dejará sentado bases para posteriores proyectos de seguridad ocupacional que incluyan la gestión y el control de riesgo asociado a la exposición de gas ácido sulfhídrico (H<sub>2</sub>S) en un campo de perforación petrolera.

Es importante para una empresa cumplir con todos los requerimientos legales y como parte de las operaciones de perforación se exige a todas las empresas el control y monitoreo de emisiones gaseosas provenientes de pozos (Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas en el Ecuador (RAOH), 2001, págs. art. 4, art.12).

### **Antecedentes y Marco Referencial**

La extracción, producción o explotación del petróleo se hace de acuerdo a las características propias de cada yacimiento (Grupo Maremundi, 2005). El petróleo fluye por esos orificios hacia el pozo y se extrae mediante una tubería de menor diámetro, conocida como tubería de producción (Espol, s.f.). De acuerdo con Mavliútov (1986, p. 11) la extracción de pozos es un proceso de construcción de excavaciones profundas.

Luego de varios estudios en los que se determinan de acuerdo al tipo de suelo y características propias del yacimiento el tipo de maquinaria a utilizarse y la cantidad de pozos a ser perforados, se elige el área con mayor rendimiento, se realiza la perforación que a veces llega hasta 6000 m, según las condiciones del terreno.

En el caso de las plataformas terrestres se construye altas torres metálicas de sección cuadrada, de 40 m a 50 m de altura, para facilitar el manejo de los equipos de perforación y el subsuelo se taladra con un trépano que cumple un doble movimiento: avance y rotación (Pacheco y Romero, 2007, pág. 12) Según Berger, B y Anderson K (1992, p. 266) después de que el pozo haya sido perforado, completado, probado y adecuadamente equipado, está listo para funcionar y unirse a los miles de pozos de petróleo que ya están en producción.

Por su parte Bermejo (2005, p. 65) dice que la actividad petrolera es una de las industrias que más impactos ambientales y en la biodiversidad genera a nivel local y global. En la perforación de pozos petroleros, durante el funcionamiento de campamentos los trabajadores se encuentran expuestos a varios riesgos;

esto se puede decir en base a la visita previa de la plataforma petrolera terrestre escogida (Bravo, 2007, pp. 4-16).

Según Duck, Ghosh, y Montillier (1983) “La gravedad y frecuencia de enfermedades relacionadas con la perforación parece ser proporcional al tiempo de servicio y exposición a las condiciones de trabajo adversas” Por lo tanto existe la posibilidad de exposición aguda y crónica a una gran variedad de materiales y sustancias químicas presentes en las actividades de perforación y producción en la obtención de petróleo y gas natural. Las siguientes sustancias químicas y materiales pueden estar presentes en cantidades potencialmente peligrosas: (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2011, p. 75.12)

- Petróleo crudo, gas natural y ácido sulfhídrico durante la perforación y los reventones.
- Metales pesados, benceno y otros contaminantes presentes en el crudo.
- Amianto, formaldehído, ácido clorhídrico y otras sustancias químicas y materiales peligrosos.
- Materiales radiactivos naturales (NORM) y equipos con fuentes radiactivas.

El ácido sulfhídrico  $H_2S$  es extremadamente nocivo para la salud, bastan 20-50 ppm en el aire para causar un malestar agudo que lleva a la sofocación y posteriormente a la muerte por sobreexposición (Rui, 2001). Por esta razón se ha escogido una plataforma petrolera terrestre, donde es indiscutible implementar planes de vigilancia y control de gas ácido sulfhídrico  $H_2S$ .

Estas actividades enmarcarán establecer un plan de vigilancia para detección de vapores inflamables y exposiciones tóxicas, principalmente de ácido sulfhídrico, durante las operaciones de perforación y producción. No se deberá permitir prácticamente ninguna dosis de exposición a gas ácido sulfhídrico  $H_2S$ .

Al término de la presente tesis se propone la implementación de programas de seguridad y salud con el fin de prevenir, corregir, capacitar y educar a todos los trabajadores en temas como la detección oportuna de H<sub>2</sub>S y acciones de respuesta inmediatas ante la ocurrencia de fuga descontrolada de éste gas, para reducir la posibilidad de exposición tóxica a los trabajadores, incendios y explosiones.

Se debe aclarar que la propuesta de implementación de programas de seguridad y salud ocupacional corresponde más acertadamente a un modelo general para ser incorporado a cualquier empresa petrolera para la gestión del riesgo asociado a emisiones de gas ácido sulfhídrico.

### **Planteamiento del Problema**

El campo petrolero donde se realizó este estudio no contaba con un proceso de seguridad ocupacional específico para la detección de éste gas en la fase de perforación; debido a que se encontraba en el inicio de sus operaciones. Según Chinchilla (2010, p. 15) en el trabajo sin la adopción de medidas de seguridad apropiadas puede desencadenar en serios problemas para la salud. Este autor considera que en ocasiones la seguridad no se toma tan en serio como se debería, lo que puede acarrear serios problemas no sólo para los empleados, sino también para los empresarios.

De acuerdo a Chinchilla, (2010, p. 15) las funciones que cumple el departamento de salud Ocupacional se centra en ejecutar observaciones, para determinar las actividades, procesos o peligros que pudieren afectar la salud o el bienestar de los trabajadores. Por ello se considera importante en este estudio a las personas que se encuentran expuestas a concentraciones altas o bajas de ácido sulfhídrico, ya que a largo o corto plazo puede causar daños en la salud.

Todos los trabajadores de una plataforma petrolera terrestre requieren de procesos adecuados de alimentación nutritiva, higiene, alojamiento apropiado, y condiciones seguras de trabajo para ello se debe ejecutar programas donde

se supervise la higiene y seguridad industrial, junto a vigilancia médica para reducir efectos a las exposiciones peligrosas.

### **Formulación del problema**

El programa de Seguridad Ocupacional para el control del riesgo producido por H<sub>2</sub>S, puede mejorar las condiciones laborales de los trabajadores de una plataforma petrolera terrestre, evitando enfermedades e incluso la muerte.

### **Alcance**

Se colocarán sensores de H<sub>2</sub>S, en base a los datos obtenidos en campo, se determinará el riesgo ocupacional y ambiental y se realizará una propuesta para Control de este riesgo existente producido por la exposición a emisiones de gas ácido sulfhídrico (H<sub>2</sub>S), que tome en consideración los parámetros establecidos en la legislación ecuatoriana vigente dentro de la Constitución del Ecuador, Texto unificado de legislación ambiental secundaria actual, Ley de hidrocarburos, Normas de seguridad y gestión de riesgos del IESS y demás cuerpos legales aplicables a plataformas petroleras terrestres de perforación.

### **Justificación**

“La exposición a niveles bajos de ácido sulfhídrico puede producir irritación de ojos, nariz o garganta; bastan 20-50 partes por millón en el aire para causar un malestar agudo que conlleva a la asfixia y a muerte por sobreexposición” (Rui, 2001).

El cuerpo legislativo Reglamento de Seguridad y Salud en los trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo, art. 63 indica que “En aquellas industrias donde se fabriquen, manipulen, utilicen o almacenen sustancias irritantes o tóxicas, se instalarán dispositivos de alarmas destinadas a advertir las situaciones de riesgo inminente, en los casos en que se desprendan cantidades peligrosas de dichos productos. Los trabajadores serán instruidos en las obligaciones y cometidos concretos de cada uno de ellos al oír la señal de alarma.”

Motivo por el cual es necesario contar con un sistema de alarma que indique el momento en que los sensores detecten un nivel elevado de concentraciones gaseosas ( $H_2S$ ) para que se pueda evacuar el sector y detener las operaciones del proceso de perforación, se hace de ésta manera indispensable contar con la presente propuesta, producto de ésta tesis para el control del riesgo ocupacional y ambiental producido por ácido sulfhídrico ( $H_2S$ ), para plataformas petroleras terrestres de perforación.

Este proyecto se desarrolló basado en la necesidad de la empresa petrolera en tener un sistema que garantice un ambiente adecuado para que sus trabajadores cuenten con todas las medidas preventivas y correctivas de seguridad, higiene y de condiciones de trabajo adecuadas.

Prever de seguridad, protección y atención a los empleados en el desempeño de sus actividades; además de socializar y capacitar a todo el personal en planes de prevención de accidentes, evaluación médica periódica, planes preventivos y correctivos, ayudará evitar incidentes, a actuar adecuadamente frente a la ocurrencia de un siniestro y a disminuir el riesgo laboral.

## **Objetivos del Proyecto**

### **Objetivo General**

Realizar una propuesta para Control del riesgo ocupacional y ambiental producido por  $H_2S$  (ácido sulfhídrico), para plataformas petroleras terrestres de perforación ubicada en la zona Nor-este de la Amazonía ecuatoriana, mediante monitoreo de emisiones gaseosas.

### **Objetivos Específicos**

- Definir y conceptualizar plataformas petroleras terrestres de perforación, proceso de perforación y extracción del petróleo crudo, gas natural y ácido sulfhídrico.
- Identificar los riesgos asociados a la emisión de  $H_2S$  (ácido sulfhídrico).

- Establecer matrices de análisis que incluya su impacto ambiental, seguridad ocupacional, y la implicación legal del riesgo asociado a la emisión de H<sub>2</sub>S.
- Medir y monitorear emisiones de gas H<sub>2</sub>S mediante la colocación de sensores en sitios estratégicos en la plataforma petrolera.
- Analizar la relación de costo Beneficio de la propuesta para Control del riesgo producido por H<sub>2</sub>S.
- Elaborar una propuesta (Programa de Seguridad y Salud Ocupacional) para Control del riesgo producido por H<sub>2</sub>S.

## **Metodología**

Se utilizará el método experimental combinado con el método inductivo de tal manera, nos permita alcanzar los objetivos planteados, para esto se tomó en cuenta lo que Gualberto en su obra Manual de Evaluación Psicológica: Fundamentos, Técnicas y Aplicaciones, 1997, afirma; “el método inductivo se inicia con un estudio individual de los hechos y se formulan conclusiones universales que se postulan como leyes, fundamentos o principios de una teoría (Gualberto, 1997, p. 56).

Mientras que el método experimental según Murillo en su obra Introducción a la metodología experimental dice “El experimento de una situación, en la que el investigador manipula conscientemente las condiciones de una o de diversas situaciones para comprobar los efectos que causa dicha variable en otra situación consiguiente” (Murillo, 2005, pp. 5-9).

Se realizarán los siguientes pasos:

- Visita inicial a la plataforma petrolera terrestre.
- Recopilación, conceptualización y análisis de información, donde se defina plataformas petroleras terrestres de perforación, proceso de perforación y extracción del petróleo crudo, gas natural y ácido sulfhídrico.

- Revisión de la legislación actual vigente y su relación con la temática.
- Visita técnica a la plataforma petrolera terrestre.
- Descripción de la situación actual en base a la visita realizada al campamento petrolero.
- Elaboración del plano referencial del campamento petrolero de estudio.
- Visita técnica a la plataforma petrolera terrestre.
- Identificación de los riesgos asociados a la emisión de H<sub>2</sub>S.
- Elaboración de matrices de análisis del riesgo asociado a la emisión de H<sub>2</sub>S del campamento petrolero de estudio utilizando el método de: Leopold modificado por Leal (Leal, 1997) y el método de Análisis de Riesgo.
- Visita técnica a la plataforma petrolera terrestre (Ver Anexo 5; visitas)
- Determinación de los lugares estratégicos para la colocación de sensores de gas ácido sulfhídrico.
- Esquematización del campamento petrolero escogido con los puntos determinados para la colocación de sensores.
- Visita técnica a la petrolera para instalación de sensores en sitios estratégicos establecidos.
- Visitas técnicas a la petrolera para monitoreo y análisis de datos.
- Determinación del diagrama del sensor de H<sub>2</sub>S y su radio de acción e influencia.
- Elaboración de la propuesta ambiental para el control de H<sub>2</sub>S (ácido sulfhídrico) en plataformas terrestres de facilidades petroleras.
- Preparación del análisis Costo/Beneficio.

## CAPITULO I

### 1. Marco Teórico

En la actualidad es importante identificar y evaluar los posibles riesgos en plataformas petroleras dentro de todas sus fases de producción. No obstante éste estudio se enfocará en la fase de perforación; con el propósito de cumplir la legislación vigente y adoptar medidas de prevención, mitigación, para reducir al máximo la probabilidad de ocurrencia de algún tipo de riesgo.

Según se pudo constatar en la primera visita realizada al sector donde se efectuaron las mediciones (previo planteamiento de estudio). El área correspondiente a los campamentos de explotación petrolera (40 km del Coca) se halla a poca distancia de una vía asfaltada.

De ahí que en el caso de una fuga de ácido sulfhídrico, existiría un alto riesgo de afectación a la parte humana. Se debe tener en cuenta como se ha mencionado anteriormente que la industria del petróleo; además de causar posibles impactos en el ambiente y economía, puede ser perjudicial para la salud de una comunidad determinada (Instituto Argentino de Petroleo, 1991).

Más aún, si se consideran los riesgos de aquellos que se hallan inmediatos a la zona de posible contaminación; es decir, en aquellos trabajadores que se encuentran constantemente expuestos a niveles altos de emisiones (muy elevadas) de gases provenientes de pozos petroleros.

Dentro de este marco general el objeto de estudio y principal factor de riesgo está centrado en la emisión de gas ácido sulfhídrico, el cual proviene directamente del proceso de perforación del pozo y que en concentraciones elevadas; podría causar envenenamiento y la subsecuente muerte a los trabajadores. Sin embargo no es el único gas perjudicial dentro del proceso de extracción, puesto que existen otros; CO (monóxido de carbono), SO<sub>2</sub> (dióxido de azufre), etc.

La propuesta plantea la solución a la evidente necesidad de contar con un sistema adecuado de monitoreo de emisiones gaseosas, para el control del riesgo ocupacional y ambiental producido por ácido sulfhídrico (H<sub>2</sub>S), para plataformas petroleras de perforación con sistemas de soporte convencional modular, ubicado en la zona Nor-este de la Amazonía.

Considerando las principales aristas de intervención del proyecto: la correcta ubicación de los sensores de detección de gas sulfhídrico, además del cumplimiento de la legislación vigente, normas basadas en la gestión de riesgos, procedimientos de seguridad y salud ocupacional.

Es indiscutible que toda industria; en especial la petrolera, podría ser causante de accidentes puesto que sin un manejo adecuado y responsable (enfocado en la legislación) podría causar grandes impactos en la seguridad de las personas, bienes y medio ambiente (Storch de Gracia, 2008).

De ahí que se realizará una propuesta enmarcada en los protocolos de seguridad y salud ocupacional de la gestión de riesgos.

## **1.1. El petróleo**

### **1.1.1. Origen**

De similares características que el carbón, el petróleo es un elemento compuesto por materiales orgánicos que a través del tiempo y bajo el accionar de capas de sedimento se ha convertido en hidrocarburo. De ahí que se le llame de origen fósil, puesto que para su formación hayan intervenido infinidad de elementos orgánicos o derivados de estos, los cuales propiciaron su degradación a través de bacterias (anaerobias/aerobias).

Aquel material orgánico no se transforma en petróleo por simple accionar del tiempo o por motivación de las bacterias, sino que las capas de sedimentos bajo las que se encuentra dicho material, lo someten a presiones y temperaturas tan bastas que permiten que fluya desde estratos filtrables hasta

aquellos impenetrables lo cual permite se quede depositado dentro de pozos naturales (Monroy, s.f.).

“A medida que los sedimentos se van acumulando, se produce un fuerte aumento de la presión (170 -180 kg/cm<sup>2</sup>) y temperatura (hasta 150 °C) y el petróleo va fluyendo por las capas permeables hasta encontrar otras impermeables (margas y arcillas), alojándose en anticlinales, fallas, etc., llamadas trampas geológicas, a profundidades que oscilan entre los 7.000 y los 15.000 metros”. (Monroy, s.f.)<sup>0</sup>

Uno de los agentes que habría intervenido indirectamente para la formación del petróleo sería la presión sedimentaria, a más de los restos orgánicos hallados antes mencionados. Entendiendo que alrededor de la era terciaria se habría generado por acumulación en las profundidades de los mares. Cabe anotar que dichas explicaciones constituyen solo parte de las teorías en torno a su origen, no obstante aún se desconozca gran parte de su proceso de creación.

### **1.1.2. Características**

El petróleo en estado líquido es de consistencia aceitosa y pesada. Debido a que se extrae de las capas interiores de la tierra se le denomina crudo; y se trata de una compleja mezcla de hidrocarburos naturales. Estos se encuentran en la naturaleza en estado sólido, líquido o gaseoso, entendiéndose que su estado varía de acuerdo a la presión y la temperatura (API, 2013).

El petróleo líquido; como se mencionó, es de consistencia viscosa más liviana que el agua, es de color opaco (negro, café, verde oscuro), además de fluorescente por reflexión de la luz; su olor es parecido al de la gasolina, lo cual lo convierte en un elemento volátil (Lacorte, 1946).

El petróleo es especialmente desagradable cuando se encuentra contaminado por azufre y nitrógeno. La densidad o peso específico varía entre 0,75 y 1 API (API, 2013).

Es preciso considerar que todos los hidrocarburos son inflamables, sin importar el estado en el que se encuentren; no obstante en forma sólida o líquida muy viscosa disminuyan en volatilidad puesto que al material se le dificulta la transformación y mezcla con el aire.

El petróleo es una sustancia oleosa de color oscuro, compuesto de hidrógeno y carbono, y se lo denomina hidrocarburo. Puede encontrarse en estado líquido (aceite "crudo") o en estado gaseoso (gas natural). Su origen es de tipo orgánico y sedimentario (Creative Commons, 2011).

Por su consistencia y dependiendo de su composición el petróleo suele variar en color, olor, consistencia y propiedades. Existen clases de petróleo pesado y extra pesado, en ocasiones su color varía dependiendo de la cantidad de luz y refracción, además de las cantidades de sus componentes (cera) que lo convierten en petróleo de tipo liviano (Márquez, 2012).

En diferentes circunstancias y dependiendo de la cantidad de ácidos sulfurosos su olor es más o menos intenso. Sometido a altas temperaturas puede hervir en los yacimientos, caso contrario adquirirá una consistencia dura, aunque no se solidificará por completo.

"El petróleo crudo, tal como se extrae de los depósitos subterráneos, es un líquido viscoso y se compone principalmente de hidrocarburos (94-99%) con algunos compuestos orgánicos que contienen azufre, nitrógeno u oxígeno. El petróleo crudo típico contiene más de 500 compuestos diferentes. La composición de dicho petróleo varía según la región de la litosfera en que se obtiene" (Dickson, 2000, pp. 22-24).

Pese a que existen algunas clases, sus propiedades en menor o mayor medida no sufren variación, siendo empleados ante la demanda con propósitos siempre industriales (refinería, elaboración del plástico, el combustible y sus derivados, etc.) Se trata por tanto de un recurso de energía no renovable; este no se puede fabricar y se depende por completo de las fuentes o yacimientos petrolíferos donde se encuentra.

### 1.1.3. Composición

El petróleo es de origen cien por ciento natural y por tanto posee una estructura química determinada. Esta corresponde a componentes orgánicos, el petróleo sin importar su clase se halla conformado por hidrocarburos.

Los hidrocarburos son comunes en la naturaleza entendiendo que corresponden a aquellos elementos formados por carbono e hidrógeno. Además y dependiendo del tipo de petróleo (en ello intervendrá la presión, las diferentes capas de sedimento bajo las que se desarrolle) contiene en menor o mayor grado elementos gaseosos como el oxígeno o el azufre (El Petróleo, s.f.).

“El contenido de azufre varía entre un 0,1 y un 5%. Dichos hidrocarburos pueden separarse por destilación fraccionada de la que se obtienen aceites ligeros (gasolina), vaselina, parafina, asfalto y aceites pesados” (El Petróleo, s.f.).

El petróleo se encuentra además constituido por diferentes componentes tanto en forma gaseosa, sólida o líquida. Aportando esta característica última a su consistencia la cual puede ser desde liviana u oleosa hasta extremadamente consistente. En ocasiones y dentro de los yacimientos petrolíferos, el crudo suele estar acompañado por la presencia de otro tipo de gases, mismos que de superar cierta valoración se convierten además en yacimientos de gas natural.

La composición elemental del petróleo normalmente varía entre estos intervalos:

Tabla 1. Composición del Petróleo

Elemento	Peso %
Carbono	84-87
Hidrógeno	11-14
Azufre	0-2
Nitrógeno	0,2

Tomado de El petroleo, s.f.

En comparación con otros elementos en estado líquido que se hallan en el planeta, el petróleo posee menor densidad. Éste no puede disolverse al contacto con el agua

“Dicha densidad está comprendida entre 0.75 y 0.95 g/ml. Sus colores varían del amarillo pardusco hasta el negro. La composición varía con la procedencia. Se los clasifica según el tipo de hidrocarburos que predominan en el: Petróleo a base parafínica (fluidos); Petróleo a base asfáltica (viscosos); Petróleo a base mixta” (El Petróleo, s.f.). Aquellos petróleos antes denominados con base parafínica por lo general poseen un color amarillo y son menos densos (85g/ml.). Poseen gran cantidad de nafta lo cual permite la elaboración de lubricantes y algunos combustibles derivados (El Petróleo, s.f.). Los petróleos de base asfáltica son poseedores de alta densidad (0.95g/ml) y generan grandes cantidades de aceite, de ellos se extrae el asfalto y otros derivados como el benceno. Por último los que tienen una base mixta permiten la elaboración de derivados como los dos tipos antes mencionados (El Petróleo, s.f.).

## **1.2. Pozos Petroleros**

### **1.2.1. Pozo petrolero (Yacimiento petrolero)**

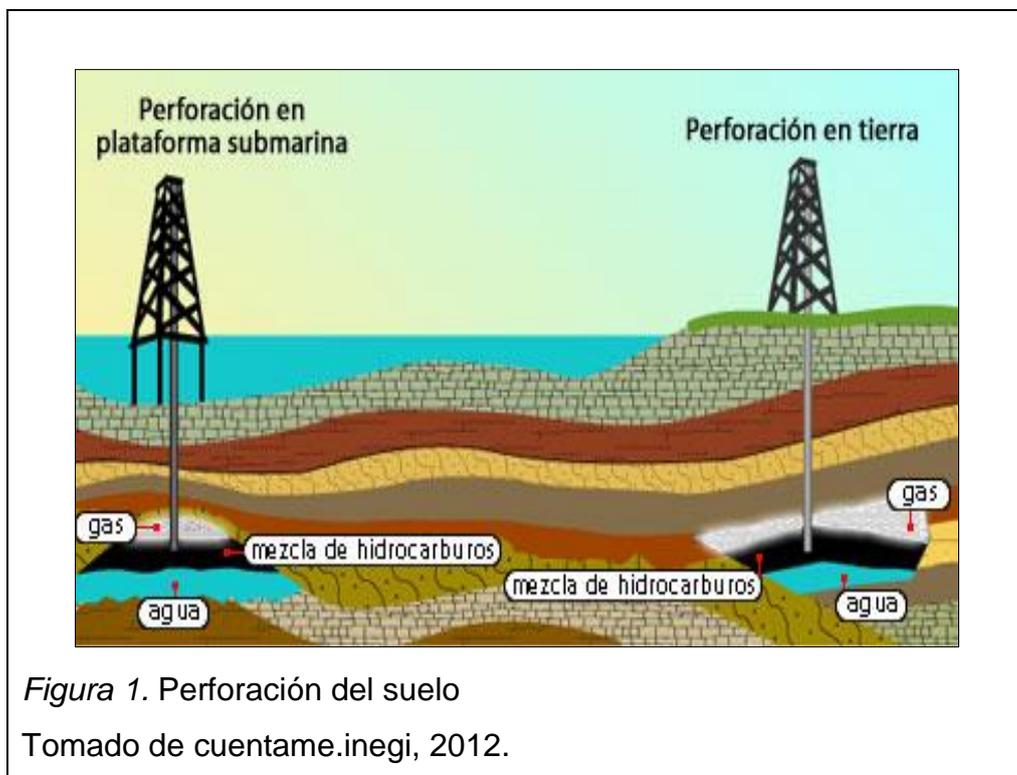
Un pozo petrolero corresponde a una perforación efectuada por medio de barrenas de diferentes diámetros y a diversas profundidades. Su principal propósito consiste en definir las condiciones geológico-estructurales de la corteza terrestre, para la prospección o explotación de yacimientos petrolíferos (Subsecretaría de Hidrocarburos, 2008).

El método más utilizado es el rotatorio, y las perforaciones pueden desarrollarse con o sin recuperación de núcleo (Secretaría de Energía, 2012).

Como se mencionó anteriormente la industria clasifica a los pozos como: (Secretaría de Energía, 2012)

- Pozos exploradores
- Pozos delimitadores
- Pozos de desarrollo

Un pozo explorador es aquel que se utiliza para determinar el lugar específico en donde se hallan las formaciones de aceite o gas dentro del subsuelo. Si un pozo explorador descubre aceite y/o gas se procede a perforar muchos otros para verificar que el pozo explorador encontró una trampa con hidrocarburos.



Un pozo que encuentra aceite y gas puede no justificar la explotación del yacimiento (Secretaría de Energía, 2012).

El pozo de desarrollo es perforado en campos petroleros existentes. Se perfora este tipo de pozos con la finalidad de extraer la mayor cantidad de hidrocarburos del campo petrolero (Jahir, 2010).

“Se estudian las características del campo y se determinan el número de pozos requeridos para explotar dicho campo eficientemente. Si se perforan pozos en los límites del campo productor para determinar las fronteras del campo, dichos pozos se les da el nombre de pozos delimitadores” (Jahir, 2010). El número de pozos a perforarse para su desarrollo dependerá del tamaño (ancho y profundo) y de las características (permeabilidad y porosidad) del yacimiento petrolero (Jahir, 2010). Ver Figura 1.

### **1.2.2. Prospección**

La extracción segura del crudo desde un pozo petrolero entraña un sin número de consideraciones a tomar en cuenta, no obstante y previo a su explotación, existan diferentes formas de localizar un yacimiento. A este paso de localización se le denomina prospección.

Dentro de la prospección se establecen las técnicas específicas a la par de la inversión económica que permitirá la exploración de un área determinada

“Las pruebas magnéticas se inician con un avión que sobrevuela la zona captando las distorsiones de la susceptibilidad magnética de las rocas, localizándose perturbaciones del terreno donde pueden existir «trampas geológicas» en las que se acumule el petróleo” (Monroy, s.f.).

“Cuando el resultado de los métodos citados es satisfactorio se inician las perforaciones, que en definitiva van a ser las que localicen con exactitud la ubicación de la bolsa de petróleo” (Monroy, s.f.).

Posterior a las pruebas y a la determinación de un área la cual podría contener una bolsa o yacimiento de petróleo, se procede a la instalación de un primer pozo llamado; pozo exploratorio. Este tiene por objetivo ubicarse sobre la zona específica donde se sospecha de la existencia de un yacimiento. Una vez que el resultado sea positivo se instalarán aquellos pozos llamados de desarrollo cuyo propósito esencial se centra en la extracción (Monroy, s.f.).



*Figura 2.* Pozo exploratorio  
Tomado de Trujillo, 2008.

### **1.3. Perforación de un Pozo Petrolero**

Posterior al descubrimiento de un pozo petrolero (prospección sísmica), se analiza la información acerca de la probable área del yacimiento. Para ello se emplea los datos que determina el sistema de posicionamiento global (GPS), para luego ser convertidos en mapas topográficos de la zona (PDVSA, s.f.). Luego de determinar su ubicación en el mapa se procede a establecer un sitio de características favorables para la edificación de un área técnica la cual pueda contener el taladro de perforación.

“También llamado torre de perforación, es un dispositivo utilizado para realizar la perforación del suelo, generalmente entre 800 y 6.000 metros de profundidad, para pozos ya sean de gas, agua o petróleo” (PDVSA, s.f.).

“Los taladros son utilizados para realizar un proceso llamado perforación de pozos, el cual consiste en hacer un orificio en suelo hasta llegar a la trampa petrolífera (lugar donde se encuentra el petróleo en el subsuelo). Este orificio se hace con la barrera o mecha que posee la torre de perforación, la cual se

encuentra sostenida por un sistema de polea; mientras que las acciones son controladas mediante una mesa rotaria, la cual a su vez es movida por motores en un área denominada malacate para lograr la extracción de manera efectiva” (PDVSA, s.f.).



*Figura 3.* Taladro de perforación  
Tomado de PDVSA, s.f.

Se debe tomar en cuenta que en países como el Ecuador, los yacimientos petrolíferos se encuentran en la zona amazónica, de ahí que sea necesario realizar una limpieza de malezas en la zona donde se procederá a la perforación, la adecuación del suelo ya que debe ser apto para el acceso y el traslado de los implementos y la plataforma.

“Para el mejoramiento de la capacidad portante tanto de la carretera como de la plataforma se utiliza geomateriales, arena y grava de acuerdo a especificaciones” (Barros, 2003).

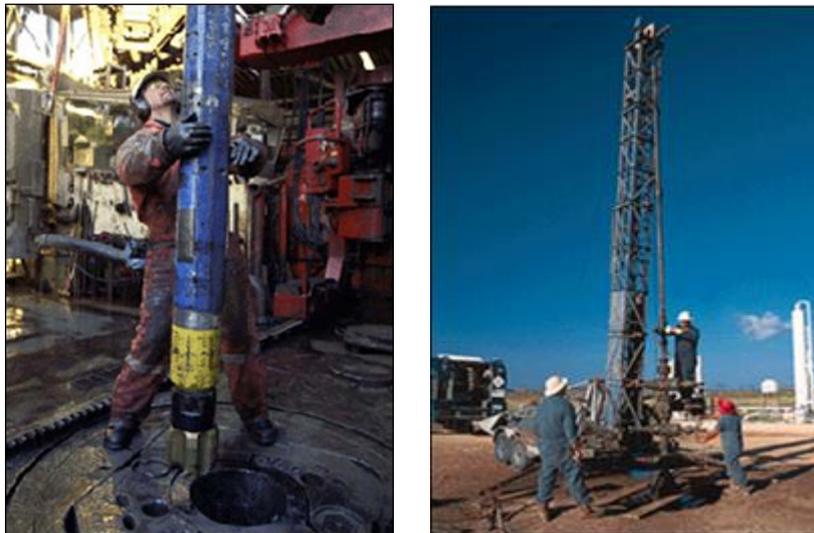
Se realizan estudios de mecánica de suelos de acuerdo a normas internacionalmente aceptadas y de estos se obtienen recomendaciones para saber si la capacidad portante del sitio donde se va a sentar el taladro necesita

ser mejorado o no. En caso de necesitarse, se procede a pilotear o a cimentar la zona del taladro (Barros, 2003).

“De acuerdo con la ley de Hidrocarburos y Medio Ambiente, se requiere de 1.5 Ha para la perforación del primer pozo exploratorio y en caso de requerirse perforaciones adicionales la extensión por cada pozo a ser perforado se incrementa 0.2 Ha.” (Barros, 2003, p. 45).

Una vez que se han construido las localizaciones para las plataformas se procede a la perforación por etapas. Ello determina que en su parte más alta el pozo tenga una longitud dilatada mientras que en su parte inferior se vuelva cada vez más delgado.

Este especial diseño le permite resistir deslizamientos (se emplean insumos como brocas y tubos de acuerdo al diámetro de cada sección). Siendo evidentes las diferencias en pulgadas (la superficie estándar de un pozo en la parte más ancha alcanza las 26 pulgadas mientras que en lo profundo de la exploración llega a las 4.5 pulgadas) (Barros, 2003).



*Figura 4. Pozos Exploratorios*

Tomado de Azcona, 2012.

“Durante la perforación es fundamental la circulación permanente de líquido o disolvente llamado "lodo de perforación", el cual sirve tanto para enfriar la broca y sacar a la superficie el material triturado” (Barros, 2003). Ese lodo se inyecta por entre la tubería y la broca y asciende por el espacio anular que hay entre la tubería y las paredes del hueco (Barros, 2003, p. 27).

El material que se saca sirve para tomar muestras, también se extraen pequeños bloques de roca a los que se denominan "corazones" y a los que se hacen análisis en laboratorio para obtener un mayor conocimiento de las capas que se están perforando y saber qué capa de la tierra se está atravesando y si hay indicios de hidrocarburos” (Barros, 2003, p. 27). Es preciso, mientras se desarrolla la perforación llevar datos e información traducidos de fuentes de monitoreo eléctrico lo cual permite tener una perspectiva acerca de las características del suelo, así como su constitución, en cuanto a consistencia y rastros de gases nocivos, agua, etc.

Por último y con el propósito de proteger la instalación del pozo en sus paredes, se procede a inyectar una clase especial de cemento por la misma tubería el cual solidifica las paredes del pozo.

#### **1.4. Plataformas petroleras**

Existen diferencias tecnológicas en cuanto a la explotación del petróleo tanto en tierra como en mar. Las que se hallan en tierra se les denomina Torres de perforación, (ámbito específico de este estudio) mientras que en el ámbito marítimo la tecnología de extracción se denomina propiamente con el nombre de plataformas.

##### **1.4.1. Plataformas marinas**

Las plataformas petroleras marítimas corresponden a áreas artificiales que se elevan sobre el nivel del mar y que despliegan en el interior del mismo; extensos canales y tuberías que mediante el uso de taladros pueden atravesar y extraer el crudo del suelo profundo. Las plataformas marinas son

edificaciones de punta y autosustentables tecnológicamente, lo cual permite un hábitat tanto para la maquinaria necesaria como para el personal humano encargado de la extracción.

“Las plataformas marinas de perforación se encuentran diseñadas de acuerdo a sistemas tecnológicos de punta que les permiten auto-sustentar su mantenimiento estas se encuentran distribuidas en las siguientes (Petroleum,United Cantabric, s.f.).

- Plataformas habitacionales
- Plataformas de producción
- Plataformas de compresión
- Plataformas de enlace o telecomunicaciones”



*Figura 5.* Plataforma Marina

Tomado de United Cantabric Petroleum, s.f.

#### 1.4.2. Torres de extracción (Plataformas terrestres)

Se conocen con el nombre de torres de perforación o plataformas de extracción, al equipo que se emplea para la extracción directa del terreno, estas torres corresponden a un conjunto de elementos con funciones específicas (InstiPetrol, 2009).

- Torre de perforación o taladro:

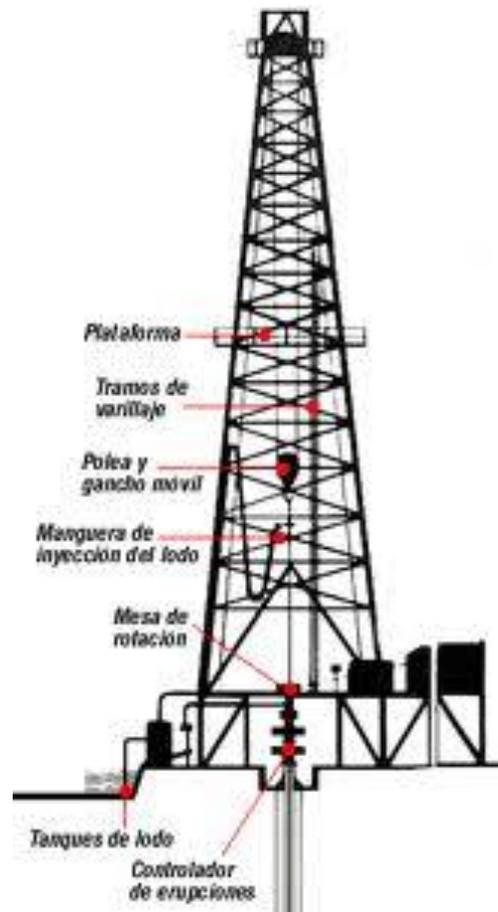
Se trata de una estructura manufacturada en metal que tiene forma de embudo invertido o torre. Esta sirve de sostén a todo el conjunto de elementos mecánicos dispuestos para la extracción (InstiPetrol, 2009).

- Tubería o *sarta* de perforación:

Corresponden a los tubos fabricados de acero que se enlazan unos a otros, a medida que progresa la perforación (InstiPetrol, 2009).

- Brocas:

Son aquellas puntas que en contacto directo con el subsuelo realizan, mediante movimientos giratorios, el proceso de cavar hasta llegar al yacimiento.



*Figura 6. Torre de Extracción*

Tomado de Guzmán, 2009.

Según InstiPetrol (2009) las torres de perforación se encuentran compuestas por las siguientes partes:

- Polea de suspensión
- Línea de levantamiento
- Cables de perforación
- Polea viajera
- Sistema de levante
- Unión rotatoria
- Manguera de lodo

- Malacate
- Mesa rotatoria
- Equipo de control de flujo
- Cabeza de pozo
- Tubo conductor
- Revestimiento de superficie
- Tubería de perforación
- Desarenador
- Broca

### **1.5. Campo de perforación petrolera**

Para la elaboración de este estudio se visitó el terreno de explotación petrolera en la zona Nor-este de la Amazonía, donde fue posible constatar el trabajo a realizarse en relación a las Torres de perforación (denominadas por los especialistas del sector, como plataformas petroleras terrestres).

La zona de explotación petrolera en donde existen (posterior a su verificación) varios yacimientos petrolíferos; en muchas ocasiones abarca extensiones y áreas de terreno indeterminadas. Muchas de las veces la explotación de un gran yacimiento conlleva la instalación de plataformas e insumos petroleros, a la par de otras consideraciones.

“Poner en producción un nuevo campo de petróleo o gas natural exige amplios trabajos de preparación. El acceso al emplazamiento puede estar limitado o dificultado por condiciones climáticas o geográficas. Entre los requisitos necesarios se incluyen instalaciones de transporte, construcción, mantenimiento, alojamiento y administración; equipos de separación de petróleo, gas y agua; transporte de petróleo crudo y gas natural; instalaciones de abastecimiento de agua y evacuación de residuos, y muchos otros servicios, instalaciones y equipos de diversa índole. La mayoría de ellos no están disponibles en el emplazamiento y deben aportarlos la compañía perforadora o productora o contratistas externos”. (Krauss, s.f.)

Dependiendo del área de extracción y de los tipos de suelo, las plataformas dispuestas para la extracción se emplearán de acuerdo a su ductilidad y fortaleza..



*Figura 7. Campo de perforación*

Tomado de El Sol de Santa Cruz, 2012.

## **1.6. Proceso de perforación y extracción del Petróleo, gas natural y ácido sulfhídrico**

El proceso de perforación petrolera en torres petroleras; se compone de diferentes etapas, las cuales se distribuyen de la siguiente manera:

### **1.6.1. Crudo**

Instalación de la torres de perforación (por secciones) se estima una altura promedio de 40 m de altura en torres o plataformas de perforación terrestre

“Actualmente para perforar un pozo, se utiliza de manera general, un sistema rotatorio que consiste en hacer girar una barrena conectada a una tubería para

taladrar la roca. Los fragmentos resultantes son llevados a la superficie a través del espacio anular formado por las paredes de la formación rocosa y la tubería suspendidos en un fluido diseñado especialmente para esta operación” (Jahir, 2010). Ver Figura 8.

Posteriormente y dependiendo de la cantidad de petróleo (si su presión es constante), su salida será casi espontánea, atravesando el pozo debidamente entubado a una fuente primaria para su tratamiento. En este punto se eliminan las moléculas de agua, y elementos hidrocarburos peligrosos (Ecologismo, s.f.).

“Los componentes químicos del petróleo se separan y obtienen por destilación mediante un proceso de refinamiento. De él se extraen diferentes productos, entre otros: propano, butano, gasolina, keroseno, gasóleo, aceites lubricantes, asfaltos, carbón de coque, etc. Como está compuesto por más de 1 000 hidrocarburos, no se intenta la separación de cada uno de ellos. Es suficiente obtener fracciones, de composición y propiedades aproximadamente constantes, destilando entre dos temperaturas prefijadas, la operación requiere varias etapas” (Ecologismo, s.f)

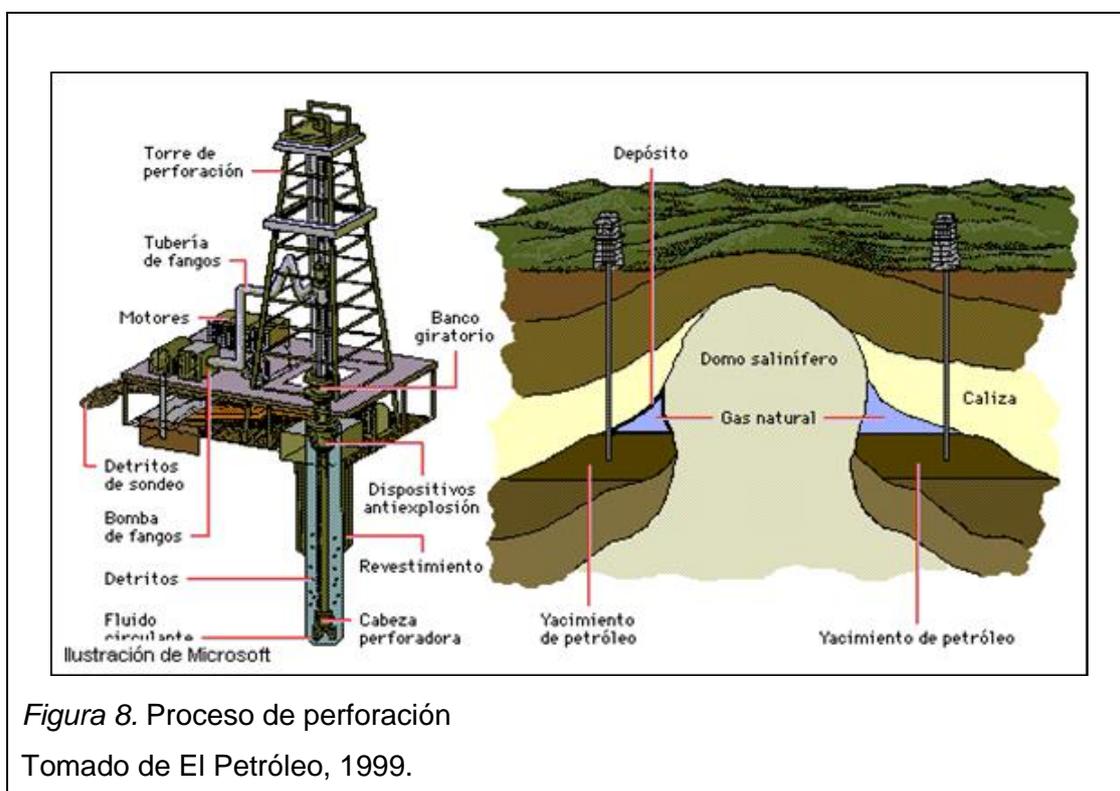


Figura 8. Proceso de perforación

Tomado de El Petróleo, 1999.

Posteriormente y dentro de una de las últimas; pero no menos importantes etapas en el procesamiento del crudo, se aumenta su beneficio por destilación. Ello significa que los componentes más densos del crudo se cocinan a temperaturas muy altas. De ahí que las moléculas más pesadas de hidrocarburos se dividan, lo que permite la mayor producción de gasolina (Ecologismo, s.f.).

### **1.6.2. Gas natural**

La extracción del gas natural desde los yacimientos; se realiza en base a métodos técnicos muy bien definidos, no obstante ningún mejoramiento tecnológico de punta conseguirá ser suficiente dentro de la gestión de riesgos como parte de las medidas a llevarse a cabo.

Según Petróleos Mexicanos (2007) el procesamiento del gas natural (el cual subyace en el techo del yacimiento por sobre el crudo), significa la transformación del mismo en:

- Gas Seco /Gas Natural
- Gas Licuado de Petróleo (GLP)

Según Petróleos Mexicanos (2007) “El gas natural es una mezcla de hidrocarburos simples compuesta principalmente de metano ( $\text{CH}_4$ ) y otros hidrocarburos más pesados; además también puede contener trazas de nitrógeno, bióxido de carbono, ácido sulfhídrico y agua. Dependiendo de su origen se clasifica en:

- Gas asociado: es el que se extrae junto con el petróleo crudo y contiene grandes cantidades de hidrocarburos como etano, propano, butano y naftas.
- Gas no asociado: es el que se encuentra en depósitos que no contienen petróleo crudo”

El gas seco (natural, apto para el uso) se transporta a través de gasoductos o en forma de gas licuado disponible a la venta. Cabe recordar que en su estado primo; el gas que se extrae a la par del petróleo es altamente peligroso, puesto que está formado por altas cantidades de metano, butanos, etano, etc.

Otro de los factores presentes en el momento de su extracción y, que lo convierten en altamente volátil es el ácido sulfhídrico (objeto de este estudio y que se abordara en un apartado).

### **1.6.3. Aguas de formación**

Las aguas de formación corresponden a aguas de desecho industrial, éstas se hallan vinculadas al proceso de extracción del crudo de manera irremediable. Entendiendo que el agua como elemento catalizador permite el funcionamiento del proceso petrolífero.

Sin embargo, y una vez que el agua ha servido dentro de dicho proceso, lo que resta es una mezcla de agua con productos derivados químicos de alta incidencia contaminante. Ésta a lo largo de los años (y en países como el Ecuador) ha sido vertida de manera irresponsable a los ríos de la zona adyacente al yacimiento, lo cual genera problemas graves no sólo a la fauna y flora sino que; engendra una infinidad de efectos a la gente de la zona.

“En nuestro país las formas de explotación iniciales concebían métodos totalmente perjudiciales de descargas de aguas de formación hacia ríos y la naturaleza circundante, ocasionando daños severos por su alto contenido de sales, minerales, aceites, químicos” (Guevara, 2007).

En la actualidad se han implementado procesos de mejoramiento para el tratamiento de aguas en formación. Existen las denominadas acciones de reinyección el cual tiene por método encerrar dichas aguas contaminantes dentro de *arenales* excavados en pozos con dicho objetivo (Guevara, 2007).

#### **1.6.4. *Dewatering* (deshidratación)**

A menudo dentro de la excavación de un pozo petrolífero suceden infinidad de inconvenientes, ya sea producto de desprendimientos de terreno o por lo que se denomina “ahogo” del pozo. En el segundo caso y con el fin que este rinda a su mayor capacidad antes de ser explotado completamente, se aplica el proceso denominado *dewatering*.

Se trata de un proceso complejo que tiene por propósito la filtración, eliminación, de las partículas compactas acumuladas dentro del líquido ya utilizado en un pozo.

“El servicio de *Dewatering* consiste en el tratamiento y la completa eliminación de los sólidos en suspensión de todos aquellos fluidos no reutilizables; como el agua utilizada para limpieza de piletas, colchones de cementación, lodos contaminados, volumen retirado de las trampas decantadoras, o el lodo del último pozo. Esto se logra mediante la separación mecánica asistida, donde se utilizan Polímeros Biodegradables para coagular y/o Flocular los sólidos finos, los que son separados luego más fácilmente por las Decantadoras Centrífugas” (Segar, 2008).

En este sentido se trata de un sistema que implica no solo la inversión de recursos y maquinaria sino también de tiempo. Puesto que se conoce que dentro de este proceso, las partículas compactas tardan en descomponerse ante el tratamiento con polímeros.

#### **1.6.5. Stand pipe /Tank truk (Maquinaria)**

Dentro de la categorización de implementos, maquinaria, e insumos tecnológicos de la excavación petrolera existen un sin número de clasificaciones. Los stand pipe corresponden a tanques de forma cilíndrica que se ubican sobre el terreno. La forma de estos tanques es mucho más similar a tubos de gran diámetro y se fabrican en aleación de cemento y acero. El principal objetivo de estos tiene que ver con el proceso de descarga puesto que se hallan interconectados con la bomba principal (Segar, 2008).

Por otra parte, el denominado *tank truk* corresponde al transporte pesado, que se utiliza para trasladar elementos químicos e insumos necesarios para la explotación petrolífera. Se les emplea puesto que son versátiles de acuerdo a los requerimientos o urgencia que se presenten. Entendiendo que para su uso no se necesita inversión en adecuaciones (Segar, 2008).

#### **1.6.6. Hidrociclones/Desarenador (Maquinaria)**

Se emplea esta maquinaria, posterior a la perforación y con el propósito que efectúe una búsqueda ulterior de los materiales que por su volumen deben ser separados del proceso.

“El hidrociclón está hecho de hierro fundido de cromo para una buena rigidez.

El desarenador está diseñado en base al principio de establecimiento de partículas. Los líquidos separados del medio de perforación entran por la pared interna del espiral doble, dependiendo de la presión y velocidad producida por la bomba de arena. Bajo la función de la fuerza centrífuga y gravedad, las partículas grandes son sumergidas en la pared interna del espiral doble y drenadas por la parte inferior para ser separadas en el separador de esquistos con una malla menor. Otros medios ascienden por el espiral doble para entrar en el dispositivo de separación de tercera clase de la salida de flujo para una mayor purificación” (Rugao Yaou Co. Ltd., s.f.).

#### **1.6.7. Zona de zarandas**

Estas corresponden a un área de la extracción que permite el tratamiento adecuado del material, puesto que se elimina aquellos escombros más gruesos que interferirían con la excavación. Es posible compararlos con grandes cernidores, los cuales son de crucial importancia dentro del proceso de arrastre

“Estos equipos se encuentran localizados en el extremo final del último tanque de lodo, con la finalidad de separar los ripios obtenidos de la perforación, al hacer pasar el fluido de perforación que viene del pozo a través de una malla o tamiz vibrador que retiene estos sólidos grandes indeseables. La realización de

este proceso de eliminación de sólidos del fluido de perforación es de gran importancia durante el proceso de perforación, debido a que de esta manera se garantiza el buen funcionamiento del sistema de circulación y se evita que estos sólidos ocupen el lugar del fluido de perforación en los tanques de lodo” (Comunidad Petrolera, 2012).

Se trata pues de un elemento útil para la limpieza de los restos que arroja la excavación, entendiendo que se trata de trozos de adobe de gran tamaño. Por medio del lodo las zarandas filtran los elementos grandes.

#### **1.6.8. Rig Up (instalar) & Rig down (desmontar)**

Esta terminología técnica refiere a categorías de montaje y desmontaje de las plataformas de torres de perforación. Como se había mencionado anteriormente una torre de perforación se instala directamente sobre la zona del yacimiento; para ello debe contar con los implementos y las facilidades necesarias para el transporte e instalación de los equipos tecnológicos a emplear.

Para ello se debe contar con un manejo apropiado de la logística lo cual permitirá la instalación de los equipos así como el arranque en el proceso de perforación.

De idéntica forma ocurre con la posterior excavación, luego de que se ha extraído el petróleo y el gas natural, explotando en su totalidad un yacimiento. El *rig down* corresponde al desmontaje de la plataforma y la torre terrestre de excavación.

Estos son sólo algunos de los elementos que intervienen dentro del proceso de perforación en torres petroleras, una vez terminado; se procede a la etapa de producción, para ello se introduce una tubería a través de la cual se extrae el petróleo a la superficie; posteriormente es dirigido a una central de separación denominada batería de separadores, desarrollándose la separación del gas, aceite y la medición de sus cantidades para luego enviarse mediante ductos a

diferentes lugares, ya sea para su refinación, almacenamiento o su venta (Jahir, 2010).

## **1.7. El Ácido Sulfhídrico**

El ácido sulfhídrico se extrae de manera natural junto con el petróleo, de ahí que deba existir un adecuado manejo industrial en la extracción. Éste se desarrolla a la par del crudo; es decir, de residuos orgánico vegetales como animales, se infiere por tanto sus altos niveles de toxicidad (Krauss, s.f.). “El ácido sulfhídrico se encuentra de modo natural en la mayoría de los crudos de petróleo y se forma también durante el procesado, debido a la descomposición de compuestos de azufre inestables. El ácido sulfhídrico es un gas extremadamente tóxico, incoloro e inflamable, más pesado que el aire y soluble en agua. Tiene un olor a huevos podridos que se percibe a concentraciones muy por debajo de su límite de exposición, que es muy bajo. Aun así, no ha de confiarse en ese olor como señal de alerta, pues los sentidos se desensibilizan casi de forma inmediata al producirse la exposición” (Productos del Petróleo, 2012).

Dentro de la industria petrolera es necesaria la instalación de sensores especializados que puedan servir en la detección y prevención de posibles fugas de ácido sulfhídrico. Puesto que la exposición menos notoria ante este ácido, es causa de irritación, náuseas, dolores de cabeza, llegando incluso (si no se advierte su exposición) a la afectación completa del sistema nervioso causal de muerte.

### **1.7.1. Descripción**

#### **1.7.1.1. Concepto de Ácido sulfhídrico**

Es un gas altamente volátil; no posee color, pero si olor. Está formado por restos proteínicos que contienen azufre (Productos del Petróleo, 2012), sus propiedades químicas se detallan en la Tabla 2.

Tabla 2. Descripción Ácido sulfhídrico

Nombre	Químico	Comercial	Fórmula Molecular	Referencia	Información
Ácido sulfhídrico	Sulfuro de Hidrógeno	Sulfuro de Hidrógeno	H <sub>2</sub> S	Hidruro no metálico	Gas irritante Gas Tóxico-Corrosivo

Tomado de INFRA, 2011

“La toxicidad del sulfhídrico es parecida a la del cianhídrico. La causa por la cual a pesar de la presencia más masificada de este compuesto hay relativamente pocos muertos causados es debido al mal olor con que va acompañado. Sin embargo a partir de los 150 ppm tiene un efecto narcotizante sobre las células receptoras del olfato y las personas afectadas ya no perciben el hedor. A partir de los 200 ppm incluso se puede producir la muerte” (MARIV, 2004).



**Nombre del producto:** 2.3 (Primario: gas venenoso. Secundario: gas inflamable)

**Densidad:** La densidad del sulfuro de hidrogeno (H<sub>2</sub>S) es 1,393 g/L a 25°C y 1 atm. Lo cual indica que es 18% más pesado que el aire.

**Estabilidad:** Altamente inflamable, puede formar una mezcla explosiva con el aire. El riesgo de explosiones e incendios es elevado en ambientes con concentraciones mayores a un 4.3% en el aire (límite inferior de explosividad).

**Toxicidad:** Altamente tóxico y peligroso, puede ser fatal si es inhalado. Es letal en concentraciones de 1000 PPM, sólo basta con una única inhalación para entrar en estado de coma. En concentraciones superiores a 150 PPM, se pierde totalmente el sentido del olfato haciéndolo totalmente imperceptible para los seres humanos” (MARIV, 2004)

Tabla 3. Propiedades físicas y químicas

Límite inferior de explosividad Límite (LEL)	Límite superior de explosividad (UEL)	Densidad de vapor	Solubilidad	Incompatibilidad
4.3%	45%	1.2 (aire=1) Más pesado que el aire	Alta solubilidad en agua (surtidores de neblina, permiten disminuir su concentración)	Incompatibilidad con materiales combustibles, metales, oxidantes, bases, halogenados

Tomado de MG Industries, 2012.

Nota: Para el manejo apropiado de este producto: o en caso de estar en riesgo de entrar en contacto con el mismo, se recomienda el uso de equipo artificial de respiración.

Tabla 4. Efectos de la exposición del gas sulfhídrico en los seres humanos

CONCENTRACIÓN	EFEECTO CAUSADO
0.0047 PPM	A partir de esta concentración ya se percibe su olor característico a “huevos podridos”
10 20 PPM	Concentración límite en donde se produce irritación ocular
50-100 PPM	Se produce daño ocular, puede llegar a ser irreparable
150-250 PPM	No se percibe su olor característico al paralizarse el nervio olfativo, el gas pasa a ser imperceptible, no así su peligrosidad

Continuación de la tabla 4

320-530 PPM	Conlleva un edema pulmonar, aumenta la probabilidad de muerte
530-1000 PPM	Causa una fuerte estimulación del sistema nervioso central incrementando el ritmo respiratorio, llevando a un paro respiratorio. Es letal en pocos minutos de exposición
1000 PPM o más	El individuo colapsa inmediatamente, se produce un paro respiratorio, solo es necesaria una única inhalación para que esto ocurra

Tomado de MARIV, 2004.

Nota: \*PPM: Partes por millón, 1 ppm: 1 parte del gas en cuestión por cada millón de partes. El tiempo de exposición es inmediato.

Tabla 5. Límites máximos permisibles

Detección del olfato	TLV-TWA	STEAL	PEAK	IDLH	LC50
0.13 PPM	10 PPM (OSHA)	15 PPM (OSHA)	50 PPM por diez minutos máximo (OSHA)	300 PPM (Automáticamente nocivo para la salud)	444 PPM (50% de muertes en mamíferos)

Tomado de MG Industries, 2012.

Nota: OSHA es la Norma sobre el control de energía peligrosa

Tabla 6. Criterios de valoración e higiene industrial

TLV-TWA	( <i>Time Weight Average</i> ) Media ponderada en tiempo, valores límite umbral
STEL	( <i>Short-Term Exposure Limit</i> ) Límite de exposición a corto plazo
PEAK	Pico máximo
IDLH	( <i>Inmediatly Dangerous Life Health</i> ) Peligro inmediato para la vida o la salud
LC50	( <i>Letal Concentration</i> ) Concentración mortal

Tomado de Centro Canadiense de Seguridad y Salud Ocupacional, 2009.

## **1.8 Riesgos ocupacionales y Salud y seguridad Ocupacional**

### **1.8.1 Definición riesgo ocupacional**

En el desempeño de cada tipo de actividad laboral, existen diversos niveles de riesgo a los que se ve confrontado quien realiza una u otra actividad. Entendiendo que el factor de riesgo se define como una actividad que puede producir, generar o desencadenar (por negligencia o falta de condiciones apropiadas) un daño leve o severo a quien los realiza en este caso; el trabajador (Parra, 2010).

En la industria petrolera son muchos los riesgos a los que se expone cada trabajador; (Jimenez, s.f.) de ahí que, y de acuerdo con el tema propuesto en el presente estudio, se deba cumplir con los requerimientos técnicos de seguridad necesarios con el objeto de garantizar un adecuado control de riesgos laborales y un plan contingente respecto al riesgo específico de emisiones de gas ácido sulfhídrico H<sub>2</sub>S. “Se considera factor de riesgo de un determinado tipo de daño, aquella condición de trabajo que; cuando está presente, incrementa la probabilidad de aparición de ese daño. Podría decir que todo factor de riesgo denota la ausencia de una medida de control apropiada. Vistos desde la perspectiva del daño ya producido los factores de riesgo aparecen como causas en la investigación del caso. Otras denominaciones que se usan en el campo de la prevención de riesgos para referirse, en general al mismo concepto y que por tanto se consideran sinónimos son; *peligro*, y *deficiencia o defecto de control*” (Parra, 2010).

### **1.8.2 Clasificación de los factores del Riesgo**

#### **1.8.2.1 Psicosociales**

Corresponden a características de índole identitario y personal que pudieren verse afectadas de acuerdo a condiciones específicas del trabajo que se desempeñe.

“Se refiere a la interacción de los aspectos propios de la persona (edad, patrimonio genético, estructura sociológica, historia, vida familiar, cultura) Dentro del ámbito de la organización del trabajo, las relaciones interpersonales, ambiente del trabajo, contenido de la tarea” (Leñero y Solíz, 2012)

#### **1.8.2.2 Biológicos**

Como consecuencia de exposición a bacterias, virus, que pueden ocasionar que la persona que los manipula contraiga un agente infeccioso

“Se refiere a micro y macro organismos patógenos y a los residuos que, por sus características físico-químicas pueden ser tóxicos para las personas que entren en contacto con ellos. Virus, bacterias, hongos, parásitos” ” (Leñero y Solíz, 2012)

#### **1.8.2.3 Químicos**

Se entiende a aquellas sustancias de origen industrial que por respiración directa o indirecta, o por su consumo involuntario pueden ocasionar daños graves a la salud del trabajador.

“Se refiere los elementos o sustancias orgánicas e inorgánicas que pueden ingresar al organismo por inhalación, absorción o ingestión, y dependiendo de su concentración y tiempo de exposición, pueden generar lesiones sistémicas, intoxicaciones o quemaduras, por su estado físico en el ambiente, líquidos, sólidos o gases” ” (Leñero y Solíz, 2012)

#### **1.8.2.4 Mecánicos**

Tiene que ver con aquella maquinaria que por su especial función, forma u objetivo, en ciertas condiciones, puede causar daños a quien los controla.

“Se refiere a todos aquellos objetos, máquinas, equipos y herramientas, que por sus condiciones de funcionamiento, diseño, estado o por la forma, tamaño

y ubicación tienen la capacidad potencial de entrar en contacto con las personas, provocando daños o lesiones, tanto en equipos estáticos, como dinámicos” (Leñero y Solíz, 2012)

#### **1.8.2.5 Físicos**

Tiene que ver con las condiciones climáticas o del ambiente ante las cuales un trabajador puede verse especialmente afectado.

“Son todos aquellos factores ambientales de naturaleza física que al ser percibidos por las personas pueden provocar efectos adversos a la salud. Temperaturas extremas, humedad relativa, radiaciones, iluminación, vibraciones, presiones anormales” (Leñero y Solíz, 2012)

#### **1.8.2.6 Ergonómicos**

Tiene que ver con los insumos específicos que un trabajador emplea en su oficio y que pueden ocasionarle daños musculares o parálisis.

“Son todos aquellos objetos, puestos de trabajo, y herramientas, que por el peso, tamaño, forma o diseño encierran la capacidad potencial de producir fatiga física o desordenes músculo-esqueléticos, mobiliario, dinámicas o estáticas” (Leñero y Solíz, 2012)

#### **1.8.2.7 Eléctricos**

Tiene que ver con el contacto y uso de la electricidad, lo cual sin duda puede generar daños graves o incluso la muerte.

“Se refiere a los sistemas eléctricos de las máquinas y que al entrar en contacto con las personas pueden provocar lesiones de diferente densidad” (Leñero y Solíz, 2012).

### **1.8.3 Gestión de Riesgos**

La gestión de riesgo se define como un plan debidamente desarrollado, el cual debe administrarse o aplicarse en vista de prevenir o hacerle frente a una emergencia de orden laboral. Esto por supuesto depende de las condiciones en las que se encuentre el empleado y del tipo de trabajo que realice (Leñero y Solíz, 2012).

La propuesta final de este proyecto se relaciona con la instalación de sensores que oportunamente detecten emisiones de gas ácido sulfhídrico; además de implementar y promover el desarrollo de planes de gestión de riesgos los cuales puedan ser aplicados con miras a la prevención de siniestros; ésta propuesta corresponde al modelo aplicable para la industria petrolera; sin embargo en campo sólo se realizó la instalación de sensores y difusión de información acerca del funcionamiento de los mismos.

En el campo de la industria petrolera la gestión de riesgo; entendida como un conjunto de normas técnicas emergentes, las cuales promuevan la reducción del riesgo laboral, surge como una alternativa de cambio continuo dentro de las industrias que operan a gran escala (Aguilera, 2012).

“La Gestión de Riesgo es un programa de trabajo y estrategias para disminuir la vulnerabilidad y promover acciones de conservación, desarrollo mitigación y prevención frente a desastres naturales y antrópicos” (Aguilera, 2012).

“Hablar de gestión de riesgo significa desarrollar una serie de medidas que permitan conocer y dimensionar todos los elementos relacionados con los riesgos para poder hacerles frente, hacerlos decrecer o, en el mejor de los casos, anularlos” (Aguilera, 2012).

### **1.8.4 Análisis y Evaluación de Riesgo**

Se entiende por análisis y/o evaluación de riesgos al estudio de los peligros laborales, (emergentes por enfrentar) mismos que deben ser cuantificados en términos medibles. Ello permitirá la minimización de los posibles impactos

puesto que permiten tener un panorama despejado de las posibles causas; a la vez que, neutraliza lo que pueda sobrevenir en el ámbito de la gestión laboral a futuro (Berger, 2012).

“El análisis de riesgos es el proceso de: identificación de fuentes de riesgo, evaluación cuantitativa y cualitativa del riesgo, administración del riesgo, comunicación a las partes interesadas de la evaluación hecha y las decisiones tomadas”(Berger, 2012).

La evaluación de los riesgos laborales es el proceso dirigido a estimar la magnitud de aquellos riesgos que no hayan podido evitarse, obteniendo la información necesaria para que el empresario esté en condiciones de tomar una decisión apropiada sobre la necesidad de adoptar medidas preventivas y, en tal caso, sobre el tipo de medidas que deben adoptarse (Cámara Madrid, 2012).

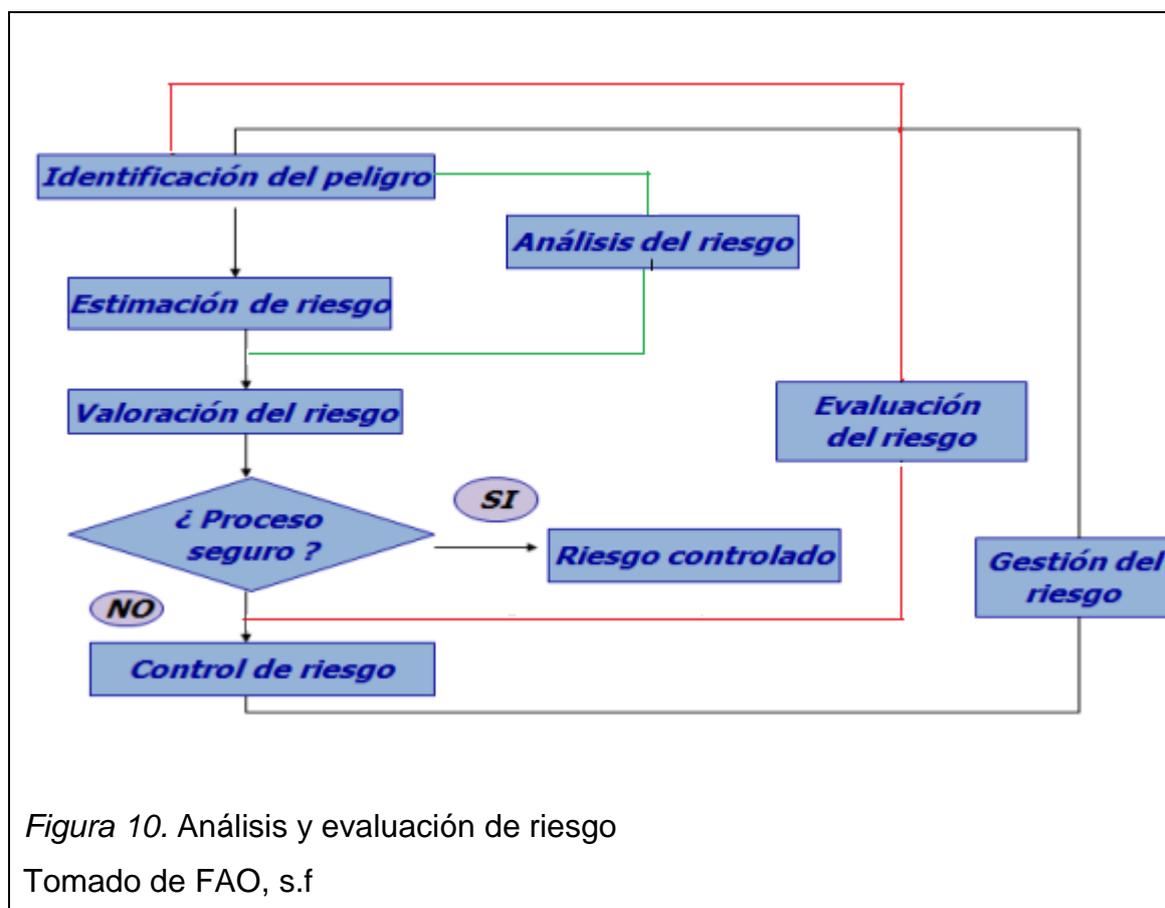


Figura 10. Análisis y evaluación de riesgo

Tomado de FAO, s.f

### 1.8.5 Control del Riesgo

Es necesario que la industria petrolera modifique de manera continua los protocolos de control de riesgo, de acuerdo al avance de nuevas tecnologías en beneficio de los trabajadores.

Es preciso que las instituciones, empresas, industrias, desarrollen un sistema técnico y profesional del control de riesgo. Puesto que ello les permitirá administrar de mejor manera los procedimientos a implementarse en vista de cuidar al recurso humano.

“Para proteger al trabajador de los diferentes agentes de riesgo, de una manera preventiva, ejecutiva, evaluativa y verificativa. La organización debe tener claro qué cumplir y hacer cumplir las normas generales, especiales, reglas procedimientos e instrucciones sobre medicina, higiene y seguridad industrial, estará a cargo de los jefes y supervisores de las respectivas secciones en cuanto a condiciones ambientales, físicas, mecánicas, químicas, eléctricas, locativas y humanas de su zona de trabajo” ( Universidad EAFIT, 2011). Cabe recalcar que en el instante en que la empresa o industria descuide sus responsabilidades, estará incumpliendo no sólo con la normativa legal de un país sino que desestimaré convenios reconocidos internacionalmente.

“La empresa debe tener siempre presente sus responsabilidades en este sentido: Prevenir todo riesgo que pueda causar accidentes de trabajo o enfermedades profesionales Señalar las condiciones físicas o mecánicas inseguras e informar para que sean corregidas oportunamente Cumplir y hacer cumplir las normas y procedimientos para la ejecución segura de los trabajos. Adelantar campañas de capacitación para el personal de trabajadores en lo relacionado con la práctica de salud ocupacional” ( Universidad EAFIT, 2011).

### 1.8.6 Identificación y evaluación del riesgo

Con el objeto de tener un adecuado control y una perspectiva periférica acerca de las potenciales fuentes de riesgo; la industria, la empresa, etc., deberá identificar mediante acertados procesos de prueba y error, cuáles son las áreas más comprometidas o que necesitan de un mejoramiento.

De ahí que mediante una evaluación la industria podrá tener una apreciación real de los riesgos a los que están expuestos sus trabajadores.

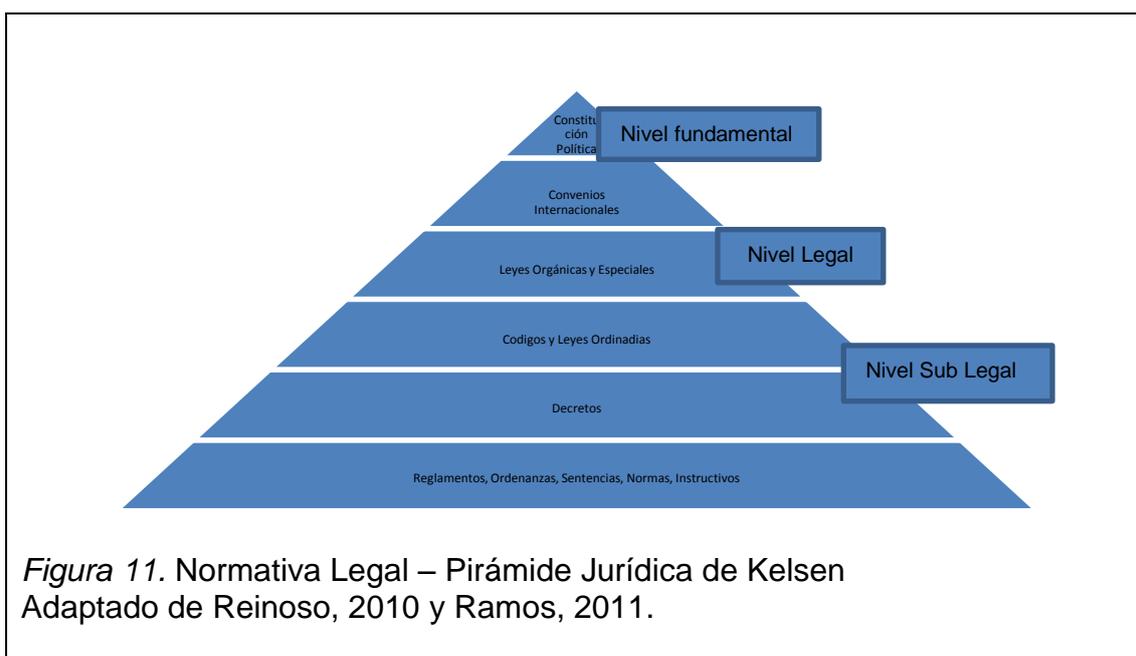
“La evaluación de riesgos es el proceso mediante el cual la empresa tiene conocimiento de su situación con respecto a la seguridad y la salud de sus trabajadores. Es una de las actividades preventivas que legalmente deben llevar a cabo todas y cada una de las empresas, independientemente de su actividad productiva o su tamaño. Pero no es tan sólo una obligación legal de la que derivan responsabilidades relativas a la seguridad y la salud de los trabajadores, sino que forma parte del ciclo de mejora continua que cualquier empresa tiene que aplicar en su gestión” (*Generalitat de Catalunya Departament de Treball, 2012*). Sólo a partir de una justa evaluación la empresa o la industria podrán contar con un diagnóstico que les permita desarrollar a futuro un adecuado proceso de implementación profesional y técnica que les permitirá fortalecer aquellas áreas que necesiten de una renovación e intervención tecnológica urgente.

“En la práctica, el concepto evaluación de riesgos incluye fases diferenciadas y consecutivas: la identificación de los factores de riesgo y las deficiencias originadas por las condiciones de trabajo, la eliminación de los que sean evitables, la valoración de los no evitables y, finalmente, la propuesta de medidas para controlar, reducir y eliminar, siempre que sea posible, tanto los factores de riesgo como los riesgos asociados” (*Generalitat de Catalunya Departament de Treball, 2012*).

### 1.9 Fundamentos e Importancia en la legislación vigente y en las ciencias ambientales del estudio del gas H<sub>2</sub>S en plataformas petroleras terrestres

Es de conocimiento público que; para ejercer cualquier actividad se debe cumplir con la legislación o cuerpo legislativo vigente, ello con el fin de no caer en el incumplimiento de la ley y, brindar condiciones, escenarios óptimos tanto para el medio ambiente como para el bienestar de los trabajadores.

Los cuerpos legales aplicables para ésta tesis fueron tomados considerando la jerarquía de la pirámide de *Kelsen* (“La pirámide kelsiana, es categorizar las diferentes clases de normas ubicándolas en una forma fácil de distinguir cual predomina sobre las demás”) (Milagro, 2012).



Es preciso comenzar entonces por el cumplimiento de la Constitución de la República del Ecuador, (2008) vigente desde Octubre del 2008 y, jerárquicamente tomar el cuerpo legal pertinente para su cumplimiento.

“Ecuador por ser miembro de la Comunidad Andina, se rige por el Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo, 2004; además, el Ministerio de

Trabajo y Empleo del Ecuador cuenta con una Unidad Técnica de Seguridad y Salud; quienes son los encargados directos de aplicar la Política Institucional en Seguridad, Salud y el IESS, mediante la dirección de riesgos del trabajo son los encargados de auditar y controlar la gestión de Seguridad y Salud en empresas públicas y privadas” (Reinoso, 2010).

### **1.9.1 Legislación Vigente Ambiental y Laboral referente a riesgos asociados a la emisión de gas (H<sub>2</sub>S)**

#### **1.9.1.1 De acuerdo con la Constitución de la República del Ecuador (2008)**

- Título II: Derechos
  - Capítulo Segundo: Derechos del Buen Vivir
    - Sección Segunda: Ambiente Sano
      - Art. 14 y 15
    - Sección Séptima: Salud
      - Art. 32
    - Sección Octava: Trabajo y Seguridad Social
      - Art. 33 y 34
- Título II: Derechos
  - Capítulo Séptimo: Derechos de la Naturaleza
    - Art. 71, 72, 73 y 74
- Título VII: Régimen del Buen Vivir
  - Capítulo Primero: Inclusión y Equidad
    - Sección novena: Gestión del riesgo
      - Art. 389 390
  - Capitulo Segundo: Biodiversidad y recursos naturales
    - Sección primera: Naturaleza y ambiente
      - Art. 395: literales: 1, 2, 3,4

**1.9.1.2 De acuerdo con Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo (2004) Decisión del Acuerdo de Cartagena 584/ Sustitución de la Decisión 547 / Registro oficial Suplemento 461 de 15 Noviembre de 2004**

- Capítulo I: Disposiciones Generales
  - Art 2
  - Art 3
- Capítulo II: Política de Prevención de Riesgos Laborales
  - Art 4: literales: b ,e ,f ,i
  - Art 7: literales: a, d, f, h
  - Art 8: literales: b, e,
- Capítulo III: Gestión de la Seguridad y Salud en los Centros de Trabajo – Obligaciones de los Empleadores
  - Art 11 literales: a, b,c,e,h,j
  - Art 12
  - Art 16
- Capítulo IV: De los Derechos y Obligaciones de los Trabajadores
  - Art 18
  - Art 19
  - Art 21
  - Art 24: literales: a, c, e, j
- Capítulo V: De los Trabajadores Objeto de Protección Especial
  - Art 26.

**1.9.1.3 De acuerdo con el Reglamento del Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo (2005) Resolución 957**

- Capítulo I: Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo
  - Artículo 1: literales: a,b,c
- Capítulo II: Medidas de Protección a los Trabajadores
  - Artículo 15: literales c

#### **1.9.1.4 De acuerdo con la Codificación del Código del trabajo (2005)**

- Capítulo 1: Definiciones y responsabilidades
- Capítulo 2: Accidentes e incapacidades
- Capítulo 3: Enfermedades profesionales
- Capítulo 4: Indemnizaciones
- Capítulo 5: Prevención

Artículo 416: Obligaciones respecto a la prevención de Riesgos

#### **1.9.1.5 De acuerdo con el Reglamento de Seguridad y Salud de los trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo (1986) Decreto Ejecutivo 2393**

- Título II: Condiciones Laborales de los centros de trabajo
  - Capítulo V: Medio ambiente y riesgos laborales por Factores físicos, químicos y biológicos
    - Art. 63. Sustancias corrosivas, irritantes y tóxicas  
Precauciones generales: literales 2,3,4
    - Art. 65. Sustancias corrosivas, irritantes y tóxicas  
Normas de control: literales 1, 6
  - Capítulo IV: Utilización y mantenimiento de máquinas fijas
    - Art. 91. Mantenimiento: literales 2
  - Capítulo V: Locales con riesgo de explosión
    - Art. 162. Se consideran locales con riesgo de explosión aquellos en los que exista alguno de los materiales siguientes literales 1
- Título VI :Protección Personal
  - Art. 180. Protección de Vías respiratorias: literales 1, 2

#### **1.9.1.6 De acuerdo con el Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas en el Ecuador (2001). (RAOH)**

- Capítulo V: Medio ambiente y riesgos laborales por Factores físicos, químicos y biológicos  
Art. 63. Sustancias corrosivas, irritantes y tóxicas  
Precauciones generales: literales 2, 3, 4
- Capítulo II: Programa y Presupuesto Ambientales  
Art. 12.– Monitoreo ambiental interno
- Capítulo III: Disposiciones Generales  
Art. 26.– Seguridad e higiene industrial
- Capítulo VII: Desarrollo y Producción  
Art. 57.– Instalaciones de producción, Literal f) Manejo de emisiones a la atmósfera.
- Capítulo VIII: Industrialización  
Art. 66.– Manejo y tratamiento de descargas, emisiones y desechos, Literal a) Manejo de emisiones a la atmósfera a1,a2

#### **1.9.1.7 De acuerdo con la Ley de Seguridad Social (2001)**

- Libro Primero: Del seguro general obligatorio  
Título I: Del régimen general  
Capítulo Uno: Normas generales  
Art. 2: Sujetos de protección: literales a. y Art 3, Art 4, Art 7

#### **1.9.1.8 De acuerdo con la Ley Orgánica de Salud (2006)**

- Título Preliminar  
Capítulo I, Capítulo II, Capítulo III
- Libro I: De las acciones de salud  
Título I  
Capítulo I, Capítulo V,
- LIBRO II: Salud y seguridad ambiental  
Título Único  
Capítulo III, Capítulo V

#### **1.9.1.9 De acuerdo con el Reglamento General del Seguro de Riesgos del Trabajo**

- Primer Anexo:

Para efectos de la protección del seguro general de riesgos del trabajo se consideraran enfermedades profesionales las siguientes:

1. Enfermedades profesionales causadas por la exposición a agentes que resulte de las 8 actividades laborales

1.1.16. Enfermedades causadas por sustancias asfixiantes como monóxido de carbono, sulfuro de hidrógeno, cianuro de hidrógeno o sus derivados

#### **1.9.1.10 De acuerdo con el Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en Petroecuador, 2012**

- Política de Seguridad y Salud de EP Petroecuador  
Prevención de Riesgos Laborales e Industriales.

## CAPITULO II

### 2 Situación Actual

#### 2.1 Descripción de la Situación Actual

El campo petrolero escogido donde se identificó, evaluó y analizó los riesgos asociados a la emisión de gas ácido sulfhídrico ( $H_2S$ ) se encuentra ubicado en la provincia de Orellana, al Nor-Este de la cuenca amazónica. “La provincia de Orellana se encuentra en el centro de la cuenca petrolífera y de gas que atraviesa el país desde el río Putumayo hasta el río Amazonas en forma paralela a la tercera cordillera de los Andes” (Repositorio UTE, 2012, p. 30).

“En el cantón Orellana existen importantes yacimientos de petróleo y siendo éste un recurso no renovable merece un trato especial para que no produzca problemas de contaminación, explosión demográfica y destrucción del medio ambiente” (Repositorio UTE, 2012, p. 34).

En este punto se debe mencionar nuevamente; que por motivos de confidencialidad el nombre de la industria que nos facilitó la entrada para la toma de datos no se nombrará; sin embargo en éste capítulo se describe datos generales del sector, herramientas y maquinaria utilizadas, actividades que se realizan y un esquema general del campamento petrolero; sin mencionar datos exactos que pudieran comprometer a la identidad de la petrolera o involucrados.

La empresa petrolera se encontraba iniciando los procesos de perforación del primero de varios pozos en su haber. No contaba con ningún tipo de gestión del riesgo asociado a emisiones de gas ácido sulfhídrico; motivo por el cual en cumplimiento de legislación y en bienestar de todos los trabajadores se contactó con la consultora ambiental.

Para la realización de la presente tesis se realizó varias visitas, tanto para monitorear y obtener datos, como para verificar los resultados y la factibilidad

de la propuesta de seguridad ocupacional y ambiental de riesgos asociado a la exposición de gas ácido sulfhídrico  $H_2S$ .

### **2.1.1 Descripción general del sector circundante del campamento petrolero**

El campo petrolero escogido se encuentra en zona de explotación petrolera, es un área intervenida; su cercanía con la carretera es de 50 metros, se evidenció la existencia de poblaciones en un radio de 500 metros. (Ver Figura 12)

El campamento y la plataforma terrestre de perforación se encuentran fuera del perímetro urbano; mediante trabajo de campo no se encontraron centros educativos ni centros de salud cercanos.



Figura 12. Vías de acceso al campo petrolero

Se realizó una tabla con las características, información básica y general del área circundante al campamento petrolero escogido. Se menciona el clima; el tipo, calidad y permeabilidad del suelo; recursos hídricos y calidad del aire.

Tabla 7. Características del Área Circundante - Caracterización del Medio Físico

Localización

<b>Región geográfica:</b>	Costa
	Sierra
<b>X</b>	Oriente
	Insular
<b>Altitud:</b>	A nivel del mar
	Entre 0 y 500 msnm
<b>X</b>	Entre 501 y 2.300 msnm
	Entre 2.301 y 3.000 msnm
	Entre 3.001 y 4.000 msnm
<b>Temperatura:</b>	Cálido-seco (0-500 msnm)
	Cálido-húmedo (0-500 msnm)
<b>X</b>	Húmedo Tropical (500-2.300 msnm) (Estade, 2012)
	Templado (2.300-3.000 msnm)
	Frío (3.000-4.500 msnm)

Continuación de la Tabla 7

Geología, geomorfología y suelos

<b>Ocupación actual del</b>	Asentamientos humanos
<b>Área de influencia:</b>	Áreas agrícolas o ganaderas
	Áreas ecológicas protegidas
	Bosques naturales o artificiales
	Manglares
	Zonas arqueológicas
	<b>X</b> Zonas con riqueza <u>hidrocarburífera</u> y maderera
	Zonas con riquezas minerales
	Zonas de potencial turístico
<b>Tipo de suelo</b>	<b>X</b> Arcilloso (Casanova, 2008)
	Arenoso
	<u>Semi-duro</u>
	Rocoso
	Saturado

Continuación de la Tabla 7

<b>Calidad del suelo</b>	Fértil	
	Semi-fértil	
	Erosionado	
	X Otro	(Bautista, Etchevers, Del Castillo , y Gutierrez, 2004)
	Saturado	
<b>Permeabilidad del suelo</b>	Altas	El agua se infiltra fácilmente en el suelo. Los charcos de lluvia desaparecen rápidamente.
	Medias	El agua tiene ciertos problemas para infiltrarse en el suelo. Los charcos permanecen algunas horas después de que ha llovido.
	X Bajas	El agua queda detenida en charcos por espacio de días. Aparecen aguas estancadas.

<b>Condiciones de drenaje</b>	Muy buenas	No existen estancamientos de agua, aún en época de lluvias
	X Buenas	Existen estancamientos de agua que se forman durante las lluvias, pero que desaparecen a las pocas horas de cesar las precipitaciones
	Malas	Las condiciones son malas. Existen estancamientos de agua, aún en épocas cuando no llueve

Continuación de la Tabla 7

Hidrología

<b>Fuentes</b>	<b>X</b>	Agua superficial	
		Agua subterránea	
		Agua de mar	
<b>Nivel freático</b>	<b>X</b>	Alto	
		Profundo	
<b>Precipitaciones</b>	<b>X</b>	Altas	Lluvias fuertes y constantes
		Medias	Lluvias en época invernal o esporádicas
		Bajas	Casi no llueve en la zona

Aire

<b>Calidad del aire</b>		Pura	No existen fuentes contaminantes que lo alteren
	<b>X</b>	Buena	El aire es respirable, presenta varios contaminantes debido a actividades hidrocarburíferas.
		Mala	El aire ha sido <u>poluído</u> . Se presentan constantes enfermedades, se verifica irritación en ojos, mucosas y garganta.
<b>Ruido</b>		Bajo	No existen molestias.
		Tolerable	Ruidos admisibles o esporádicos. No hay mayores molestias.
	<b>X</b>	Ruidoso	Ruidos constantes y altos. se hace indispensable el uso de EPP auditiva.

### 2.1.2 Descripción de las Instalaciones del campamento petrolero

El campo escogido se encuentra a poca distancia de la carretera que conecta con la capital de Orellana (El Coca).

El campo petrolero está cercado por mallas, cuenta con lugares adecuados para el descanso y alimentación de los trabajadores denominados *campers*; el campamento sirve de vivienda durante el periodo que cada trabajador se encuentra en el pozo; por esta razón todas las *campers* están plenamente equipadas; (Ver Figura 13) la alimentación se encuentra a cargo de una empresa de catering.



Figura 13. Campers y entrada a la plataforma terrestre de perforación escogida.

La Figura 14 presenta el esquema de la plataforma petrolera en la cual se desarrolló el presente estudio.

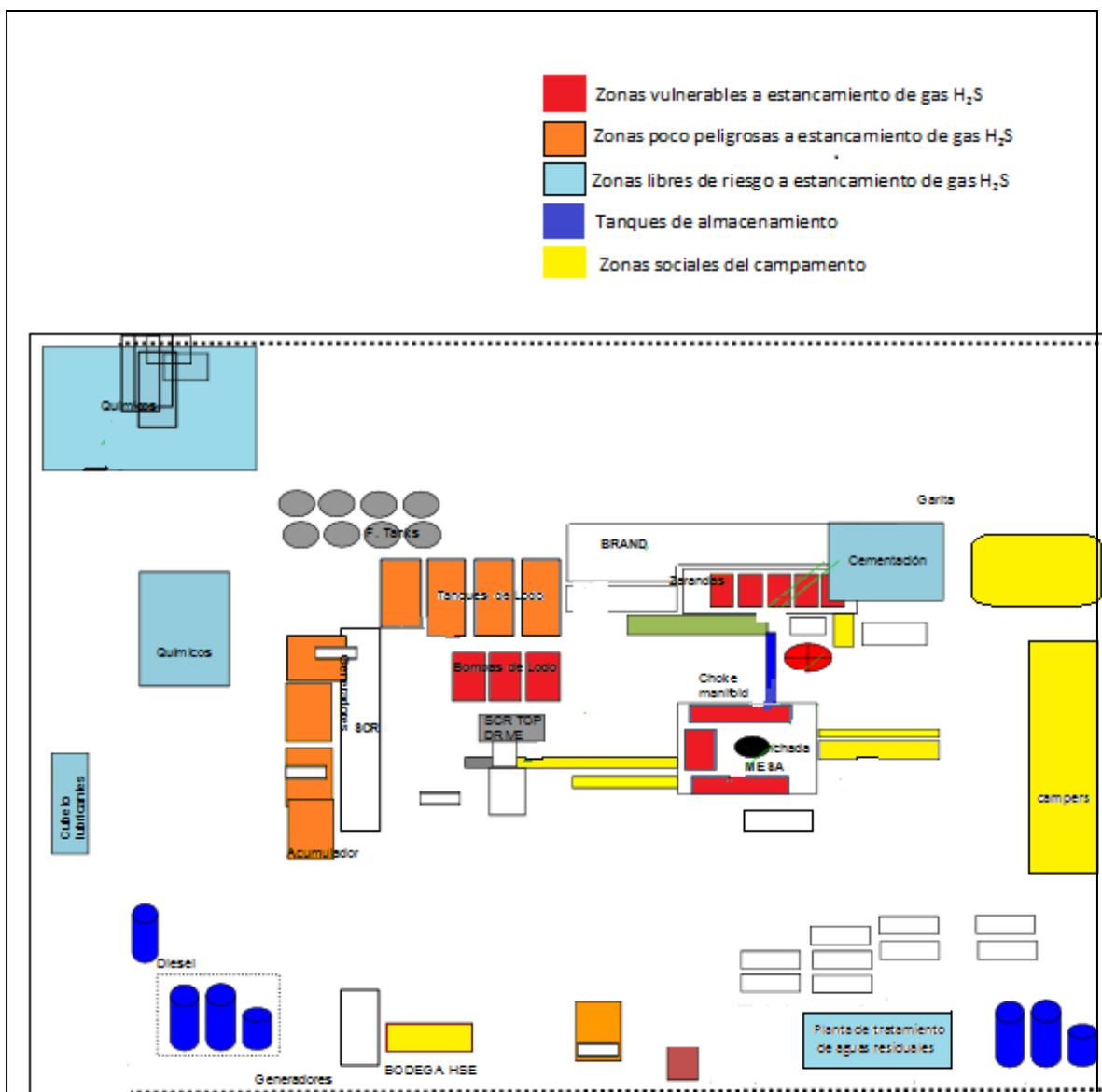


Figura 14. Esquema de la plataforma petrolera terrestre escogida

Nota: El esquema de la plataforma petrolera terrestre escogida fue desarrollada en base a la primera visita realizada y presenta la distribución general del campo petrolero.

Como parte de la infraestructura se tiene la torre de perforación y estructuras propias de una plataforma petrolera terrestre de perforación (zarandas, *frack tanks*, hidrociclones, tanques de combustible diesel, área de máquinas, cuarto de control, bombas y tanques de lodo) Además se evidenció área de generadores eléctricos, planta de tratamiento de aguas residuales, bodega.



*Figura 15.* Área de generadores y tanques de combustible diesel

La planta de tratamiento de aguas residuales es de marca MULTIPETROL, con un volumen de 5.000 gls. y capacidad de tratamiento de 30 m<sup>3</sup>/día.



Figura 16. Planta de tratamiento de aguas residuales

Las bombas y tanques de lodo, se ubican a continuación de las zarandas y sus funciones principales son:

De tanques de lodo: “El acumular el lodo circulado desde el pozo, proporcionar fluido a la bomba para la circulación; y almacenar lodo para proveer suficiente fluido para llenar el pozo cuando se saca la tubería” (Pailiacho, 2007, p. 89). (Ver Figura 17)

De bombas de lodo: “Dar potencia hidráulica al fluido en forma de presión y transportarlo del tanque a través de la barra maestra a la barrena” (Pailiacho, 2007, p. 109).



*Figura 17. Tanques de lodo*

Los turnos de trabajo están distribuidos de la siguiente manera:

Grupo de trabajo No.1: 15 días en el pozo 15 días fuera

Grupo de trabajo No. 2: 15 días en el pozo 7 días fuera

Grupo de trabajo No. 3: 21 días en el pozo 7 días fuera.

Además se realizan 2 turnos debido a que la perforación se desarrolla las 24 horas.

### **2.1.3 Descripción de la maquinaria y herramientas utilizadas en el proceso de perforación.**

La perforación del pozo se realiza utilizando el método rotatorio. Este método es el más utilizado en la perforación de pozos en tierra, se determina de acuerdo a la profundidad y características del suelo que se va a perforar; consiste básicamente en la implantación de una plataforma (torre de perforación) de aproximadamente 40 metros como se observó en la vista

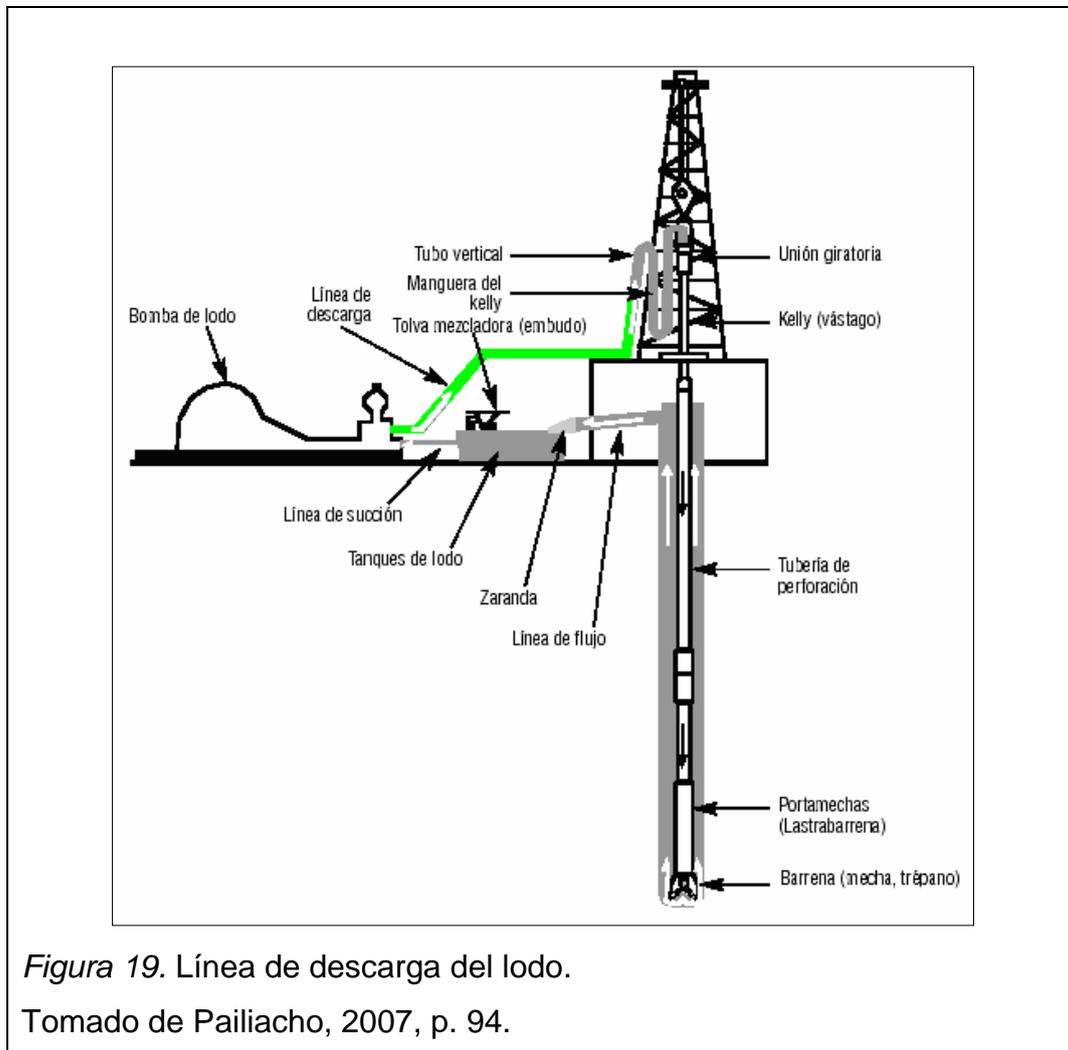
técnica, esta torre sostiene la cadena de perforación y ésta cadena gira uniéndola a un banco giratorio que se encuentra en la parte inferior de la torre (Guzmán, 2009).

La broca de perforación está ubicada al final de la cadena (tres ruedas cónicas de acero) y la fuente de energía utilizada para su funcionamiento se basa en un sistema impulsado por una bomba accionada por generadores eléctricos (Guzmán, 2009).



*Figura 18.* Torre de perforación

En la Figura 19 se puede observar la línea de descarga y circulación del lodo de perforación.



#### 2.1.4 Descripción de elementos del campo petrolero que pudieran influenciar en los riesgos asociados al gas ácido sulfhídrico H<sub>2</sub>S

##### 2.1.4.1 Señalética

Se comprobó la existencia de señalización de uso de equipos de protección personal (protección visual, auditiva, casco, arnés, guates).

Alrededor de todo el campo petrolero notamos el uso de señalética (del uso adecuado de EPP y del riesgo al que el trabajador está expuesto en el lugar

que se encuentre). El uso de señalética desempeña un papel importante en cuanto a la seguridad industrial se refiere; ya que educa y recuerda constantemente el uso correcto de herramientas y EPP a todo el personal del campamento.

Los trabajadores contaban con guates, arnés, casco, gafas, tapones, orejeras y mascarillas (respiradores de filtro mecánico), calzado de cuero con punta de metal y ropa de trabajo; apropiadas y utilizadas según la función que realizan.

A pesar de todo lo ya mencionado no encontramos señalética que mencione el riesgo de exposición a gases (en nuestro caso ácido sulfhídrico); principalmente en la torre que es la que se encuentra directamente expuesta a éste riesgo; ni tampoco verificamos la existencia de plan de evacuación o de control de este gas.



Figura 20. Señalética en torre de perforación

### 2.1.4.2 Viento

La dirección del viento se considera un factor importante y debe ser tomado muy en cuenta; sin embargo no siempre es constante y varía de acuerdo al clima y presión atmosférica. A pesar de esto en la plataforma se cuenta con una manga que nos indica de forma clara la dirección del viento en el momento que se requiere. Como se puede observar en la figura 21.

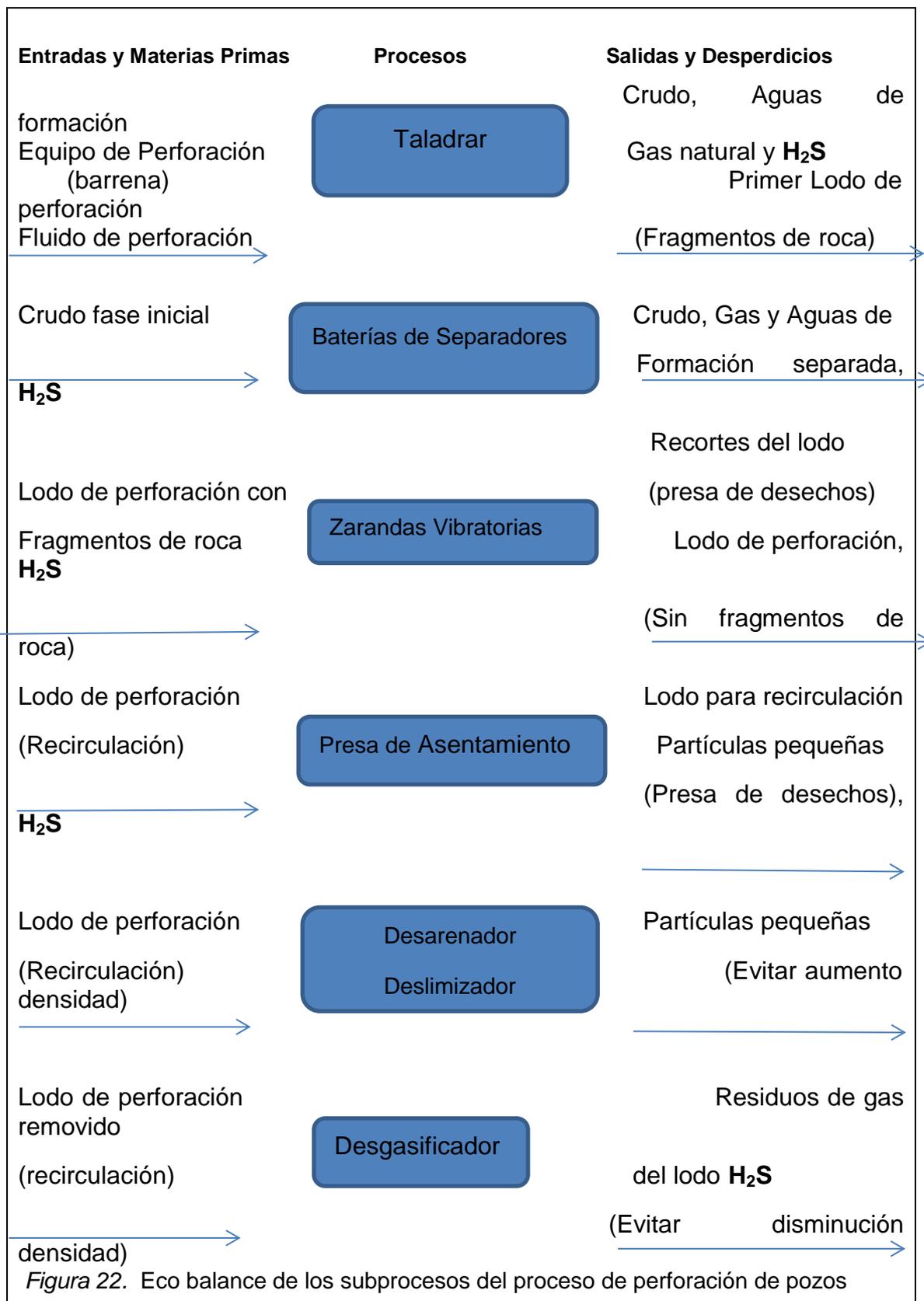
Como ya se ha mencionado el gas ácido sulfhídrico es más pesado que el aire (Maggio, 2012) y por tanto tiende a estancarse en el suelo y en espacios confinados; que combinado con el factor viento (velocidad y dirección) puede ocasionar que éste gas se disipe y ya no sea solo un peligro para los trabajadores sino también para las comunidades aledañas (MARIV, 2004).



*Figura 21. Manga de viento o anemoscopio*

En la figura 22 se detalla el eco balance de los subprocesos del proceso de perforación de pozos petroleros.

## 2.2 Eco balance



### **2.2.1 Análisis de Eco-balance**

Para realizar el eco-balance presentado se tomó en consideración los subprocesos que componen el proceso grande de perforación de pozos petroleros.

Se parte del conocimiento de que el pozo escogido se encontraba en proceso de perforación para su posterior funcionamiento como pozo de desarrollo.

Previamente al inicio del proceso de perforación la empresa petrolera realizó la evaluación del campo petrolero, donde se realizaron estudios para determinar con mayor seguridad las características del yacimiento, la cantidad de reservas de petróleo, así como la forma más rentable y racional de extraer los hidrocarburos (Jahir, 2010).

De acuerdo al eco balance general realizado se identificó la presencia de gas ácido sulfhídrico en varios subprocesos (taladrar, batería de separadores, zarandas, presa de asentamiento, desgasificador) y la presencia de éste gas se evidencia claramente en los subprocesos que utilizan el lodo de perforación; es decir en los elementos que se encuentran íntimamente relacionados con el factor suelo.

## CAPITULO III

### 3 Metodología

La metodología utilizada contempló el desarrollo de tres matrices principales, con el objeto de identificar, evaluar y analizar los riesgos asociados a la emisión de gas H<sub>2</sub>S. Las matrices utilizadas son:

- Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales
- Matriz de Análisis de Riesgos
- Matriz de Cumplimiento Legal

Mediante la elaboración y análisis de cada matriz se identificó los principales riesgos derivados de la posible exposición a emisiones de gas H<sub>2</sub>S en un pozo de perforación petrolera y constituye la metodología aplicada.

Los riesgos identificados sirvieron de guía para la elaboración de la propuesta ya que éstos fueron incluidos, gestionados y controlados en el plan de seguridad y salud industrial.

#### 3.1 Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales

Para identificar y evaluar los impactos generados en el proceso de perforación de pozos petroleros; de manera cuantitativa; se utilizó el método de: Leopold modificado por Leal (Leal, 1997).

Al analizar la matriz de evaluación de impactos permite determinar que desde el componente físico-biótico los impactos generados son negativos, suceden en el área de influencia directa de la obra, son de magnitud, importancia y efecto variable, y con un plazo general de manifestación corto; sin embargo también presenta medio y largo plazo.

Respecto al componente socioeconómico, los impactos generados por el proyecto son de carácter positivo, suceden en el área de influencia indirecta, de

magnitud variable, de alta importancia, de efecto permanente y su plazo de manifestaciones es a corto, mediano y largo plazo (Leal, 1997).

La escala de evaluación fue escogida de acuerdo al área de influencia de cada impacto; es decir si dicho impacto afecta al límite del campamento o a sectores fuera de su jurisdicción; a la magnitud, es decir que tan grave puede ser; a la importancia que tiene; al efecto que podría ocasionar en el medio ambiente, es decir si afectaría solamente durante la explotación del pozo o sería de afectación permanente y finalmente al plazo de manifestación de dicho impacto, si este se manifiesta enseguida, a mediano o a largo plazo.

Tabla 8. Escala de valoración de impactos ambientales.

Criterio de evaluación	Carácter		Área de influencia		magnitud			Importancia			Efecto		Plazo de manifestación		
	(+)	(-)	directo	indirecto	alta	media	baja	alta	media	baja	temporal	Permt.	corto	medio	largo
Valoración	-		10	5	De 10 a 8	De 7 a 4	De 3 a 1	De 10 a 8	De 7 a 4	De 3 a 1	5	10	De 10 a 8	De 7 a 4	De 3 a 1

La siguiente matriz fue elaborada en base a la evaluación de impactos ambientales facilitado por la empresa; con la finalidad de ser revisados y replanteados los impactos más significantes y aplicables al tema de estudio.

Tabla 9. Matriz cuantitativa de evaluación de impactos ambientales

C O M P O N E N T E F I S I C O B I O T	Criterio de evaluación	carácter		Área de influencia		magnitud			Importancia			Efecto		Plazo de manifestación			Valoración	
		Impactos	(+)	(-)	directo	indirecto	alta	media	baja	alta	media	baja	temporal	Permnt.	corto	medio		largo
A G U A	Generación de aguas de formación		-	-10		-9			-9				-10	-8			-46	
	Contaminación del recurso hídrico		-	-10			-7		-9				-9	-9			-44	
	Subproductos líquidos del lodo de perforación		-	-10		-8					-3	-5		9			-35	
A I R E	Emisión de gas natural		-	-10		-9			-7			-5		-9			-40	
	Emisión de COV's		-	-10		-9			-6			-5		-10			-40	
	Contaminación del aire (H <sub>2</sub> S)		-	-10		-10			-9			-5		-10			-44	
	Generación de ruido		-	-10		-9			-9			-5		-10			-43	
	Vibraciones		-	-10			-7			-7		-5		-10			-39	
	Generación de vapor		-	-10			-7		-8			-5		-10			-40	
V E	Remoción de vegetación		-	-10				-3			-3		-10	-10			-36	

Continuación de la Tabla 9

I C O S	S U E L O	G E T	Alteración de la cobertura del suelo	-	-10			-7			-6			-10			-3	-36	
		S U E L O	Generación de procesos erosivos	-	-10		-8			-7			-10		-7				-42
			Aceleración de procesos erosivos	-	-10		-8			-7			-10		-7				-42
			Generación de sólidos (zarandas)	-	-10		-10			-9			-10		-7				-46
			Generación de lodo de perforación	-	-10		-10			-9			-10		-7				-46
			Excavación del subsuelo	-	-10				-7			-7		-5				-3	-32
			Generación de cortes de perforación	-	-10		-10			-10				-10		-7			
C O M P	P O B L	Generación de empleo	+			5		7		10			5		10			37	
		Mejoramiento de ingresos	+			5		7		8			5		9			34	
		Desarrollo económico	+			5		7		9				10		7		38	

Continuación de la Tabla 9

O N E N T E S S O C I O E C C O N O M I A	A C C I O N	Generación de expectativas	+			5		7		9			5		9			35		
		Generación de molestias		-		-5		-7		-9				-5		-9			-35	
		Calidad de vida	+			5		7		9				5		8			34	
		Acceso a educación	+			5		7		9					10		7		38	
		Acceso a salud	+			5		7		9					10		7		38	
	I N F R A E S T R U R A	Expansión del perímetro urbano	+			5	9				9					10		7	40	
		Desarrollo urbanístico	+			5	9				9					10		7	40	
		Desarrollo industrial	+		10		9				9			5				7	40	
		Optimización de la red vial	+			5	9				9					10		7	40	
		Afectación al patrimonio		-	-10					-1		-4					-10	-8		-33
		Vandalismo o sabotaje		-	-10		-9				-7				-5		-10			-41

El impacto por riesgo asociado a emisiones de gas  $H_2S$  y factores que influyen en el comportamiento de éste gas, tienen una valoración negativa de -39 a -44. Razón por la cual se hace importante plantear una propuesta para controlar estos riesgos asociados al  $H_2S$ .

En la matriz; estos impactos y factores asociados a éste riesgo se encuentran resaltados y en la siguiente tabla se puede ver la valoración de cada impacto.

Tabla 10. Impactos asociados al riesgo de emisiones de gas  $H_2S$

<b>IMPACTO</b>	<b>VALORACION</b>
Contaminación del aire ( $H_2S$ )	-44
Generación de vapor que dañan sensores de medición u ocasionan falsas alarmas	-40
Vandalismo o sabotaje al sistema de monitoreo	-41

El impacto producido por la contaminación del aire con gas ácido sulfhídrico presenta una valoración negativa de -44; el impacto producido por vandalismo o sabotaje presenta una valoración negativa de -41 y el impacto producido por la generación de vapor presenta una valoración negativa de -40.

### **3.2 Matriz de Análisis de Riesgos**

Se determinó el uso de dos matrices (matriz tabla 12 y matriz tabla 14); la primera identifica y evalúa los riesgos ocupacionales derivados del proceso de perforación de pozos petroleros.

Posteriormente se desarrolló una matriz; enfocada en el puesto de trabajo en la plataforma; donde se identificó y analizó los riesgos asociados con la emisión de ácido sulfhídrico ( $H_2S$ ).

### 3.2.1 Matriz de identificación y evaluación de riesgos proceso de perforación de pozos petroleros

En este punto se desarrolló una matriz de identificación y valoración de riesgos ocupacionales de manera general, enfocado en los subprocesos que conforman el gran proceso de perforación de pozos petroleros; se resaltó los riesgos asociados con gases y vapores.

Se definió puntos importantes utilizados para el cálculo de probabilidad de ocurrencia (si es alta, media o baja); de acuerdo al tipo de exposición (esporádica, media y permanente); a la severidad y a la valoración final de cada riesgo identificado

Tabla 11. Categorización del riesgo

No.	Tipo de exposición	Probabilidad	Valoración	Severidad
1	Esporádica	1,2 Baja	Probabilidad*Severidad	1,2
2	Media	3 Media	Probabilidad*Severidad	3
3	Permanente	4 Alta	Probabilidad*Severidad	4

Tabla 12. Matriz de identificación y evaluación de riesgos del proceso de perforación de pozos

ACTIVIDAD	LUGAR	PARTE AFECTADA	TIPO DE RIESGO	TAREA	FUENTE DE RIESGO	FACTORES CONDICIONANTES	MOMENTO CRITICO	TIPO DE EXPOSICION	PROBABILIDAD	SEVERIDAD	VALORACION
Control sólidos de	Zarandas	Oído	Auditivo	Normal	Motor	Falta de uso del EPP	Todo el tiempo	Permanente	4	4	16
		Aparato respiratorio	Inhalación vapores	Normal	Vapores	Falta de uso del EPP	Todo el tiempo	Permanente	4	4	16
	Tomillo transportador de sólidos	Extremidades	Atrapamiento	Mantenimiento	Tornillo	tagout-lockout	Mantenimiento	Esporádica	2	4	8
			Golpes	Reparación	y aspas	tagout-lockout	o reparación	Esporádica	2	4	8
	Hidrociclones	Aparato respiratorio	Inhalación	Normal	Vapores	Falta de uso del EPP	Todo el tiempo	Esporádica	2	4	8
		Ojos, cara	Golpe	Mantenimiento	Lodo	tagout-lockout	Mantenimiento o reparación	Baja	2	3	6
	Centrifugas	Extremidades superiores	Atrapamiento	Normal	Partes mecánicas móviles			Esporádica	2	3	6
			Golpes	Mantenimiento		tagout-lockout	Destaparla para mantenimiento	Esporádica	2	3	6
		Cuerpo	Contacto con corriente eléctrica	Revisión normal	Panel de control Conectores	Procedimientos eléctricos	Contacto directo	Esporádica	2	2	4
		Oído	Auditivo	Normal	Motor	Falta de uso del EPP	Todo el tiempo	Permanente	4	4	16

Continuación de la tabla 12

<i>Dewatering</i>	Unidad de <i>dewatering</i>	Oído	Auditivo	Normal	Motor	Falta de uso del EPP	Todo el tiempo	Media	3	2	6
		Aparato respiratorio	Inhalación	Dosificación Químicos	Polvos químicos	Falta de uso del EPP	Adición de polímero	Baja	1	2	2
		Piel	Absorción	Dosificación Químicos	Polvos químicos	Falta de uso del EPP	Adición del polímero	Baja	1	2	2
		Cuerpo	Contacto con corriente eléctrica	Revisión normal	Panel de control Conectores	Procedimientos eléctricos	Contacto directo	Esporádica	2	2	4
Tratamiento	Bomba hidráulica	Oído	Auditivo	Normal	Motor	Mal uso del EPP	Todo el tiempo	Media	3	2	6
		Todo el cuerpo	Atrapamiento golpes	Transferencia de fluidos	Aspas, partes mecánicas móviles Mangueras	Procedimientos de estados mecánicos nulos	Transferencia de fluidos	Baja	1	3	3
Adición de cal	Piscinas de desechos	Aparato Respiratorio	Inhalación	Dosificación Químicos	Polvos químicos	Falta de uso del EPP	Adición de cal	Esporádica	2	3	6
		Piel / Ojos	Absorción	Dosificación Químicos	Polvos químicos	Falta de uso del EPP	Adición de químicos	Media	3	3	9
Adición de reactivos químicos	Tanques	Aparato Respiratorio	Inhalación	Dosificación de químicos	Polvos químicos	Falta de uso del EPP	Adición de químico	Esporádica	2	3	6

Continuación de la tabla 12

reactivos químicos <i>Dewatering</i>	Tanques	Cuerpo	Caidas Golpes	Operación Normal	Bordes resbalosos, pasamanos y escaleras	Desorden	Caminar por bordes	Baja	1	3	3
		Piel/ ojos	Absorción	Dosificación	Polvos químicos	Falta de uso de EPP	Adición de químicos	Media	3	2	6
<i>Dewatering</i>	Bombas eléctricas	Extremidades	Atrapamiento	Operación	Aspas, partes mecánicas móviles	Procedimientos de tratamiento de aguas	Transferencia de fluidos	Esporádica	2	2	4
			Golpes	Normal	Mangueras			Esporádica	2	2	4
Tratamiento de aguas	Bombas diesel	Extremidades	Atrapamiento		Aspas, partes mecánicas móviles	Procedimientos de tratamientos de aguas		Esporádica	2	4	8
			Golpes	Recirculación del agua	Mangueras		Transferencia de fluidos	Esporádica	2	2	4
			Sobre esfuerzo	Cargar	Bomba			Media	3	2	6
	Bombas de aire	Cuerpo	Golpes	Operación normal	Conexiones manguera de aire	Falta Mantenimiento Mal conectadas	Transferencia de fluidos	Baja	1	2	2
	<i>Frack Tanks</i>	<b>Aparato respiratorio</b>	<b>Inhalación</b>	<b>Limpieza</b>	<b>Vapores de lodos</b>	<b>Poca ventilación</b>	<b>Limpieza, ingreso</b>	<b>Media</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>9</b>
		Cuerpo	Caidas golpes y	Limpieza	Escaleras, puertas de acceso	Escaleras inapropiadas	Limpieza, ingreso	Esporádica	2	4	8
	Mangueras	Manos extremidades	Rasguños raspones	Operación normal	Puntas metálicas	Falta Mantenimiento, vida útil cumplida	Conectar las mangueras	Esporádica	2	2	4
Análisis de agua	<i>Laborato</i>	<b>Aparato respiratorio</b>	<b>Inhalación</b>	Análisis de las	<b>Vapores</b>	<b>Falta de uso del EPP</b>		<b>Media</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>12</b>

## Continuación de la tabla 12

Análisis de agua	Laboratorio	Garganta	Ingestión	Análisis de las propiedades des fisicoquímicas del agua	Reactivos químicos	Mala ventilación	Todo el tiempo	Baja	1	2	2
		Piel	Absorción		Reactivos químicos	Falta de uso del EPP	Todo el tiempo	Permanente	4	2	8
		Ojos	Salpicaduras		Partícula vidrio roto	Procedimientos de laboratorio Falta de uso del EPP	Adición de reactivos Rotura de material de vidrio	Media	3	2	6
Rig Up & Rig down	Centrifugas	Cuerpo	Caídas y golpes	Armado/desarmado de equipo	Stands	Falta de amés		Media	3	3	9
		Cabeza	Cargas que caen		Herramientas, residuos	Procedimientos de orden y limpieza		Permanente	4	2	8
		Espalda	Sobre esfuerzo		Cargas	Falta de entrenamiento en levantamiento de cargas		Media	3	3	9
	Soldadura	Cuerpo	Quemaduras	Suelda de stands	Alto voltaje, altas temperaturas	Falta de Supervisión		Media	3	4	12
	Paneles eléctricos	Cuerpo	Alta tensión	Conexión de equipos	Cables y paneles eléctricos	Procedimiento de lockout y tagout		Media	3	4	12
	Equipos varios	Extremidades	Atrapamiento /golpes	Montaje o desmontaje de equipo pesado	Equipo pesado	Personal autorizado, Supervisión constante, Charla de seguridad antes de tareas		Media		3	
		Cuerpo/espalda	Traumas, problemas de cuello, espalda	Malas posiciones por tiempo prolongado	Malos hábitos de trabajo	Permisos de trabajo		Permanente		1	

Como se evidencia en la matriz no todos los riesgos referentes a aparato respiratorio e inhalación corresponden al riesgo asociado a las emisiones de gas ácido sulfhídrico; en los procesos de *dewatering*, adición de cal y adición de reactivos químicos la fuente de riesgos es polvos químicos utilizados en la tarea de dosificación.

Sin embargo en zarandas, hidrociclones, *frack tanks* y laboratorio se evidencia el riesgo asociado a emisiones de gas H<sub>2</sub>S; presentando valores altos de 16, 12, 9 y 8; es decir de los valores más altos obtenidos en la matriz; evaluación que representa un riesgo importante; el cual debe ser gestionado y controlado con la finalidad de mejorar el entorno laboral.

Tabla 13. Riesgos asociados a emisiones de gas H<sub>2</sub>S de proceso de perforación

LUGAR	PARTE AFECTADA	TIPO DE RIESGO	FUENTE DE RIESGO	FACTORES CONDICIONANTES	MOMENTO CRITICO	TIPO DE EXPOSICIÓN	VALORACION
Zarandas	Aparato respiratorio	Inhalación vapores	Vapores	Falta de uso del EPP	Todo el tiempo	Permanente	16
Hidro-ciclones	Aparato respiratorio	Inhalación	Vapores	Falta de uso del EPP	Todo el tiempo	Esporádica	8
Frack Tanks	Aparato respiratorio	Inhalación	Vapores de lodos	Poca ventilación	Limpieza, ingreso	Media	9
Laboratorio	Aparato respiratorio	Inhalación	Vapores	Falta de uso del EPP		Media	12

En la tabla 13 se extrajo los riesgos netamente asociados a las emisiones de gas ácido sulfhídrico; cuyas evaluaciones incluso se encuentran entre las más altas de la matriz de riesgos generales (Ver tabla 12); cuya afectación directa se presenta en el aparato respiratorio, producido por la inhalación de vapores o vapores de lodos; debido a la falta de uso de EPP y a la poca ventilación y tiende a presentarse de acuerdo al tipo de exposición; es decir si es permanente o esporádica.

El tiempo de exposición evaluado es inmediato; ya que basta una sola inhalación para detectar en bajas cantidades el olor característico a huevos podridos.

### **3.2.2 Matriz para identificar y evaluar los riesgos laborales producidos por la emisión de gas H<sub>2</sub>S de acuerdo al puesto de trabajo en la plataforma de perforación**

Esta matriz sirve para identificar y evaluar los riesgos de acuerdo al puesto de trabajo en la plataforma petrolera; la seguridad y salud de los trabajadores en cuanto a los diferentes tipos de riesgos (mecánicos, físicos, químicos, biológicos, ergonómicos, psicosociales) (Medicina Laboral de Venezuela C.A, 2012).



Continuación de la Tabla 14

26	BIOLO	Exposición a derivados orgánicos																			
27		Exposición a insectos																			
28		Exposición a animales selváticos: tarántulas, serpientes, etc.																			
29	ERGONOMICO	Dimensiones del puesto de trabajo																			
30		Sobre-esfuerzo físico / sobre tensión																			
31		Sobrecarga																			
32		Posturas forzadas																			
33		Movimientos repetitivos																			
34		Confort acústico																			
35		Confort térmico																			
36		Confort lumínico																			
37		Calidad del aire				X	X												X		
38		Organización del trabajo			X		X												X		
39	Distribución del trabajo																				
40	PSICOSOCIAL	Carga mental																			
41		Contenido del trabajo																			
42		Definición del rol			X		X												X		
43		Supervisión y participación			X					X										X	
44		Autonomía																			
45		Interés por el trabajo																			
46		Relaciones personales																			

Adaptado de Reinoso, 2010

**Evaluación:**

- **Probabilidad**

**Alta: El daño ocurrirá siempre o casi siempre:**

Los riesgos con alta probabilidad de ocurrencia son: Incendios, Explosiones, Exposición a sustancias nocivas o tóxicas, Contacto con sustancias cáusticas o corrosivas, Calidad del aire.

**Media: El daño ocurrirá en algunas ocasiones:**

Los riesgos con probabilidad de ocurrencia media son:

Exposición a gases y vapores, Organización del trabajo, Definición del rol, Supervisión y participación.

**Baja: El daño ocurrirá raras veces**

No se encontraron riesgos con probabilidad de ocurrencia media.

- **Consecuencias**

**Ligeramente Dañino:** daños superficiales: cortes, irritación de los ojos, dolor de cabeza: (Crea, 2012).

Los riesgos con consecuencias ligeramente dañinas son: Calidad del aire, Organización del trabajo, Definición del rol

**Dañino:** quemaduras, torceduras importantes, fracturas menores, sordera.

Los riesgos con consecuencias dañinas son: Supervisión y participación

**Extremadamente Dañino:** Amputaciones, fracturas mayores, intoxicaciones, lesiones múltiples, lesiones fatales, cáncer y otras enfermedades crónicas que acorten severamente la vida (Crea, 2012).

Los riesgos con consecuencias extremadamente dañinas son: Exposición a sustancias nocivas o tóxicas, Contacto con sustancias cáusticas o corrosivas, Exposición a gases y vapores, Explosiones, Incendios

- **Estimación del Riesgo** (Instituto Nacional de Defensa Civil [INDECI], 2006)

Trivial, Tolerable, Moderado, Importante, Intolerable

Tabla 15. Niveles de riesgo

### NIVELES DE RIESGO

		CONSECUENCIA O MAGNITUD		
		Ligeramente Dañino	Dañino	Extremadamente Dañino
PROBABILIDAD	Baja	Riesgo trivial	Riesgo tolerable	Riesgo moderado
	Media	Riesgo tolerable	Riesgo moderado	Riesgo importante
	Alta	Riesgo moderado	Riesgo importante	Riesgo intolerable

Tomado de Reinoso, 2010; Camara Madrid, 2012

La tabla 15 se refiere únicamente a la valoración aplicada en la tabla 14.

La tabla 16 es una síntesis de la tabla 14, en la cual se encuentran extraídos los riesgos netamente asociados con la emisión de gas ácido sulfhídrico.

Tabla 16. Riesgos asociados a emisiones de gas H<sub>2</sub>S enfoque del lugar de trabajo en plataforma

<b>TIPO DE RIESGO</b>	<b>PELIGRO IDENTIFICADO</b>	<b>ESTIMACION DEL RIESGO</b>
Mecánico	Incendios	Intolerable
Mecánico	Explosiones	Intolerable
Químico	Exposición a gases y vapores	Importante
Químico	Exposición a sustancias nocivas o tóxicas	Intolerable
Químico	Contacto con sustancias cáusticas o corrosivas	Intolerable
Ergonómico	Calidad del aire	Moderado
Ergonómico	Organización del trabajo	Tolerable
Psicosocial	Definición del rol	Tolerable
Psicosocial	Supervisión y participación	Moderado

Adaptado de Camara Madrid, 2012

La mayoría de peligros identificados presentan como estimación de riesgo intolerable; la valoración de riesgo determina la urgencia y las acciones de control que deben adoptarse; encaminadas a reducir éstos riesgos a niveles aceptables (Reinoso, 2010; Camara Madrid, 2012).

Mediante la realización de cada matriz; se ha ido dando enfoque al riesgo ocupacional asociado a las emisiones de gas H<sub>2</sub>S; y se llegó hasta este punto, donde se identifica únicamente éste riesgo y los factores que determinan el comportamiento del gas ácido sulfhídrico.

Tabla 17. Identificación de Riesgos asociados a emisiones de gas ácido sulfhídrico

CLASIFICACION		AMENAZAS
Riesgos:	Naturales:	Mezcla explosiva con el aire
		Contaminación del aire
		Corrosión
		Inflamabilidad
		Viento que incrementa dispersión gas haciendo imperceptible la presencia del mismo.
		Clima que tiende a dañar el sensor
	Antrópicos:	Intoxicación
		Vandalismo o sabotaje
		Irritación ocular
		Problemas legales, y litigios por exposición no controlada, inseguridad referente a intoxicación
		Daños a comunidades cercanas por contaminación del aire
		Malestar por malos olores
	Tecnológicos:	Efecto narcotizante
		Difícil detección en forma temprana y efectiva
		Gas tiene a estancarse
		La humedad excesiva, altamente condensante y vapor afecta sensores de H <sub>2</sub> S
		Poco acceso a la boca de pozo de la plataforma, para colocación.
		Estado del canal y cables
Faltas de servicios externos al sistema estudiado (mantenimiento y operación)		

Producto de los resultados que las matrices anteriormente evaluados; se elaboró esta matriz, centrada particularmente en los riesgos asociados a la emisión de gas H<sub>2</sub>S, a los factores condicionantes de éste gas y a los factores limitantes del funcionamiento de los sensores. La tabla 17 fue realizada en base al trabajo realizado en la visita técnica, en los resultados obtenidos en las tablas 10, 13 y 16.

### 3.3 Matriz de Cumplimiento Legal

La matriz de cumplimiento contempla los cuerpos legislativos que aplican al tema de estudio, se listan los capítulos, títulos, artículos y demás normativa a la que se da cumplimiento y a la que debe darse; enfocado netamente en la gestión y control de riesgos asociados a la exposición de gas ácido sulfhídrico (H<sub>2</sub>S).

Tabla 18. Matriz de cumplimiento legal

CONSTITUCION POLITICA DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR.				
No.	ARTÍCULO	CONTENIDO	OBSERVACIÓN	CUMPLIMIENTO
<b>Título: Derechos</b>				
<b>Capítulo Segundo: Derechos del buen vivir</b>				
<b>1</b>	Sección Segunda: Ambiente Sano	<p><b>Art. 14.-</b> Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, <i>sumak kawsay</i>.</p> <p>Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.</p>		<b>C</b>

Continuación de la Tabla 18				
No.	ARTÍCULO	CONTENIDO	OBSERVACIÓN	CUMPLIMIENTO
2		Art. 15.- El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua.		C
3	Sección Séptima: Salud	<p><b>Art. 32.-</b> La salud es un derecho que garantiza el Estado, cuya realización se vincula al ejercicio de otros derechos, entre ellos el derecho al agua, la alimentación, la educación, la cultura física, el trabajo, la seguridad social, los ambientes sanos y otros que sustentan el buen vivir.</p> <p>El Estado garantizará este derecho mediante políticas económicas, sociales, culturales, educativas y ambientales; y el acceso permanente, oportuno y sin exclusión a programas, acciones y servicios de promoción y atención integral de salud, salud sexual y salud reproductiva.</p> <p>La prestación de los servicios de salud se regirá por los principios de equidad, universalidad, solidaridad, interculturalidad, calidad, eficiencia, eficacia, precaución y bioética, con enfoque de género y generacional.</p>		C

Continuación de la Tabla 18				
No.	ARTÍCULO	CONTENIDO	OBSERVACIÓN	CUMPLIMIENTO
4	Sección Octava: Trabajo y Seguridad Social	<b>Art. 33.-</b> El trabajo es un derecho y un deber social, y un derecho económico, fuente de realización personal y base de la economía. El Estado garantizará a las personas trabajadoras el pleno respeto a su dignidad, una vida decorosa, remuneraciones y retribuciones justas y el desempeño de un trabajo saludable y libremente escogido o aceptado.		C
5		<b>Art. 34.-</b> El derecho a la seguridad social es un derecho irrenunciable de todas las personas, y será deber y responsabilidad primordial del Estado.  La seguridad social se regirá por los principios de solidaridad, obligatoriedad, universalidad, equidad, eficiencia, subsidiaridad, suficiencia, transparencia y participación, para la atención de las necesidades individuales y colectivas.		C
<b>Título II: Derechos</b>				
<b>Capítulo Séptimo: Derechos de la naturaleza</b>				
6		<b>Art 71.-</b> El Estado incentivará a las personas naturales y jurídicas, y a los colectivos, para que protejan la naturaleza, y promoverá el respeto a todos los elementos que forman un ecosistema		C

Continuación de la Tabla 18				
No.	ARTÍCULO	CONTENIDO	OBSERVACIÓN	CUMPLIMIENTO
7		<b>Art. 72.-</b> En los casos de impacto ambiental grave o permanente, incluidos los ocasionados por la explotación de los recursos naturales no renovables, el Estado establecerá los mecanismos más eficaces para alcanzar la restauración, y adoptará las medidas adecuadas para eliminar o mitigar las consecuencias ambientales nocivas.		C
8		<b>Art. 73.-</b> El Estado aplicará medidas de precaución y restricción para las actividades que puedan conducir a la extinción de especies, la destrucción de ecosistemas o la alteración permanente de los ciclos naturales.		C
9		<b>Art. 74.-</b> Las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades tendrán derecho a beneficiarse del ambiente y de las riquezas naturales que les permitan el buen vivir.		C

Continuación de la Tabla 18				
Título VII: Régimen del Buen Vivir				
Capítulo Primero: Inclusión y Equidad				
10	Sección novena: Gestión del riesgo	<p><b>Art. 389.-</b> El Estado protegerá a las personas, las colectividades frente a los efectos negativos de los desastres mediante la prevención ante el riesgo, la mitigación de desastres, la recuperación y mejoramiento de las condiciones sociales, económicas y ambientales, con el objetivo de minimizar la condición de vulnerabilidad.</p> <p>1. Identificar los riesgos existentes y potenciales, internos y externos que afecten al territorio ecuatoriano.</p>		C
11		<p>2. Generar, democratizar el acceso y difundir información suficiente y oportuna para gestionar adecuadamente el riesgo.</p>		C
12		<p>3. Asegurar que todas las instituciones públicas y privadas incorporen obligatoriamente, y en forma transversal, la gestión de riesgo en su planificación y gestión.</p>	La realización de la presente propuesta constituye parte de la incorporación de la gestión de riesgo	NC
13		<p>4. Fortalecer en la ciudadanía y en las entidades públicas y privadas capacidades para identificar los riesgos inherentes a sus respectivos ámbitos de acción, informar sobre ellos, e incorporar acciones tendientes a reducirlos.</p>	La incorporación de la propuesta presentada es una acción tendiente a reducir sobre todo el riesgo asociado a emisiones de gas H <sub>2</sub> S	NC

Continuación de la Tabla 18				
No.	ARTICULO	CONTENIDO	OBSERVACIÓN	CUMPLIMIENTO
14		5. Articular las instituciones para que coordinen acciones a fin de prevenir y mitigar los riesgos, así como para enfrentarlos, recuperar y mejorar las condiciones anteriores a la ocurrencia de una emergencia o desastre.	El objetivo de la propuesta es prevenir los riesgos, enfrentar y mejorar condiciones.	NC
<b>Título VII: Régimen del Buen Vivir</b>				
<b>Capítulo segundo: Biodiversidad y recursos naturales</b>				
15	Sección primera: Naturaleza y ambiente	<b>Art. 395.-</b> La Constitución reconoce los siguientes principios ambientales: 1. El Estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo ,ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras.		C
16		2. Las políticas de gestión ambiental se aplicarán de manera transversal y serán de obligatorio cumplimiento por parte del Estado en todos sus niveles y por todas las personas naturales o jurídicas en el territorio nacional.		C
17		3. El Estado garantizará la participación activa y permanente de las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades afectadas, en la planificación, ejecución y control de toda actividad que genere impactos ambientales.		C

Continuación de la Tabla 18				
<b>18</b>		4. En caso de duda sobre el alcance de las disposiciones legales en materia ambiental, éstas se aplicarán en el sentido más favorable a la protección de la naturaleza.		<b>C</b>
<b>INSTRUMENTO ANDINO DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO</b>				
<b>No.</b>	<b>ARTICULO</b>	<b>CONTENIDO</b>	<b>OBSERVACIÓN</b>	<b>CUMPLIMIENTO</b>
<b>Capítulo I: Disposiciones Generales</b>				
<b>19</b>		Art. 2.- Las normas previstas en el presente instrumento tienen por objeto promover y regular las acciones que se deben desarrollar en los centros de trabajo de los Países Miembros para disminuir o eliminar los daños a la salud del trabajador, mediante la aplicación de medidas de control y el desarrollo de las actividades necesarias para la prevención de riesgos derivados del trabajo	La instalación de sensores y la propuesta ambiental constituyen medidas de control para la prevención del riesgo asociado a emisiones de gas ácido sulfhídrico.	<b>NC</b>
<b>20</b>		Art. 3.- El presente instrumento se aplicará a todas las ramas de actividad económica en los Países Miembros y a todos los trabajadores. Cualquier País Miembro podrá, de conformidad con su legislación nacional, excluir parcial o totalmente de su aplicación a ciertas ramas de actividad económica o a categorías limitadas de trabajadores respecto de las cuales se presenten problemas particulares de aplicación.		<b>C</b>

Continuación de la Tabla 18				
Capítulo II: Política de Prevención de Riesgos Laborales				
No.	ARTICULO	CONTENIDO	OBSERVACIÓN	CUMPLIMIENTO
21		<p>Art. 4.- En el marco de sus Sistemas Nacionales de Seguridad y Salud en el Trabajo, los Países Miembros deberán propiciar el mejoramiento de las condiciones de seguridad y salud en el trabajo, a fin de prevenir daños en la integridad física y mental de los trabajadores que sean consecuencia, guarden relación o sobrevengan durante el trabajo.</p> <p>b) Identificar y actualizar los principales problemas de índole general o sectorial y elaborar las propuestas de solución acordes con los avances científicos y tecnológicos</p>	<p>Se contempla mejora de condiciones; la propuesta propone solución al riesgo asociado a emisiones de gas H<sub>2</sub>S</p>	NC
22		e) Elaborar un Mapa de Riesgos	<p>En el mapa de riesgos de la industria se identificó la exposición a emisiones de gas ácido sulfhídrico como un riesgo.</p>	C
23		f) Velar por el adecuado y oportuno cumplimiento de las normas de prevención de riesgos laborales, mediante la realización de inspecciones u otros mecanismos de evaluación periódica, grupos específicos de inspección, vigilancia y control dotados de herramientas técnicas y jurídicas para su ejercicio eficaz		C

Continuación de la Tabla 18				
No.	ARTÍCULO	CONTENIDO	OBSERVACIÓN	CUMPLIMIENTO
24		i) Propiciar programas para la promoción de la salud y seguridad en el trabajo, con el propósito de contribuir a la creación de una cultura de prevención de los riesgos laborales	La propuesta está constituida por programas enfocados en la seguridad y salud; con el fin de prevenir el riesgo.	NC
25		Art. 7.-coordinación y participación de los actores involucrados, para que sus respectivas legislaciones sobre seguridad y salud en el trabajo contengan disposiciones que regulen, por lo menos, los aspectos que se enuncian a continuación:  a) Niveles mínimos de seguridad y salud que deben reunir las condiciones de trabajo	La petrolera cumple con niveles mínimos de seguridad y salud.	C
26		d) Condiciones de trabajo o medidas preventivas específicas en trabajos especialmente peligrosos	La propuesta incorpora acciones específicas de prevención.	NC
27		f) Procedimientos para la calificación de los accidentes de trabajo y de las enfermedades profesionales, así como los requisitos y procedimientos para la comunicación e información de los accidentes, incidentes, lesiones y daños derivados del trabajo a la autoridad competente	La propuesta en uno de sus programas maneja acciones enfocadas al después de la ocurrencia de algún incidente	NC

Continuación de la Tabla 18				
No.	ARTÍCULO	CONTENIDO	OBSERVACIÓN	CUMPLIMIENTO
28		h) Procedimientos de inspección, de vigilancia y control de las condiciones de seguridad y salud en el trabajo		C
29		Art. 8.- Los Países Miembros desarrollarán las medidas necesarias destinadas a lograr que quienes diseñan, fabrican, importan, suministran o ceden máquinas, equipos, sustancias, productos o útiles de trabajo  b) Cumplan con proporcionar información y capacitación sobre la instalación, así como sobre la adecuada utilización y mantenimiento preventivo de la maquinaria y los equipos; el apropiado uso de sustancias, materiales, agentes y productos físicos, químicos o biológicos, a fin de prevenir los peligros inherentes a los mismos, y la información necesaria para monitorizar los riesgos	La propuesta contempla un plan preventivo de mantenimiento, instalación y capacitación acerca de los sensores y su uso.	NC
30		e) Velen porque las informaciones relativas a las máquinas, equipos, productos, sustancias o útiles de trabajo sean facilitadas a los trabajadores en términos que resulten comprensibles	La propuesta contempla capacitación a los trabajadores acerca de los sensores y su funcionamiento.	NC

Continuación de la Tabla 18				
Capítulo III Gestión de la Seguridad y Salud en los Centros de Trabajo – Obligaciones de los Empleadores				
No.	ARTÍCULO	CONTENIDO	OBSERVACIÓN	CUMPLIMIENTO
31		<p>Art. 11.- En todo lugar de trabajo se deberán tomar medidas tendientes a disminuir los riesgos laborales. Estas medidas deberán basarse, para el logro de este objetivo, en directrices sobre sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo y su entorno como responsabilidad social y empresarial. Para tal fin, las empresas elaborarán planes integrales de prevención de riesgos que comprenderán al menos las siguientes acciones:</p> <p>a) Formular la política empresarial y hacerla conocer a todo el personal de la empresa. Prever los objetivos, recursos, responsables y programas en materia de seguridad y salud en el trabajo</p>	<p>La propuesta contempla planes integrales de prevención de éste riesgo y en ellos se prevé objetivos, recursos, responsables, etc.</p>	NC
32		<p>b) Identificar y evaluar los riesgos, en forma inicial y periódicamente, con la finalidad de planificar adecuadamente las acciones preventivas, mediante sistemas de vigilancia epidemiológica ocupacional específicos u otros sistemas similares, basados en mapa de riesgos</p>	<p>En este capítulo se elaboraron matrices de identificación y evaluación del riesgo de forma inicial y en la propuesta de recomendará el uso de matrices de riesgos de forma periódica.</p>	C

Continuación de la Tabla 18				
No.	ARTÍCULO	CONTENIDO	OBSERVACIÓN	CUMPLIMIENTO
33		c) Combatir y controlar los riesgos en su origen, en el medio de transmisión y en el trabajador, privilegiando el control colectivo al individual. En caso de que las medidas de prevención colectivas resulten insuficientes, el empleador deberá proporcionar, sin costo alguno para el trabajador, las ropas y los equipos de protección individual adecuados	<p>La propuesta propone el control de riesgo de emisiones de H2S en el origen (pozo de perforación), en el medio de transmisión (zarandas, laboratorio, etc) y entrega de EPP.</p> <p>Priorizando el control colectivo con la instalación de sensores.</p>	NC
34		e) Diseñar una estrategia para la elaboración y puesta en marcha de medidas de prevención, incluidas las relacionadas con los métodos de trabajo y de producción, que garanticen un mayor nivel de protección de la seguridad y salud de los trabajadores	La propuesta incluye medidas de prevención.	NC
35		h) Informar a los trabajadores por escrito y por cualquier otro medio sobre los riesgos laborales a los que están expuestos y capacitarlos a fin de prevenirlos, minimizarlos y eliminarlos.	Hallazgo No. 24	
36		j) Designar, según el número de trabajadores y la naturaleza de sus actividades, un trabajador delegado de seguridad, un comité de seguridad y salud y establecer un servicio de salud en el trabajo	La propuesta en uno de sus programas de prevención contempla un comité de seguridad y salud	NC

Continuación de la Tabla 18				
No.	ARTÍCULO	CONTENIDO	OBSERVACIÓN	CUMPLIMIENTO
37		Art. 12.- Los empleadores deberán adoptar y garantizar el cumplimiento de las medidas necesarias para proteger la salud y el bienestar de los trabajadores, entre otros, a través de los sistemas de gestión de seguridad y salud en el trabajo	Evaluación y control del cumplimiento de medidas de prevención adoptadas en la propuesta.	NC
38		Art. 16.- Los empleadores, según la naturaleza de sus actividades y el tamaño de la empresa, de manera individual o colectiva, deberán instalar y aplicar sistemas de respuesta a emergencias derivadas de incendios, accidentes mayores, desastres naturales u otras contingencias de fuerza mayor.	La instalación de sensores y la alarma de éste al registrar cierta concentración de éste gas	NC
<b>Capítulo IV: De los Derechos y Obligaciones de los Trabajadores</b>				
39		Art. 18.- Todos los trabajadores tienen derecho a desarrollar sus labores en un ambiente de trabajo adecuado y propicio para el pleno ejercicio de sus facultades físicas y mentales, que garanticen su salud, seguridad y bienestar. Los derechos de consulta, participación, formación, vigilancia y control de la salud en materia de prevención, forman parte del derecho de los trabajadores a una adecuada protección en materia de seguridad y salud en el trabajo.	La propuesta busca garantizar la salud, seguridad y bienestar de los trabajadores; dentro del ejercicio de sus derechos.	NC

Continuación de la Tabla 18				
No.	ARTÍCULO	CONTENIDO	OBSERVACIÓN	CUMPLIMIENTO
40		Art. 19.- Los trabajadores tienen derecho a estar informados sobre los riesgos laborales vinculados a las actividades que realizan. Complementariamente, los empleadores comunicarán las informaciones necesarias a los trabajadores y sus representantes sobre las medidas que se ponen en práctica para salvaguardar la seguridad y salud de los mismos.	Dentro de la propuesta se desarrollan acciones específicas de capacitación e información a los trabajadores.	NC
41		Art. 21.- Sin perjuicio de cumplir con sus obligaciones laborales, los trabajadores tienen derecho a interrumpir su actividad cuando, por motivos razonables, consideren que existe un peligro inminente que ponga en riesgo su seguridad o la de otros trabajadores. En tal supuesto, no podrán sufrir perjuicio alguno, a menos que hubieran obrado de mala fe o cometido negligencia grave.	Las acciones ejecutadas y contempladas dentro de la propuesta estiman la parada de operaciones ante la detección de altas concentraciones de gas ácido sulfhídrico.	NC
42		Art. 24.- Los trabajadores tienen las siguientes obligaciones en materia de prevención de riesgos laborales: a. Cumplir con las normas, reglamentos e instrucciones de los programas de seguridad y salud en el trabajo que se apliquen en el lugar de trabajo, así como con las instrucciones que les impartan sus superiores jerárquicos directos	Los superiores jerárquicos tendrán la responsabilidad de controlar el cumplimiento de normas, reglamentos e instrucciones por parte de los trabajadores. (Propuesta)	NC

Continuación de la Tabla 18				
No.	ARTICULO	CONTENIDO	OBSERVACIÓN	CUMPLIMIENTO
43		c) Usar adecuadamente los instrumentos y materiales de trabajo, así como los equipos de protección individual y colectiva	En la propuesta se estipula el uso y funcionamiento correcto de los EPP colectiva y los EPP individual.	NC
44		e) Informar a sus superiores jerárquicos directos acerca de cualquier situación de trabajo que a su juicio entrañe, por motivos razonables, un peligro para la vida o la salud de los trabajadores		C
45		j) Participar en los organismos paritarios, en los programas de capacitación y otras actividades destinadas a prevenir los riesgos laborales que organice su empleador o la autoridad competente.	Ver Hallazgo No. 24	
<b>Capítulo V: De los Trabajadores Objeto de Protección Especial</b>				
46		Art. 26.- El empleador deberá tener en cuenta, en las evaluaciones del plan integral de prevención de riesgos, los factores de riesgo que pueden incidir en las funciones de procreación de los trabajadores y trabajadoras, en particular por la exposición a los agentes físicos, químicos, biológicos, ergonómicos y psicosociales, con el fin de adoptar las medidas preventivas necesarias		C

Continuación de la Tabla 18				
REGLAMENTO AMBIENTAL PARA LAS OPERACIONES HIDROCARBURIFERAS EN EL ECUADOR (RAOH)				
No.	ARTICULO	CONTENIDO	OBSERVACIÓN	CUMPLIMIENTO
47	Capítulo II Programa y Presupuestos Ambientales	Art. 12.- Monitoreo ambiental interno.- Los sujetos de control deberán realizar el monitoreo ambiental interno de sus emisiones a la atmósfera, descargas líquidas y sólidas así como de la remediación de suelos y/o piscinas contaminados. Mensualmente para el periodo de perforación y para refinерías en base de los análisis diarios de descargas y semanales de emisiones;	No aplica; ya que las emisiones a la atmosfera se refieren a fuentes fijas.	N/A
48	Capitulo III Disposiciones generales	Art. 26.- Seguridad e higiene industrial.- Es responsabilidad de los sujetos de control, el cumplimiento de las normas nacionales de seguridad e higiene industrial, las normas técnicas INEN, sus regulaciones internas y demás normas vigentes con relación al manejo y la gestión ambiental, la seguridad e higiene industrial y la salud ocupacional, cuya inobservancia pudiese afectar al medio ambiente y a la seguridad y salud de los trabajadores que presten sus servicios, sea directamente o por intermedio de subcontratistas en las actividades hidrocarburiíferas contempladas en este Reglamento.	.	C

Continuación de la Tabla 18				
No.	ARTÍCULO	CONTENIDO	OBSERVACIÓN	CUMPLIMIENTO
49	Capítulo VII Desarrollo y producción	Art. 57.- Instalaciones de producción.- Las empresas petroleras en la actividad hidrocarburífera, para el cumplimiento de las operaciones de producción, deben observar lo siguiente: Manejo de emisiones a la atmósfera.- El gas deberá ser considerado en forma prioritaria, para reinyección y recuperación mejorada. El que no fuere utilizado de esta forma deberá aprovecharse de manera de asegurar una utilización racional del recurso previo el análisis técnico y económico respectivo, preferentemente para la generación de energía eléctrica, para lo cual se presentaran los Estudios Ambientales correspondientes a la autoridad competente		C
50		f.3) En todo caso, el gas natural asociado y el gas pobre proveniente de la producción de petróleo serán objeto de un manejo especial a determinarse según cada caso entre la operadora y la Dirección Nacional de Hidrocarburos (DNH), de acuerdo con lo que dispone la Ley de Hidrocarburos.		C

Continuación de la Tabla 18				
No.	ARTÍCULO	CONTENIDO	OBSERVACIÓN	CUMPLIMIENTO
51		<p>Art. 66.- Manejo y tratamiento de descargas, emisiones y desechos.- Toda instalación de industrialización deberá disponer de sistemas cerrados de tratamiento de efluentes, control de emisiones atmosféricas y desechos sólidos resultantes de los diferentes procesos, los mismos que deberán cumplir con lo establecido en los artículos 28, 29, 30, 31 y 32 de este Reglamento. Se priorizará el uso de tecnologías limpias. Además, se observarán las siguientes disposiciones: Manejo de emisiones a la atmósfera.-</p> <p>a.1 El gas que se produce durante el tratamiento del crudo y fabricación de sus derivados deberá ser adecuadamente manejado en la propia planta a efectos de optimizar su uso racional en las necesidades energéticas de la misma</p>		C
52		<p>a.2) Toda planta para el tratamiento de crudo y fabricación de sus derivados deberá contar con sistemas adecuados para el tratamiento de gases ácidos y Compuestos de azufre que garanticen la transformación y/o disminución de los compuestos nocivos de azufre antes de que el gas pase a ser quemado</p>	<p>Las acciones incluidas en la propuesta contiene sistemas adecuados para el tratamiento de gas ácido sulfhídrico.</p>	NC

Continuación de la Tabla 18				
REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD DE LOS TRABAJADORES (DECRETO 2393)				
No.	ARTÍCULO	CONTENIDO	OBSERVACIÓN	CUMPLIMIENTO
<b>Título II: Condiciones Laborales de los centros de trabajo</b>				
<b>53</b>	Capítulo V: Medio ambiente y riesgos laborales por factores físicos, químicos y biológicos	Art. 63. Sustancias corrosivas, irritantes y tóxicas-Precauciones generales 2. Sustancias corrosivas  En los locales de trabajo donde se empleen sustancias o vapores de índole corrosivo, se protegerán y vigilarán las instalaciones y equipos contra el efecto, de tal forma que no se derive ningún riesgo para la salud de los trabajadores	La propuesta propone además vigilar las instalaciones y equipos.	<b>NC</b>
<b>54</b>		3. Dispositivos de alarma.  En aquellas industrias donde se fabriquen, manipulen, utilicen o almacenen sustancias irritantes o tóxicas, se instalarán dispositivos de alarmas destinadas a advertir las situaciones de riesgo inminente, en los casos en que se desprendan cantidades peligrosas de dichos productos. Los trabajadores serán instruidos en las obligaciones y cometidos concretos de cada uno de ellos al oír la señal de alarma.	La instalación de sensores es el dispositivo de alarma utilizado para advertir altas concentraciones de gas H <sub>2</sub> S	<b>NC</b>
<b>55</b>		4. Donde exista riesgo derivado de sustancias irritantes, tóxicas o corrosivas, está prohibida la introducción, preparación o consumo de alimentos, bebidas o tabaco.		<b>C</b>

Continuación de la Tabla 18				
No.	ARTÍCULO	CONTENIDO	OBSERVACIÓN	CUMPLIMIENTO
56		Art. 65. Sustancias corrosivas, irritantes y tóxicas- Normas de control. 1. Cuando las concentraciones de uno o varios contaminantes en la atmósfera laboral superen los límites establecidos por el Comité Interinstitucional, se aplicarán los métodos generales de control que se especifican, actuando preferentemente sobre la fuente de emisión. Si ello no fuere posible o eficaz se modificarán las condiciones ambientales; y cuando los anteriores métodos no sean viables se procederá a la protección personal	Ver Hallazgo No. 48	
57		6. Protección personal. En los casos en que debido a las circunstancias del proceso o a las propiedades de los contaminantes, no sea viable disminuir sus concentraciones mediante los sistemas de control anunciados anteriormente, se emplearán los equipos de protección personal adecuados.	La propuesta prioriza la protección colectiva; sin embargo el uso de EPP es de vital importancia en caso de que el riesgo no pueda eliminarse.	NC
58	Capítulo IV Utilización y mantenimiento de máquinas fijas	Art. 92. Mantenimiento 2. Las máquinas, sus resguardos y dispositivos de seguridad serán revisados, engrasados y sometidos a todas las operaciones de mantenimiento establecidas por el fabricante, o que aconseje el buen funcionamiento de las mismas.	Dentro de la propuesta se incluye el mantenimiento de los sensores instalados	NC

Continuación de la Tabla 18				
<b>59</b>	Capítulo V Locales con riesgo de explosión	Art. 162. Se consideran locales con riesgo de explosión aquellos en los que exista alguno de los materiales siguientes  1. Materiales E.1.  Gases, vapores cuya posible mezcla con el oxígeno presente, en cantidad y composición, a la temperatura existente, esté comprendida dentro de los límites de explosividad, tales como metano y acetileno.	Uno de los riesgos identificados en este capítulo es el de alta probabilidad de explosión	<b>NC</b>
<b>Título VI :Protección Personal</b>				
No.	ARTÍCULO	CONTENIDO	OBSERVACIÓN	CUMPLIMIENTO
<b>60</b>		Art. 180. Protección de Vías respiratorias  1. En todos aquellos lugares de trabajo en que exista un ambiente contaminado, con concentraciones superiores a las permisibles, será obligatorio el uso de equipos de protección personal de vías respiratorias	Antes de la elaboración de la propuesta y de la instalación de sensores; ya se usaba EPP para prevenir otro tipo de riesgos.	<b>C</b>
<b>61</b>		2. La elección del equipo adecuado se llevará a cabo de acuerdo con los siguientes criterios: c) Para un ambiente contaminado, pero con suficiente oxígeno, se adoptarán las siguientes normas: - Si existieran contaminantes gaseosos con riesgo de intoxicación inmediata, se usarán equipos independientes del ambiente.		<b>C</b>

Continuación de la Tabla 18				
REGLAMENTO DEL INSTRUMENTO ANDINO DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO				
No.	ARTICULO	CONTENIDO	OBSERVACIÓN	CUMPLIMIENTO
62	Capítulo I: Gestión de la seguridad y salud en el trabajo	<p>Artículo 1.-Según lo dispuesto por el artículo 9 de la Decisión 584, los Países Miembros desarrollarán los Sistemas de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo, para lo cual se podrán tener en cuenta los siguientes aspectos:</p> <p>a) Gestión administrativa:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Política</li> <li>2. Organización</li> <li>3. Administración</li> <li>4. Implementación</li> <li>5. Verificación</li> <li>6. Mejoramiento continuo</li> <li>7. Realización de actividades de promoción en seguridad y salud en el trabajo</li> <li>8. Información estadística.</li> </ol>	La instalación de sensores y la elaboración de la propuesta constituyen sistemas de gestión de seguridad y salud en el trabajo.	NC
63		<p>b) Gestión técnica:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Identificación de factores de riesgo</li> <li>2. Evaluación de factores de riesgo</li> <li>3. Control de factores de riesgo</li> <li>4. Seguimiento de medidas de control.</li> </ol>		NC
64		<p>c) Gestión del talento humano:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Selección</li> <li>2. Información</li> <li>3. Comunicación</li> <li>4. Formación</li> <li>5. Capacitación</li> <li>6. Adiestramiento</li> <li>7. Incentivo, estímulo y motivación de los trabajadores.</li> </ol>		NC

Continuación de la Tabla 18				
No.	ARTICULO	CONTENIDO	OBSERVACIÓN	CUMPLIMIENTO
65	Capítulo II: Medidas de protección a los trabajadores	<p>Artículo 15.-En observancia de las legislaciones nacionales, los trabajadores no deberán sufrir perjuicio alguno cuando:</p> <p>c) Juzguen necesario interrumpir una situación de trabajo por creer, por motivos razonables, que existe un peligro inminente que pone en riesgo su seguridad y salud o la de otros trabajadores. En este caso deberá informar de inmediato a su superior jerárquico directo y a los delegados de seguridad y salud en el trabajo. Mientras el empleador no haya tomado medidas correctivas, si fuera necesario, no podrá exigir a los trabajadores que reanuden sus actividades cuando subsista dicho peligro</p>	La propuesta contempla interrumpir el trabajo cuando la alarma del sensor detecte la presencia de concentraciones elevadas de gas ácido sulfhídrico (H <sub>2</sub> S)	NC
LEY DE SEGURIDAD SOCIAL				
No.	ARTICULO	CONTENIDO	OBSERVACIÓN	CUMPLIMIENTO
66	<p>Libro Primero: Del seguro general obligatorio</p> <p>Título I: Del régimen general</p> <p>Capitulo Uno: Normas generales</p>	<p>Art. 2.- Sujetos de protección.- Son sujetos "obligados a solicitar la protección" del Seguro General Obligatorio, en calidad de afiliados, todas las personas que perciben ingresos por la ejecución de una obra o la prestación de un servicio físico o intelectual, con relación laboral o sin ella; en particular:a. El trabajador en relación de dependencia</p>	.	C

Continuación de la Tabla 18				
LEY ORGÁNICA DE SALUD				
No.	ARTICULO	CONTENIDO	OBSERVACIÓN	CUMPLIMIENTO
67	Libro II: Salud y seguridad ambiental	<p>Art. 95.- La autoridad sanitaria nacional en coordinación con el Ministerio de Ambiente, establecerá las normas básicas para la preservación del ambiente en materias relacionadas con la salud humana, las mismas que serán de cumplimiento obligatorio para todas las personas naturales, entidades públicas, privadas y comunitarias.</p> <p>El Estado a través de los organismos competentes y el sector privado está obligado a proporcionar a la población, información adecuada y veraz respecto del impacto ambiental y sus consecuencias para la salud individual y colectiva.</p>		C
REGLAMENTO DEL SEGURO GENERAL DE RIESGOS DEL TRABAJO				
No.	ARTICULO	CONTENIDO	OBSERVACIÓN	CUMPLIMIENTO
68	<p>Primer Anexo:</p> <p>Para efectos de la protección del seguro general de riesgos del trabajo se consideran enfermedades profesionales las siguientes:</p>	<p>1. Enfermedades profesionales causadas por la exposición a agentes que resulte de las actividades laborales</p> <p>1.1.16. Enfermedades causadas por sustancias asfixiantes como monóxido de carbono, sulfuro de hidrógeno, cianuro de hidrógeno o de sus derivados</p>	<p>Aplicado al caso de estudio considera enfermedad profesional a las causadas como sustancias asfixiantes H<sub>2</sub>S la industria petrolera al considerar la gestión de éste riesgo, considera de la misma manera como causante de enfermedades</p>	C

Adaptado de Constitución de la República del Ecuador, 2008; Codificación del Código del trabajo, 2005; Ley Organica de Salud, 2006; Ley de Seguridad Social, 2001; Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas en el Ecuador (RAOH), 2001; Reglamento General del Seguro de Riesgos del Trabajo; Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo, 1986; Reglamento del Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo, 2005

Nota: Para la realización de ésta matriz se revisó varios cuerpos legales vigentes aplicables al caso de estudio y como medios de verificación del cumplimiento e incumplimiento es considerado lo observado en las visitas y las fotografías.

## CAPITULO IV

### 4. Datos y Monitoreo

#### 4.1. Monitoreo

En este capítulo se hace referencia a la gestión del riesgo asociado a emisiones de gas H<sub>2</sub>S identificado y evaluado en el capítulo anterior (Tablas 10, 13, 16 y 17); y a la implementación de medidas de control del éste riesgo. (Evidenciado mediante la instalación de sensores)

Se realizó ocho visitas al campo de perforación; en las que se observó, se identificó y se determinó los sitios más idóneos para la instalación de los sensores; tomando en cuenta las características del gas, las limitaciones de funcionamiento del sensor y la estructura de la plataforma petrolera. Además posteriormente se monitoreó y evaluó el correcto funcionamiento de los sensores.

La colocación de sensores constituye la gestión preventiva del riesgo asociado a emisiones de gas H<sub>2</sub>S que se define como un equipo de protección colectiva; dando prioridad a éste tipo de protección, sobre la protección personal (EPP).

Las características del gas ácido sulfhídrico y la distribución del campamento petrolero; determinaron los sitios más probables de presencia y estancamiento de este gas.

Este capítulo refiere al trabajo realizado en campo; es decir a la instalación de los sensores; ya que adicionalmente en este estudio se incluye el plan de seguridad ocupacional y ambiental (Capítulo VI) el cual no fue implementado en el campo petrolero; sin embargo constituye la parte complementaria del funcionamiento de los sensores.

##### 4.1.1. Emisión de concentraciones gaseosas

Se procedió a instalar los sensores en sitios estratégicos; definidos de acuerdo a las zonas más críticas identificadas y en función del cuidado máximo del

sensor; ya que altas concentraciones de temperatura y humedad serían causantes de falsas alarmas e incluso el término de vida útil de dicho sensor.

#### **4.1.2. Caracterización del área de estudio**

- **Ubicación y límites**

El área de estudio en esta fase fue el perímetro del campamento petrolero.

#### **4.1.3. Materiales y equipos**

- **Materiales:**

Esquema del campamento petrolero escogido

Libreta de campo

Papel bond

Materiales de escritorio

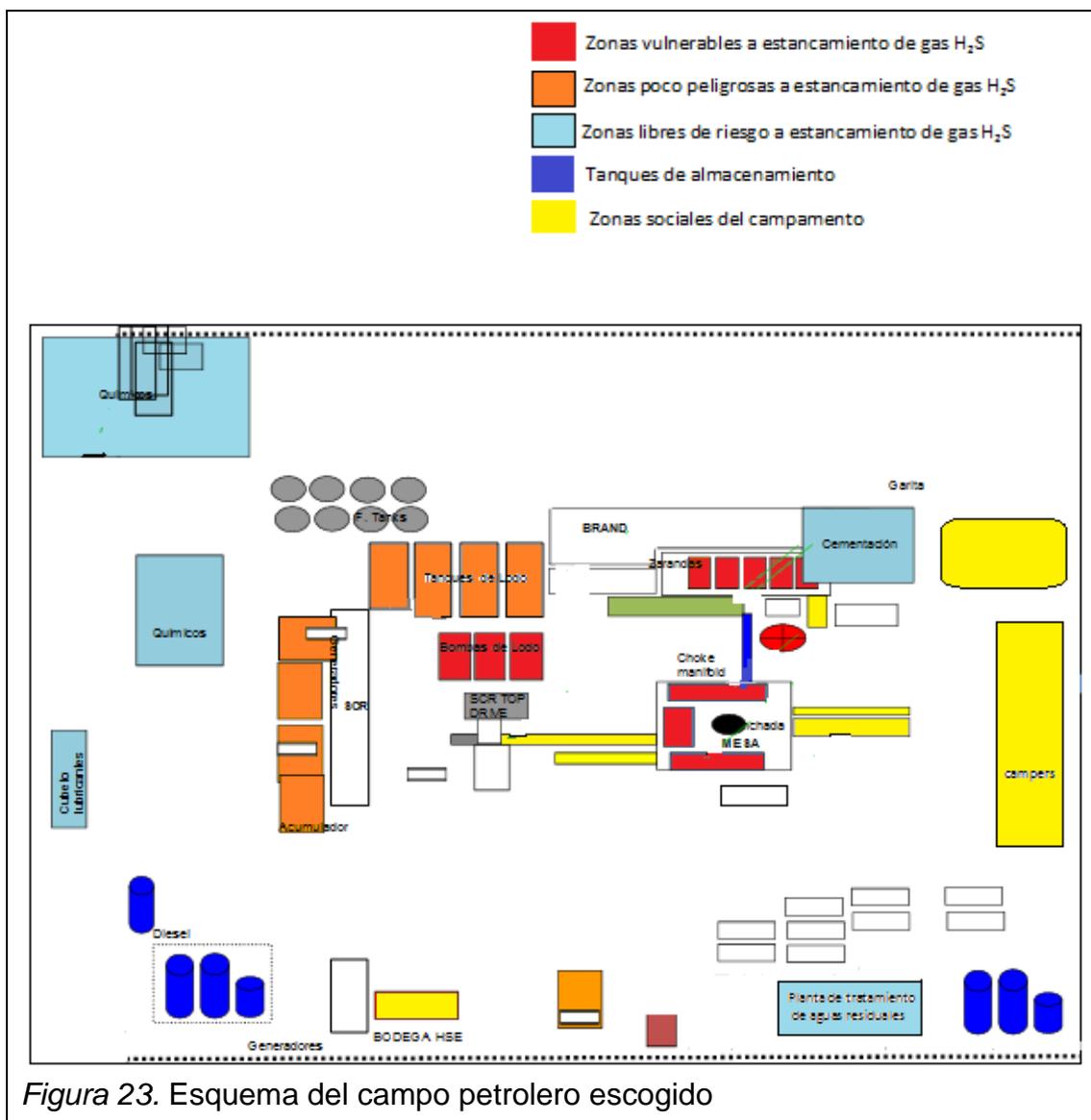
EPP (casco, chaleco, botas punta de acero, tapones, gafas y respiradores de filtro mecánico)

Material para instalación (tijera, desarmador, cables)

- **Equipos:**

Sensores escogidos (SAFETAK)

#### 4.1.4. Esquema del campamento de perforación



El esquema del campo petrolero escogido ayudó a determinar los sitios estratégicos para la colocación de sensores de acuerdo a las características del gas ácido sulfhídrico, de los lugares confinados y de las limitaciones del funcionamiento del sensor.

#### 4.1.5. Elección del sensor a instalarse

En el mercado se ofrecen un sin número de sensores, de diferentes marcas y de diferentes características. Para elegir un sensor deben considerarse las

necesidades y características requeridas; además del presupuesto de la petrolera.

Sin embargo para evitar daño en los sensores por las condiciones a las que están expuestos se debe tomar en consideración detección con cable y detección con bombas de vacío.

“Los dos sistemas son factibles de ser empleados en un equipo de perforación. Cada uno tiene ventajas y desventajas, sin embargo, en condiciones donde el ambiente de trabajo es muy húmedo y de difícil acceso, recomendamos utilizar el sistema con bomba de vacío, ya que ha probado ser lo suficientemente robusto, eficaz y confiable para dicha tarea.” (MARIV, 2004)

Tabla 19. Detector de H<sub>2</sub>S con bomba de vacío

Características	Detección H <sub>2</sub> S con bomba de vacío
Protección mecánica del sensor	<b>Alta</b> , se encuentra protegido y las muestras pasan por una serie de filtros de humedad.
Tiempo de respuesta	<b>Media</b> , aproximadamente 1 segundo por cada metro de manguera empleada. El viento no inflencia ya que la muestra es succionada.
Inmunidad al ruido eléctrico	<b>Muy alta</b> , el sensor y su electrónica están nucleados en un solo equipo compacto.
Practicidad del montaje	<b>Alta</b> , se coloca filtros de succión en zonas a muestrear y se conecta mediante mangueras al panel de control y alarmas.

Tomado de MARIV, 2004

A continuación se presentan varios ejemplos comerciales:

- **MARIV SRL\_ Sistema de detección con bomba de vacío Modelo H<sub>2</sub>S**



*Figura 24.* Sistema de detección con bomba de vacío – Modelo V4.8

Tomado de MARIV, 2004.

Rango de Monitoreo: 0-100 PPM.

Auto ajuste de cero.

Alarmas ajustables por usuario (1 – 40 PPM)

Sistema de succión por bomba de vacío y electro válvulas.

Hasta 4 zonas de muestreo.

Tratamiento de la muestra antes de llegar al sensor mediante filtros de humedad.

Indicación de mangueras obstruidas.

Aviso de sensor dañado o agotado.

Muy alta inmunidad al ruido eléctrico / radio frecuencia.

Alarma luminosa y acústica (100db)

Alimentación 220VAC / 12VDC u otra a convenir.

Montaje antiexplosivo (Clase 1 Div. 1)

- **SENSIDYNE**



Figura 25. Detectores fijos de gases  
Tomado de Sensidyne, 2012.

Acepta todos los sensores de Sensidyne o cualquier otro con salida de 4 a 20 mA.

Pantalla de LCD con valores, tipo de gas y tipo de unidades y Gráficas de cada sensor. (Sensidyne, 2012)

Posee 3 Relays por cada sensor. Uno para alarma preventiva, dos para alarma general y el tercero para cuando falla el sensor. (Sensidyne, 2012)

Tiene capacidad de hasta 16 sensores simultáneamente y pueden ser multigases.

Tiene la capacidad de conectarse al Software de Sensidyne para registrar la data monitoreada. (Sensidyne, 2012)

- **SAFETAK**



Figura 26. Controlador de gas combustible o gas tóxico

Detectar 4 u 8 canales simultáneamente, visualización simultánea de toda la información de todos los canales de prueba

Alarma en tiempo real, a 3 números de teléfono celular se puede configurar para recibir el estado del sitio en alarmas (opcional)

Fuente de alimentación: 250V AC o DC 24V, ultra-LCD de gran pantalla, grado de protección: IP 66

Carcasa robusta de acero completa, bajo coste de instalación, reducción del costo de mantenimiento, auto-test en el arranque

Protección de sobrecarga de energía principal y de reserva, protección contra cortocircuito, detección continua, fuerte protección electromagnética, consumo de 120W.



*Figura 27.* Detector de gas para diferentes tipos de gases (tóxicos/ inflamables) CG 710

Auto-test en el arranque, bajo coste de mantenimiento, sensor reemplazable

Menor costo de instalación, sensor de combustión catalítica de gas combustible

Sensor electroquímico de gas tóxico diseñado con la última tecnología de sensores internacionales, 95 db sonido de alarma (opcional), respuesta rápida y precisa

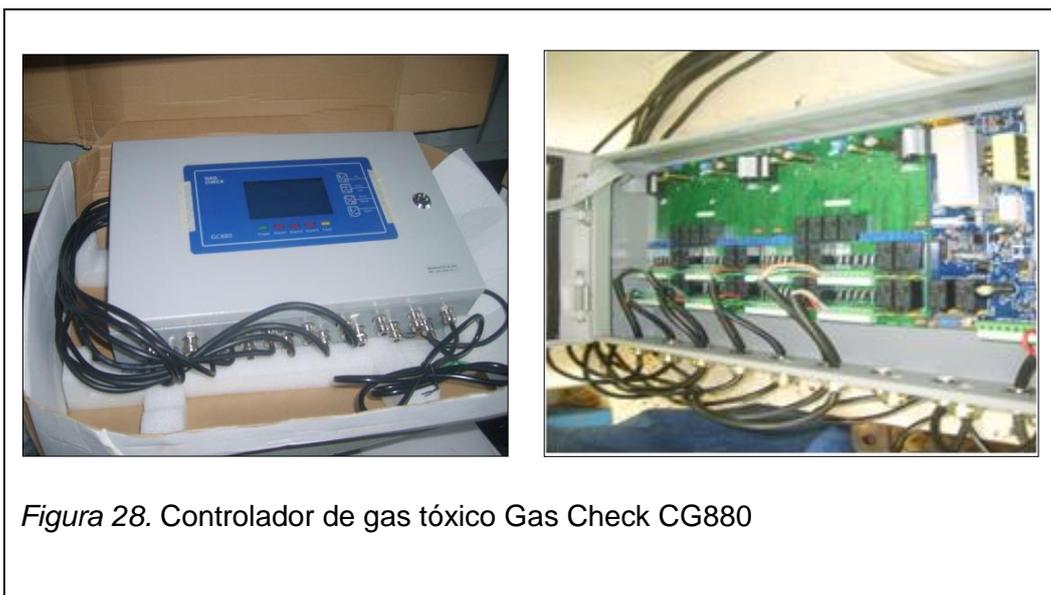
Detecta H<sub>2</sub>S, CO, H<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, EX, ETO, CO<sub>2</sub>, COV.

De acuerdo a lo antes mencionado se procedió a la elección del sensor más idóneo, en relación a las características requeridas y al presupuesto de la petrolera.

El sensor escogido fue de la marca SAFETAK (procedencia china) se enfoca principalmente en el campo de equipos de detección de gas, incluyendo la investigación, desarrollo, fabricación, ventas, capacitación, mantenimiento y servicio post-venta. Todos los equipos de detección de gas están diseñados y fabricados con las últimas normas europeas EN, el DET Norske Veritas Certificado CE y la aprobación ATEX (Safetak Co Ltda, 2012).

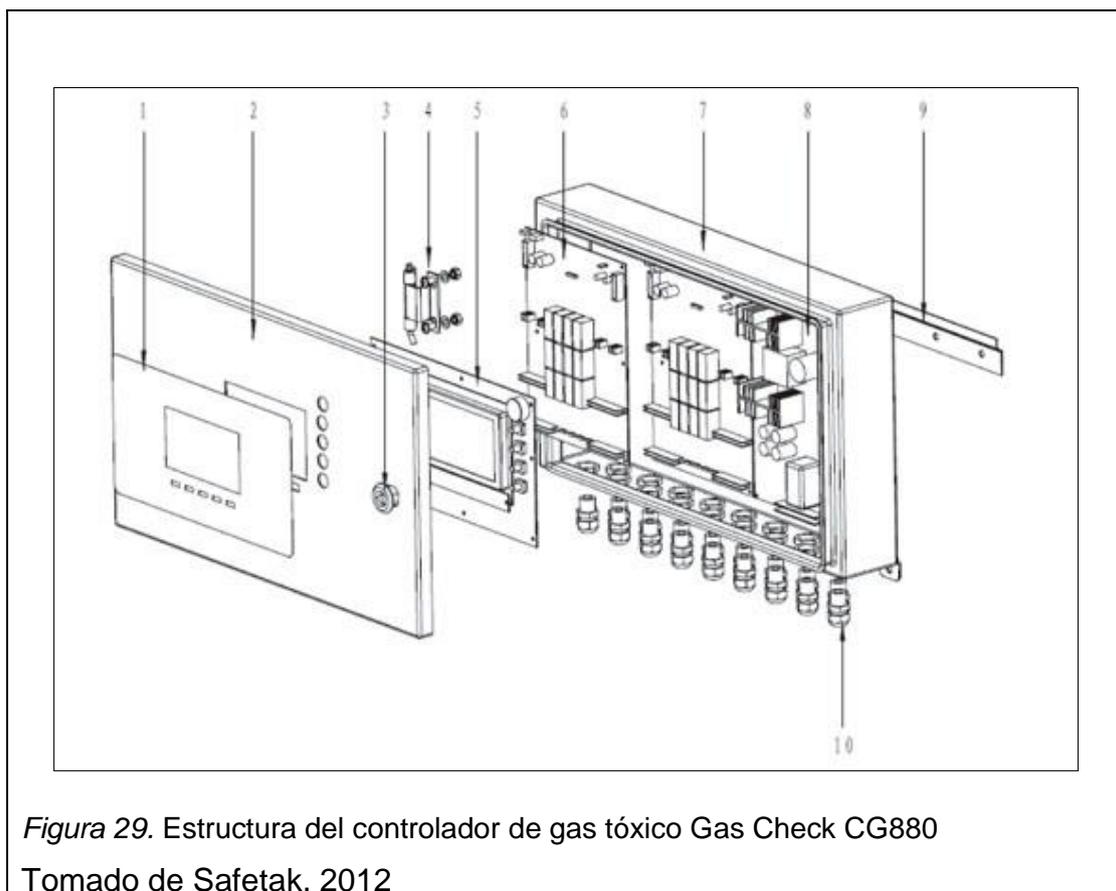
Los equipos fueron importados de China; a continuación las principales características:

#### 4.1.5.1. Controlador de gas combustible o gas tóxico Gas Check CG880



De acuerdo a Safetak Co Ltda (2012):

- Se recomienda ser utilizado en ambientes donde se encuentran gases inflamables o tóxicos y nocivos, en industrias como el petróleo, la petroquímica, la industria química, recolección de gas, gasolina / estación de llenado de gas, estación de bombeo, aguas residuales, minería, centrales eléctricas, telecomunicaciones, farmacia.
- Detecta 4 canales, o canales hasta 8, con visualización simultánea de toda la información
- Se recomienda conectar con sensores modelos GC 710 y GC720 y otros transmisores (4-20 mA señal de salida)
- Fabricado con la última tecnología internacional y la norma EN Europea.
- Fácil de operar
- Alarma en tiempo real, a 3 números de teléfono celular se puede configurar para recibir el estado del sitio en alarmas (opcional)
- Fuente de alimentación: 250V AC o DC 24V
- Ultra-LCD de gran pantalla
- Grado de protección: IP 66
- Bajo costo de instalación y de mantenimiento
- Precio competitivo y garantía de un año
- Protección de sobrecarga de energía principal y de reserva
- Protección contra cortocircuito
- Detección continua
- Fuerte protección electromagnética
- Consumo: 120W.

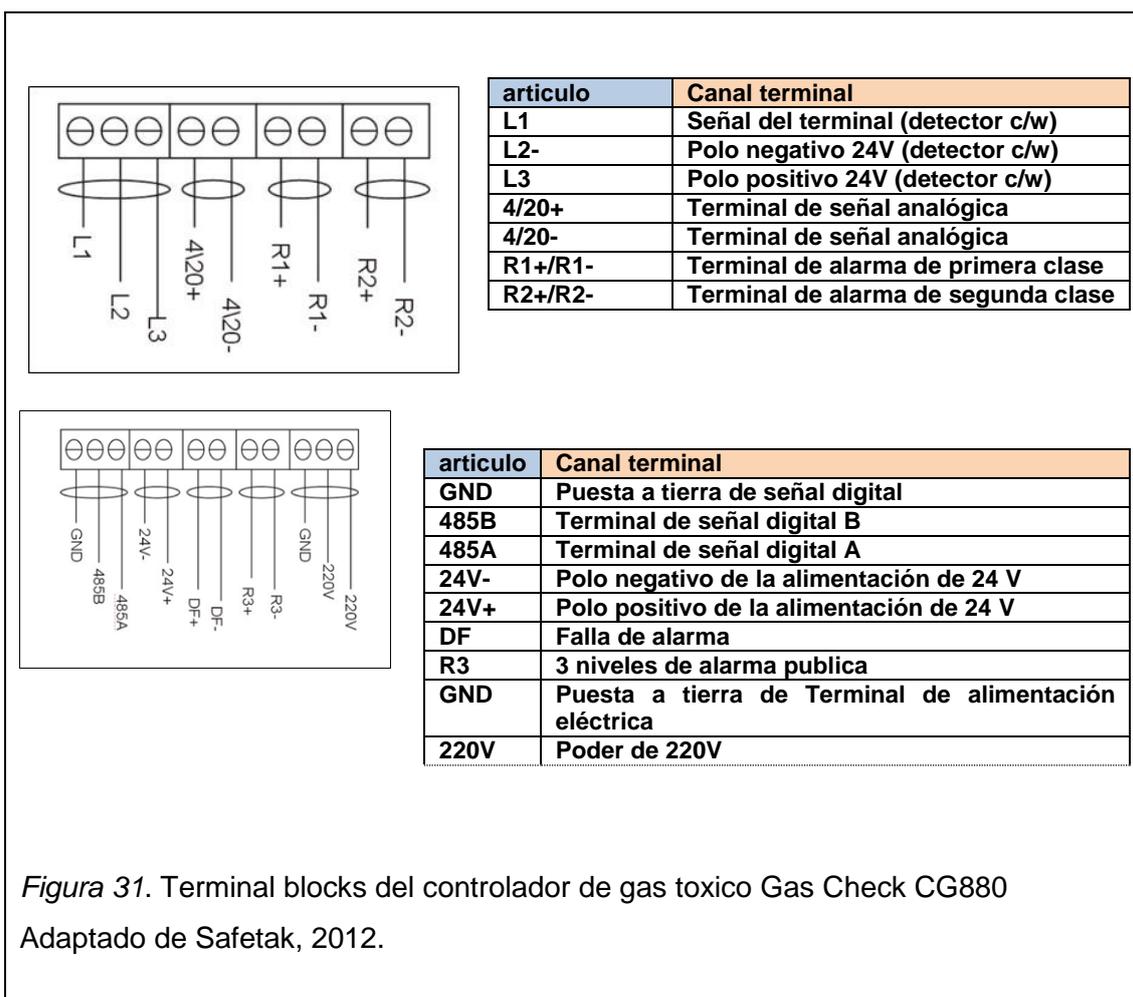
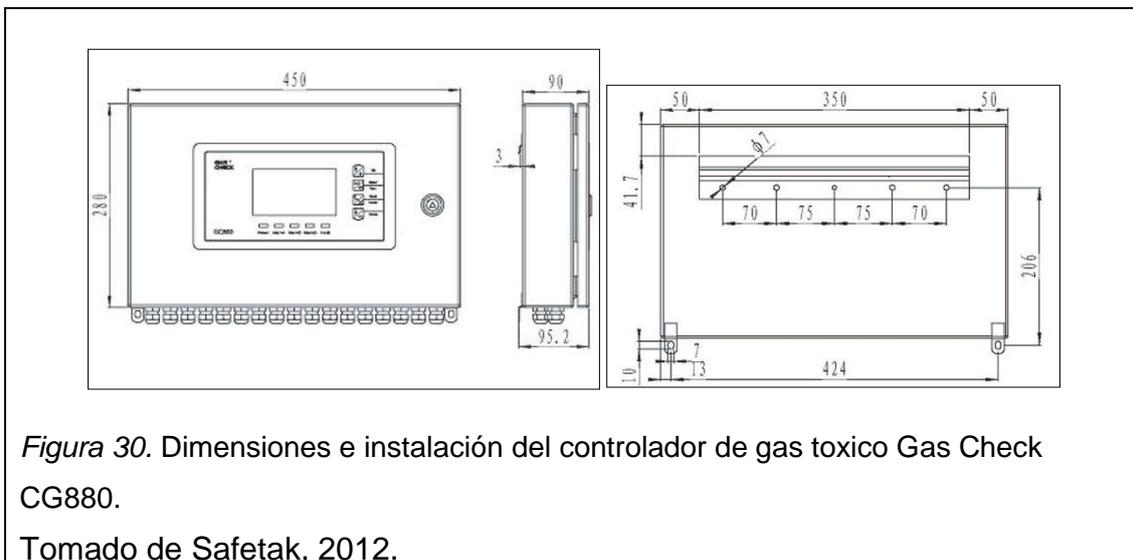


En la Figura 29 se hace referencia a las principales partes de la consola del controlador de gas tóxico Gas Check CG 880 y en la tabla 20 el nombre de cada parte.

Tabla 20. Partes del controlador de gas toxico Gas Check CG880

Numero	Descripción	Numero	Descripción
1	Protector de pantalla	6	Tablero de canal
2	Carcasa superior	7	Cascasa inferior
3	Bloqueo de carcasa superior	8	Alimentación de la placa
4	Bisagra	9	Placa de montaje
5	Tablero principal	10	Conector de entrada

Adaptado de Safetak Co Ltda, 2012



Para la instalación de la consola del controlador de gas CG 880 se consideró las dimensiones del panel de control (Ver Figura 30), se determinó el lugar más adecuado analizando puntos como la cercanía que este tuviera con personal que controlara los datos permanentemente, la longitud de los cables y la distancia entre los puntos estratégicos elegidos para la colocación de los sensores.

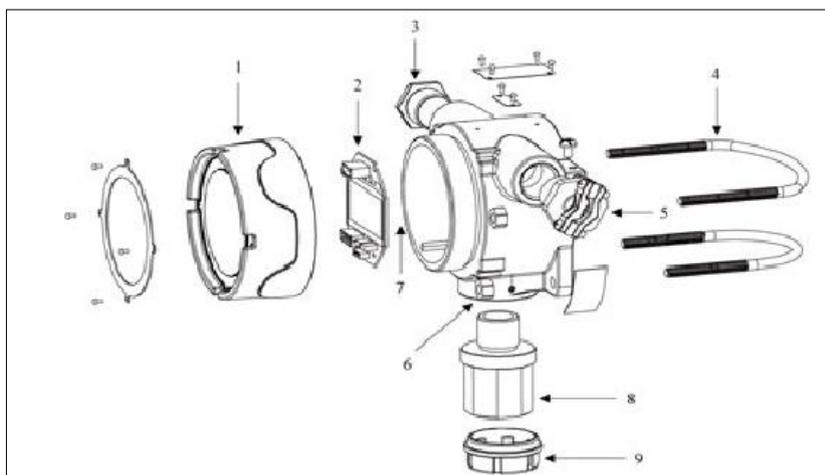
#### 4.1.5.2. Detector de gas para diferentes tipos de gases (tóxicos/ inflamables) CG 710



*Figura 32.* Descripción detector de gas toxico Gas GC 710.

De acuerdo a Safetak Co Ltda (2012)

- Amplia gama de sensores: H<sub>2</sub>S, CO, H<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, EX, ETO, CO<sub>2</sub>, COV, EX.
- Es muy seguro debido a su carcasa robusta, fácil de operar y blindaje electromagnético fuerte
- Grado de protección: IP66
- Precio competitivo, bajo costo de instalación y de mantenimiento
- Sensor reemplazable con garantía de un año
- Sensor de combustión catalítica de gas combustible
- Sensor electroquímico de gas tóxico
- 95 db sonido de alarma (opcional) y respuesta rápida y precisa.



*Figura 33.* Estructura del detector de gas tóxico GC 710

Tomado de Safetak Co Ltda, 2012.

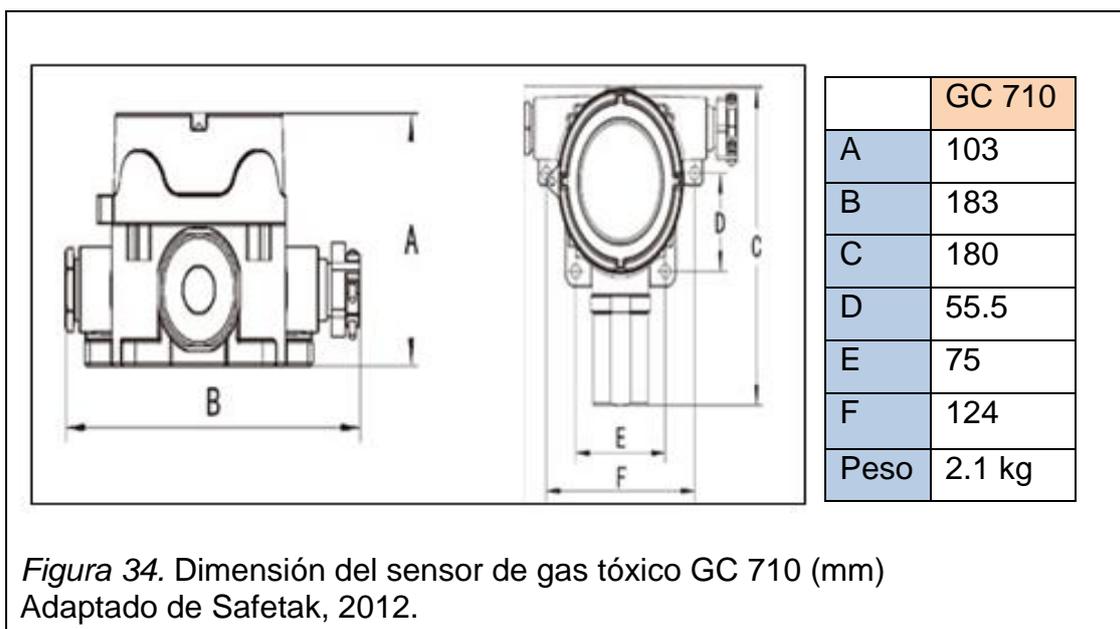
La figura hace referencia a las partes que componen el sensor de gas tóxico GC 710 y la tabla al nombre de cada una de estas partes.

Tabla 21. Partes del detector de gas toxico GC 710

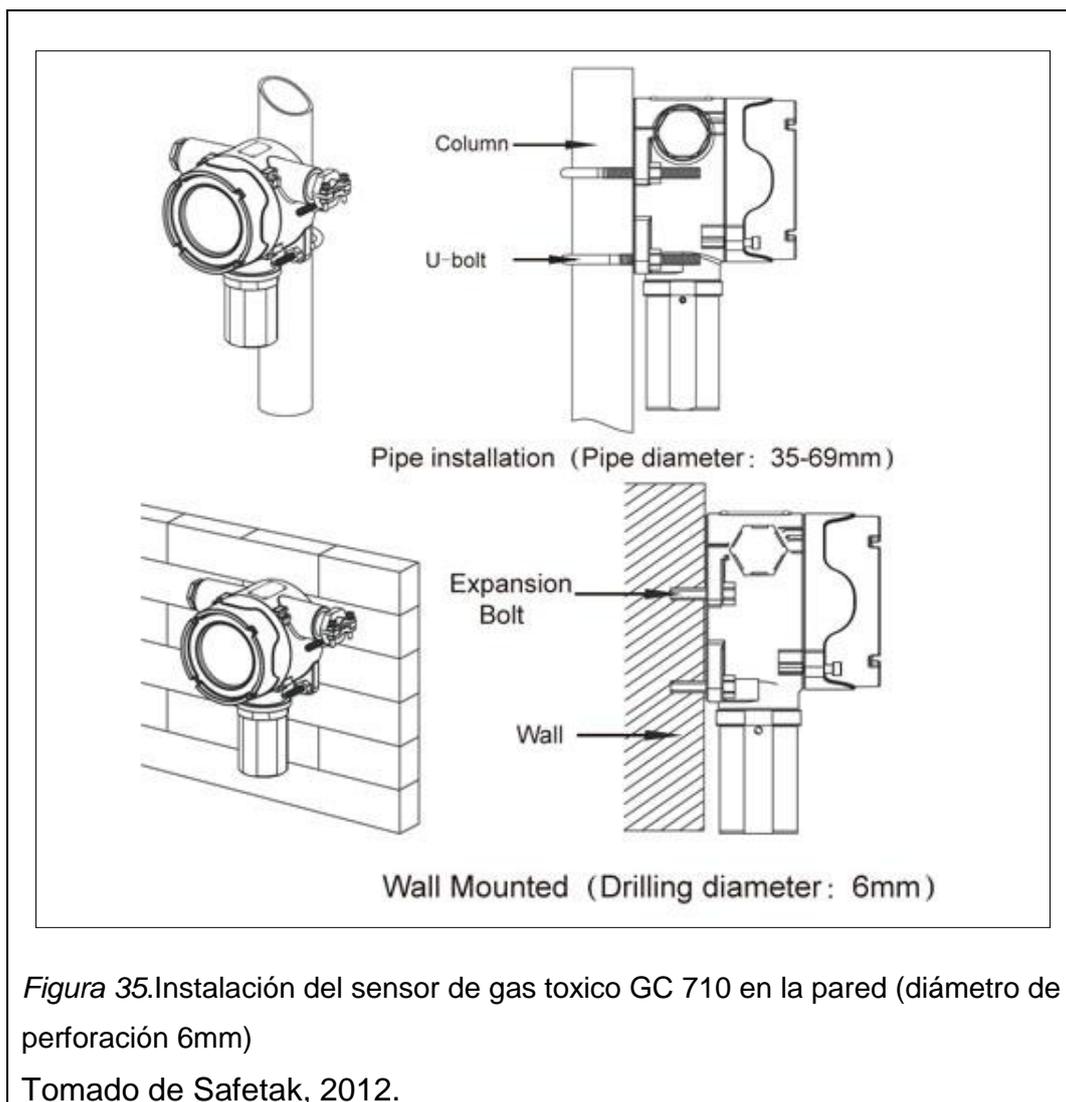
Numero	Descripción	Numero	Descripción
1	Carcasa superior	6	Fijación de perno en U
2	Tablero de atrás	7	Carcasa inferior
3	<i>Relay board</i>	8	Ensamblaje del sensor
4	Perno en U	9	Protector de lluvia
5	Tuerca de compresión		

Adaptado de Safetak Co Ltda, 2012.

El siguiente gráfico describe las dimensiones en milímetros y el peso del sensor escogido; también se consideró para la elección del lugar en el que se va a instalar, las dimensiones y el peso; con el fin de determinar los materiales utilizados para sujetar al sensor.



Para la instalación del sensor además de considerarse el peso y dimensiones, también se tomó en cuenta el diámetro del agujero que debía ser perforado en cada parte de la estructura de la torre en la que se determinó como lugar estratégico para la instalación de cada sensor.



*Figura 35.* Instalación del sensor de gas toxico GC 710 en la pared (diámetro de perforación 6mm)

Tomado de Safetak, 2012.

La figura 36 constituye la base para la conexión del cableado y de la conexión de cada sensor a la consola del controlador de gas CG 880.

De acuerdo a las indicaciones y especificaciones de cada conexión se ajustó de acuerdo a las zonas de muestreo y a la ubicación del panel de control.

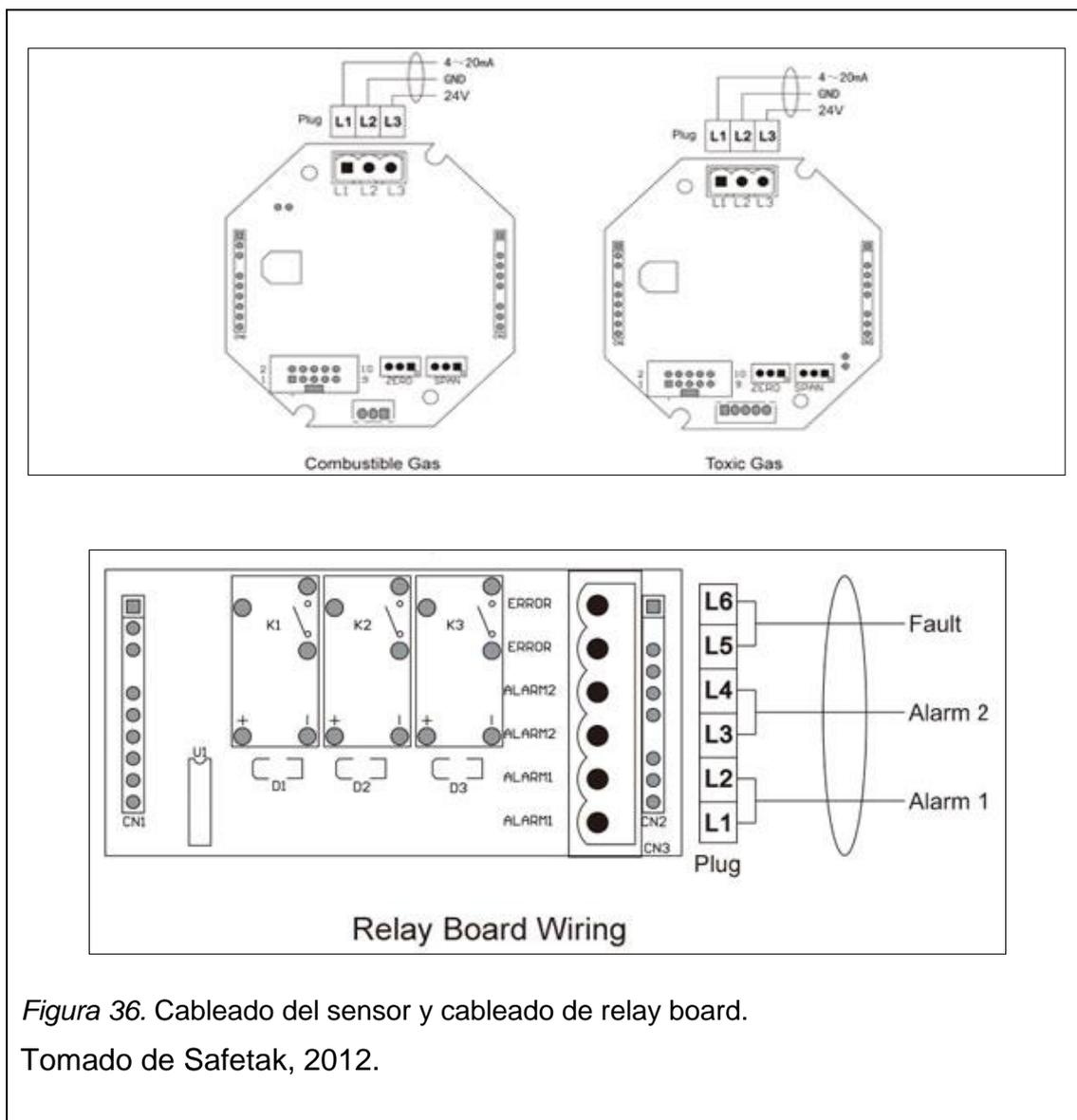


Figura 36. Cableado del sensor y cableado de relay board.

Tomado de Safetak, 2012.

El sensor escogido fue el GC 710; sin embargo en la siguiente tabla se puede apreciar los parámetros de rendimiento de tres modelos de estos sensores. Se debe mencionar que el sensor escogido detecta no sólo la presencia de gas ácido sulfhídrico  $H_2S$  sino de otros gases como  $CO$ ,  $SO_2$ ,  $NO$ ,  $HCl$ ,  $NH_3$ ,  $PH_3$ , etc.

En el caso de estudio se detecta la presencia de  $H_2S$  en rango de hasta 100 y 1000 ppm; sin embargo la peligrosidad de éste gas a tales concentraciones ya

causaría graves daños; si bien se detecta a éstas concentraciones cada sensor se configuró para que de señal de alarma a los 0,0047 ppm.

Tabla 22. Parámetros de rendimiento

	Rango (ppm)	Resolución (ppm)	Tiempo de respuesta (s)	A prueba de explosión / modelo de sensor		
				d/GC710	d+ia/GC710P	ia/GC710A
H <sub>2</sub> S	100	1	<45	<b>3.3.1 X</b>	<b>3.3.2 X</b>	<b>3.3.3 X</b>
	1000	1	<45	<b>3.4 X</b>	<b>3.3.5 X</b>	<b>3.3.6 X</b>
CO	1000	1	<45	<b>3.7 X</b>	<b>3.3.8 X</b>	<b>3.3.9 X</b>
	2000	1	<45	<b>3.3.10 X</b>	<b>3.3.11 X</b>	<b>3.3.12 X</b>
SO <sub>2</sub>	20.0	0.1	<30		<b>3.3.13 X</b>	<b>3.3.14 X</b>
NO	300	1	<30		<b>3.3.15 X</b>	<b>3.3.16 X</b>
NO <sub>2</sub>	20.0	0.1	<40		<b>3.3.17 X</b>	<b>3.3.18 X</b>
CL <sub>2</sub>	20.0	0.1	<40		<b>3.3.19 X</b>	<b>3.3.20 X</b>
HCl	20.0	0.1	<60		<b>3.3.21 X</b>	<b>3.3.22 X</b>
H <sub>2</sub>	1000	1	<90	<b>3.23 X</b>	<b>3.3.24 X</b>	<b>3.3.25 X</b>
NH <sub>3</sub>	100	1	<40		<b>3.3.26 X</b>	<b>3.3.27 X</b>
	1000	1	<40		<b>3.3.28 X</b>	<b>3.3.29 X</b>
HCN	50.0	0.1	<40		<b>3.3.30 X</b>	<b>3.3.31 X</b>
O <sub>3</sub>	1.00	0.01	<60		<b>3.3.32 X</b>	<b>3.3.33 X</b>
PH <sub>3</sub>	5.0	0.1	<30		<b>3.3.34 X</b>	<b>3.3.35 X</b>
O <sub>2</sub>	30 % vol	0.1 % vol	<30	<b>3.36 X</b>	<b>3.3.37 X</b>	<b>3.3.38 X</b>
EX		1% LEL	<30	<b>3.3.39 X</b>		

Nota: d : detector inflamabilidad

ia : detector de seguridad intrínseca (debería ser equipado con un dispositivo de seguridad

d+ia : detector de seguridad intrínseca con dispositivo detector de Inflamabilidad

Adaptado de Safetak Co Ltda, 2012.

#### **4.1.6. Determinación de lugares estratégicos para la instalación de sensores**

Para determinar los lugares más idóneos a instalar los sensores se tomó en consideración las características del gas ácido sulfhídrico y de la plataforma petrolera terrestre.

- Según MARIV (2004), Manual de ingeniería en servicios, al ser este gas 18% más pesado que el aire, el gas ácido sulfhídrico tiende a estancarse en sitios confinados y por lo que la instalación de sensores se situaron donde el gas se concentra y queda estancado; es decir en lugares confinados.
- A medida que nos alejamos de la fuente la concentración va disminuyendo; por lo que muy cerca a la fuente también es un sector estratégico de instalación (MARIV, 2004).
- Es también importante colocar los sensores a alturas bajas; ya que si se lo ubica a una altura muy elevada, el gas no llegaría debido a que es más pesado que el aire (MARIV, 2004).
- El viento también constituye un factor a tener en cuenta; ya que incrementa la dispersión según su intensidad y dirección, haciendo muy difícil la detección del H<sub>2</sub>S en forma temprana y efectiva; sin embargo es imposible predecir la dirección del viento y aún si el sensor fuese axial, por eso se recomienda al instalar evitar zonas ventosas (MARIV, 2004).



Figura 37. Boca del pozo de perforación modelo

- De acuerdo a lo antes mencionado se realizó la instalación de sensores en la boca del pozo, bodegas y en zarandas, los sensores se instalaron llegando a un factor de compromiso entre la velocidad de respuesta ante la presencia de  $H_2S$  y la protección de los sensores contra la humedad ya que se debe mencionar que lugares como la boca del pozo son lugares con humedad altamente condensante, con vapores y presión; que podrían provocar un mal funcionamiento de los sensores afectando las características de sensibilidad y selectividad, causando falsas alarmas o dañando al sensor, se recomienda emplear una bomba de vacío, que tome muestras de la zona, la cual enviará dichas muestras a un sensor de  $H_2S$  a través de una manguera, o instalar un sensor con cable, ubicado a un metro/metro y medio del punto de censado (MARIV, 2004).

#### 4.1.7. Esquema del campamento fijados los lugares en los que se va a instalar el sensor

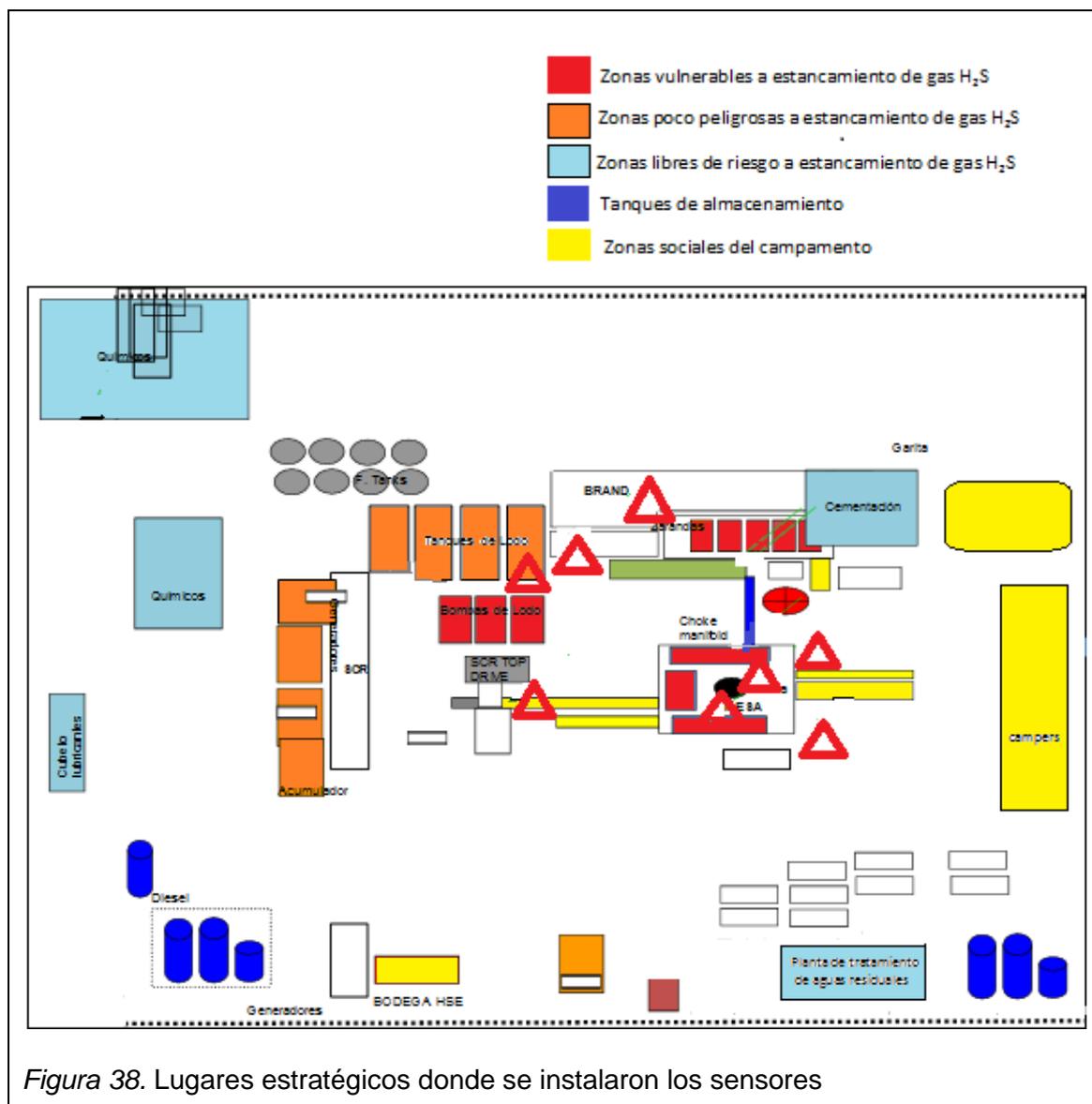


Figura 38. Lugares estratégicos donde se instalaron los sensores



Este símbolo indica los lugares estratégicos donde se instalaron los ocho sensores. Los lugares de instalación fueron designados de acuerdo a las características del gas ácido sulfhídrico, del cuidado de los sensores y de la distribución en el campo petrolero.

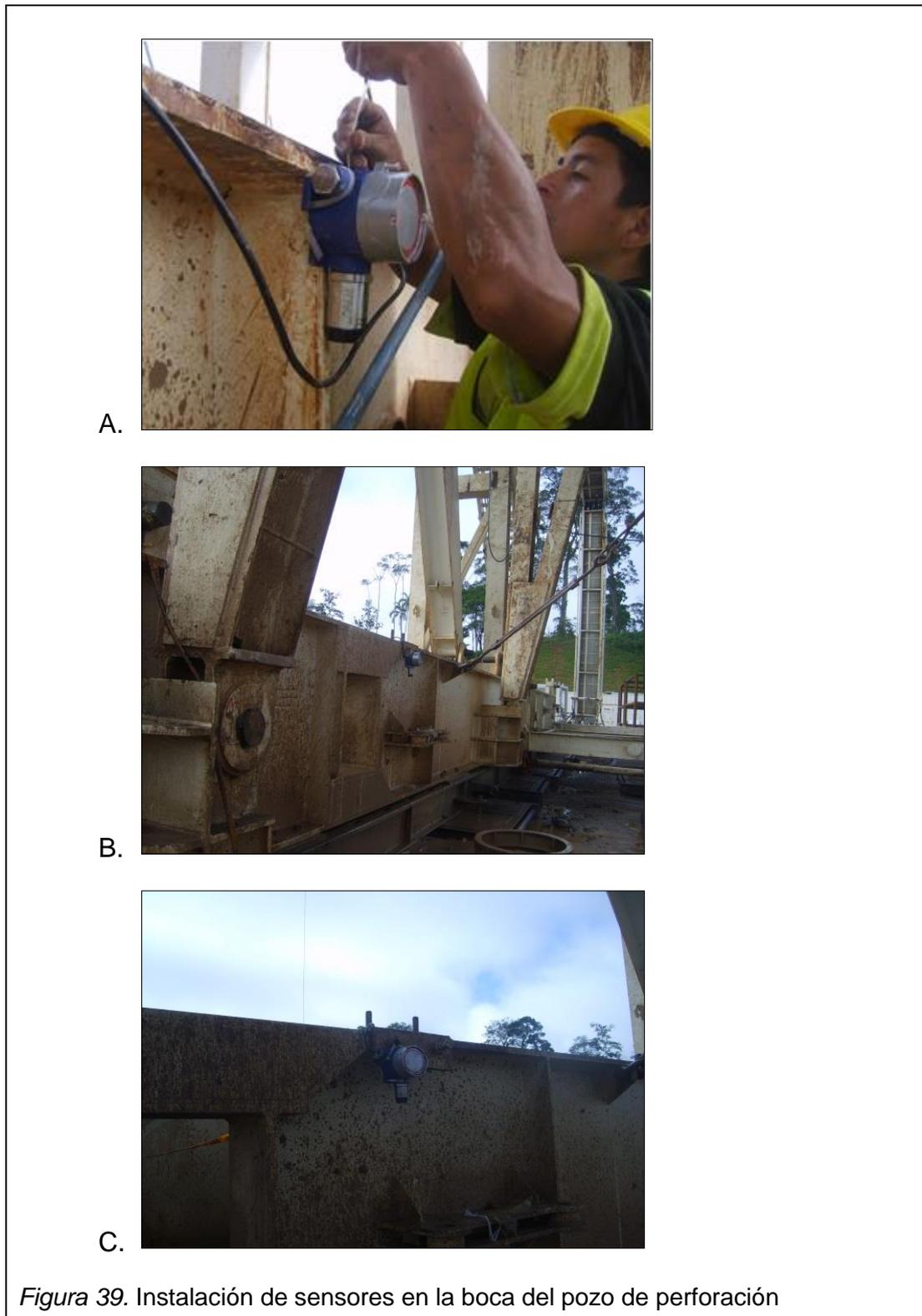
- **Sensor 1 y sensor 2:** instalados en la boca del pozo de perforación, fuente de emisión del gas; donde se produce la salida de las primeras concentraciones de gas ácido sulfhídrico, se instaló uno en cada lado de la mesa de la torre de perforación.
- **Sensor 3 y Sensor 4:** instalados en la parte alta de la torre de perforación donde se ubica la conexión de lodo giratoria, se instaló uno a cada lado.
- **Sensor 5 y Sensor 6:** instalados en zarandas, zonas confinadas donde sale lodos de perforación con cortes mayores.
- **Sensor 7:** instalado en *Frack Tanks*, zonas confinadas con lodo de perforación.
- **Sensor 8:** instalado en Hidrociclones, zonas confinadas donde se separa la arena y otras partículas más grandes y compactas.

#### 4.2. Instalación de sensores

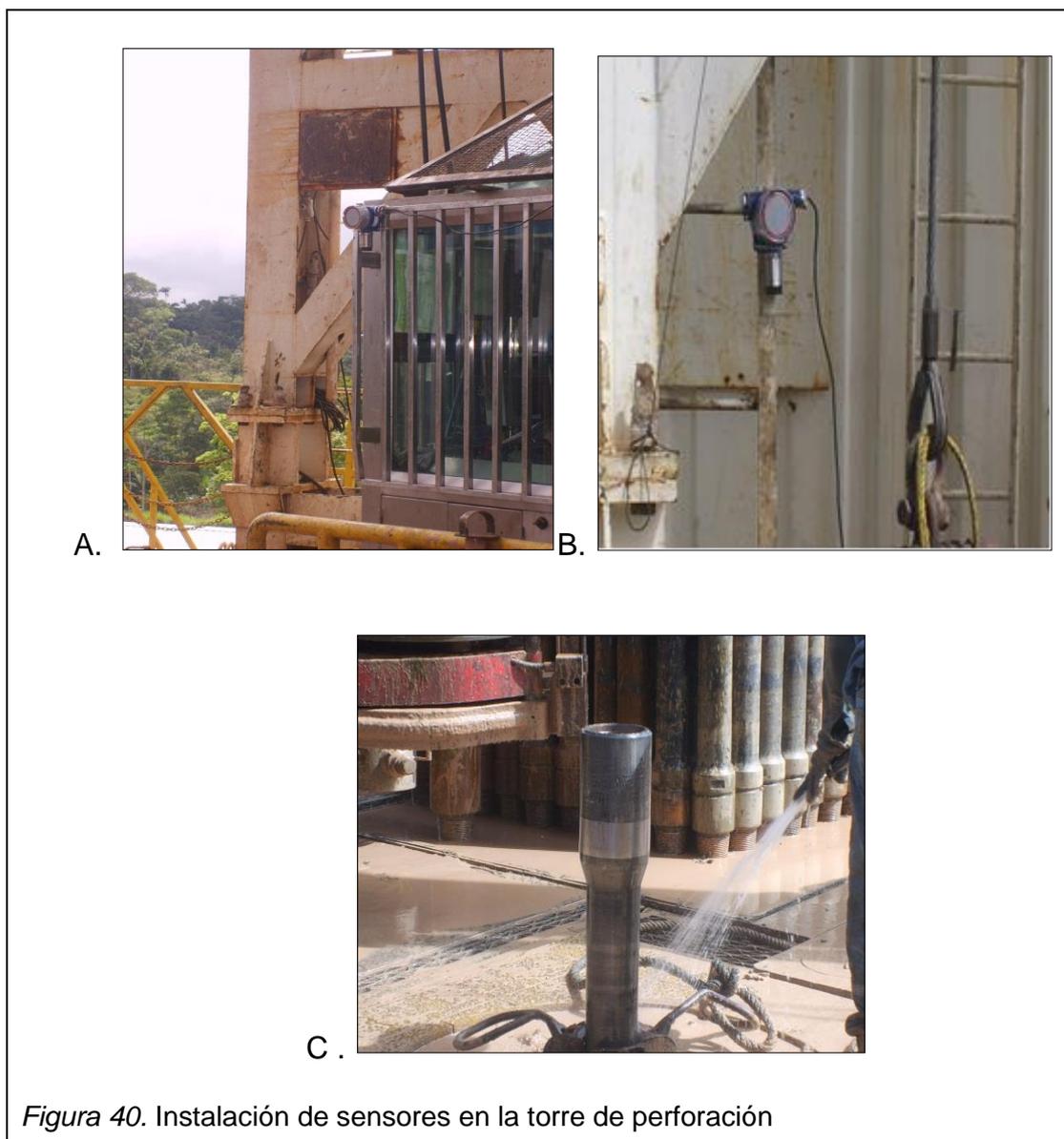
Se instalaron un total de ocho sensores; ya que la consola del controlador de gases soporta hasta 8 canales y debido a la necesidad del campo petrolero. Se contó con la ayuda de personal capacitado para instalación y se utilizó los materiales necesarios.

Se determinó los lugares de instalación de cada sensor de acuerdo a las características del gas ácido sulfhídrico, del cuidado de los sensores y a la distribución del campo petrolero.

- **Sensor 1 y sensor 2:** instalados en la boca del pozo de perforación, fuente de emisión del gas; donde se produce la salida de las primeras concentraciones de gas ácido sulfhídrico, uno en cada lado de la mesa de la torre de perforación.



- **Sensor 3 y Sensor 4:** instalados en la parte alta de la torre de perforación donde se ubica la conexión de lodo giratoria, uno a cada lado.

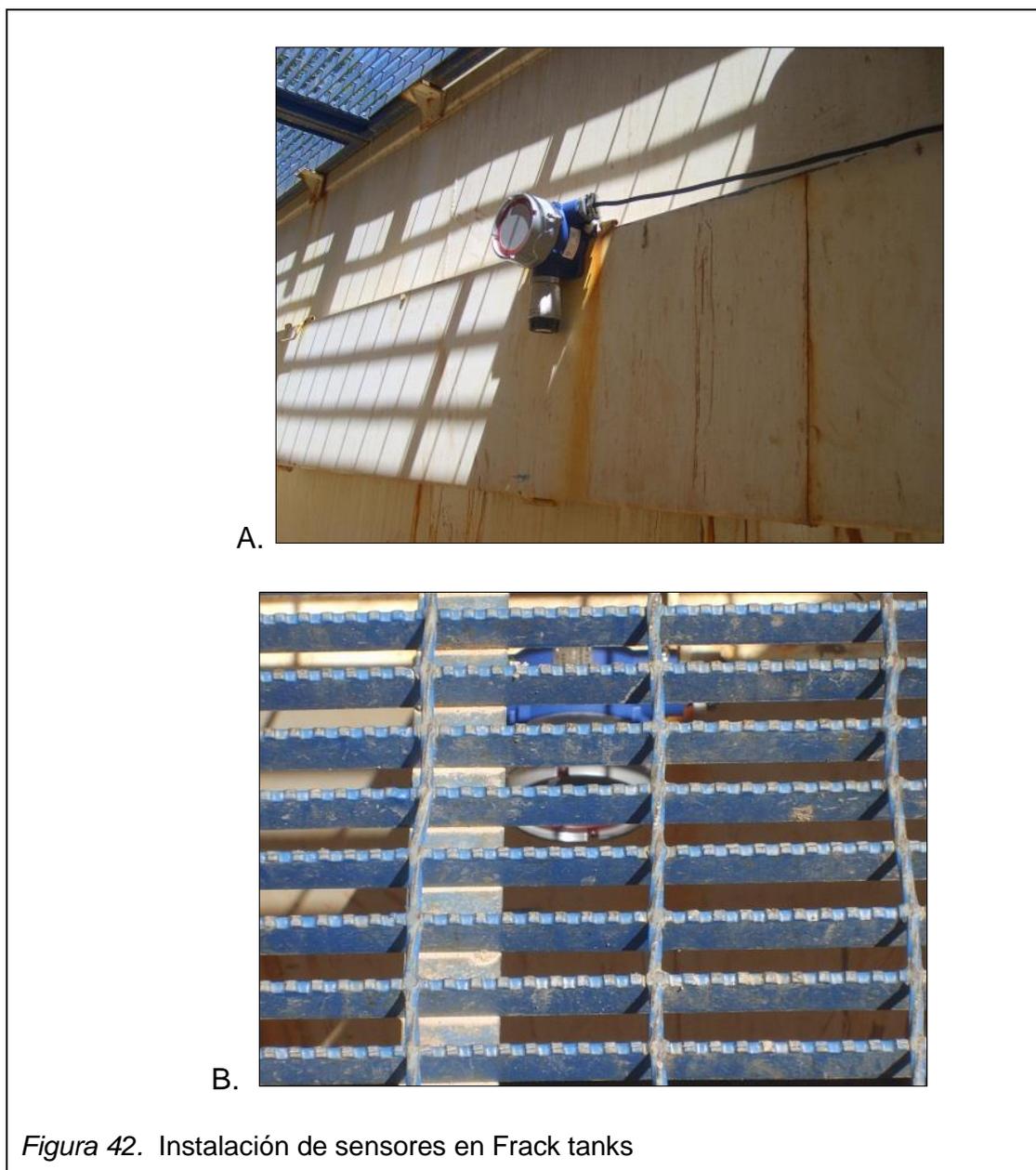


- **Sensor 5 y Sensor 6:** instalados en zarandas, zonas confinadas donde sale lodos de perforación con cortes mayores producto del proceso de perforación.



Figura 41. Instalación de sensores en zarandas

- **Sensor 7:** instalado en *Frack Tanks*, zonas confinadas con lodo de perforación.



*Figura 42.* Instalación de sensores en Frack tanks

- **Sensor 8:** instalado en Hidrociclones, zonas confinadas donde se separa la arena y otras partículas más grandes y compactas.

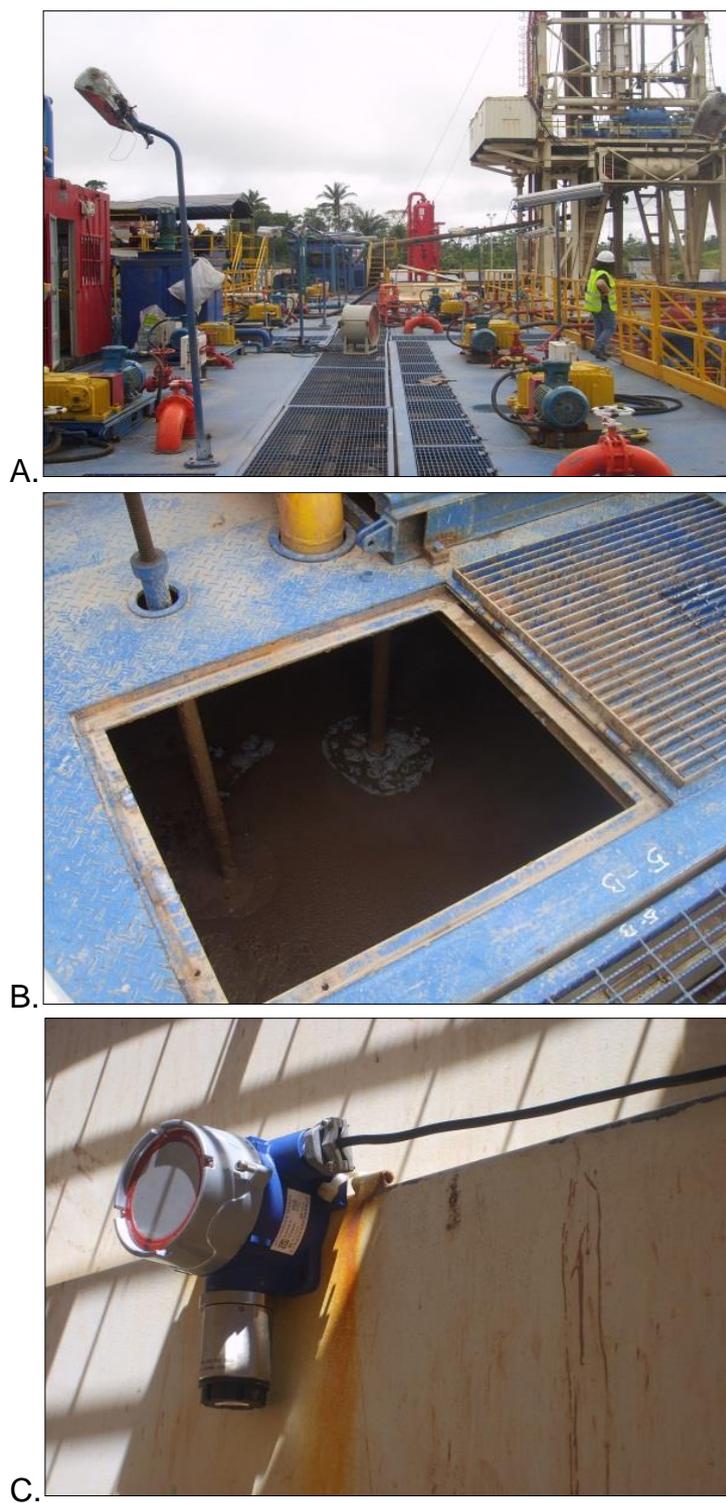
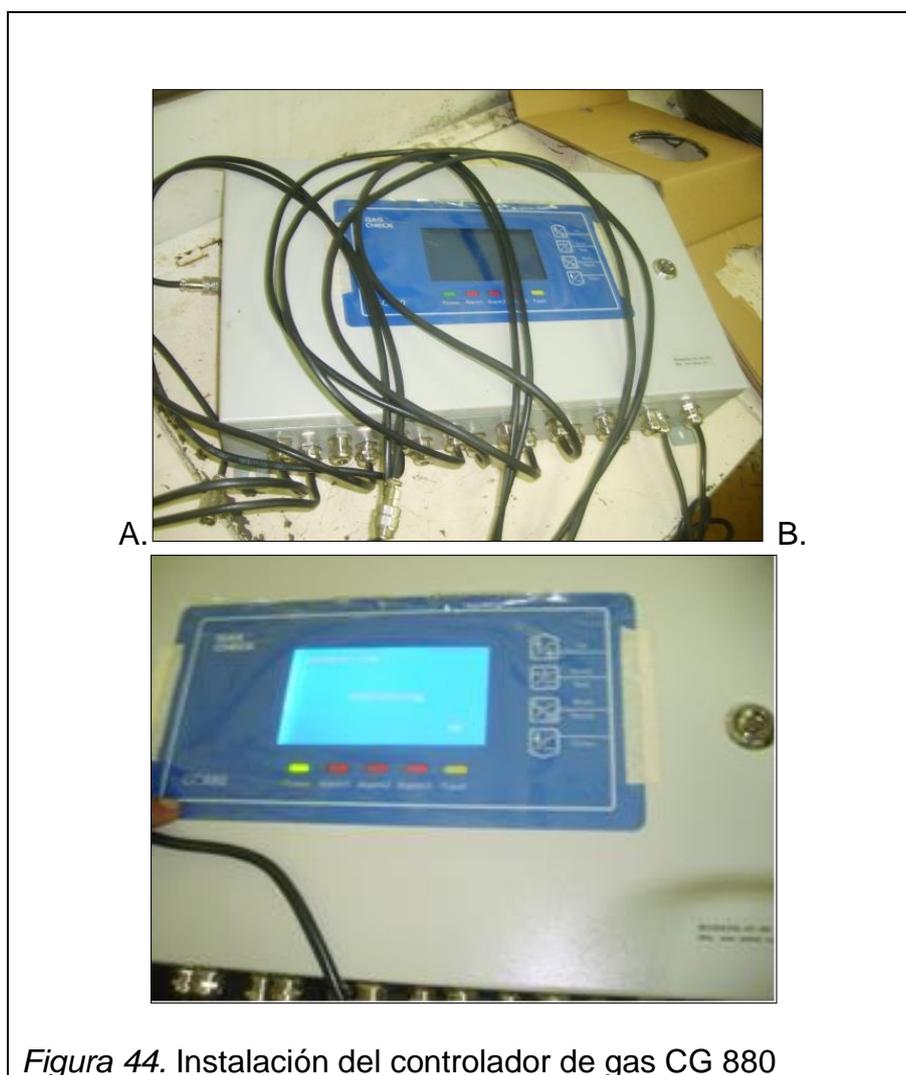


Figura 43. Instalación de sensores en Hidrociclones

### 4.3. Instalación de la de la consola del controlador de gas CG 880

Para la instalación se consideró las dimensiones, se determinó el lugar más adecuado analizando puntos como la cercanía que este tuviera con personal que controlara los datos permanentemente, la longitud de los cables y la distancia entre los puntos estratégicos elegidos para la colocación de los sensores. Se determinó como lugar para la instalación en la torre de perforación, al lado del cuarto de control de maquinaria.





#### **4.4. Proceso de información de instalación y funcionamiento de sensores al personal de la plataforma petrolera terrestre**

Posterior a la instalación de sensores; se realizó una reunión con parte del personal de la plataforma petrolera terrestre, en el que se informó acerca de la ubicación de cada uno de los ocho sensores, del funcionamiento de la consola del controlador CG 880, del funcionamiento de los sensores, de cómo se debe actuar ante la alarma del sensor y de qué medidas tomar durante y después de la ocurrencia de un siniestro. La socialización se efectuó con el jefe de

seguridad industrial, el supervisor de turno, el *company man*, el ingeniero de lodos y varios trabajadores de la torre de perforación.



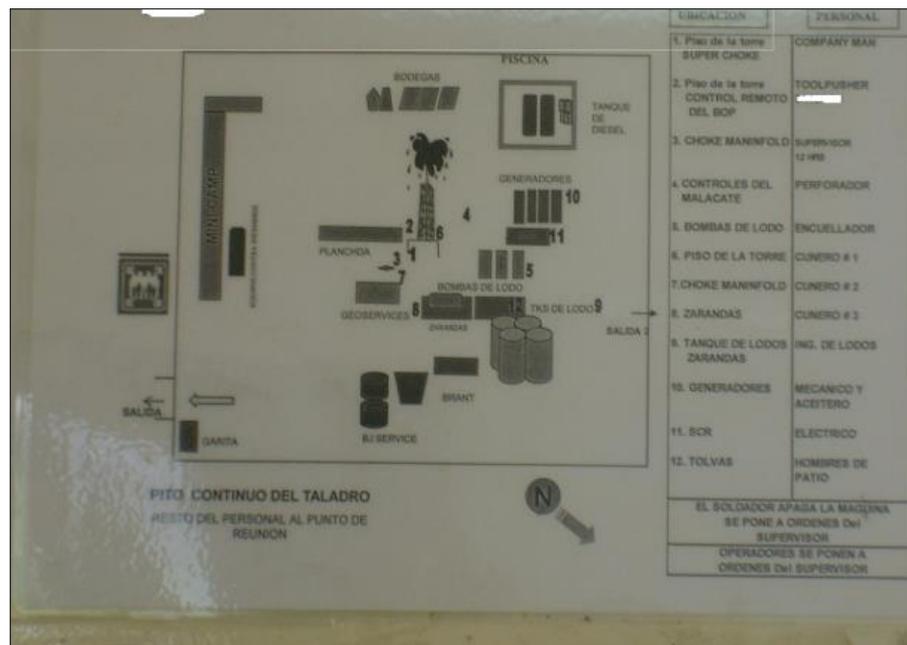
A.



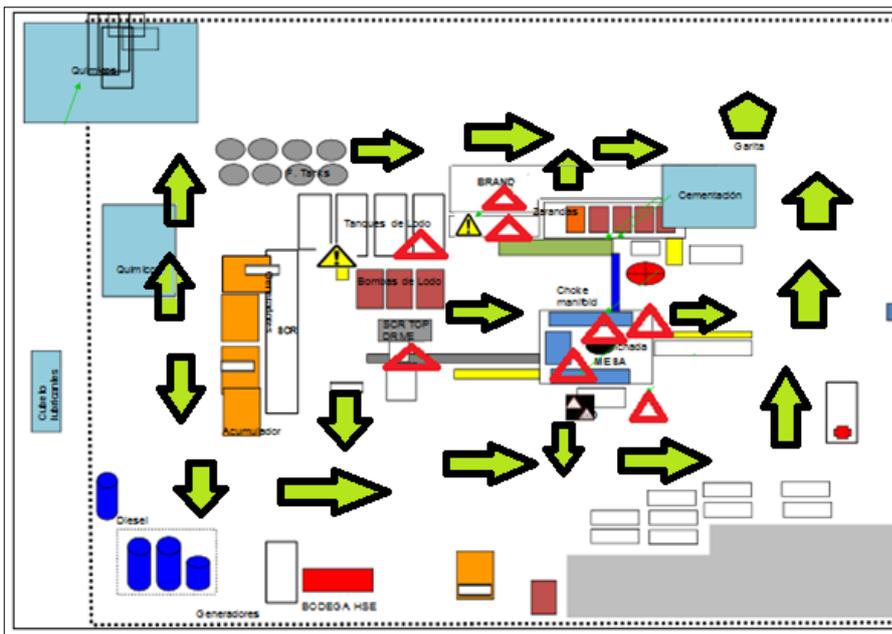
B.

*Figura 46.* Información del funcionamiento e instalación de sensores y de consola del controlador.

Además se colocó varios letreros informativos y mapas de evacuación; alrededor de todo el campo petrolero.



A.



B.

Figura 47. Letreros informativos y mapas de evacuación colocados alrededor del campo petrolero.

#### 4.5. Radio de acción e influencia de los sensores

El radio de acción e influencia del sistema de sensores y controlador de gas es básicamente toda el área que abarca el campo petrolero; sin embargo se han tomado las áreas de acción e influencia directa e indirecta.

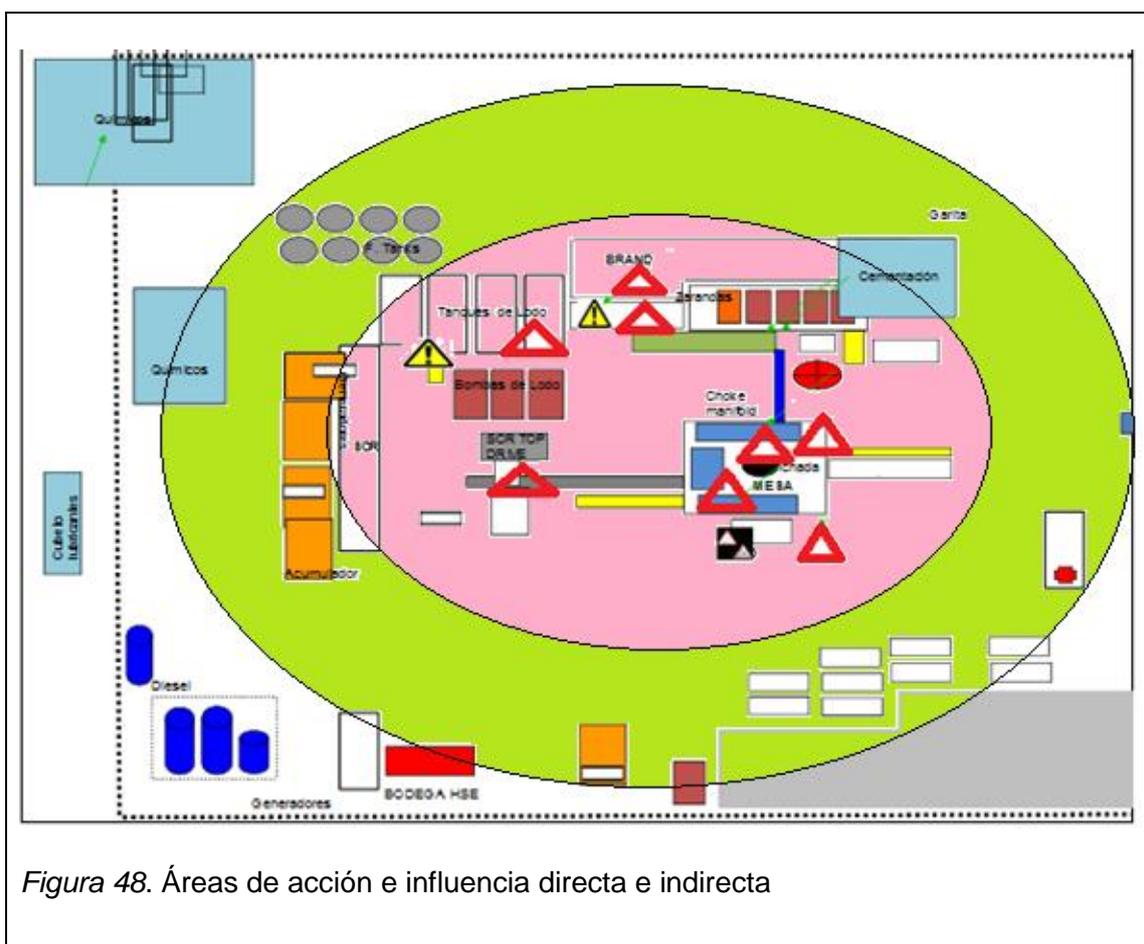


Figura 48. Áreas de acción e influencia directa e indirecta

#### 4.6. Monitoreo y datos obtenidos

Posterior a la instalación de sensores, consola del controlador, socialización del proyecto de instalación y análisis de áreas de influencia; se realizó un monitoreo y toma de datos durante un período de 40 días.

Los datos obtenidos son una media de los datos diarios registrados por los ocho sensores. Durante estos 40 días se registraron las siguientes concentraciones de gas ácido sulfhídrico.

Tabla 23. Datos del monitoreo realizado durante un período de 40 días.

<b>Tiempo (día)</b>	<b>Concentración promedio de los ocho sensores (ppm)</b>	<b>Límite máximo permisible configurado en cada sensor (ppm)</b>
1	0,0018	0,0047
2	0,004	0,0047
3	0,003	0,0047
4	0,0013	0,0047
5	0,0089	0,0047
6	0,0029	0,0047
7	0,0067	0,0047
8	0,0015	0,0047
9	0,0012	0,0047
10	0,0014	0,0047
11	0,0016	0,0047
12	0,007	0,0047
13	0,006	0,0047
14	0,0016	0,0047
15	0,0017	0,0047
16	0,0009	0,0047
17	0,0009	0,0047
18	0,0007	0,0047
19	0,0023	0,0047
20	0,0021	0,0047
21	0,0043	0,0047
22	0,0012	0,0047
23	0,0015	0,0047
24	0,0023	0,0047
25	0,0031	0,0047
26	0,0045	0,0047
27	0,001	0,0047
28	0,0022	0,0047
29	0,0045	0,0047
30	0,0033	0,0047
31	0,0076	0,0047
32	0,0079	0,0047
33	0,0054	0,0047

Continuación de la Tabla 23

<b>34</b>	0,0034	0,0047
<b>35</b>	0,0022	0,0047
<b>36</b>	0,0019	0,0047
<b>37</b>	0,0022	0,0047
<b>38</b>	0,0054	0,0047
<b>39</b>	0,0046	0,0047
<b>40</b>	0,0008	0,0047

Nota: los valores de las concentraciones (ppm) de gas ácido sulfhídrico son el promedio diario de los ocho sensores instalados.

#### 4.7. Análisis de Resultados

De 40 datos tomados, 8 registran valores por encima del límite máximo permisible (0,0047 ppm) configurado en cada sensor, lo que corresponde a un 20%; los valores altos corresponden a los días: 5, 7, 12, 13, 31, 32, 33, 38 en concentraciones relativamente bajas (no mayores a 1 ppm).

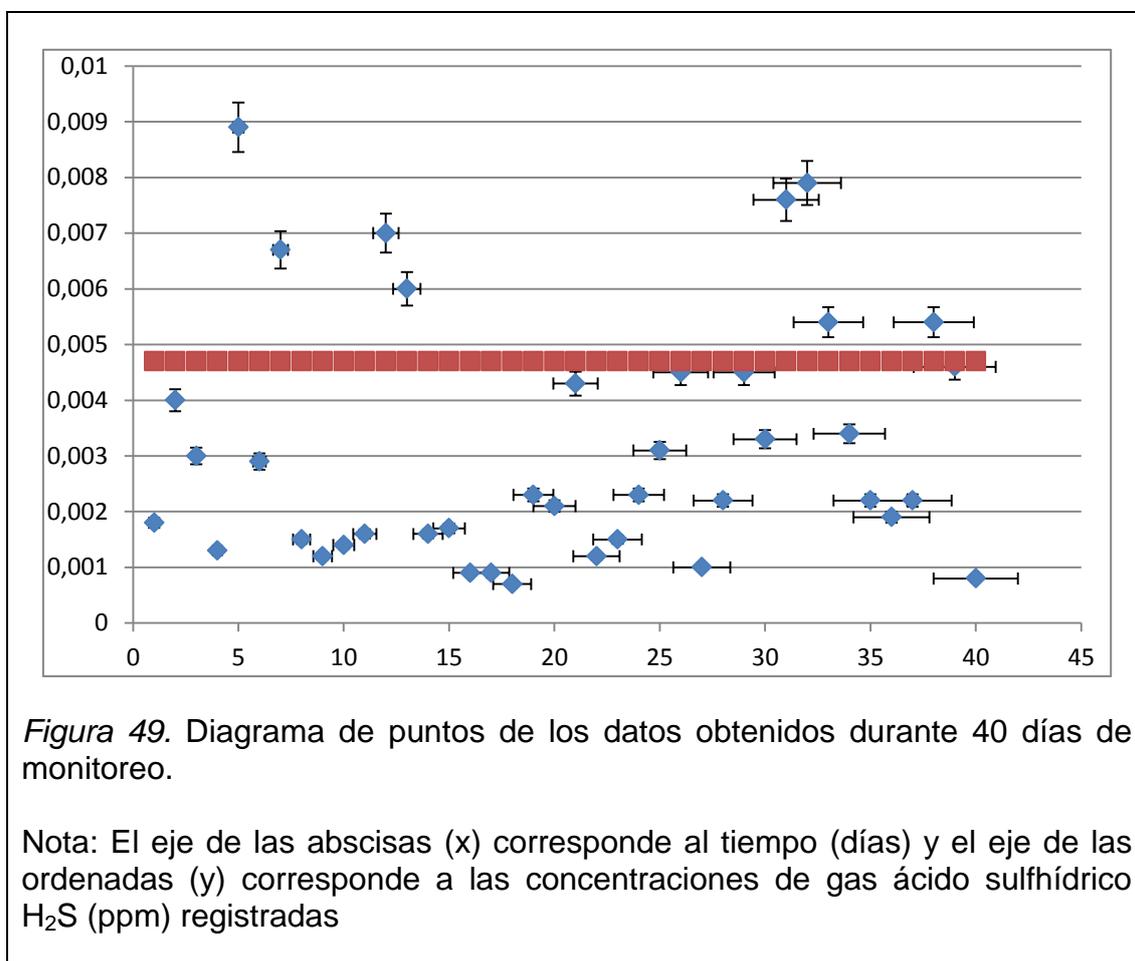
Estas concentraciones no fueron detectadas por los ocho sensores; puesto que fue uno o dos sensores los que presentaron valores altos que alteraron el valor promedio diario.

Los sensores que detectaron concentraciones ligeramente elevadas de gas ácido sulfhídrico fueron los ubicados en la boca del pozo de perforación; es decir los sensores 1 y 2.

En la figura 49 se observa los 40 datos registrados, producto del monitoreo de 40 días, la línea roja corresponde al límite máximo permisible (0,0047) configurado en los sensores.

Los valores que se encuentran bajo la línea del límite máximo permisible, no representan ningún riesgo, en tanto que los valores que se encuentran sobre

ésta línea a pesar de ser muy bajos, ya se percibe su olor característico a huevos podridos.



Se evidencia que los valores sobre la línea roja se encuentran en días seguidos

5 y 7; 12 y 13; 31,32 y 33; y por último 38, esto se debe a que las capas terrestres que están siendo perforadas liberan concentraciones más elevadas de gas ácido sulfhídrico H<sub>2</sub>S.

Analizando los datos superiores a los 0,0047 ppm se estima que el 20% de los datos monitoreados presentaron valores ligeramente elevados y causaron alarma en el campo petrolero. Sin embargo el valor límite de 0,0047 ppm elegido en éste estudio propone una tolerancia casi de cero a la exposición de

gas ácido sulfhídrico; consideración que depende del nivel de tolerancia o criterio de cada empresa petrolera.

El valor de 0, 0047 fue determinado en base a que a partir de ésta concentración ya se percibe su olor característico a “huevos podridos” y aunque no representa un riesgo alto a la salud y seguridad de los trabajadores, indica la perforación de capas terrestres que podrían contener altas concentraciones de gas  $H_2S$  y que podrían salir como fuga descontrolada, causando graves daños a la salud y seguridad de los trabajadores.

## CAPITULO V

### **5. Propuesta para el control del riesgo ocupacional y ambiental producido por ácido sulfhídrico H<sub>2</sub>S para plataformas terrestres de perforación**

#### **5.1. Propuesta Ambiental para el control del H<sub>2</sub>S en plataformas terrestres de perforación**

El conjunto de acciones establecidas en este plan tienden a eliminar o minimizar el riesgo producido por la emisión del gas H<sub>2</sub>S, el mismo que afecta directamente a la salud de los trabajadores, al medio ambiente y al desarrollo económico de la petrolera.

La propuesta busca: Implantar, mantener y mejorar (gestionar adecuadamente) acciones acertadas; tendientes a disminuir los riesgos asociados a la exposición de gas H<sub>2</sub>S.

De acuerdo con los resultados arrojados, producto de las matrices elaboradas en el capítulo IV, se determinaron los siguientes programas:

- Programa de calidad del aire: este programa busca controlar las emisiones al aire mediante la instalación de sensores y mantener la calidad de éste.
- Programa de Supervisión y participación: este programa enfoca sus acciones en la prevención, en el antes, durante y después de la ocurrencia de un accidente o incidente asociado a las emisiones de gas ácido sulfhídrico.
- Programa contra incendios y explosiones: este programa fue implementado tomando en cuenta los resultados obtenidos de la matriz de riesgos, donde se observó valoraciones altas en probabilidad de ocurrencia de incendios y explosiones.
- Programa de cumplimiento de acciones legales: este programa busca recomendar la implementación de acciones encaminadas a dar

cumplimiento a la legislación vigente en gestión del riesgo asociado a emisiones de gas ácido sulfhídrico.

### **5.1.1. Programa de Calidad del Aire**

#### **Objetivo**

Establecer acciones de control (instalación de sensores) de las emisiones de gas ácido sulfhídrico con el fin de monitorear, mantener y mejorar la calidad de aire.

#### **Meta**

Controlar las emisiones de gas ácido sulfhídrico (H<sub>2</sub>S) y mantener una buena calidad del aire para esto verificar diariamente la lectura del sensor; este debe ser menor a 0,0047 ppm, en caso de ser mayor se atenderá al plan de participación y supervisión

#### **Indicadores**

Registro diario de la lectura del sensor durante un año.

#### **Alcance**

Por medio de este programa se definirán acciones concretas para la instalación de sensores de H<sub>2</sub>S que permita realizar un correcto monitoreo de la presencia del gas

#### **Responsables**

Jefe de Seguridad Industrial

Jefe de brigada de control y prevención

#### **Posibles Emergencias**

Olores desagradables.

Estancamiento del gas

Falsas alarmas.

Incertidumbre de la existencia del gas ante la falta de un sensor.

### **Procedimiento**

Colocación de Sensores en la plataforma petrolera, ubicados en zonas estratégicas; de acuerdo a las características del gas ácido sulfhídrico y de la plataforma petrolera

### **Acciones**

Instalar dispositivos de alarma que detecten la presencia de gas ácido sulfhídrico (sensores); en lugares estratégicos, determinados por las características propias de éste gas (tiende a estancarse) y por las características de la infraestructura de la plataforma.

Determinar el sensor más idóneo; de acuerdo al presupuesto y características requeridas por la industria petrolera.

Se mantendrán registros de medio ambiente y seguridad industrial diarios, donde se debe documentar el funcionamiento de los sensores con los datos arrojados. Utilizando en una hoja el siguiente formato:

Tabla 24. Registro de Medio Ambiente y Seguridad Ocupacional.

<p style="text-align: center;">Registro Medio ambiente y seguridad industrial</p> <p><b>Fecha:</b> dd/mm/aa</p> <p><b>Encargado:</b></p> <p><b>Revisado por:</b></p>																																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center; padding: 5px;">Registro de Medio ambiente y seguridad industrial</td> </tr> <tr> <td style="width: 15%; padding: 5px;">Hora:</td> <td style="width: 20%; padding: 5px;">Ubicación del sensor:</td> <td style="width: 20%; padding: 5px;">Dato : (ppm)</td> <td style="width: 20%; padding: 5px;">Evento:</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Observación:</td> </tr> <tr> <td style="height: 20px;"></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="height: 20px;"></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="height: 20px;"></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="height: 20px;"></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>					Registro de Medio ambiente y seguridad industrial					Hora:	Ubicación del sensor:	Dato : (ppm)	Evento:	Observación:																				
Registro de Medio ambiente y seguridad industrial																																		
Hora:	Ubicación del sensor:	Dato : (ppm)	Evento:	Observación:																														

### **Obligaciones Jefe de Seguridad Industrial**

Deberá revisar diariamente los registros de medio ambiente y seguridad industrial; comprobando que los datos arrojados se encuentren por debajo de los 0,0047 ppm.

### **Obligaciones de los trabajadores**

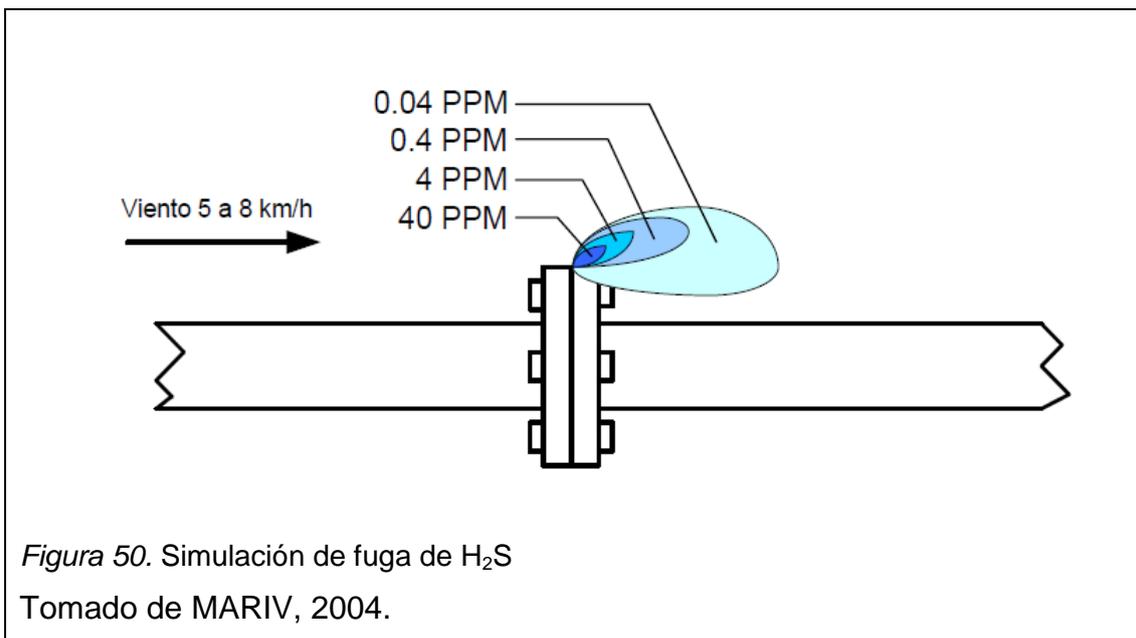
Los trabajadores, están obligados a:

Registrar diariamente los datos arrojados por todos los sensores instalados e informar inmediatamente al jefe de seguridad industrial en el caso de encontrar concentraciones mayores a los 0,0047 ppm.

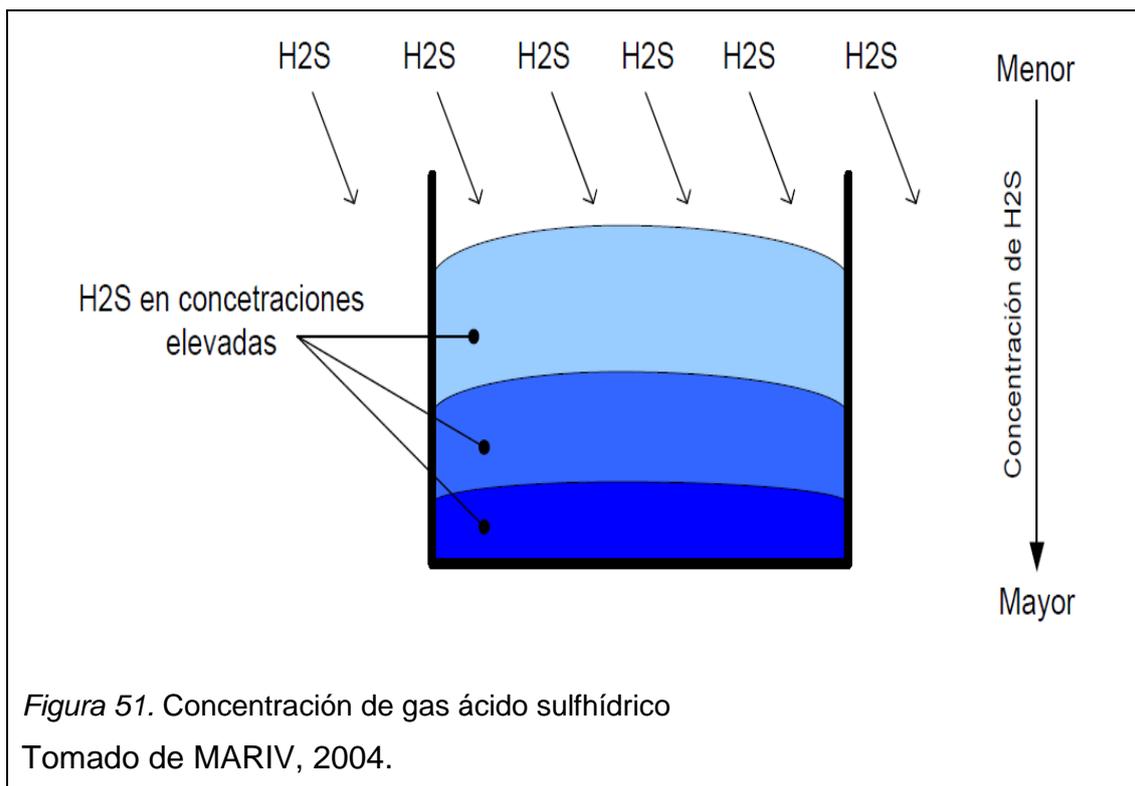
### **Consideraciones sobre la instalación de sensores**

Para determinar los lugares más idóneos a instalar los sensores se deben tomar en consideración las características del gas ácido sulfhídrico y de la plataforma petrolera terrestre.

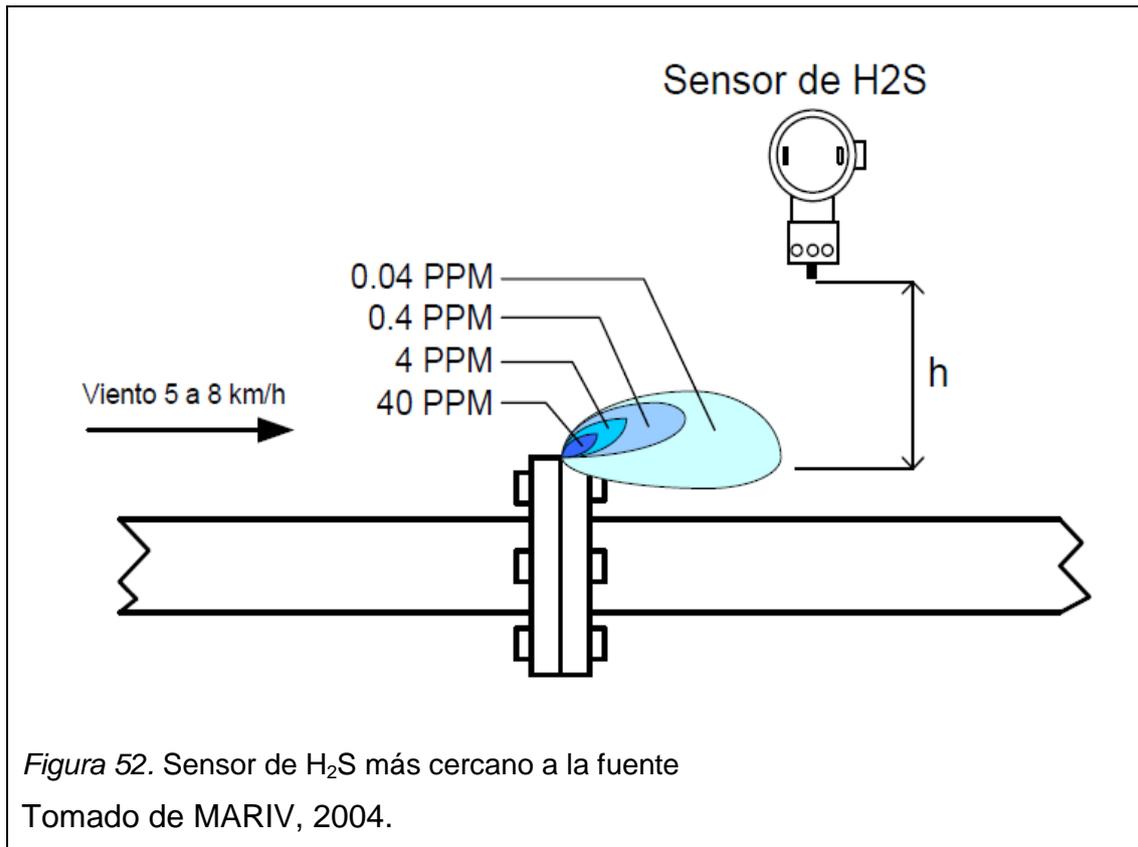
- Según MARIV (2004), Manual de ingeniería en servicios, al ser este gas 18% más pesado que el aire, el gas ácido sulfhídrico tiende a estancarse en sitios confinados y por lo que la instalación de sensores debería ir en donde el gas se concentre y quede estancado.
- A medida que nos alejamos de la fuente la concentración va disminuyendo; por lo que muy cerca a la fuente también es un sector estratégico de instalación (MARIV, 2004).



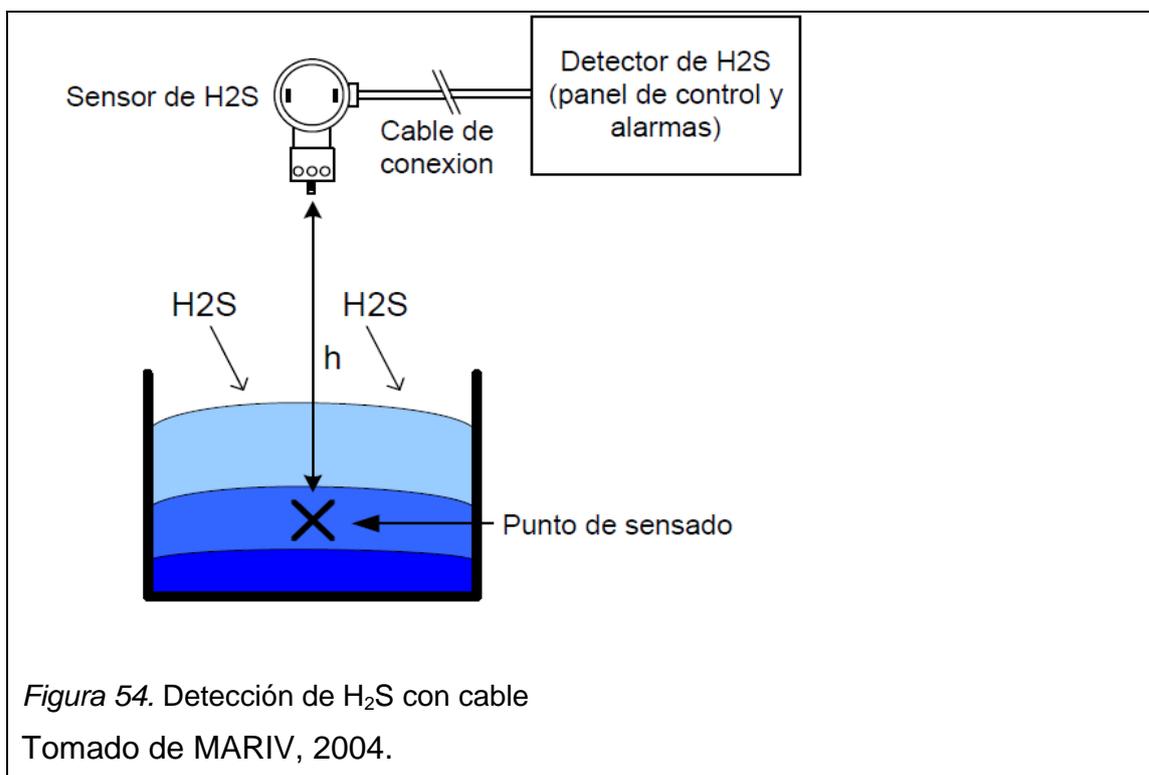
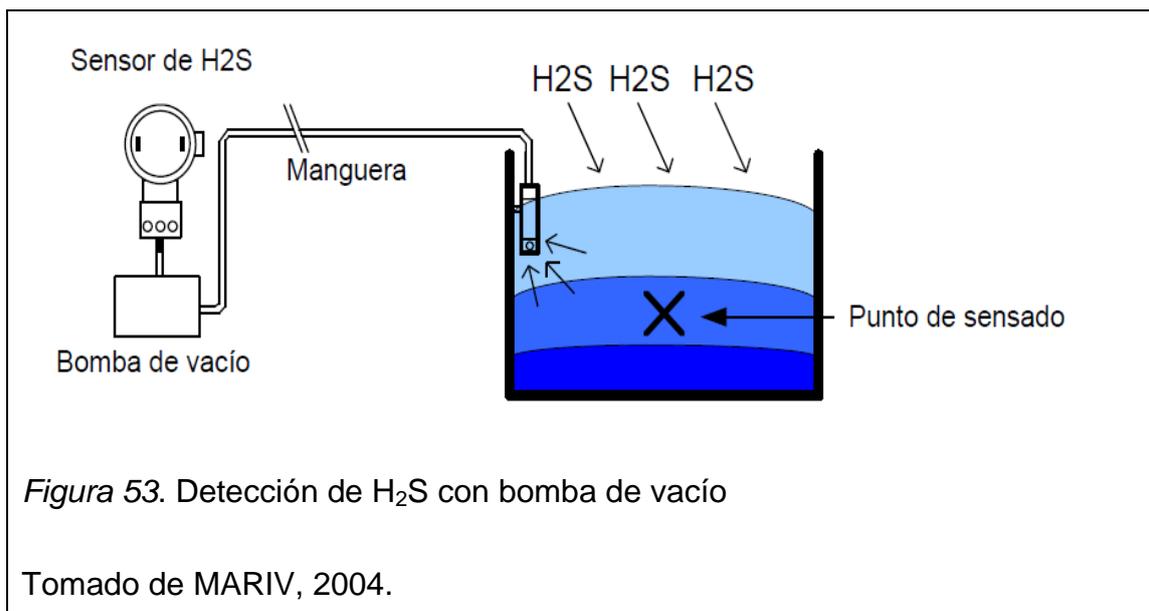
- Es también importante colocar los sensores a alturas bajas; ya que si se lo ubica a una altura muy elevada, el gas no llegaría debido a que es más pesado que el aire (MARIV, 2004).



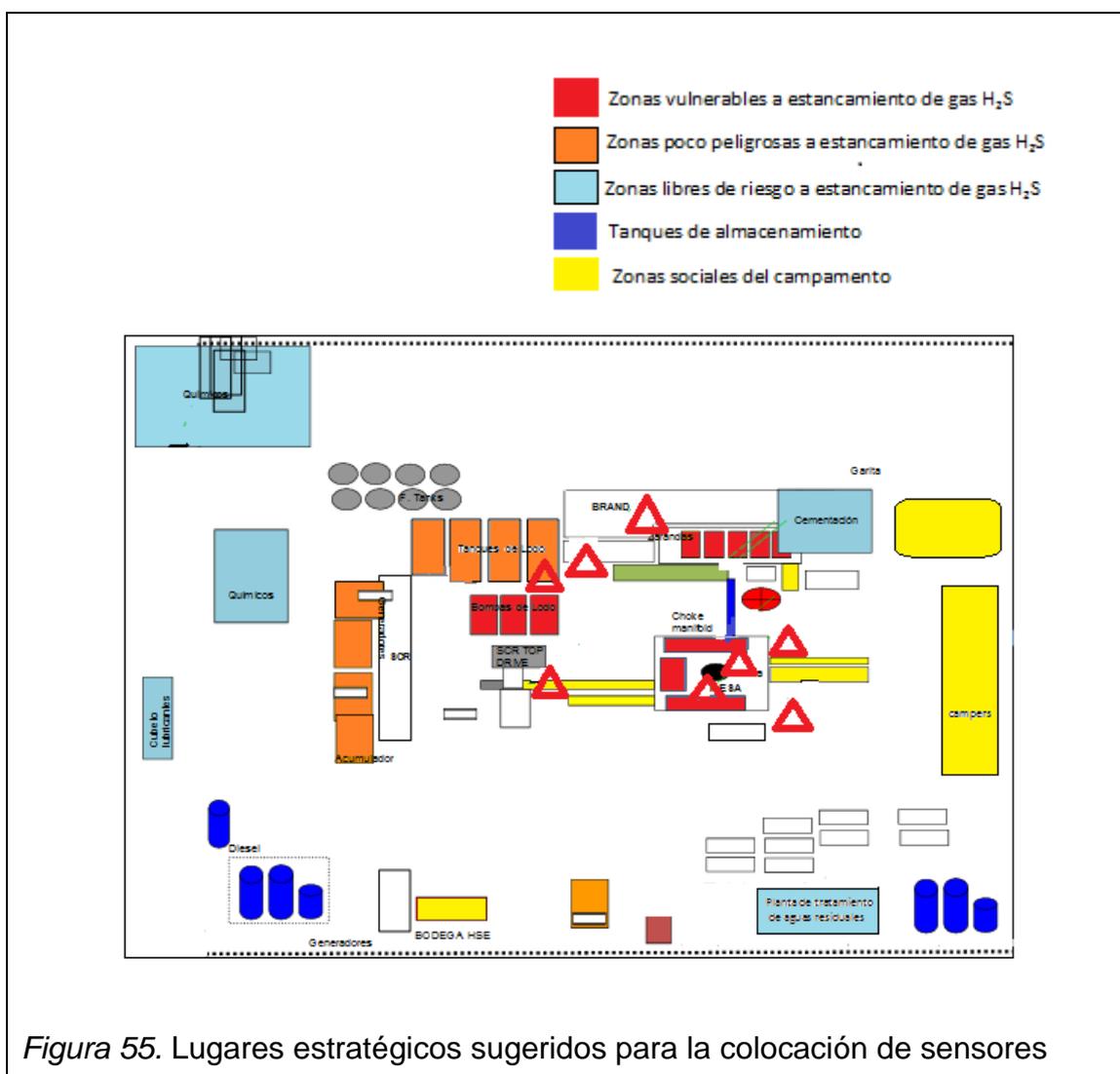
- El viento también constituye un factor a tener en cuenta; ya que incrementa la dispersión según su intensidad y dirección, haciendo muy difícil la detección del  $H_2S$  en forma temprana y efectiva; sin embargo es imposible predecir la dirección del viento y aún si el sensor fuese axial, por eso se recomienda al instalar evitar zonas ventosas (MARIV, 2004).



- De acuerdo a lo antes mencionado se recomienda la instalación de sensores en la boca del pozo, bodegas y en zarandas, los sensores deben instalarse llegando a un factor de compromiso entre la velocidad de respuesta ante la presencia de H<sub>2</sub>S y su protección contra la humedad ya que se debe mencionar que lugares como la boca del pozo son lugares con humedad altamente condensante, con vapores y presión; que podrían provocar un mal funcionamiento de los sensores afectando las características de sensibilidad y selectividad, causando falsas alarmas o dañando al sensor (MARIV, 2004).
- Se recomienda emplear una bomba de vacío, que tome muestras de la zona, la cual enviará dichas muestras a un sensor de H<sub>2</sub>S a través de una manguera, o instalar un sensor con cable, ubicado a un metro/metro y medio del punto de censado (MARIV, 2004).



## Lugares estratégicos sugeridos para la instalación de sensores



Este símbolo indica los lugares estratégicos sugeridos para la instalación de sensores.

Los siguientes puntos de instalación de sensores fueron sugeridos de acuerdo a las consideraciones evaluadas de éste plan. Detalle:

**Sensor 1 y sensor 2:** instalados en la boca del pozo de perforación, fuente de emisión del gas; donde se produce la salida de las primeras concentraciones

de gas ácido sulfhídrico, uno en cada lado de la mesa de la torre de perforación.

**Sensor 3 y Sensor 4:** instalados en la parte alta de la torre de perforación donde se ubica la conexión de lodo giratoria, uno a cada lado.

**Sensor 5 y Sensor 6:** instalados en zarandas, zonas confinadas donde sale lodos de perforación con cortes mayores.

**Sensor 7:** instalado en *Frack Tanks*, zonas confinadas con lodo de perforación.

**Sensor 8:** instalado en Hidrociclones, zonas confinadas donde se separa la arena y otras partículas más grandes y compactas

### **Instalación de sensores**

En el mercado se ofrecen varios sensores, de diferentes marcas y de diferentes características. Para elegir un sensor deben considerarse las necesidades y características requeridas; además del presupuesto de la petrolera.

Sin embargo para evitar daño en los sensores por las condiciones a las que están expuestos se debe tomar en consideración detección con cable y detección con bombas de vacío.

En la tabla 25 se presenta:

“Los dos sistemas son factibles de ser empleados en un equipo de perforación. Cada uno tiene ventajas y desventajas, sin embargo, en condiciones donde el ambiente de trabajo es muy húmedo y de difícil acceso, recomendamos utilizar el sistema con bomba de vacío, ya que ha probado ser lo suficientemente robusto, eficaz y confiable para dicha tarea” (MARIV, 2004)

Tabla 25. Detector de H<sub>2</sub>S con cable vs Detector de H<sub>2</sub>S con bomba de vacío

Características	Detector H <sub>2</sub> S con cable	Detector H <sub>2</sub> S con bomba de vacío
Protección mecánica del sensor	<b>Baja</b> , ya que el mismo se encuentra expuesto directamente en la zona a muestrear, se debe tener muy en cuenta los efectos que producen la humedad en los sensores.	<b>Alta</b> , el sensor se encuentra protegido y las muestras obtenidas a través de la bomba de vacío pasan por una serie de filtros de humedad
Tiempo de respuesta	<b>Baja</b> , si el sensor esta bien ubicado lo cual es muy poco probable debido a que generalmente se prioriza la protección del sensor y no su efectividad. <b>Media-Alta</b> , si no se encuentra cerca de la zona a muestrear o si el viento dispersa el gas.	<b>Media</b> , Aproximadamente 1 segundo por cada metro de manguera empleada. El punto de succión se puede ubicar sin problemas en el lugar más probable donde se produzca la fuga de gas. El viento no afecta tanto a este sistema ya que la muestra es succionada.
Inmunidad al ruido eléctrico	<b>Media</b> , al emplear cables para interconectar los sensores al panel de control y alarmas, los mismos están expuestos a perturbaciones eléctricas que pueden ocasionar falsas alarmas, es por esto que se recomienda el uso de cables especiales.	<b>Muy Alta</b> , debido a que el sensor y toda su electrónica están nucleadas en un solo equipo compacto, los mismos están totalmente protegidos de cualquier tipo de perturbación eléctrica.
Practicidad del montaje	<b>Alta</b> , se debe posicionar cada sensor en las zonas determinadas a muestrear y colocar las fichas de conexión en el panel de control y alarmas.	<b>Alta</b> , se debe colocar los filtros de succión en las zonas a muestrear y conectarlos con mangueras al panel de control y alarmas.
Expansibilidad	<b>Baja</b> , se requiere un sensor por cada zona a muestrear, lo cual es costoso y trae consigo más probabilidades de fallo.	<b>Alta</b> , mediante un sistema controlado por electro válvulas es posible utilizar hasta 4 zonas de muestreo con 1 solo sensor y sin reducir el rendimiento del sistema

Tomado de MARIV, 2004.

Para la elección del sensor, se toma en consideración las características, las necesidades y presupuesto de la industria petrolera.

En el capítulo 4 se presentan varios ejemplos comerciales; sin embargo en este caso de estudio los sensores elegidos fueron de la marca SAFETAK ; ya que se ajusta a las necesidades de la petrolera; en cuanto a características del equipo como al presupuesto.

- **SAFETAK**



Detectar 4 u 8 canales simultáneamente, visualización simultánea de toda la información de todos los canales de prueba

Alarma en tiempo real, a 3 números de teléfono celular se puede configurar para recibir el estado del sitio en alarmas (opcional)

Fuente de alimentación: 250V AC o DC 24V, ultra-LCD de gran pantalla, grado de protección: IP 66

Carcasa robusta de acero completa, bajo coste de instalación, reducción del costo de mantenimiento, auto-test en el arranque

Protección de sobrecarga de energía principal y de reserva, protección contra cortocircuito, detección continua, fuerte protección electromagnética, consumo de 120W.



*Figura 57.* Detector de gas para diferentes tipos de gases (tóxicos/ inflamables) CG 710

Auto-test en el arranque, bajo coste de mantenimiento, sensor reemplazable

Menor costo de instalación, sensor de combustión catalítica de gas combustible

Sensor electroquímico de gas tóxico diseñado con la última tecnología de sensores internacionales, 95 db sonido de alarma (opcional), respuesta rápida y precisa

Detecta H<sub>2</sub>S, CO, H<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, EX, ETO, CO<sub>2</sub>, COV,

- Para la instalación de sensores, una vez determinados los lugares estratégicos y las necesidades de la industria petrolera, se verifica que los cables estén en buenas condiciones, se procede a fijar los sensores, conectar a cada uno al panel de control y a configurar el equipo para que de señal de alarma a partir de los 0,0047 ppm
- Se recomienda que la instalación se realice con personal calificado para evitar daños en el equipo.

### **Actividades de control del funcionamiento de sensores**

- Elaborar registros de medio ambiente y seguridad ocupacional diarios donde se debe documentar el funcionamiento de los sensores, los datos arrojados por este con hora y lugar, dato arrojado, eventos ocurridos y actividades tomadas. (Ver Tabla 24)
- La manga de viento o anemoscopio podría indicar la dirección y fuerza del viento respecto a la horizontal del suelo; y ayudar a predecir en el caso de fugas del gas ácido sulfhídrico hacia donde se dirige.
- Controlar y realizar mantenimiento a todos los sensores.

### **5.1.2 Programa de supervisión y participación**

#### **Objetivo**

Establecer acciones preventivas y correctivas; antes, durante y después de la ocurrencia de un incidente ocasionado por la exposición a emisiones de gas ácido sulfhídrico (H<sub>2</sub>S) y que podría afectar a la salud de los trabajadores, a las instalaciones y al medio ambiente.

#### **Meta**

Establecer, priorizar y fortalecer acciones preventivas.

Dar a conocer al personal operativo procedimientos de respuesta ante la ocurrencia de un incidente (salud y seguridad de los trabajadores, seguridad física del campamento petrolero)

Retroalimentar y mejorar acciones después de la ocurrencia de una emergencia.

#### **Indicadores:**

Verificar diariamente la lectura del sensor; este debe ser menor a 0, 0047 ppm; (en caso de ser mayor se debe evacuar al personal)

Número de accidentes/año

Número de incidentes en el período de un año.

Nota: se entiende por accidente a un evento no deseado el cual produce un daño físico en la persona y/o daños a las instalaciones; en las concentraciones de gas H<sub>2</sub>S de 50-100 ppm se produce daño ocular, de 150 a 250 ppm paraliza el nervio olfativo, de 320 a 530 ppm produce un edema pulmonar, de 530 a 1000 ppm produce paro respiratorio y con concentraciones mayores a los 1000 ppm colapso y la muerte; un incidente es el mismo evento pero que no ha producido daños ni a las personas ni a las instalaciones; en las concentraciones de gas H<sub>2</sub>S de 0,0047 se percibe olor a huevos podridos y de 10 a 20 ppm produce irritación ocular. (Angelo, 2007) (MARIV, 2004)

### **Alcance**

Procesos de producción que generen H<sub>2</sub>S

### **Responsables**

Jefe de Seguridad Industrial

Personal de la plataforma petrolera

### **Procedimiento**

La más alta jerarquía corresponde al jefe de seguridad industrial y jefes de las brigadas conformadas, se debe comunicar toda novedad de manera inmediata (falla en el funcionamiento de los sensores, cambio de lugar de la plataforma para perforar otro pozo, condiciones climáticas en los sitios que se ubican los sensores, condiciones de trabajo que representen riesgo por la exposición a emisiones de gas ácido sulfhídrico)

## Información relevante

CLASIFICACION DE RIESGOS				
NFPA <sup>(8)</sup> : Rombo de Riesgos	Salud (S): <b>4</b>	Inflamabilidad (I): <b>4</b>	Reactividad (R): <b>0</b>	Riesgos Especiales (RE):
HMS <sup>(9)</sup> : Rectángulo de Riesgos	Salud (S): <b>3</b>	Inflamabilidad (I): <b>4</b>	Reactividad (R): <b>0</b>	Equipo de Protección Personal (EPP): <b>H</b> Goggles para salpicaduras, guantes, mandil y respirador para vapores

Figura 58. Clasificación de riesgos hoja MSDS

Tomado de INFRA, 2011.

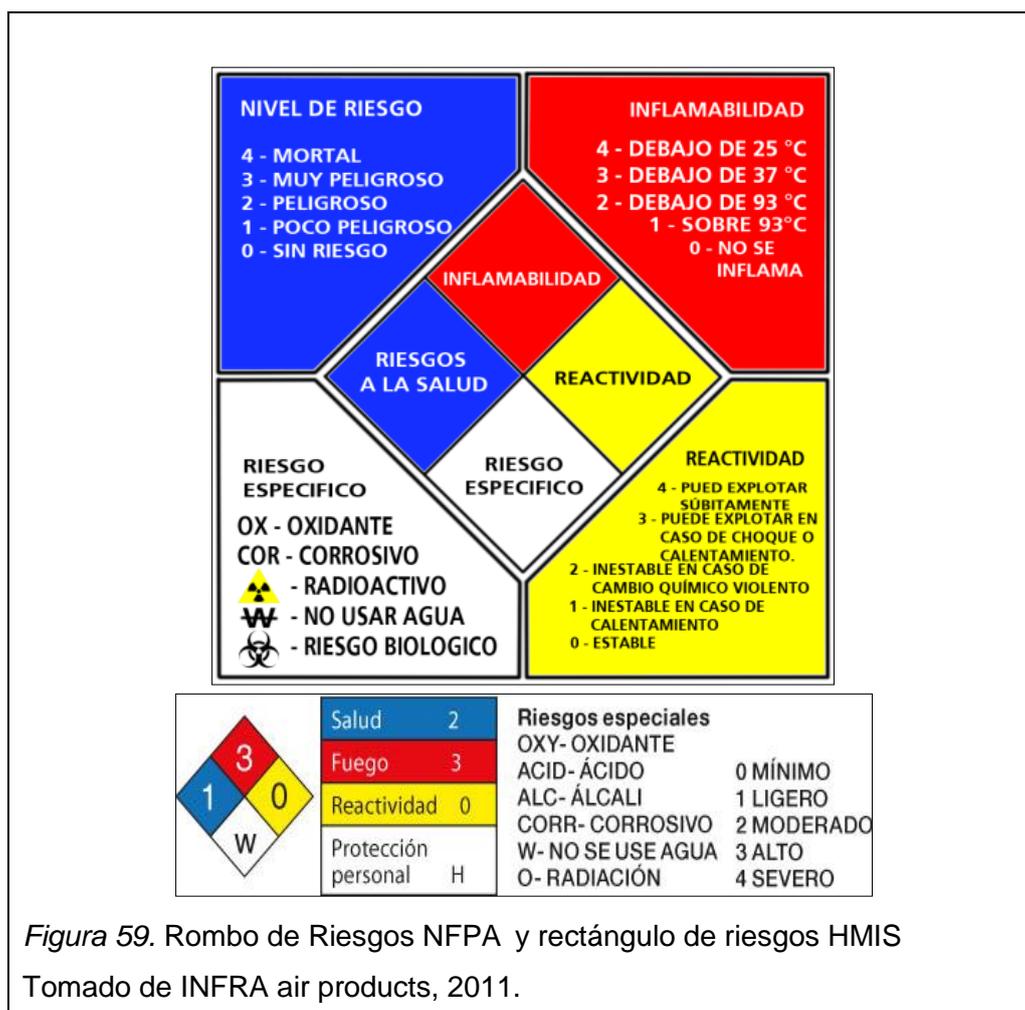


Figura 59. Rombo de Riesgos NFPA y rectángulo de riesgos HMIS

Tomado de INFRA air products, 2011.

## **Acciones**

Mantener en un lugar visible listas de números los servicios de emergencia (policía, cuerpo de bomberos, cruz roja) Esta lista debe mantenerse actualizada en todo momento, y se nombrará a una persona que se haga cargo de esa actualización. Todo el personal involucrado en el plan de respuesta a emergencias debe saber dónde encontrar esta lista; la lista debe contener una fecha de revisión y se debe revisar mensualmente como mínimo.

Se mantendrá un registro de medio ambiente y seguridad ocupacional diario, donde se debe documentar el funcionamiento de los sensores, los datos arrojados por este con hora y lugar, dato arrojado, eventos ocurridos y actividades tomadas. (Ver Tabla No. 24 del Programa de Calidad del Aire)

Se debe realizar un simulacro de accidentes, con periodicidad establecida de cada semestre

## **Obligaciones Jefe de Seguridad Industrial**

Organizar al personal y a los jefes de cada brigada para evacuar el campamento y dirigir a todos hacia los exteriores. Además deberá revisar diariamente los registros de medio ambiente y seguridad industrial; comprobando el óptimo funcionamiento de los sensores y que los datos arrojados se encuentren por debajo de los 0,0047 ppm

Debido a la rotación de Personal, el Jefe de Seguridad Industrial asignará funciones cada vez que el personal sea contratado.

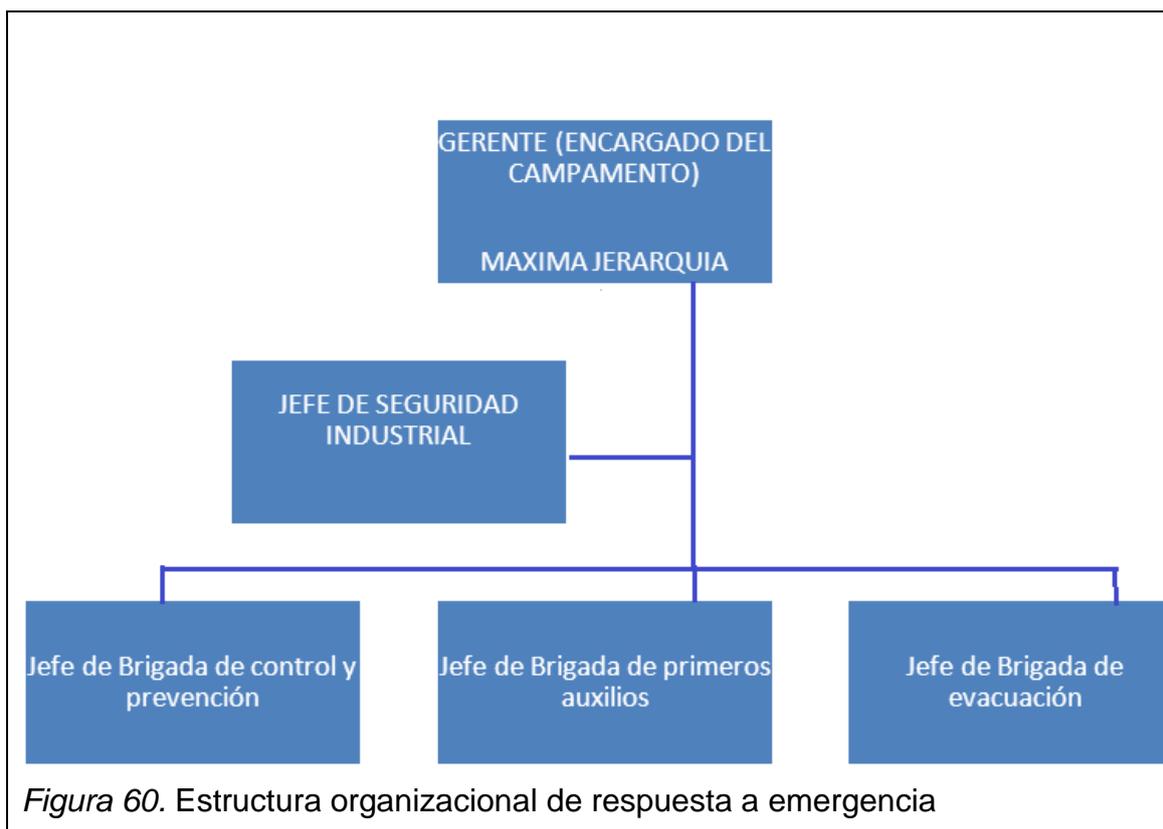
## **Obligaciones de los trabajadores**

Los trabajadores, están obligados a:

Cumplir con las acciones preventivas, y aquellos trabajadores que estén designados deben llevar registros ordenados y oportunos como medio de verificación (Ver Tabla 24 del programa de calidad del aire); actuar

adecuadamente ante la ocurrencia de algún accidente o incidente colaborando con el salvamento de víctimas (si es que las hubiera); participar activamente tanto en acciones preventivas como en acciones correctivas (retroalimentación después de la ocurrencia de algún incidente).

### **Estructura organizacional general de respuesta a emergencias**



*Figura 60.* Estructura organizacional de respuesta a emergencia

### **Unidades o Brigadas**

En el PMA se encuentra determinado e implantado un sistema de emergencias; sin embargo no se considera las emergencias causadas por la exposición a emisiones de gas ácido sulfhídrico, éstas deben ser incluidas en el PMA y son las siguientes:

Tabla 26. Unidades o brigadas

Numero	BRIGADA	LIDER	INTEGRANTES	FUNCIONES DE LA BRIGADA
1	Control y prevención	Jefe de brigada Operador de plataforma	4 operadores	<p>Mantener registros diarios de datos arrojados por el sensor.</p> <p>Organizar capacitaciones con una periodicidad semestral.</p> <p>Revisar que todos los sensores estén en buen estado y realizar mantenimiento cada vez que se proceda a la perforación de un nuevo pozo.</p> <p>Realizar simulacros periódicamente.</p>
2	De primeros auxilios	Jefe de brigada Operador de plataforma	3 operadores	<p>Auxiliar a afectados (desmayados, intoxicados o cualquier trabajador que presente alguna afectación por la exposición al gas ácido sulfhídrico)</p>
3	De Evacuación	Jefe de brigada	4 operadores	<p>Evacuar al personal en caso de contingencia</p>

### Actividades antes de la emergencia

Todas las brigadas sin excepción deberán tener presentes las siguientes actividades como medidas de prevención antes de un siniestro:

Se realizarán simulacros periódicos para entrenar y preparar al personal ante una emergencia; evaluando capacidad de respuesta. Se llevará registros de asistencia de la siguiente manera:

Tabla 27. Registro de Asistencia

Registro de Asistencia				
Fecha:				
Horas:				
Temario:				
No.	Nombres y Apellidos	No. de cedula	Cargo	Firma

- Se realizará registros diarios de los datos arrojados por el sensor, con la finalidad de detectar altas concentraciones de gas ácido sulfhídrico. (Ver Tabla 24 del programa de calidad del aire)
- Se realizara mantenimientos y controles a todos los sensores, cada vez que sea necesario o cada vez que se cambie de pozo de perforación, con la finalidad de que se verifique el correcto funcionamiento del sensor.
- Realizar capacitaciones con una periodicidad semestral, la misma que debe contener temas como: contingencias, simulacros, PMA, incendios y

explosiones, uso de botiquín, manejo de extintores, primeros auxilios.(Ver Tabla 27 Registro de asistencia)

- Se tendrá botiquín de primeros auxilios, el cual debe contar con todo el stock necesario para atender a los trabajadores en caso de emergencia; además se debe contar con medios de verificación como facturas de compra de medicinas y uso de botiquín)
- Se tendrá extintores en número, tipo, accesibilidad y ubicación adecuada, bien mantenidos; además se deberá llevar medio de verificación como facturas de recarga
- Se colocara una alarma general de evacuación; en caso de que el tamaño del campamento o la alarma del sensor lo ameriten.
- Implementar señalización (referente a protección de vías respiratorias) de uso de EPP y advertencia de zonas con alta probabilidad de estancamiento de gas ácido sulfhídrico.





- Se colocaran Caminos de evacuación suficientes y claramente señalizados.



- Se mantendrá mapa de evacuación en una zona visible.
- Implementar ventilación extractora adecuada en la maquinaria.(Opcional)

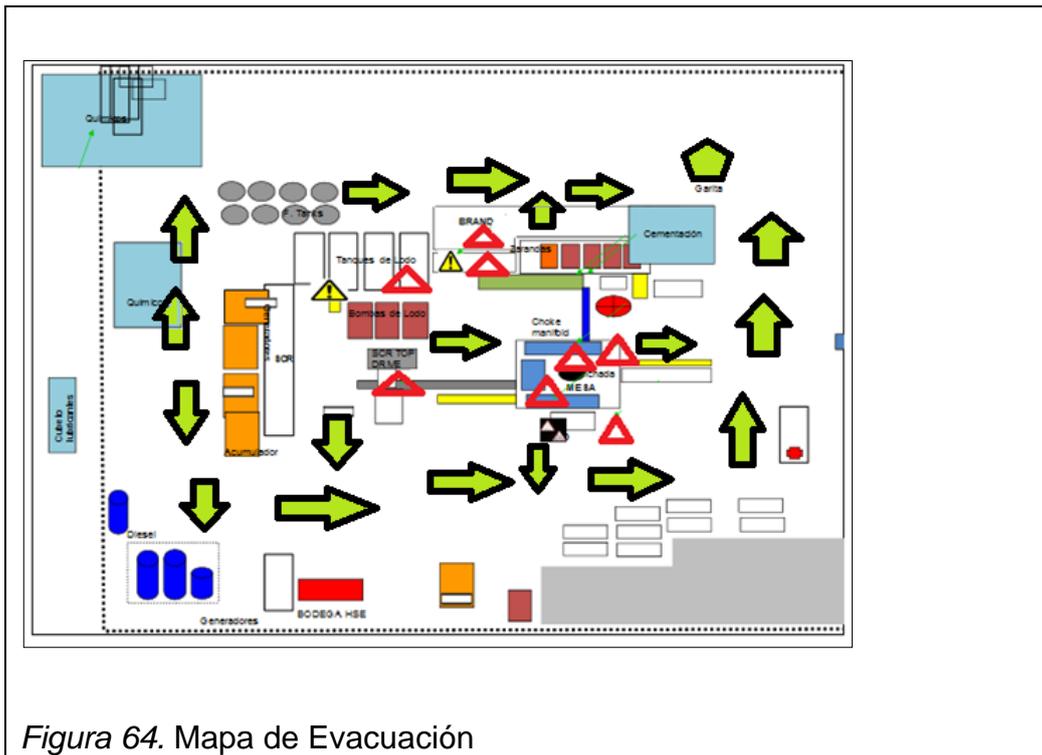


Figura 64. Mapa de Evacuación

### Actividades durante la emergencia

#### Procedimientos operativos específicos

Salida accidental e impredecible de altas concentraciones de gas ácido sulfhídrico y señal de alarma por los sensores de gas ácido sulfhídrico H<sub>2</sub>S.

#### Acción

Pulsar botón de parada de emergencia, inmediatamente al escuchar la alarma sonora de los sensores.

Evacuar inmediatamente a todos los trabajadores del campamento petrolero; ejecución de acciones de la brigada de evacuación (mapa y señalética de evacuación) y puesta en marcha de temas aprendidos en las capacitaciones.

Aplicar inmediatamente procedimientos de auxilio (desarrollados y aprendidos en capacitaciones y simulacros) inmediatamente en el caso de que hubiera algún trabajador afectado; acciones de la brigada de primeros auxilios.

Accionar sistemas de ventilación extractora (Opcional)

### **Actividades concluida la emergencia**

Se reanudarán actividades mediante las órdenes del jefe de seguridad industrial

En el caso de haber personal herido o con síntomas de la exposición a este gas se deberán tomar muestras dentro de las 12 horas después de la exposición, medir los niveles de tiosulfato en la orina y esperar los análisis de las muestras. (*Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 2006*)

Realizar un proceso de retroalimentación; identificar y evaluar las acciones que no resultaron eficaces en el momento de la emergencia y adoptar medidas correctivas.

### **Mecanismo de comunicación con la entidad de seguimiento**

La persona designada a comunicarse con la entidad de seguimiento es el encargado de seguridad industrial. Para el reporte se llenarán los formularios de:

Formulario de situación de emergencias informe preliminar.

Formulario de situación de emergencias informe detallado (con resultados de análisis de afectados en el caso de que los hubiera).

### **5.1.3 Programa contra Incendios y Explosiones**

#### **Objetivo**

Establecer acciones de prevención y de respuesta frente al riesgo de incendio y explosión asociado a emisiones de gas ácido sulfhídrico H<sub>2</sub>S, en el campo de perforación petrolera.

#### **Meta**

Contar con personal ampliamente capacitado y con nivel de respuesta inmediata frente al riesgo de incendios y explosiones ocasionados por emisiones no controladas (fugas repentinas) de gas ácido sulfhídrico H<sub>2</sub>S.

#### **Indicadores**

Registro diario de la ocurrencia de siniestros (incendios y explosiones) en el período de un año.

#### **Alcance**

Infraestructura del campamento petrolero y seguridad de los trabajadores.

#### **Responsables**

Jefe de Seguridad Industrial

Jefe de brigada independiente de incendios y explosiones

### Estructura organizacional de respuesta a emergencias por incendios y explosiones asociado a emisiones de gas ácido sulfhídrico H<sub>2</sub>S



Debido a la alta evaluación obtenida en la Tabla 14 (Matriz de identificación y evaluación de riesgos asociados a emisiones de gas H<sub>2</sub>S) del Capítulo IV; se recomienda incluir las siguientes acciones al plan general de incendio y explosión de la plataforma petrolera terrestre y PMA.

#### Posibles Emergencias

Fuente de ignición (Incendios eléctricos, Roces y fricciones, chispas mecánicas, fumar y fósforos, ignición espontánea, superficies calientes, chispas de combustión, llamas abiertas, soldadura y corte, materiales recalentados, electricidad estática) cercana al lugar de fuga de gas ácido sulfhídrico (ISTAS, Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud, 2012).

Riesgos de incendio y explosión.

LEL: 4.3% en el aire (Límite inferior de explosividad) Alto riesgo de explosión (MARIV, 2004).

UEL: 45% en el aire (Límite superior de explosividad) (MARIV, 2004).

Que el gas ácido sulfhídrico H<sub>2</sub>S forme mezcla explosiva con el aire.

### **Acciones**

Implementar señalética referente a protección de incendios, alrededor del campo petrolero, en las zonas identificadas como de origen o estancamiento de gas ácido sulfhídrico H<sub>2</sub>S:

- Boca del pozo de petróleo: señales de advertencia, protección de incendios y obligación de EPP (protección mecánica de vías respiratorias y gafas).
- Torre de perforación (donde se ubica la conexión de lodo giratoria): señales de advertencia, evacuación, obligación de EPP, protección de incendios.
- Zarandas: señales de advertencia, evacuación, obligación de EPP, protección de incendios.
- *Frack Tanks*: evacuación, obligación de EPP, protección de incendios.
- Hidrociclones: evacuación, obligación de EPP, protección de incendios.



“No extinguir una fuga de gas inflamada si no es absolutamente necesario ya que se puede producir re-ignición espontánea explosiva” (INFRA air products, 2011).

Mantener recargados todos los extintores (anual), llevar registros y documentar con facturas de mantenimiento de éstos equipos, como medio de verificación.

Tabla 28. Registro de recarga de extintores

Elaborado por:

Revisado por:

Cantidad	Ubicación	Tipo	Capacidad	Ultima fecha de recarga

Nota: con gas ácido sulfhídrico H<sub>2</sub>S se puede utilizar todos los medios de extinción conocidos; por ejemplo PQS – Polvo químico seco (INFRA air products, 2011).

Ubicar los extintores lo más cercanos posibles a puestos de trabajo, en una zona visible y correctamente señalizados.

Revisar periódicamente instalaciones eléctricas, maquinaria y Control de zonas con electricidad estática, mediante el uso de dispositivos de puesta a tierra y conexión equipotencial (DESIMAT PERU, 2012).

Registrar diariamente la ocurrencia de siniestros (incendios y explosiones) de la siguiente manera.

Tabla 29. Registro de ocurrencia de siniestros (incendios y explosiones)

Registro de Ocurrencia de Incidentes / Accidentes					
Día	Evento	Primeros Auxilios	Evacuación	Incendios	Explosiones

Implementar al tema de capacitaciones el riesgo de ignición por estática y el cumplimiento de procedimientos de seguridad (DESIMAT PERU, 2012).

Valorar la gravedad de la emergencia (perdidas económicas y humanas).

La extinción de conatos, a nivel de extintores, participación activa de la brigada contra incendios y explosiones y puesta en práctica de lo aprendido en capacitaciones por parte de todo el personal del campo petrolero.

Uso de aparato de respiración autónomo en caso de emergencia y uso de un sistema de respiración con máscara con presión positiva en lugares donde la concentración sea desconocida o exceda el límite (INFRA air products, 2011).

Informa a entidad de control

Implementar señalética en un lugar visible de números de entidades de socorro.



Informar a entidades de socorro.

Recibir ayuda de entidades de socorro.

Evacuar (brigada de evacuación)

Asistir heridos

Impedir entrada a curiosos.

### **Obligaciones Jefe de Seguridad Industrial**

Incorporar actividades preventivas y de acción (en el PMA) ante la probabilidad de ocurrencia de incendios y explosiones por la fuga descontrolada de gas ácido sulfhídrico.

Revisar registros de mantenimiento de extinguidores periódicamente.

## **Obligaciones de los trabajadores**

Los trabajadores, están obligados a:

Actuar inmediatamente ante un siniestro provocado por la fuga incontrolada de gas ácido sulfhídrico  $H_2S$ , de manera eficaz y oportuna (colaborando para extinguir el fuego)

### **5.1.4 Programa de cumplimiento de Acciones Legales**

#### **Objetivo**

Establecer acciones que garanticen el cumplimiento de la legislación vigente en la gestión del riesgo asociado a emisiones de gas ácido sulfhídrico ( $H_2S$ )

#### **Meta**

Cumplir con los cuerpos legislativos vigentes en materia de gestión de riesgo asociado al gas ácido sulfhídrico ( $H_2S$ )

#### **Indicadores**

Numero de no cumplimientos subsanados durante el primer año.

Multas en el periodo de un año.

Alcance

La empresa petrolera

#### **Responsables**

Jefe de Seguridad Industrial

Personal de la plataforma petrolera

Lograr el cumplimiento de la legislación es responsabilidad de todos los trabajadores de la empresa petrolera.

## **Posibles Emergencias**

Que la falta de cumplimiento de un artículo legal en la práctica cause algún tipo de accidente o daño a la salud de los trabajadores

## **Procedimiento**

Revisión y evaluación de cuerpos legales internacionales y nacionales aplicables al caso de gestión del riesgo asociado a emisiones de gas ácido sulfhídrico. (Ver Tabla 18)

## **Acciones**

Incorporar la gestión de riesgo asociado al gas ácido sulfhídrico (H<sub>2</sub>S) en su PMA.

Establecer la capacidad para identificar y prevenir riesgos asociados a H<sub>2</sub>S, (colocación de sensores)

Mejorar condiciones y tener siempre un ambiente adecuado que garantice la salud, seguridad y bienestar de todos los trabajadores.

Crear una cultura de prevención del riesgo mediante capacitación continua

Evitar sectores confinados.

Establecer procedimientos para comunicación de accidentes, incidentes, lesiones y daños, a la autoridad competente

Solicitar información completa del funcionamiento del sensor y capacitar a todos los trabajadores un el funcionamiento de éste

Implementar y actualizar el programa de mantenimiento de sensores.

Incluir a todo el personal del campamento y socializar los programas

Vigilar que se controle eficazmente los riesgos en su origen; es decir en la boca del pozo y mediante la revisión continua de registros de medio ambiente y seguridad industrial.

Establecer mecanismos de control del cumplimiento de todos los programas propuestos.

Mantener activos y en buen estado de funcionamiento los sensores detectores de gas ácido sulfhídrico; realizando mantenimiento y control periódicamente.

Informar e incluir constantemente a todos los trabajadores en la prevención del riesgo.

Parar operaciones y evacuar inmediatamente ante la alarma de emisiones de H<sub>2</sub>S con concentraciones elevadas.

Vigilar el cumplimiento de normas, reglamentos e instrucciones establecidas en los programas de seguridad y salud mediante inspección de campo y evaluaciones periódicas.

Implementar sistemas adecuados para el tratamiento de gases ácidos y compuestos de azufre antes de que el gas pase a ser quemado.

Instalar sistemas de alarma destinadas a advertir las situaciones de riesgo inminente e instruir en las obligaciones a cada uno de los trabajadores al oír la señal de alarma

Entregar EPP (equipos de protección personal) en caso de no poder disminuir concentraciones de gas ácido sulfhídrico.

Utilizar equipos independientes del ambiente.

Desarrollar sistemas de gestión de seguridad y salud teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

Gestión administrativa: 1. Política 2. Organización 3. Administración

4. Implementación 5. Verificación 6. Mejoramiento continuo 7. Realización de actividades de promoción en seguridad y salud en el trabajo 8. Información estadística.

Gestión técnica: 1. Identificación de factores de riesgo 2. Evaluación de factores de riesgo 3. Control de factores de riesgo 4. Seguimiento de medidas de control.

Gestión del talento humano: 1. Selección 2. Información 3. Comunicación 4. Formación 5. Capacitación 6. Adiestramiento 7. Incentivo, estímulo y motivación de los trabajadores.

### **Obligaciones Jefe de Seguridad Industrial**

Vigilar el cumplimiento de las acciones propuestas para lograr un cumplimiento total de la legislación vigente; mediante inspecciones periódicas, revisión de registros y documentación.

### **Obligaciones de los trabajadores**

Los trabajadores, están obligados a:

Acatar y cumplir con lo dispuesto por el jefe de seguridad industrial, participar activamente en las capacitaciones, usar adecuadamente EPC (sensores) y EPP (mascarillas, equipos independientes del ambiente).

## CAPITULO VI

### 6 Análisis Costo-Beneficio

#### 6.1 Costo/Beneficio

Este análisis constituye una herramienta que mide la relación entre costos y beneficios con el fin de evaluar la rentabilidad de instalar e incorporar la gestión del riesgo (sensores y propuesta) asociado a las emisiones de gas ácido sulfhídrico (Crece Negocios, 2012).

Según Esquivel (2010); además se le suma el concepto del desarrollo sustentable ya que:

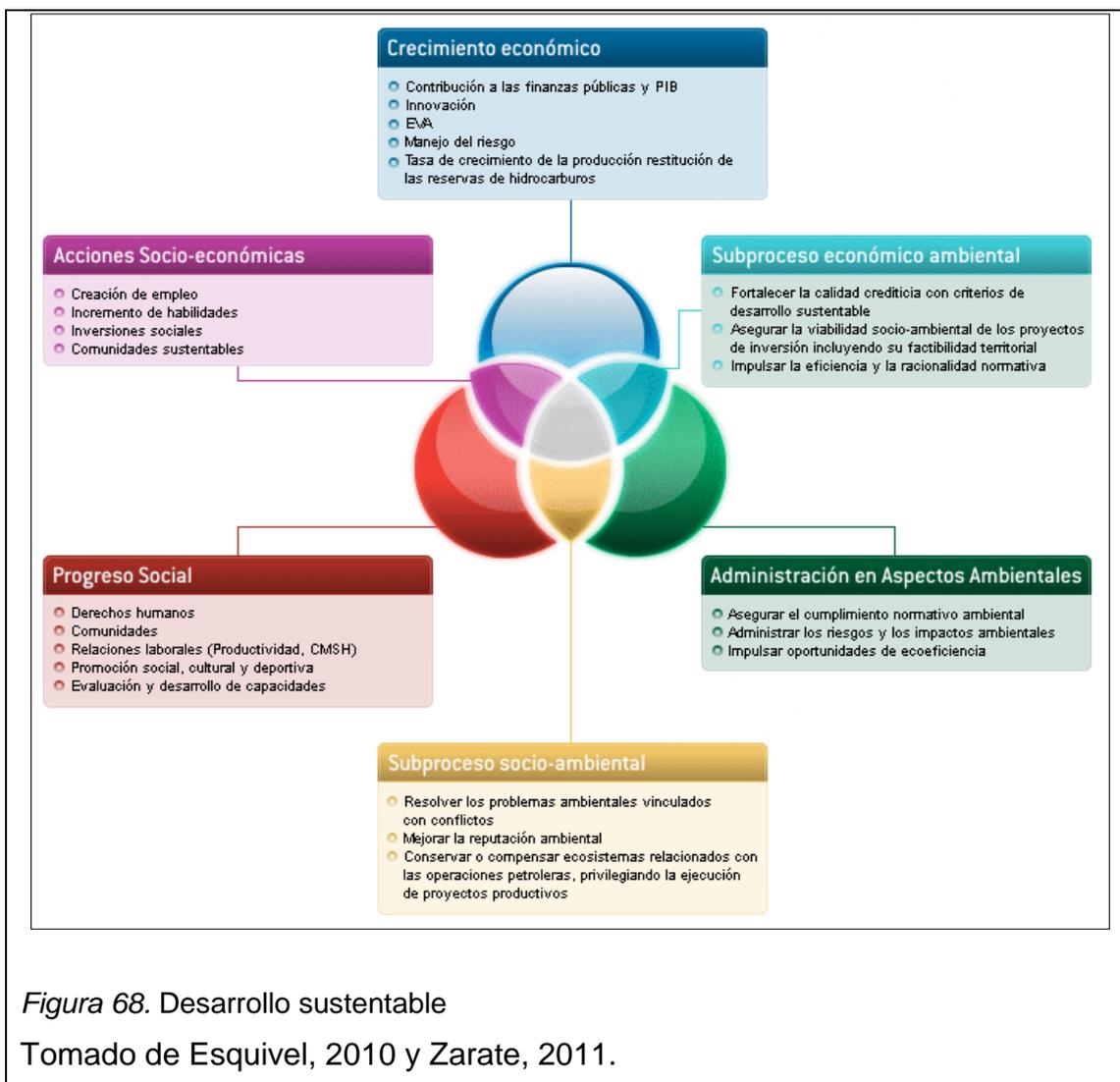
- Aplicar una estrategia proactiva y de largo plazo ayuda a minimizar los costos y maximizar los beneficios asociados.

El desarrollo sustentable se apoya en tres pilares principales: (Esquivel, 2010)

- “Crecimiento económico
- Protección del Ambiente
- Responsabilidad Social”

La gestión del riesgo asociado a emisiones de gas ácido sulfhídrico (instalación de sensores e implementación de la propuesta) constituye el desarrollo de los dos pilares principales, protección del ambiente y responsabilidad social.

La figura 68 hace referencia al desarrollo sustentable y las aristas de intervención para lograrlo.



### 6.1.1 Análisis de costos

Para el presente análisis costo beneficio se asignó valores en dólares tanto a los costos a partir del valor real entregado en la oferta de trabajo y al beneficio se le asignó, el valor global de costo de la torre de perforación con el fin de estimar el impacto financiero (Sociedad Latinoamericana para la calidad, 2000), tomando en consideración que de producirse un siniestro (incendio o explosión) se perdería la infraestructura total.

En la tabla 30 se presenta el costo detallado de la instalación del sistema (sensores y consola del controlador) de detección de gas ácido sulfhídrico H<sub>2</sub>S.

Tabla 30. Costos de Instalación de sensores y consola del controlador de gas toxico Gas Check CG880

OFERENTE:				COTIZACIÓN Y OFERTA GENERAL		
				HOJA 1..DE...2		
<b>TABLA DE CANTIDADES Y PRECIOS</b>						
Item	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P.Unitario	P.Total
01.01.01.008	513002	Cargada de Material a pozo desde Quito	Global	1,00	170,00	<b>170,00</b>
01.01.01.010	513005	Transporte de materiales más de 5 km	m <sup>3</sup> -km	154,40	0,52	<b>80,29</b>
01.01.04.001	520043	Replanteo y mapeo	m2	20,16	1,38	<b>27,82</b>
01.01.04.002	595008	Catastro de Estructuras	m2	20,16	2,30	<b>46,37</b>
01.01.04.008	514016	Suministro y Colocacion de sensor	u	8,00	150,00	<b>1200,00</b>
01.01.04.009	522019	Sensores	u	8,00	1.800,00	<b>14400,00</b>
01.01.04.010	536104	tablero de control	u	1,00	890,00	<b>890,00</b>
01.01.04.011	514015	Sum. e Ins. Geotextil	m2	1,00	2,03	<b>2,03</b>
01.01.07.001	516087	Sum. Ins. Pasamanos Metálico	Kg	1,00	6,45	<b>6,45</b>
02.01.01.01.001	509205	Ins. Valvulas D=150 mm	u	8,00	0,78	<b>6,24</b>
02.01.11.01.005	510686	Ins. Interruptor general	u	1,00	4,00	<b>4,00</b>
02.01.12.01.004	592378	Ins. Conj. Cables	u	1,00	539,21	<b>539,21</b>
02.01.12.04.01.002	510653	Ins. Regulador de nivel D=100mm, (interruptor de nivel) saranda lodos	u	2,00	33,46	<b>66,92</b>
02.01.12.04.01.005	592383	Ins. Manometro, D=150mm, 0 - 275psi pozo	u	1,00	45,00	<b>45,00</b>
04.01.16.007	555078	Sum. Ins. Luminaria incandescente tipo plafón, incluye lámpara 100 W	u	1,00	5,95	<b>5,95</b>
04.01.17.001	555046	Sum. Ins. Conductor Cu desnudo 1/0AWG	m	1.735,00	6,91	<b>11988,85</b>
04.01.17.003	555097	Sum. Ins. Suelda termofundente de conexión y acople, incluye accesorios	u	49,00	50,36	<b>2467,64</b>
04.01.17.004	555149	Sum. Ins. Varilla Copperweld L=2.4 m	u	47,00	20,73	<b>974,31</b>
04.01.17.005	555522	Sum. Ins. Sistema de protección atmosférica, tipo activa	Global	1,00	3.829,43	<b>3829,43</b>
<b>PLAN DE MANEJO SOCIO - AMBIENTAL</b>						
5,001	551020	Barrera de madera para aislar areas de trabajo (8 usos)	m2	13,00	5,84	<b>75,92</b>
5,006	593019	Suministro e Instalación de Conos F0003, con logotipo (20 usos)	u	49,00	1,47	<b>72,03</b>
5,013	593043	Suministro e Instalación de Letreros Informativos 2.00x1.50m en tool	u	2,00	273,03	<b>546,06</b>
<b>SUBTOTAL OBRA CIVIL, SUMINISTROS DE PROCEDENCIA NACIONAL, INSTALACIÓN DE SUMINISTROS IMPORTADOS, INSTALACIONES ELÉCTRICAS, PLAN DE MANEJO SOCIO - AMBIENTAL</b>						
<b>TOTAL</b>					<b>37.444,52</b>	

El costo de instalación de sensores y consola del controlador fue de 37.444,52 USD.

Tabla 31. Costos de implementación de la propuesta de seguridad ocupacional y ambiental

OFERENTE:		COTIZACIÓN Y OFERTA GENERAL			
		HOJA 2 ..DE2			
Item	Descripción	Unidad	Cantidad	P.Unitario	P.Total
00001	Materiales para registros de medio ambiente	Global	365	20	<b>80,00</b>
00002	Cables y bombas de vacío	m2, u	8,00	180,00	<b>1440,00</b>
00003	Mantenimiento sensores	Global	8,00	600	<b>600,00</b>
00004	Suministro e instalación de señalética teléfonos de emergencia	u	5,00	2,30	<b>7,30</b>
00005	simulacros	u	2,00	150,00	<b>300,00</b>
00006	Capacitaciones semestrales	u	2,00	900,00	<b>1800,00</b>
00007	Botiquín de primeros auxilios	u	1,00	70,00	<b>70,00</b>
00008	extintores	u	7,00	80,00	<b>560,00</b>
00009	Alarmas general (opcional)	u	1,00	450,0	<b>450,0</b>
00010	Suministro e instalación de señalética	u	8,00	0,78	<b>6,24</b>
00011	Sistema de ventilación extractora (opcional)	u	1,00	600,0	<b>600,0</b>
00012	Pago sueldo a empresas a cargo de capacitación (pasaje aéreo y viáticos)	u	4,00	1000,0	<b>4000,0</b>
00013	Análisis médicos	u	20,00	33,00	<b>660,0</b>
00014	Retroalimentación y análisis de acciones	u	1,00	45,00	<b>45,00</b>
00015	Sum. Ins. Luminaria incandescente tipo plafón, incluye lámpara 100 W	u	1,00	5,95	<b>5,95</b>
00016	Aparatos de respiración autónoma y máscaras con presión positiva	u	10,00	50,36	<b>503,6</b>
<b>TOTAL</b>					<b>11.128,09</b>

En la tabla 31 se evidencia el costo estimado en dólares de la implementación de la propuesta de seguridad ocupacional y ambiental.

El costo del proyecto es la suma de los costos de instalación del sistema de gestión más los costos de implementación de la propuesta de seguridad ocupacional y ambiental.

C instalación + C implementación= C total (Ecuación 1)

$$37.444,52 + 11.128,09 = 48.572,61$$

“Según el análisis costo-beneficio, un proyecto será rentable cuando la relación costo-beneficio es mayor que la unidad” (Crece Negocios, 2012).

### **6.1.2 Análisis de beneficios**

En el caso del presente estudio el análisis es un poco más complejo debido a que la instalación de sensores, consola del controlador y la implementación de la propuesta de seguridad ocupacional y ambiental, se lo analiza mediante el método de beneficio al análisis sistema de seguros. El análisis costo beneficio tiene en cuenta los costos de oportunidad de distintas alternativas, en este caso la pérdida de ingresos del valor del barril de petróleo si se produjera un siniestro y se cancelaran las operaciones de explotación.

El beneficio analizado se refiere a los costos que la empresa petrolera asumiría en caso de ocurrir un siniestro asociado a emisiones de gas ácido sulfhídrico H<sub>2</sub>S en una plataforma petrolera terrestre de perforación.

En base a la identificación y evaluación de riesgos determinados en el capítulo IV la ocurrencia de incendios y explosiones tendrían una alta probabilidad de ocurrencia y su impacto sería directamente sobre la estructura de la plataforma y sobre la salud y seguridad de los trabajadores.

Es por estas razones que se estimó principalmente el costo de la infraestructura de la torre de perforación.

Tabla 32. Beneficios de la instalación de sensores e implementación de la propuesta de seguridad ocupacional y ambiental

OFERENTE:				
Item	Código	Descripción	Unidad	P.Total
01.01.01.008	513002	Problemas Legales	Global	<b>1'028.772</b> (Diario Hoy, 2011)
01.01.01.010	513005	Explosiones		
01.01.04.001	520043	Problema con la comunidad		
01.01.04.002	595008	Evitar accidentes		
01.01.04.008	514016	Indeminizaciones		
01.01.04.009	522019	Daño de estructura		

### 6.1.3 Análisis costo-beneficio

Para éste análisis se comparó el valor de los costos en dólares con el valor (beneficios) de lo que implicaría no realizar ninguna gestión del riesgo asociado a emisiones de gas ácido sulfhídrico.

$$\frac{BENEFICIOS}{COSTOS}$$

Ecuación 2

$$1'028.772 / 48.572,61 = 21,1800848$$

Tabla 33. Análisis costo beneficio

Oportunidad	costo	Beneficio	Costo/beneficio	Deseable	
				si	no
Implementación de la propuesta de seguridad ocupacional y ambiental para evitar siniestros y proteger la infraestructura, al personal, a la maquinaria y los equipos.	48.572,61	El beneficio se refiere al costo de los daños en caso de un siniestro. El costo de la torre de perforación se encuentra en 1'028.722	$\frac{\text{BENEFICIOS}}{\text{COSTOS}}$ 21,1800848	X	

Adaptado de Sociedad Latinoamericana para la calidad, 2000

Existen varios métodos que nos explican si es o no rentable la implementación de un proyecto: (Sociedad Latinoamericana para la calidad, 2012)

- “Punto de equilibrio
- Periodo de devolución
- Valor presente neto
- Tasa interna de retorno”

Si la relación del análisis beneficios/costos es mayor que la unidad; el proyecto es rentable (Crece Negocios, 2012).

De lo cual podemos verificar que el proyecto es deseable y constituye una herramienta de prevención de siniestros asociados a las emisiones de gas ácido sulfhídrico.

## CAPITULO VII

### 7 Conclusiones y Recomendaciones

Las siguientes conclusiones y recomendaciones son aplicables tanto para el estudio realizado como para la propuesta planteada.

#### 7.1 Conclusiones

- Se recopiló, conceptualizó y analizó información, donde se definió plataformas petroleras terrestres de perforación, proceso de perforación y extracción del petróleo crudo, gas natural y ácido sulfhídrico.
- Se estableció matrices de análisis de riesgos, impacto ambiental y de implicación legal del riesgo asociado a la emisión de H<sub>2</sub>S.
- Se identificó actividades y lugares más vulnerables al estancamiento de gas ácido sulfhídrico; zarandas, hidrociclones, *frack tanks* y laboratorio.
- Se determinó como riesgos de alta probabilidad de ocurrencia y de consecuencias extremadamente dañinas tanto para la salud de los trabajadores como para la seguridad de la plataforma petrolera terrestre a incendios, explosiones, exposición a sustancias nocivas o tóxicas, deterioro de la calidad del aire.
- Se estableció diferentes riesgos asociados netamente con las emisiones de gas ácido sulfhídrico, de acuerdo a las características de éste gas y a las condiciones limitantes del funcionamiento de sensores como intoxicación, la influencia del viento en la dispersión del gas, malos olores, irritación ocular y la humedad como factor condicionante del eficiente funcionamiento de los sensores.
- Se determinó el cumplimiento parcial de los diferentes cuerpos legislativos aplicables a la gestión del riesgo asociado a emisiones de gas ácido sulfhídrico.
- Se realizó la elección del sensor más adecuado (marca Safetak) de acuerdo al presupuesto y requerimientos de la empresa petrolera.

- Se precisó la instalación de ocho sensores en lugares estratégicos de acuerdo a los resultados de la aplicación de la metodología de matrices de evaluación de riesgos.
- Se configuró cada sensor en 0,0047 ppm para que en concentraciones iguales o superiores a éste valor la alarma suene.
- Se realizó reuniones de información con varios miembros del personal acerca de la ubicación de los sensores instalados, el funcionamiento de los mismos y las actividades a realizarse en caso de que la alarma indique aumento de las concentraciones de gas ácido sulfhídrico.
- Se registró datos superiores a los 0,0047 ppm en un 20% del total de 40 valores diarios registrados; sin embargo ninguno de estos datos presentaron concentraciones elevadas, ya que no llegaron ni a 1 ppm; el efecto de estos datos fue que podía percibirse el olor característico a huevos podridos.
- Se estableció un conjunto de acciones tendientes a eliminar o minimizar el riesgo asociado a emisiones de gas ácido sulfhídrico, estas acciones son parte de la propuesta de seguridad y salud ocupacional y ambiental; se encuentran distribuidas en cuatro programas y son preventivas y correctivas.
- Se determinó la rentabilidad positiva del proyecto mediante el análisis costo beneficio se comparó el valor de los costos en dólares con el valor (beneficios) de lo que implicaría no realizar ninguna gestión del riesgo asociado a emisiones de gas ácido sulfhídrico; concluyéndose que es beneficioso.

## 7.2 Recomendaciones

- Se recomienda la instalación de sensores y la aplicación de todas las acciones establecidas en la propuesta de seguridad ocupacional y ambiental del capítulo V; con el fin de lograr la gestión integral del riesgo asociado a emisiones de gas ácido sulfhídrico H<sub>2</sub>S.
- Se recomienda en base al análisis costo beneficio; la instalación de sensores y la implementación de la propuesta (modelo); ya que el proyecto es viable.
- Se sugiere configurar el sistema de detección de gas ácido sulfhídrico (sensores y consola de controlador) a 0,0047 ppm; ya que a pesar de ser una concentración muy baja ya se percibe su olor característico a huevos podridos.
- Se pide a las autoridades y encargados de la petrolera se cumpla con los períodos establecidos de simulacros y capacitaciones.
- Se recomienda instalar los sensores en las áreas determinadas en éste estudio. (zarandas, *frack tanks*, hidrociclones, boca del pozo).
- Se sugiere realizar revisiones periódicas del funcionamiento de sensores, con el fin de evitar falsas alarmas.

## Referencias

Agency for Toxic Substances and Disease Registry. (2006). Ácido sulfhídrico (Hydrogen Sulfide). Recuperado el 26 de Enero de 2013, de [http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es\\_phs114.html](http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs114.html)

Agencia Pública de Noticia de Ecuador y Suramérica Andes. (2012) *2600 barriles diarios de 3 campos recuperan inversión de 39 USD millones del Biess*. Recuperado el 13 de Diciembre de 2012 de <http://andes.info.ec/econom%C3%AD/328.html>

Aguilera, J. (2012). *La gestión de Riesgo*. Recuperado el 23 de Octubre de 2012 de <http://www.monografias.com/trabajos-pdf3/gestion-riesgo/gestion-riesgo.shtml>

Amazonía por la vida. (2010). Recuperado el 25 de Junio de 2012 de <http://www.amazoniaporlavida.org>

Ambiente, D. (2011). *Tipos de Plataformas petroleras España*: Recuperado el 3 de febrero de 2013 de: [http://deptoenergiaymedioambiente.files.wordpress.com/2009/10/tipos-de-plataformas-petroleras-marinas\\_comite-cientifico.pdf](http://deptoenergiaymedioambiente.files.wordpress.com/2009/10/tipos-de-plataformas-petroleras-marinas_comite-cientifico.pdf).

Angelo. (2007). Cual es la diferencia entre "incidente" y "accidente"?. Recuperado el 22 de Diciembre de 2012, de <http://ar.answers.yahoo.com/question/index?qid=20070221035307AAHdM9y>

API. (2013). Recuperado el 18 de Octubre de 2012, de <http://www.api.org/>

Azcona, J. (2012). *Perforación y terminación de pozos petroleros*. Recuperado el 17 de Octubre de 2012, de <http://www.monografias.com/trabajos11/pope/pope.shtml>

- Barros, E. (2003). *Diseño del costo estándar de la perforación de un pozo petrolero. Quito-Ecuador*. Tesis Escuela de Contabilidad y Auditoría. Universidad Tecnológica Equinoccial.
- Bautista, A., Etchevers, J., Del Castillo, R., y Gutierrez, C. (2004). *La calidad del suelo y sus indicadores*. Recuperado el 11 de Octubre de 2012, de [www.um.es: http://www.um.es/gtiweb/allmetadata/calidad%20suelo.htm](http://www.um.es/gtiweb/allmetadata/calidad%20suelo.htm)
- Berger, A. (2012). *Evaluación de riesgos mediante Simulación Monte Carlo*. Recuperado el 12 de Noviembre de 2012 de <http://www.ucema.edu.ar/u/aberger/SimMCarlo/SimMCarlo.pdf>
- Berger, B., y Anderson, K. (1992). *Petróleo Moderno un Manual básico de la Industria* (Tercera Edición ed.). Estados Unidos: Editorial Publishing.
- Bermejo, R. (2005). *Del fin de la era del petróleo a la economía solar. En R. Bermejo, Del fin de la era del petróleo a la economía solar*. Bilbao-España: Editorial Bakeaz.
- Bravo, E. (2007). *Impactos explotación petrolera*. Recuperado el 15 de Febrero de 2013, de [http://www.inredh.org/archivos/documentos\\_ambiental/impactos\\_explotacion\\_petrolera\\_esp.pdf](http://www.inredh.org/archivos/documentos_ambiental/impactos_explotacion_petrolera_esp.pdf)
- CABOX S.A. de C.V. (2012). *Inicio*. Recuperado el 27 de Enero de 2013, de <http://cabox.com.mx/>
- Camara Boliviana de Hidrocarburos. (2007). *Perforación y entubación de pozos petroleros*. Recuperado el 7 de Diciembre de 2012, de <http://www.cbh.org.bo/archivos/docs/perforacionpozos.pdf>
- Camara Madrid. (2012). *Niveles de riesgos*. Recuperado el 22 de Diciembre de 2012, de [http://www.camaramadrid.es/Fepma\\_Web/Prevencion/Riesgos/Niveles\\_de\\_riesgos.pdf](http://www.camaramadrid.es/Fepma_Web/Prevencion/Riesgos/Niveles_de_riesgos.pdf)
- Carty, P. (1996). *Fibre Properties*. United Kindom.

- Casanova, P. (2008). *Suelos y tipo de suelo*. Recuperado el 24 de Octubre de <http://www.slideshare.net/patiadrian/suelos-y-tipos-de-suelos-presentation>
- Centro Canadiense de Seguridad y Salud Ocupacional. (2009). Recuperado el 11 de Diciembre de 2012, de [http://www.ccsso.ca/oshanswers/chemicals/glossary/msds\\_gloss\\_h.html#\\_1\\_23](http://www.ccsso.ca/oshanswers/chemicals/glossary/msds_gloss_h.html#_1_23)
- Chinchilla, R. (2010). *Salud y Seguridad en El Trabajo*, (1ra Edición ed.). San José de Costa Rica: Editorial Universidad Estatal a Distancia.
- Codificación del Código del trabajo. (2005). *Código del trabajo de Ecuador*. Recuperado el 7 de Diciembre de 2012, de <http://www.ecuadorlegalonline.com/laboral/codigo-de-trabajo/>
- Comunidad Petrolera. (2012). *Zarandas o cernidores*. Recuperado el Noviembre de 26 de 2012, <http://www.lacomunidadpetrolera.com/showthread.php/1747-Zaranda-o-Cernidores?p=2224>
- Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales CLACSO. (2010). *Concejo Latinoamericano de ciencias sociales*. Recuperado el 15 de Febrero de 2013 de <http://www.clacso.org.ar/inicio/inicio.php>
- Constitución de la República del Ecuador. (2008). *Constitución de bolsillo*. Recuperado el 22 de Diciembre de 2012 de [http://www.asambleanacional.gov.ec/documentos/constitucion\\_de\\_bolsillo.pdf](http://www.asambleanacional.gov.ec/documentos/constitucion_de_bolsillo.pdf)
- Crea. (2012). *Evaluación de riesgos incorrecta*. Recuperado el 12 de Noviembre de 2012, de [http://www.crea.es/prevencion/audito/pag\\_int/ejemplos/4\\_4\\_1\\_evaluacion\\_riesgos.pdf](http://www.crea.es/prevencion/audito/pag_int/ejemplos/4_4_1_evaluacion_riesgos.pdf)

- Creative Commons. (2011). *El petróleo*. Recuperado el 14 de Agosto de 2012, de [www.educar.org](http://www.educar.org): <http://www.educar.org/inventos/petroleo.asp>
- Crece Negocios. (2012). *El análisis costo-beneficio*. Recuperado el 30 de Enero de 2013, de <http://www.crecenegocios.com/el-analisis-costo-beneficio/>
- Cuentame.inegi. (2012). *El petróleo*. Recuperado el 12 de Noviembre de 2012, de <http://cuentame.inegi.org.mx/economia/petroleo/comoseformo.aspx?tema=E>
- Cuervo, L. (2001). *Introducción al derecho y la política de petróleos*. En C. L, *Introducción al derecho y la política de petróleos* (pág. 32). Bogotá-Colombia. : Editorial Javegraf. Pontificia Universidad Javeriana.
- DESIMAT PERU. (2012). ***Control efectivo de la electricidad estática en zonas de riesgo***. Recuperado el 25 de Enero de 2013, de [http://www.desimat.com.pe/artc\\_1.html](http://www.desimat.com.pe/artc_1.html)
- Departamento de Energía y medio ambiente. (s.f.). *Tipos de plataformas marinas*. Recuperado el 2 de febrero de 2013 de:[http://deptoenergiaymedioambiente.files.wordpress.com/2009/10/tipos-de-plataformas-petroleras-marinas\\_comite-cientifico.pdf](http://deptoenergiaymedioambiente.files.wordpress.com/2009/10/tipos-de-plataformas-petroleras-marinas_comite-cientifico.pdf).
- Diario Hoy. (21 de Enero de 2011). *Cae torre de perforación del campo Sacha de petro y PDVSA*. Recuperado el 5 de Febrero de 2013, <http://www.hoy.com.ec/noticias-ecuador/cae-torre-de-perforacion-del-campo-sacha-de-petro-y-pdvsa-454212.html>
- Diccionario.motorgiga.com. (2010). *Inflamabilidad*. Recuperado el 11 de Febrero de 2013, de <http://diccionario.motorgiga.com/diccionario/inflamabilidad-definicion-significado/gmx-niv15-con194454.htm>
- Dickson, T. (2000). *Química Enfoque Ecológico*. México DF: LIMUSA.

- Duck, B. G. (1983). *Petróleo, extracción y transporte marítimo*. Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo (3ª edición ed.). Ginebra.
- Duck, B., Ghosh, P., y Montillier, J. (1983). *Petróleo, extracción y transporte marítimo*. Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo. ( 3ª edición ed.). Ginebra.
- Ecologismo. (s.f.). *Proceso de extracción de petróleo*. Recuperado el 3 de Diciembre de 2012 de <http://www.ecologismo.com/2010/06/18/proceso-de-extraccion-del-petroleo/>
- El petroleo. (s.f.). *El petróleo*. Recuperado el 8 de Noviembre de 2012, de <http://www.elpetroleo.50webs.com/composicion.htm>
- El Sol de Santa Cruz. (2012). *Inician perforación de nuevo pozo en el campo Margarita*. Recuperado el 23 de Diciembre de 2012 [http://www.elsol.com.bo/index.php?c=&articulo=Inician-perforacion-de-nuevo-pozo-en-el-campo-Margarita&cat=148&pla=3&id\\_articulo=34254](http://www.elsol.com.bo/index.php?c=&articulo=Inician-perforacion-de-nuevo-pozo-en-el-campo-Margarita&cat=148&pla=3&id_articulo=34254)
- Energía, S. d. (2012). *Glosario de términos petroleros*. Recuperado el 14 de agosto de 2012 de: [www.sener.gob.mx/](http://www.sener.gob.mx/).
- Espol. (s.f.). *El petróleo*. Recuperado el 15 de Febrero de 2013, de <http://www.proyectoancon.espol.edu.ec/petroleo.htm>
- Esquivel, I. A. (2010). *Pemex*. Recuperado el 9 de Febrero de 2012, de <http://desarrollosustentable.pemex.com/portal/index.cfm?action=content&sectionID=33>
- Estade. (2012). *Desarrollo sustentable*. Recuperado el 29 de Agosto de 2012, de <http://www.estade.org/>
- FAO. (s.f.). *Evaluación de riesgos*. Recuperado el 19 de Septiembre de 2012, de [//ftp.fao.org/docrep/fao/010/a1140s/a1140s09.pdf](http://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a1140s/a1140s09.pdf)

Fontanie, G. (2003). *Petróleo y desarrollo sostenible en Ecuador*. Flacso sede Ecuador. . En G. Fontanie, *Petróleo y desarrollo sostenible en Ecuador*. Flacso sede Ecuador. Quito-Ecuador: Editorial Rispergraf.

*Generalitat de Catalunya Departament de Treball*. (2012). *Manual para la identificación y evaluación de riesgos laborales*. Recuperado el 18 de Diciembre de 2012 de [http://www.gencat.cat/treball/doc/doc\\_20620985\\_2.pdf](http://www.gencat.cat/treball/doc/doc_20620985_2.pdf)

Gómez, D. (2012). *La química de la combustión espontánea*. Recuperado el 17 de Febrero de 2013 <http://www.medciencia.com/la-quimica-de-la-combustion-espontanea/>

Grafimetal. (2012). *Señales de seguridad*. Recuperado el 23 de Enero de 2013, de <http://www.grafimetal.com/advertencia.htm>

Grupo Maremundi. (2005). *La extracción del petróleo*. Recuperado el 16 de Febrero de 2013, de <http://www.maremundi.com/hidrocarburos.asp?id=3>

Gualberto, B. C. (1997). *Manual de Evaluación Psicológica: Fundamentos, Técnicas y Aplicaciones* (1ra Edición ed.). Madrid-España: Editorial Siglo XXI de España.

Guevara, R. (2007). *Reinyección de aguas de formación en la zona del campo Sacha de la región amazónica del Ecuador perteneciente a Petroecuador*. Quito: Tesis: Universidad Tecnológica Equinoccial.

Guzman, D. (2009). *Ingeniería petrolera 2 semestre*. Recuperado el 13 de Diciembre de 2012, de <http://cursopetrolera2010.blogspot.com/2010/08/perforacion-petrolera.html>

Guzman, D. (2009). *Componentes del equipo de perforación y distribución de áreas*. Recuperado el 16 de Noviembre de 2012 de <http://www.slideshare.net/daviddesing/componentes-del-equipo-de-perforacion-y-distribucion-de-areas>

- Infograma Industrias Del Petroleo y Petroquimica. (2011). *Appendix B, Knowledge House Publishers*, ISBN 0-911119-43-4. Recuperado el 20 de Julio de 2012, de <http://www.buenastareas.com/ensayos/Infograma-Industrias-Del-Petroleo-y-Petroquimica/3228197.html>
- INFRA air products. (2011). *Hoja de datos de seguridad (HDS) Sulfuro de hidrogeno H<sub>2</sub>S*. Recuperado el 22 de Enero de 2013 de [http://www.infra.com.mx/servicio\\_atencion/libreria/gases/documentos/msds/sulfuro\\_hidrogeno.pdf](http://www.infra.com.mx/servicio_atencion/libreria/gases/documentos/msds/sulfuro_hidrogeno.pdf)
- InstiPetrol. (2009). *Introducción al petróleo*. Recuperado el 12 de Octubre de 2012, de <http://www.slideshare.net/daviddesing/componentes-del-equipo-de-perforacion-y-distribucion-de-areas>
- Instituto Argentino de Petroleo. (1991). *Contaminación de la industria petrolera*. Recuperado el 30 de Agosto de 2012, de <http://www.cricyt.edu.ar/enciclopedia/terminos/ContamPetr.htm>
- Instituto Nacional de Defensa Civil INDECI. (2006). *Manual básico para la estimación del riesgo*. Recuperado el 4 de Noviembre de 2012, de [http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/pdf/esp/doc319/doc319\\_contenido.pdf](http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/pdf/esp/doc319/doc319_contenido.pdf)
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSH). (2011). *Petroleo: Prospección y perforación*. (R. Kraus, Ed.) Recuperado el 15 de Junio de 2012, de <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo3/75.pdf>
- Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo. (2004). *Instrumento andino de seguridad y salud en el trabajo*. Recuperado el 28 de Diciembre de 2012, de [http://www.transelectric.com.ec/transelectric\\_portal/files/instrumento%20andino.pdf](http://www.transelectric.com.ec/transelectric_portal/files/instrumento%20andino.pdf)

Instituto Sindical de Trabajo ISTAS. (2012). *Ambiente y Salud*. Recuperado el 28 de Enero de 2013, de [http://www.istas.ccoo.es/descargas/gverde/INCENDIO\\_EXPLOSION.pdf](http://www.istas.ccoo.es/descargas/gverde/INCENDIO_EXPLOSION.pdf)

Jahir, E. (2010). *Perforación de pozos petroleros*. Recuperado el 03 de Noviembre de <http://es.scribd.com/doc/26573841/Perforacion-de-Pozos-Petroleros>

Jimenez, C. (s.f.). *Trabajo de salud ocupacional. Factores de riesgos ocupacionales*. Recuperado el 16 de Febrero de 2013, de <http://www.monografias.com/trabajos91/factores-riesgos-profesionales/factores-riesgos-profesionales.shtml>

Jorge, V. (2011). *Complejo criogénico de Jose*. Recuperado el 2 de Julio de 2012, de <http://www.buenastareas.com/ensayos/Complejo-Criogenico-De-Jose/1552639.html>

Krauss, R. (s.f.). *Petróleo: prospección y perforación*. Recuperado el 8 de Octubre de 2012, de <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo3/75.pdf>

Lacorte, C. G. (1946). *Petróleo, primera parte*. (Ed. El Ateneo) Recuperado el 16 de Febrero de 2013, de <http://www.monografias.com/trabajos16/petroleo-cateo/petroleo-cateo.shtml>

Leal, J. (1997). *El petróleo*. [www.bdigital.unal.edu.co](http://www.bdigital.unal.edu.co). Recuperado el 10 de Enero de 2013, de [www.bdigital.unal.edu.co/2365/1/valentinaboteroparra.2002\\_Parte7.pdf](http://www.bdigital.unal.edu.co/2365/1/valentinaboteroparra.2002_Parte7.pdf)

Leñero, M. (s.f.). *Clasificación de Factores de Riesgo*, Departamento de salud Pública, Facultad de Medicina de la UNam . Recuperado el 6 de febrero de

2012:<http://www.facmed.unam.mx/deptos/salud/censenanza/spivst/spiv/seis.pdf>.

Ley de Seguridad Social. (2001). *Ley de seguridad social*. Recuperado el 21 de Septiembre de 2012 de <http://www.ecuadorlegalonline.com/biblioteca/ley-de-seguridad-social-ecuador/>

Ley Organica de Salud. (2006). *Ley orgánica de salud*. Recuperado el 12 de Septiembre de 2012 de [http://www.cicad.oas.org/fortalecimiento\\_institucional/legislations/PDF/EC/ley\\_organica\\_de\\_salud.pdf](http://www.cicad.oas.org/fortalecimiento_institucional/legislations/PDF/EC/ley_organica_de_salud.pdf)

Lombardo, E., y Ulloa, M. A. (s.f.). *Icp*. Recuperado el 28 de Agosto de 2012 de [www.icp.csic.es](http://www.icp.csic.es).

Maggio, A. (2012). *Acido sulfhidrico*. Recuperado el 11 de Julio de 2012, de [www.bomba18.cl: http://www.bomba18.cl/manuales1/2/sulfhidrico.pdf](http://www.bomba18.cl/manuales1/2/sulfhidrico.pdf)

MARIV, Ingeniería en servicios. (2004). *Detectores de sulfhídrico*. Recuperado el 23 de Noviembre de 2012, de [http://www.iesmariv.com/Descargas/Detectores\\_de\\_H2S\\_Mariv.pdf](http://www.iesmariv.com/Descargas/Detectores_de_H2S_Mariv.pdf)

Márquez, R. (2012). *Webdelprofesor.ula*. Recuperado el 23 de Diciembre de 2012, de [http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/marquezronald/?page\\_id=4837](http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/marquezronald/?page_id=4837)

Mavliútov, M. (1986). *Tecnología de perforación de pozos profundos*. En M. Mavliútov, Tecnología de perforación de pozos profundos (pág. 11). Editorial Mir Moscú.

Medicina Laboral de Venezuela C.A. (2012). *Identificación de los riesgos*. Recuperado el 3 de Octubre de 2012, de [http://www.medicinalaboraldevenezuela.com.ve/riesgos\\_laborales.html](http://www.medicinalaboraldevenezuela.com.ve/riesgos_laborales.html)

Mercaforex. (2012). *El petroleo*. Recuperado el 29 de Noviembre de 2012, de <http://www.muchapasta.com/b/var/Productos%20del%20petroleo.php#>.

- MG Industries. (2012). *MG Industries*. Material Safety Data Sheet # 11210. (M. Andres, Recopilador) Malvern, 3 Great Valley Parkway, Estados Unidos. Recuperado el 15 de Diciembre de 2012 de <http://www.mg-ind.com/products.html>
- Milagro, F. (2012). *El imperio del derecho Pirámide de Kelsen*. Recuperado el 2 de Octubre de 2012, de <http://iusuniversalis.blogia.com/2011/022402-piramide-de-kelsen.php>
- Monroy, C. (s.f.). *El petróleo*. Recuperado el 10 de octubre de 2012, de tecnologiafuentenueva:  
<http://tecnologiafuentenueva.wikispaces.com/file/view/petroleo.pdf>
- Murillo, J. (2005). *Introducción a la metodología experimental*. México D.F.: Editorial Limusa.
- Newberry, J. (2007). *El petróleo*. Buenos Aires, Argentina.: Biblioteca Nacional.
- Ortíz, D. (2008). *Equipos y herramientas de perforación, procesos operativos en armadas, desarmadas y traslado de equipos* . Quito-Ecuador: Tesis:Facultad de Ciencias de la Ingeniería. Universidad Tecnológica Equinoccial.
- Pacheco, R., y Romero, P. (2007). *Implementación del sistema de control para la reinyección de agua de formación en la estación Bermejo*. Recuperado el 16 de Febrero de 2013, de <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2776/6/CD-0582.pdf>
- Pailiacho, H. (2007). *Sistema de circulación, equipos y herrmanientas en superficie* . Recuperado el 30 de Noviembre de 2012 de [http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/5735/1/32968\\_1.pdf](http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/5735/1/32968_1.pdf)
- Parra, H. (2010). *Definición de factor de riesgo ocupacional*. Recuperado el 6 de Noviembre de 2012, de <http://www.enfoqueocupacional.com/2010/08/definicion-de-factor-de-riesgo.html>

PDVSA. (s.f.). *El taladro de perforación*. Recuperado el 16 de Octubre de <http://www.pdvsa.com/interface.sp/database/fichero/publicacion/7347/1563.PDF>

Petroleros, Mexicanos. (2007). *Procesamiento, almacenamiento y transporte de gas*. Recuperado el 18 de Diciembre de 2012, de <http://www.sener.gob.mx/res/403/Elaboraci%C3%B3n%20de%20Gas.pdf>

*Petroleum, United Cantabric Blog*. (s.f.). *Estructuras y tipos de paraformas*. Recuperado el 15 de Octubre de 2012, de <http://cantabricpetroleum.files.wordpress.com/2009/10/plataformas-petroleras-cantabricoo.pdf>

Portal del Ingeniero Ambiental. (1999). *Contenido*. Recuperado el 15 de Noviembre de 2012, de [www.ingenieroambiental.com](http://www.ingenieroambiental.com): [http://www.ingenieroambiental.com/informes/petroleo\(ingenieroambiental.com\).htm](http://www.ingenieroambiental.com/informes/petroleo(ingenieroambiental.com).htm)

Productos del Petróleo. (s.f.). Recuperado el 2 de febrero de 2013 de: <http://www.muchapasta.com/b/var/Productos%20del%20petroleo.php#>.

Ramos, J. (2011). *Pirámide de Kelsen*. Recuperado el 13 de Diciembre de 2012 de <http://iusuniversalis.blogia.com/2011/022402-piramide-de-kelsen.php#comentarios>

Raymond, C. (2003). *Acido Sulfhídrico*. Recuperado el 12 de Septiembre de 2012, de [http://es.wikipedia.org/wiki/%C3%81cido\\_sulfh%C3%ADdrico](http://es.wikipedia.org/wiki/%C3%81cido_sulfh%C3%ADdrico)

Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas en el Ecuador (RAOH). (2001).RAOH. Recuperado el 22 de Septiembre de 2012, de <http://www.miliarium.com/paginas/leyes/internacional/Ecuador/Contaminacion/Decreto1215-01.pdf>

Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo. (1986). *Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo*. Recuperado el 22 de Enero de 2013 de [http://www.transelectric.com.ec/transelectric\\_portal/files/reglamento%20de%20seguridad%20y%20salud%20de%20los%20trabajadores%20y%20mejoramiento%20del%20medio%20ambiente%20de%20trabajo.pdf](http://www.transelectric.com.ec/transelectric_portal/files/reglamento%20de%20seguridad%20y%20salud%20de%20los%20trabajadores%20y%20mejoramiento%20del%20medio%20ambiente%20de%20trabajo.pdf)

Reglamento del Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo. (2005). *Reglamento del Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo*. Recuperado el 10 de Octubre de 2012, de <http://www.prosigma.com.ec/pdf/gso/Reglamento-del-Instrumento-Andino-SST.pdf>

Reglamento General del Seguro de Riesgos del Trabajo. (s.f.). *Reglamento General del Seguro de Riesgos del Trabajo*. Recuperado el 10 de Octubre de 2012, de [http://www.seso.org.ec/downloads/MATERIAL%20REVISTA/REGLAMENTO%20DEL%20SEGURO%20GENERAL%20DE%20RIESGOS%20DEL%20TRABAJO\\_IESS\\_RESOLUCION%20390.pdf](http://www.seso.org.ec/downloads/MATERIAL%20REVISTA/REGLAMENTO%20DEL%20SEGURO%20GENERAL%20DE%20RIESGOS%20DEL%20TRABAJO_IESS_RESOLUCION%20390.pdf)

Reinoso, G. (2010). Elaboración del programa de prevención de riesgos laborales del laboratorio de protección ambiental (LABPAM) de Petroproducción. Marco Legasl de la Seguridad y Salud Ocupacional en el Ecuador. Lago Agrio, Ecuador.

Repositorio UTE. (2012). *Capítulo I*. Recuperado el 28 de Noviembre de 2012, de [http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/8614/5/17778\\_5.pdf](http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/8614/5/17778_5.pdf)

Rugao Yaou Co. Ltd. (s.f.). *Desarenador*. Recuperado el 20 de Diciembre de 2012, de [www.yaoumachinery.es](http://www.yaoumachinery.es): <http://www.yaoumachinery.es/4-desander-4.html>

Rui, W. (Mayo de 2001). *Acido sulfhídrico*. Recuperado el 15 de Noviembre de 2012, de [http://es.wikipedia.org/wiki/%C3%81cido\\_sulfh%C3%ADdrico](http://es.wikipedia.org/wiki/%C3%81cido_sulfh%C3%ADdrico)

Safetak. (2012). *Gas detection*. Recuperado el 16 de Octubre de 2012 de [http://www.safetak.com/english/product\\_003\\_2.asp](http://www.safetak.com/english/product_003_2.asp)

Safetak Co Ltda. (2012). ***GC880 Wall-Mounted Gas Detection Controller***. Recuperado el 15 de Octubre de 2012 de [http://www.safetak.com/english/product\\_003\\_1.asp](http://www.safetak.com/english/product_003_1.asp)

Secretaría de Energía: *Glosario de términos petroleros*. (2012). Glosario de términos petroleros. Recuperado el 6 de Diciembre de 2012 de [www.sener.gob.mx/](http://www.sener.gob.mx/).

Segar. (2008). *Dewatering*. Recuperado el 25 de Octubre de 2012 de <http://www.segarsa.com.ar/dewatering.html>

Segar S. A. Servicios Petroleros. (2013). *Dewatering*. Recuperado el 5 de febrero de 2013 de: <http://www.segarsa.com.ar/dewatering.html>.

Sensidyne. (2012). *Gas detection*. Recuperado el 22 de Enero de 2013 de [www.sensidynegasdetection.com](http://www.sensidynegasdetection.com):  
<http://www.sensidynegasdetection.com/products.html>

Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en Petroecuador. (2012). *Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en Petroecuador*. Recuperado el 15 de Septiembre de 2012 de <http://gss.eppetroecuador.ec/gss/vas/version2.0/userfiles/file/POLITICA.pdf>

Sociedad Latinoamericana para la calidad. (2000). *Análisis costo/beneficio*. Recuperado el 8 de Febrero de 2013 de <http://www.valoryempresa.com/archives/costobeneficio.pdf>

Solis, M. L. (s.f.). *Clasificación de Factores de riesgo*, Departamento de Salud Pública de Medicina de la UNAM. Recuperado el 6 de febrero de 2013: <http://www.facmed.unam.mx/deptos/salud/censenanza/spivst/spiv/seis.pdf>.

Storch de Gracia, J. M. (2008). *Manual de Seguridad Industrial en plantas químicas y petroleras* (Vol. Volumen I). Mc Graw-Hill.

Subsecretaría de Hidrocarburos. (2008). *Glosario de la Secretaría de energía*. Recuperado el 15 de Febrero de 2013 de <http://petroleo.colmex.mx/index.php/glosarios/80>

Trujillo, A. (2008). *Pozo exploratorio Tijeras Melgar Tolima Colombia*. Recuperado el 4 de Febrero del 2013 de <http://www.geolocation.ws/v/P/26083894/pozo-exploratorio-tijeras-melgar-tolima/en>

Unión de Promotores Populares de Salud de la Amazonía Ecuatoriana (UPPSAE). (1993). *Estudios sobre impactos petroleros*. Recuperado el 3 de Septiembre de 2012 de Caso Texaco: [http://www.casotexaco.com/wp-content/uploads/2012/08/estudios\\_sobre\\_impactos\\_petroleros2.pdf](http://www.casotexaco.com/wp-content/uploads/2012/08/estudios_sobre_impactos_petroleros2.pdf)

*United Cantabric Petroleum Blog*. (s.f.). *Estructuras y tipos de plataformas*. Recuperado el 5 de Octubre de 2012 de <http://cantabricpetroleum.files.wordpress.com/2009/10/plataformas-petroleras-cantabricoo.pdf>

Universidad EAFIT. (2011). *Control de riesgos laborales*. Recuperado el 18 de Octubre de 2012 de <http://www.eafit.edu.co/escuelas/administracion/consultorio-contable/Documents/boletines/auditoria-control/b2.pdf>

Wiki.answers.com. (2013). *What is a frac tank*. Recuperado el 17 de Febrero de 2013 de [http://wiki.answers.com/Q/What\\_is\\_a\\_frac\\_tank](http://wiki.answers.com/Q/What_is_a_frac_tank)

Wikipedia Inc. (2013). *en.wikipedia.org*. Recuperado el 17 de Febrero de 2013 de [http://en.wikipedia.org/wiki/Flammability\\_limit](http://en.wikipedia.org/wiki/Flammability_limit)

WordReference. (2013). WordReference.com. Recuperado el 11 de Febrero de 2013 de <http://www.wordreference.com/definicion/refino>

Zarate, I. (2011). *Desarrollo sustentable*. Recuperado el 5 de Enero de 2012 de <http://cbtis259ecologia.wordpress.com/2011/05/26/desarrollo-sustentable/>

## Glosario

**Campo petrolífero:** es una zona con abundancia de pozos de los que se extrae petróleo del subsuelo. Debido a que las formaciones subterráneas que contienen petróleo (yacimientos petrolíferos) pueden extenderse sobre grandes zonas, a veces de varios cientos de kilómetros cuadrados, una explotación completa conlleva varios pozos o plataformas diseminados por toda una área. Además, puede haber pozos exploratorios que investigan los límites, tuberías para transportar el petróleo a cualquier lugar y locales de apoyo.

**Plataforma petrolera terrestre:** Una plataforma de perforación de petróleo es una estructura que alberga equipos, tales como la torre de perforación, tubería, brocas y los cables necesarios para extraer el petróleo debajo de la superficie terrestre. Las plataformas petroleras pueden ser de perforación mar adentro en el fondo del océano o terrestres.

**Agua de formación:** Agua que se encuentra conjuntamente con el petróleo y el gas en los yacimientos de hidrocarburos. Puede tener diferentes concentraciones de sales minerales.

**API:** *American Petroleum Institute* – la gravedad específica del petróleo se determina sobre la base de los estándares del API.

### Crudo °API:

Extra pesado <10

Pesado 10 – 20

Medio 20 – 35

Liviano 35 – 45

**COV:** Compuestos orgánicos volátiles (inglés: VOC). Tienen capacidad de formar oxidantes fotoquímicos por reacciones con los óxidos de nitrógeno en presencia de la luz solar; algunos COV son peligrosos para la salud.

**Crudo:** Mezcla de petróleo, gas, agua y sedimentos, tal como sale de las formaciones productoras a superficie.

**Fluido de perforación:** Mezcla utilizada para estabilizar las paredes del pozo y transportar a superficie los ripios de perforación. Sinónimo de lodos de perforación.

**Gas asociado:** Gas natural que se encuentra en los yacimientos petroleros y cuya composición es variable.

**Gas licuado de petróleo:** Mezcla de hidrocarburos gaseosos en estado natural, en cuya composición predomina propano y butano, que se almacenan y expenden en estado líquido, en recipientes herméticos a presión.

**Gas natural:** Gas compuesto por hidrocarburos livianos y que se encuentra en estado natural solo o asociado al petróleo.

**Límite permisible:** Valor máximo de concentración de elemento(s) o sustancia(s) en los diferentes componentes del ambiente, determinado a través de métodos estandarizados, y reglamentado a través de instrumentos legales.

**Pozo de desarrollo:** Aquel que se perfora en un campo hidrocarburífero con el propósito de realizar la explotación de sus yacimientos.

**Sitio de perforación:** Es la superficie que comprende el área útil, además de piscinas o tanques para disposición de ripios, tratamientos de fluidos de perforación y pruebas de producción, áreas verdes, almacenamiento de material vegetal y otras áreas requeridas de acuerdo a la topografía del terreno.

**Refino:** proceso por el cual se hace más fina o pura una sustancia o materia refino de crudo.

**Zarandas vibratorias:** aparato de tela metálica.

**Inflamabilidad:** característica de los hidrocarburos que indica la mayor o menor facilidad con que éstos se autoencienden bajo el efecto de presiones y temperaturas elevadas.

**Frack tanks:** esbásicamente un término genérico para tanques móviles de acero de almacenamiento; utilizados para contener líquidos. Normalmente se utiliza para pozos en la industria del petróleo y el gas, un tanque de frac también puede ser utilizado para almacenar líquidos como el agua de escorrentía, combustible diesel, glicol, aceites, etc.

**Hidrociclones:** El hidrociclón está hecho de hierro fundido de cromo para una buena rigidez. El desarenador está diseñado en base al principio de establecimiento de partículas. Los líquidos separados del medio de perforación entran por la pared interna del espiral doble, dependiendo de la presión y velocidad producida por la bomba de arena.

**Combustión catalítica:** La combustión catalítica de gas natural actúa sobre estos factores, permitiendo un control de los perfiles de temperatura a lo largo del quemador como también una combustión más homogénea evitando marcados gradientes de temperatura y concentración. En este contexto, La combustión catalítica a alta temperatura es un proceso alternativo en cual se minimiza la formación de los óxidos de nitrógeno en el quemador evitándose así, un tratamiento posterior de desnitrificación de los gases de salida.

**Ignición espontánea:** Existen reacciones químicas que desprenden calor mientras suceden, se llaman reacciones exotérmicas; el objeto arde rápidamente alcanzando altas temperaturas y sin una causa aparente de inicio del fuego.

**LEL (Límite inferior de explosividad):** El límite más bajo de concentración (porcentaje) de un gas o un vapor, capaz de producir un destello de fuego en presencia de una fuente de ignición (llama, calor).

**UEL(Límite superior de explosividad):** La concentración más alta (porcentaje) de un gas o un vapor capaz de producir un destello de fuego en presencia de una fuente de ignición (arco, llama, calor) de aire.

**HMIS:** Sistema de Identificación de Materiales Peligrosos (Hazardous Materials Identification System), de acuerdo a la NOM-018-STPS-2000, Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicamente peligrosas en los centros de trabajo.

**NFPA:** Asociación Nacional de Protección contra Incendios (National Fire Protection Association), de acuerdo a la NOM-018-STPS-2000, Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias.

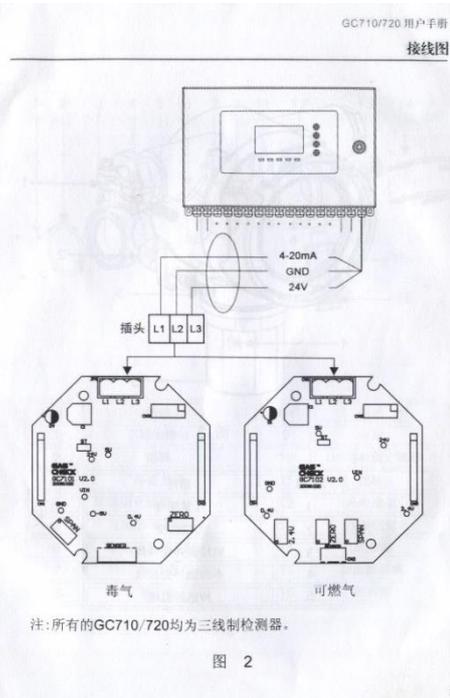
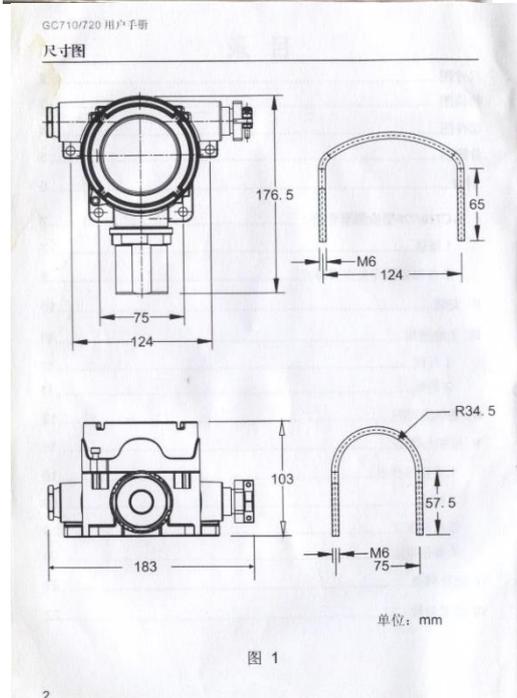
**ANEXOS**

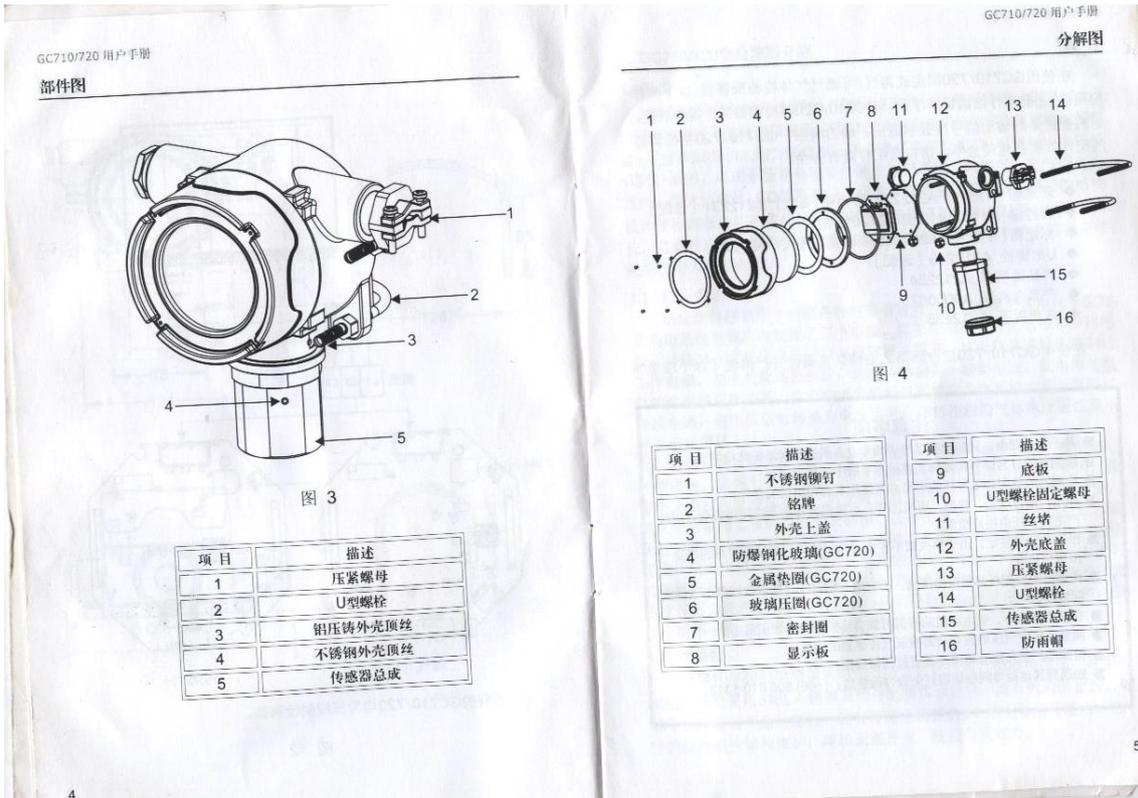
# Anexo 1. Manual de Operaciones y mantenimiento de Sensores GC 710/720 GAS CHECK



## 目录

尺寸图.....	2
接线图.....	3
部件图.....	4
分解图.....	5
引言.....	6
I. GC710/720型检测器介绍.....	7
1. 概述.....	7
2. 各部分简介及主要特点.....	8
II. 安装.....	10
III. 上电使用.....	11
1. 开机.....	11
2. 菜单.....	11
IV. 菜单流程图.....	12
V. 维护与服务.....	18
1. 更换传感器.....	18
2. 标定.....	19
3. 质量保证.....	20
4. 责任限定.....	20
VI. 配件列表.....	21
VII. 技术参数.....	22





GC710/720 用户手册

### 引言

在使用GC710/720固定式毒气/可燃气体检测报警器(以下简称检测器)之前请仔细阅读本手册, GC710/720型检测器属于安全装置, 您的责任是对输出信号或显示做出正确的响应。GC710/720型检测器的配件放置在包装盒中, 请检查配件是否齐全。

配件如下:

- ◆ 防雨帽(可燃气) A212232/防雨帽(毒气) A212231 [选配]
- ◆ 遥控器 A312214 (仅限GC720使用)
- ◆ 标定帽(可燃气) A212236/标定帽(毒气) A212233
- ◆ U形螺栓 A212215 [选配]
- ◆ 产品说明书 A212234
- ◆ 产品合格证 A900007
- ◆ 六角扳手 A212235

在使用GC710/720型检测器之前请认真阅读并严格遵守以下注意事项。

#### 注意事项

- 基于安全理由, 只能由受过培训的专业人员操作和维护此检测器;
- 检测器的日常保养和维护要遵照本手册中的要求进行;
- 检测器的修理和零部件的更换必须采用本公司提供的备件;
- 如用户擅自改装、修理、更换部件, 可能损害检测器的使用安全, 由此产生的责任由用户负责;
- 根据本公司鉴定, 由于事故或不正常操作、使用、处理而损坏的产品由用户负责;
- 传感器的检测口必须保持清洁, 若有堵塞物可能会导致读数低于气体实际浓度;
- 在某些环境中, 强电磁波的干扰可能会导致报警器非正常工作;
- 潮湿环境中“压”的变化会影响氧气传感器的读数;
- 检测器严禁在危险场所开盖进行任何操作;
- 如遇到其他疑难问题请拨打免费咨询热线: (+86) 800 810 1312。

GC710/720 用户手册

### 1. GC710/720型检测器介绍

#### 1. 概述

感谢您信任并购买GC710/720固定式气体检测报警器。GC710为无显示型固定式气体检测报警器, GC720为液晶显示型固定式气体检测报警器, 它们的防爆方式均为隔爆型。传感器采用催化燃烧(可燃气)/电化学(毒气)原理, 可用于检测环境中泄漏的微量毒气、可燃气、氧气或有机蒸汽。超大清晰的LCD屏幕显示, 状态报警信息一目了然。精巧的结构设计使检测器的防护等级达到IP66。它操作简单、维护方便、使用寿命长, 具有自动校正零点、超量程自动保护功能, 编程菜单的密码设置可避免使用人员误操作。

#### 1.1 工作原理

电化学传感器用于检测各种有毒有害气体, 它采用的是电化学原理。其构造是在电解池内安置了三个电极, 即工作电极、对比电极和参比电极, 并施加一定极化电压, 以薄膜同外界隔开, 被测气体通过此膜到达工作电极, 发生氧化还原反应, 此时传感器有一输出电流, 此电流与毒气的浓度成正比关系, 这个电流信号经过采样变为电压放大后, 再经过变换电路, 将电压信号转换为电流信号, 并将相应的气体浓度通过显示屏显示在屏幕上。

催化燃烧传感器用于检测可燃气体, 它由两个单元组成: 检测器、补偿电路。这两个单元和它们的支撑部分固定在隔爆结构的外壳内。报警单元由白金盘绕成卷状, 外面覆盖氧化铝和一些起催化作用的涂层。氧化铝可以增加接触反应的表面积。在补偿单元, 氧化铝经过处理以避免任何接触的氧化反应。这两个单元被放置在惠斯通电桥电路中, 由恒定电压或电流供电, 来维持催化反应的温度。在这个温度下大气中所有的可燃气体在接触到报警器的時候都会被氧化, 氧化反应所散发出的温度使白金丝产生了很高的温度, 从而导致白金丝的电阻增大很多, 引起电桥不平衡, 使探测器检测出气体浓度。

#### 1.2 产品特点

GC710/720型检测器采用先进的传感器技术, 检测精度高、反应时间短; 外壳采用316L不锈钢及铝合金防腐材料, 做有效的防止酸、碱等不良环境对产品的腐蚀; 拥有可随意调整的3个继电器信号输出, 独特的红外遥控编程维护, 现场无需开盖, 既安全又省力。

2. 各部分简介及主要特点

2.1 外壳

GC710/720型检测器外壳采用含镁量0.27%的316L不锈钢及铝合金防腐材料，能有效的防止酸、碱等不良环境对产品的腐蚀。一次成型全密封的铝压铸外壳及不锈钢传感器外壳，结合紧密可靠，使防护等级达到IP66，既有很好的防水性能又能适应野外各种环境，可广泛应用于电力、石油、矿山等恶劣工况。

2.2 传感器

传感器是GC710/720型检测器最重要的元件，它有一个防尘防爆的粉末冶金保护膜，合理的孔径能有效的缩短报警反映时间，改善阻燃元件的敏感性和抗冲击能力，从而大大提高GC710/720型检测器的安全可靠性和使用寿命。

注：一种传感器只能检测一种毒气。为了正确测量，请勿遮盖传感器。机械冲击、水喷射可能会影响测量质量，甚至损坏传感器。

2.3 液晶屏幕(GC720)

宽视角的字母数字式LCD液晶，可同时显示实时的气体浓度及工作状态，测量显示数据为4位(0-9999)，发光二极管用作背景灯。



图5

项目	描述
1	浓度数值
2	维护模式
3	报警状态
4	故障状态
5	编辑状态
6	零点调节
7	液晶背光
8	气体浓度单位
9	电源指示灯
10	故障报警灯

注：为了方便在暗处读取数据，可选择长时间照明模式。

2.4 遥控器(GC720)

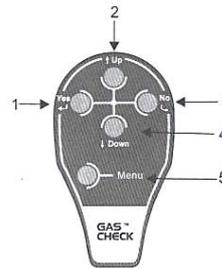


图6

项目	描述
1	确认
2	手动显示上一菜单；数值的增加
3	返回；取消操作
4	手动显示下一菜单；数值的减少
5	进入主菜单

II. 安装

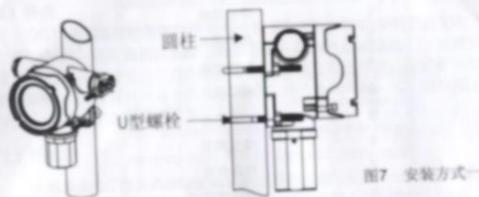


图7 安装方式一

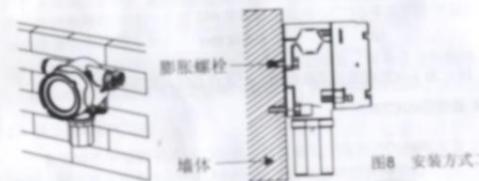


图8 安装方式二

安装方法：

在安装时首先要确定需要检测气体与空气的比重，安装高度应根据被测气体的密度调整。应将检测器固定在距气源半径1.5米以内合适的位置。

检测器的安装可分为两种方式：

1 如图7所示 将匹配的两个U型螺栓直接固定于管状物体上，可供安装管的直径范围是Φ35-Φ69之间。

2 如图8所示 可直接使用4个直径6mm的膨胀螺栓安装在墙上。

安装注意事项：

- 1) 不要安装在排气口、换气扇、房门等风量流动较大的地方；
- 2) 不要安装在水滴、水汽较多等很潮湿的地方；

- 3) 不要安装在有物件将检测器与用气设备隔离开来的地方；
- 4) 避免在检测器附近大量使用发泡胶、杀虫剂、油漆、粘接剂、稀料、酒精等，以免影响传感器元件的正常功能；
- 5) 严禁自行拆除和维修，若有问题请及时与我们联系。

III. 上电使用

我公司GC710是无显示型检测器，接通电源开机自检后直接开始工作，不需要对其进行其他的操作。

以下介绍的是GC720型带显示检测器开机后显示与操作情况。

1. 开机

详见开机流程图（12页）

2. 菜单

主菜单下共设有六个子菜单，分别为零点调节，低、高报警点设置，密码设置，液晶背光，单位调节。（详见主菜单流程图13页）

2.1 零点调节

当显示浓度值的范围在满量程±10%之间，可进入零点调节菜单使显示自动回零。（详见零点调节流程图14页）

2.2 低、高报警点设置

出厂时已设定报警值，用户可根据需求更改报警值。（详见低、高报警点设置流程图15页）

2.3 密码设置

出厂时，初始密码均为“0000”，用户可根据需求更改进入维护菜单的密码。（详见密码设置流程图16页）

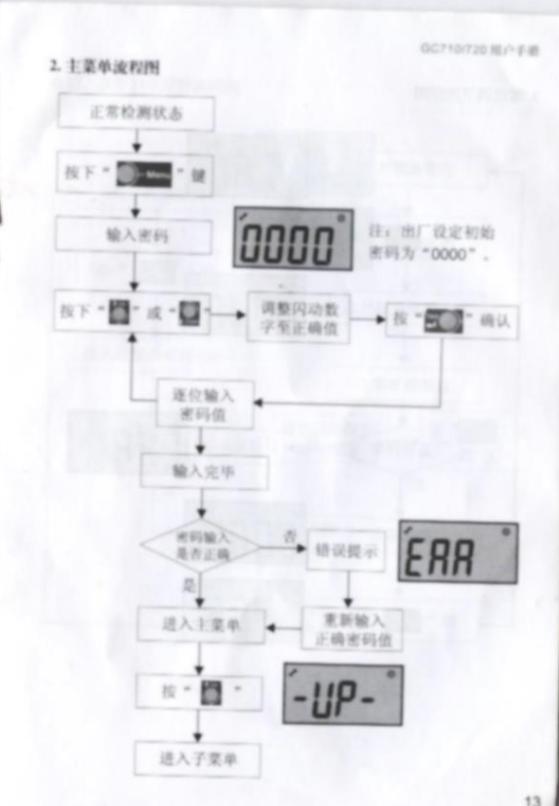
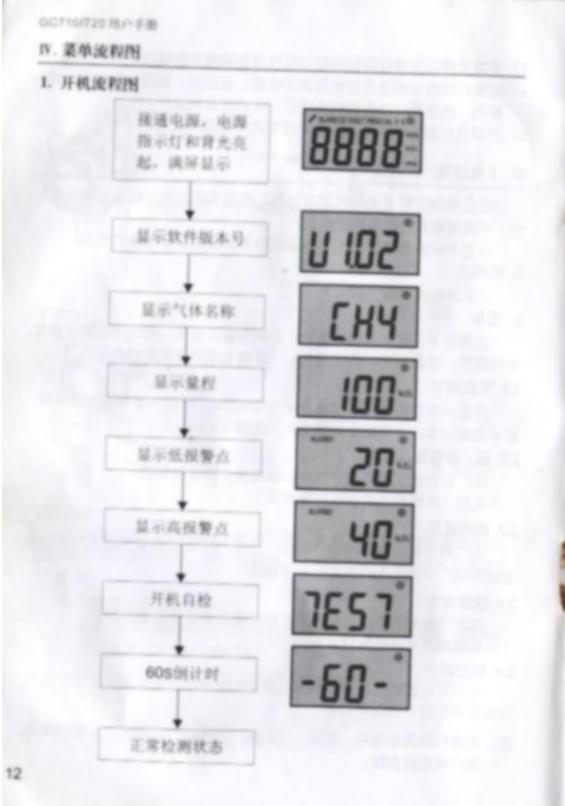
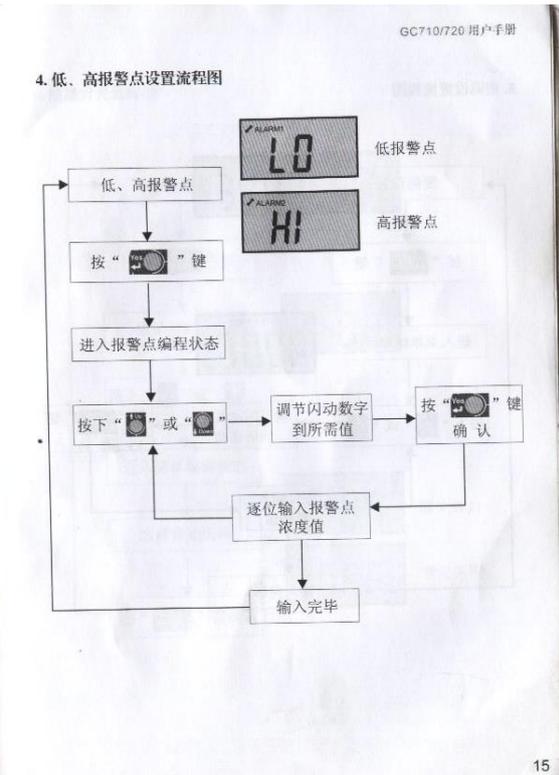
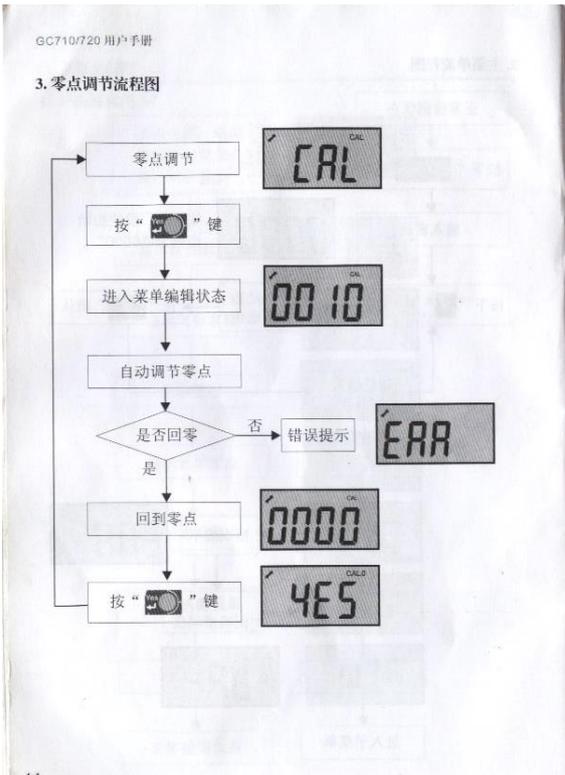
2.4 液晶背光

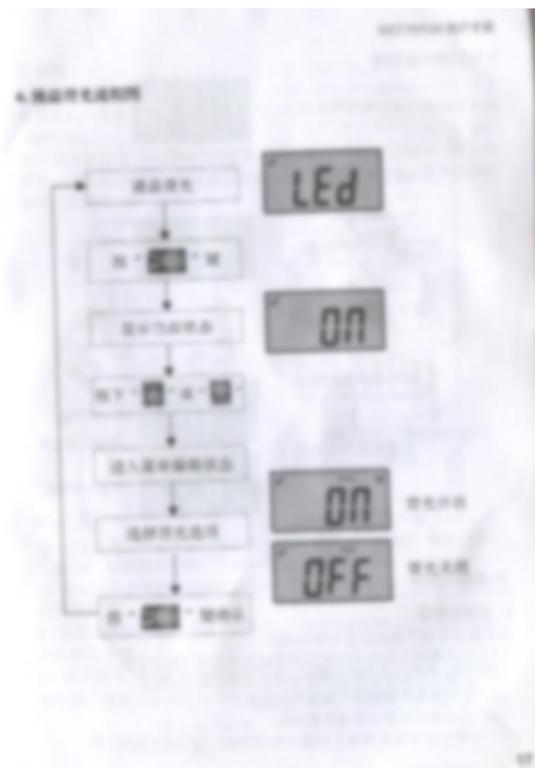
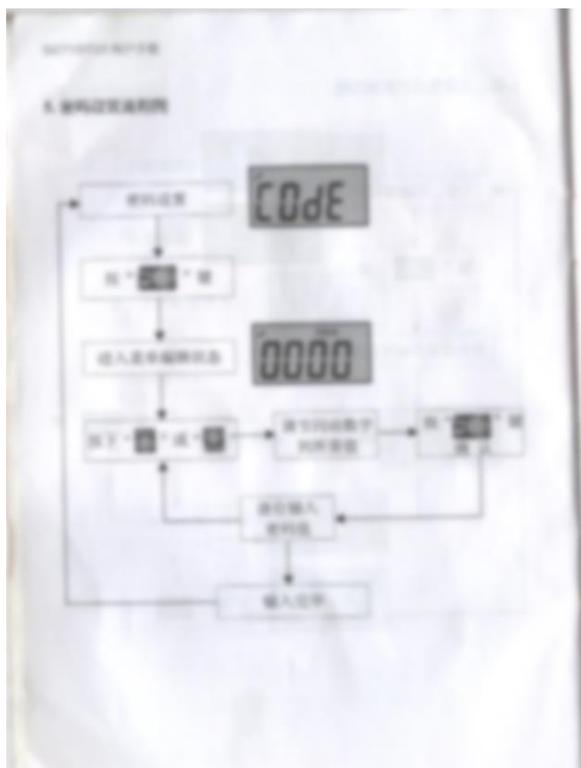
用户可根据需求选择在正常工作时液晶背光开启或关闭。（详见液晶背光流程图17页）

2.5 单位调节

用户可根据需求选择显示或不显示浓度单位，此菜单仅适用于毒气。（详见单位调节流程图18页）

注：在进行编辑参数时，屏幕上方出现“PROG”，表示进入编辑状态，用户可更改参数。





GC710/720 用户手册

### 7. 单位调节流程图

V. 维护与服务

#### 1. 更换传感器

当仪器出现以下状况时需更换传感器：

- (1) 零点漂移过大且无法通过调整仪器自身电位器进行修正；
- (2) 负偏过大且无法通过调整仪器自身电位器进行修正；
- (3) 正常情况下超量程，或通气无反应；
- (4) 无法满足仪器计量误差要求的。

用户不得自行更换传感器，如需更换传感器，请与我们联系。

GC710/720 用户手册

### 2. 标定

提示：

1. 开盖前应另备可燃、无毒、无味、无腐蚀性气体检测仪，检查并确认现场无可燃气体存在；
2. 作为安全仪器，GC710/720型检测器需要至少每6个月标定一次，每年至少进行两次标定，并记录在案以备查寻。此操作必须由获得授权的操作人员完成。

标定方法：

- 1) 打开上盖，可以看见电路板上有“ZERO”和“SPAN”的电位器，“ZERO”为调零电位器，“SPAN”为调灵敏度电位器；
- 2) 将电流表串联至检测器的信号端L1上(如图9所示)，给检测器通电至稳定状态；
- 3) 待检测器稳定后，调整“ZERO”电位器(如图9所示)，使电流显示输出值为4mA；
- 4) 通入流量为0.5L/min的标准气体，当输出稳定后，调整“SPAN”电位器，使电流表示值*α*与以下公式计算结果的电流值相同即可。

$$\alpha = 4 + \frac{16 \times \text{标气浓度}}{\text{量程}}$$

GC710720 用户手册

检测前在出厂前已调整，并已用相应的标准气体进行校准，为以下操作及气路连接前请仔细阅读上述说明：

- 检测过高浓度气体时
- 仪器存放一个月以上
- 更换标准气体时



序号	描述
1	标准气
2	标准气
3	燃气/可燃气体

**3. 质量保证**

GC710720 为固定式毒气、可燃气体和氧气检测器。仪器出厂前在室内、实验室条件下，在标准条件下，用标准产品进行校准。校准后，仪器在出厂前，经过严格的质量检验，以确保仪器在出厂前，符合国家标准。

**4. 质量保证**

我们承诺对其他以中文表述的说明书，我们承诺：

产品的质量保证期限为以下情况，所有产品在出厂前都经过了严格的校准，并通过了出厂前的检验，其出厂前在出厂前，我们承诺：

我们承诺在出厂前，我们承诺：

GC710720 用户手册

本产品为符合国家标准的质量保证。用户可参阅本说明书中的说明，以及本产品的说明书，以确保本产品的使用。其次，我们承诺产品的售后服务。

由于篇幅，我们未能对仪器的所有功能进行详细的说明。我们承诺，我们将竭诚为您服务，包括对您提出的问题，我们将竭诚为您服务。我们将竭诚为您服务，包括对您提出的问题，我们将竭诚为您服务。

我们将竭诚为您服务，包括对您提出的问题，我们将竭诚为您服务。

**9. 配件列表**

序号	名称	型号
1	1号标准气	A112222
2	2号标准气	A212222
3	燃气	A312222
4	燃气	A412222
5	燃气	A512222
6	燃气	A612222
7	燃气	A712222
8	燃气	A812222
9	燃气	A912222
10	燃气	A1012222
11	燃气	A1112222
12	燃气	A1212222

GC710720 用户手册

**VI. 技术参数**

仪器类型	固定式毒气/可燃气体检测报警仪
仪器作用	测量环境中浓度的微量毒气、可燃气体、氧气
仪器型号	GC710/720
工作原理	催化燃烧（可燃气体）/电化学（毒气）
取样方式	扩散式
工作方式	连续检测
量程及分辨率	CO:0-1000ppm, 1ppm H <sub>2</sub> S:0-100ppm, 1ppm Explo:0-100%LEL, 1%LEL O <sub>2</sub> :0-30.0%, 0.1% (其他可燃气体及量程请联系我们)
控制精度	±5%FS
零点漂移	±2%FS
反应时间	可燃气体<30s 毒气<60s
输出信号	4-20mA模拟信号或RS485数字信号（可选）
继电器信号	3组继电器,可手动设置常开/常闭状态 3A×24V Dc（可选）
信号传输距离	<1500m
电气接口	M25（可选配转换接头）
工作电源	12V-24V DC
工作温度	-10℃~+55℃（毒气）40℃~+70℃（可燃气体）
工作湿度	<95%RH（非冷凝）
防爆等级	Ex d II C T6
防护等级	IP66
尺寸	176.5mm×172mm×103mm（毒气） 161mm×172mm×103mm（可燃气体）
重量	2.2kg（毒气）/2kg（可燃气体）

GC710720 用户手册

**维护记录**

仪器型号: GC710/720 仪器编号: \_\_\_\_\_

购买日期: \_\_\_\_\_ 销售单位: \_\_\_\_\_

日期	维护内容	操作人及单位

## Anexo 2.Solicitud a la Secretaría de Hidrocarburos



Secretaría de Hidrocarburos  
Quito, 22 de noviembre del 2012  
CENTRO DE DOCUMENTACIÓN

24 ENE. 2013

1305

Abogado  
Gustavo Andrés Donoso Fabara  
SECRETARIO DE HIDROCARBUROS

Anexas: 

Recibido por: 

**ASUNTO:** Acceso a información o mapas de las zonas con altas concentraciones de gases en la Amazonía.

Reciban un cordial saludo de parte de la Coordinación de la carrera de Ingeniería Ambiental de la Universidad de las Américas. A continuación, remito la siguiente carta para solicitar el acceso a la información o mapas de las zonas del Oriente con concentraciones más altas de gases o gas ácido sulfhídrico; por parte del estudiante: **DIANA CAROLINA NARVÁEZ ESCOBAR**, con número de cédula 171167830-8 y número de matrícula 107003; que se encuentra desarrollando el siguiente tema de tesis: "Propuesta para Control de Riesgo Ocupacional y Ambiental producido por ácido sulfhídrico (H<sub>2</sub>S) para plataformas petroleras de perforación con sistemas de soporte convencional modular, ubicado en la zona Noreste de la Amazonía, mediante monitoreo de emisiones sonoras y gaseosas", para fines académicos.

Por lo que solicito de manera formal la apertura de dicha información, que es de vital importancia para el desarrollo del mencionado tema de tesis.

Al finalizar su trabajo de tesis, será obligación del estudiante devolver todo documento que se le haya facilitado, y entregar el reporte del trabajo realizado como registro para el sistema de gestión de documentación que maneja esta prestigiosa institución.

Agradeciendo de antemano por la atención prestada.



Paola Posligua, M.Sc.  
Coordinadora de Ingeniería Ambiental  
Facultad de Ingenierías y Ciencias Agropecuarias  
Teléfono: 23981000 ext. 277



Secretaría de  
Hidrocarburos

ECUADOR

Av. Amazonas N35-89 y Juan Pablo Sanz,  
Edif. Amazonas 4000, Telf: (593-2) 3955300  
Quito - Ecuador

Oficio No. 603 -SH-SCH-UTE-DGC-2013

Quito, 07 de Febrero de 2013

Señorita.

Paola Posigua, M.sc.

**COORDINADORA DE INGENIERÍA AMBIENTAL  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS  
UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS (UDLA)**

Ciudad.-

**Ref.: Acceso a Información o mapas de las zonas con altas concentraciones de gas en la Amazonía (CD - 499)**

De mi consideración:

En atención a la comunicación del 24 de enero de 2013, mediante la cual solicita el acceso a la información de las zonas del Oriente Ecuatoriano con concentraciones altas de gases o gas ácido sulfhídrico, para la realización del tema de tesis de la Srta. Diana Carolina Narvaez Escobar; cúmpleme manifestarle que la Secretaría de Hidrocarburos no dispone de la mencionada información.

Suscribo el presente oficio en virtud de la Delegación otorgada mediante Resolución No. 758 de 30 de julio del 2012, por Andrés Donoso Fabara, en su calidad de Secretario de Hidrocarburos.

**Atentamente:**

Ing. Gerardo Collantes.  
**COORDINADOR UNIDAD TÉCNICA, ENC.**

## Anexo 3.Hoja de datos de seguridad Sulfuro de Hidrógeno H<sub>2</sub>S (gas licuado)



### HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD (HDS) SULFURO DE HIDROGENO H<sub>2</sub>S (GAS LICUADO)

INFRA S.A. DE C.V. Félix Guzmán No. 16 3° Piso. Col. El Parque. C.P. 53398. Naucalpan de Juárez. Estado de México, México. <b>TELEFONO DE EMERGENCIA: 01-800-221-98-44 (24 HORAS)</b>	Clave del Documento: HDS-H2S-GLQ	Revisión No. : 04
	Fecha de Emisión: 1999-12	Fecha de Revisión: 2011-07

#### IDENTIFICACION DEL PRODUCTO

No. CAS <sup>(2)</sup> : <b>7783-06-4</b>	No. ONU <sup>(3)</sup> : <b>1053</b>	IPVS (IDLH) <sup>(4)</sup> : <b>100 ppm</b> <sup>(23)</sup>
LMPE-PPT <sup>(5)</sup> : <b>10 ppm</b> (14 mg/m <sup>3</sup> )	LMPE-CT <sup>(6)</sup> : <b>15 ppm</b> (21 mg/m <sup>3</sup> )	LMPE-P <sup>(7)</sup> : <b>NA</b>

#### CLASIFICACION DE RIESGOS

NFPA <sup>(8)</sup> : Rombo de Riesgos	Salud (S): <b>4</b>	Inflamabilidad (I): <b>4</b>	Reactividad (R): <b>0</b>	Riesgos Especiales (RE):
HMIS <sup>(9)</sup> : Rectángulo de Riesgos	Salud (S): <b>3</b>	Inflamabilidad (I): <b>4</b>	Reactividad (R): <b>0</b>	Equipo de Protección Personal (EPP): <b>H</b> Goggles para salpicaduras, guantes, mandil y respirador para vapores

#### PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS DEL PRODUCTO <sup>(10)</sup>

Temperatura de Ebullición: <b>212.81 K (-60.3 °C)</b> @ 101.325 kPa	Temperatura de Fusión: <b>187.62 K (-85.5 °C)</b> @ 101.325 kPa	Temperatura de Inflamación: <b>373.56 K (100.4 °C)</b>	Temperatura de Autoignición: <b>533.15 K (260.0 °C)</b>
Densidad: <b>1.406 kg/m<sup>3</sup></b> @ 101.325 kPa ; 25 °C	pH: <b>NA</b>	Peso Molecular: <b>34.076 g/mol</b>	Estado Físico: <b>Gas Licuado</b>
Color: <b>Incoloro</b>	Olor: <b>Huevo Podrido</b>	Velocidad de Evaporación: <b>ND</b>	Solubilidad en Agua: <b>2.257 cm<sup>3</sup> / 1cm<sup>3</sup> Agua</b> @ 101.325 kPa ; 25 °C
Presión de Vapor: <b>1.840 kPa</b> @ 294.25 K (21.1 °C)	Porcentaje de Volatilidad: <b>ND</b>	Límite Superior de Inflamabilidad / Volatilidad: <b>46.0 %</b>	Límite Inferior de Inflamabilidad / Volatilidad: <b>4.3 %</b>

	<b>HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD (HDS)</b>	<b>SULFURO DE HIDROGENO H<sub>2</sub>S (GAS LICUADO)</b>	
		Clave del Documento: HDS-H2S-GLQ	Revisión No. : 04

### RIESGOS DE FUEGO O EXPLOSION

<b>Medio de Extinción:</b> Agua: Se puede utilizar Espuma: Se puede utilizar Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> ): Se puede utilizar Polvo Químico: Se puede utilizar Otros Métodos: Se pueden utilizar todos los medios de extinción conocidos	
<b>Equipo de Protección Especifico para el Combate de Incendios:</b> Utilizar un aparato de respiración autónomo y Ropa de Protección Química.	
<b>Procedimiento y Precauciones Especiales durante el combate de Incendios:</b> El gas es más pesado que el aire y puede concentrarse a poca altura o desplazarse por encima de la superficie, en donde puede encontrarse con una fuente de ignición. En caso de que las llamas sean extinguidas accidentalmente, puede producirse una re-ignición explosiva, y por eso deben tomarse las medidas necesarias; p.ej: la evacuación total para proteger a las personas de los fragmentos del cilindro y del humo tóxico en caso de ruptura. Ante la exposición al calor intenso o fuego, el cilindro se vaciará rápidamente y/o se romperá violentamente. Los productos de combustión pueden ser tóxicos. Alejarse del envase y enfriarlo con agua desde un lugar protegido. Mantener los cilindros adyacentes fríos mediante pulverización de gran cantidad de agua hasta que el fuego se apague. No dejar irse los desechos tras un incendio en los desagües o las tuberías. Si es posible, cortar la fuente del gas y dejar que	
el incendio se extinga por sí solo. Extinguir el incendio sólo cuando la fuga de gas pueda ser detenida. No extinguir una fuga de gas inflamada si no es absolutamente necesario. Se puede producir la re-ignición espontánea explosiva. Extinguir los otros fuegos.	
<b>Condiciones que Conducen a Otro Riesgo Especial:</b> ND	
<b>Productos de la Combustión que sean Nocivos para la Salud:</b> ND	
<b>Datos de Reactividad:</b> Condiciones de Estabilidad: Estable en condiciones normales. Condiciones de Inestabilidad: ND Incompatibilidad: Oxígeno, Oxidantes. Residuos Peligrosos de la Descomposición: Compuestos de azufre. Hidrógeno. Polimerización Espontanea: ND Otros: ND	

### RIESGOS A LA SALUD Y PRIMEROS AUXILIOS

<b>Vía de Ingreso al Organismo:</b> Ingestión: ND Inhalación: Puede provocar una irritación en el tracto respiratorio. La inhalación puede provocar efectos sobre el sistema nervioso central. La exposición a concentraciones con más de 500 ppm puede detener la respiración, coma, inconsciencia y muerte. La exposición intensa que no cause la muerte puede causar síntomas prolongados como pérdida de memoria, parálisis de músculos faciales o lesiones del tejido nervioso. Puede ser mortal si se inhala. Contacto: El contacto con el líquido puede causar quemaduras por frío o congelación. Puede provocar lesiones permanentes en los ojos. Lagrimeo, escozor, dolor en cuanto se mira a la luz (fotofobia) y vista borrosa. Los individuos expuestos pueden ver círculos alrededor de luces brillantes. La mayoría de los síntomas desaparecen tras cesar la exposición.	
<b>Sustancia Química:</b> Carcinogénica: ND Mutagénica: ND Teratogénica: ND	
<b>Información Complementaria:</b> CL <sub>50</sub> <sup>(11)</sup> : 712 ppm (1 hora) Rata <sup>(24)</sup> DL <sub>50</sub> <sup>(12)</sup> : ND	

	<b>HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD (HDS)</b>	<b>SULFURO DE HIDROGENO H<sub>2</sub>S (GAS LICUADO)</b>	
		Clave del Documento: HDS-H2S-GLQ	Revisión No. : 04

**Emergencia y Primeros Auxilios:**

Retirar a la víctima a un área no contaminada llevando colocado el equipo de respiración autónomo. Mantener a la víctima caliente y en reposo. Llamar al médico. Si no respira dar respiración artificial. Si sigue dificultándose brindar oxígeno, llame al médico. Utilizar ropa de protección química.

En caso de contacto, inmediatamente enjuagar con abundante agua en los ojos o piel durante 15 minutos, mientras es removida la ropa y calzado contaminado. Llame al médico.

**Medidas Precautorias en Caso de:**

Ingestión: ND

Inhalación: Salir al aire libre. Si la respiración es dificultosa o se detiene, proporcione respiración asistida. Se puede suministrar oxígeno suplementario. Si se detiene el corazón, el personal capacitado debe comenzar de inmediato la resucitación cardiopulmonar. No es recomendable la reanimación boca a boca. Utilice una barrera protectora. En caso de inconsciencia, mantener en posición ladeada y pedir ayuda médica. En caso de dificultad respiratoria, brindar oxígeno. Llame al médico.

Contacto: En caso de contacto con los ojos, lávelos inmediata y abundantemente con agua y acúdase a un médico. Manténgase el ojo bien abierto mientras se lava. En caso de contacto con la piel, enjuagar con gran cantidad de agua hasta que el tratamiento médico esté disponible.

**Otros Riesgos o Efectos a la Salud:**

Sensibilidad a la luz. Vista de halo.

**Antídotos:**

NA

**Información Importante para la Atención Médica Primaria:**

La toxicidad del sistema nervioso central puede causar parálisis respiratoria que exija ventilación asistida. La irritación de partes profundas de pulmón puede causar pulmonía química y edema de pulmón.

**Controles de Exposición:**

Disposiciones de ingeniería: Manejar el producto solamente en sistema cerrado o instalar la ventilación extractora adecuada en la maquinaria. Proporcionar ventilación adecuada, natural y a prueba de explosiones, para asegurar concentraciones por debajo de los límites de exposición. Disponer de estaciones de rápido acceso para lavado de ojos y duchas de seguridad.

Protección respiratoria: Disponer de aparato de respiración autónomo para uso en caso de emergencia. Se debe usar un aparato de respiración autónomo o un sistema de respiración con máscara con presión positiva en lugares donde la concentración sea desconocida o exceda el límite de exposición. Los usuarios de los equipos de respiración autónomos deben ser entrenados.

Protección de las manos: Guantes de caucho butílico, polietileno clorado, neopreno, nitrilo o caucho de polivinilo. Para el trabajo con cilindros se aconsejan guantes reforzados. La caducidad de los guantes seleccionados debe ser mayor que el periodo de uso previsto. Los guantes deben estar limpios y sin aceite o lubricante.

Protección de los ojos: Se aconseja el uso de gafas de protección durante la manipulación de cilindros. Durante la conexión, desconexión y apertura de los cilindros se debe llevar protección en toda la cara además de las gafas de seguridad.

Protección de la piel y del cuerpo: Guantes resistentes a los ácidos (p. ej. caucho butílico, neopreno, polietileno) y careta durante la conexión, desconexión o apertura de cilindros. Las temperaturas bajas pueden causar fragilidad del material de protección, y en consecuencia fracturas y exposiciones. El contacto con el líquido frío vaporizándose puede causar quemaduras criogénicas o congelaciones. Durante la manipulación de cilindros se aconseja el uso de zapatos de protección. Traje de protección química en caso de emergencia.

Instrucciones especiales de protección e higiene: Las operaciones de trabajo deben ser vigiladas de manera que en caso de una fuga se pueda contactar inmediatamente con el personal de emergencia. Es necesario garantizar una buena ventilación o fugas locales para evitar la acumulación de concentraciones superiores al límite de exposición. Asegurarse de una ventilación adecuada, especialmente en locales cerrados.

	<b>HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD (HDS)</b>	<b>SULFURO DE HIDROGENO H<sub>2</sub>S (GAS LICUADO)</b>	
		Clave del Documento: HDS-H2S-GLQ	Revisión No. : 04

### INDICACIONES EN CASO DE FUGA O DERRAME

**Procedimiento y Precauciones Inmediatas:**

Evacuar el personal a zonas seguras. Retirar todas las fuentes de ignición. Se debe usar un aparato de respiración autónomo o un sistema de respiración con máscara con presión positiva en lugares donde la concentración sea desconocida o exceda el límite de exposición. Nunca entrar en un espacio confinado u otra área, donde la concentración del gas inflamable es superior al 10% de su nivel inferior de inflamabilidad. Utilizar equipos de respiración autónoma cuando entren en el área a menos que esté probado que la atmósfera es segura. Ventilar la zona.

**Método de Mitigación:**

Ventilar la zona. Acercarse cuidadosamente a las áreas sospechosas de haber fugas. Mantener el área evacuada y libre de fuentes de ignición hasta que el líquido derramado se haya evaporado. (El suelo deberá estar libre de escarcha). Grandes fugas pueden necesitar venteo considerable Si es posible, detener el caudal de producto. Aumentar la ventilación en el área de liberación del gas y controlar las concentraciones. Si la fuga tiene lugar en el cilindro o en su válvula, llamar al número de emergencia de INFRA. Si la fuga tiene lugar en la instalación del usuario, cerrar la válvula del cilindro, ventear la presión con seguridad y purgar el cilindro con gas inerte antes de intentar repararlo.

### PROTECCION ESPECIAL ESPECIFICA PARA SITUACIONES DE EMERGENCIA

**Equipo de Protección Especial Especifico:**

Usar Equipo de Respiración Autónomo y Ropa de Protección Química.

### INFORMACION SOBRE TRANSPORTACION <sup>(13)</sup> <sup>(14)</sup> <sup>(15)</sup>

Evitar el transporte en los vehículos donde el espacio de la carga no esté separado del compartimiento del conductor. Asegurar que el conductor está enterado de los riesgos potenciales de la carga y que conoce que hacer en caso de un accidente o de una emergencia. Debe portar el rombo de señalamiento de seguridad (gas no inflamable) con el número de naciones unidas ubicando en la unidad según NOM-004-STC/2008. Cada envase requiere una etiqueta de identificación con información de riesgos primarios y secundarios. La unidad deberá contar con su hoja de emergencia en transportación con la información necesaria para atender una emergencia según NOM-005-STC/2008.

Los cilindros deberán ser transportados en posición vertical y en unidades bien ventiladas, nunca transporte en el compartimiento de pasajeros del vehículo.

**Incompatibilidad para el Transportes <sup>(16)</sup>:**

No debe cargarse, transportarse o almacenarse junto con sustancias, materiales o residuos peligrosos con clase o división de riesgo 1.1, 1.2, 1.3, 1.5, 2.1, 3, 4.1, 4.2, 4.3, 5.1, 5.2, 8, en la misma unidad o vehículo de transporte, así como en cualquier instalación de almacenamiento.

No debe cargarse, transportarse o almacenarse junto con sustancias, materiales o residuos peligrosos con clase o división de riesgo 1.4 en la misma unidad o vehículo de transporte, así como el cualquier instalación de almacenamiento, a menos que se encuentren separados de manera tal que, en caso de derrame de los envases y embalajes, en condiciones de incidentes normales de transporte, no se propicie la mezcla y reacción de las sustancias, materiales o residuos peligrosos.

No. Guía Respuesta a Emergencias <sup>(17)</sup> : <b>117 Gases tóxicos inflamables (peligro extremo)</b>		
División <sup>(15)</sup> :	Riesgo Primario <sup>(15)</sup> <sup>(18)</sup> :	Riesgo Secundario <sup>(15)</sup> <sup>(18)</sup> :
2.3	2.3 	2.1 

### INFORMACION SOBRE ECOLOGIA <sup>(19)</sup>

**Toxicidad acuática:** Puede causar cambios en el pH de los sistemas acuosos ecológicos.

**Método de Eliminación de Desechos:**

De conformidad con las regulaciones locales y nacionales. Devolver el producto no usado a INFRA en el cilindro original. Contactar a INFRA si es necesaria información y asesoramiento. No debe ser vertido a la atmósfera.

	<b>HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD (HDS)</b>	<b>SULFURO DE HIDROGENO H<sub>2</sub>S (GAS LICUADO)</b>	
		Clave del Documento: HDS-H2S-GLQ	Revisión No. : 04

### PRECAUCIONES ESPECIALES

#### Manejo, Transporte y Almacenamiento:

Precauciones para una manipulación segura: Usar el equipo indicado para cilindros a presión. Los cilindros deben ser almacenados en posición vertical con el tapón de protección de la válvula colocado. Los cilindros deben estar protegidos contra caídas o vuelcos. Proteger los cilindros contra daños físicos; no tirar, no rodar, ni dejar caer. La temperatura en las áreas de almacenamiento no debe exceder los 50°C. Los gases comprimidos o líquidos criogénicos sólo deben ser manipulados por personas con experiencia y debidamente capacitadas. Antes de usar el producto, identificarlo leyendo la etiqueta. Antes del uso del producto se deben conocer y entender sus características así como los peligros relacionados con las mismas. En caso de que existan dudas sobre los procedimientos del uso correcto de un gas concreto, ponerse en contacto con INFRA. No quitar ni borrar las etiquetas entregadas por INFRA para la identificación del contenido de los cilindros. Para la manipulación de cilindros se deben usar, incluidas distancias cortas, carretillas destinadas al transporte de cilindros. No quitar el protector de seguridad de la válvula hasta que el cilindro esté sujeto a la pared, mesa de trabajo o plataforma, y listo para su uso. Para quitar las protecciones demasiado apretadas u oxidadas usar una llave inglesa ajustable. Antes de conectar el envase comprobar la adecuación de todo el sistema de gas, especialmente los indicadores de presión y las propiedades de los materiales. Antes de conectar el envase para su uso, asegurar que se ha protegido contra la aspiración de retorno del sistema al envase. Asegurar que todo el sistema de gas es compatible con las indicaciones de presión y con los materiales de construcción. Asegurarse antes del uso de que no existan fugas en el sistema de gas. Usar los equipos de regulación y de presión adecuados en todos los envases cuando el gas es transferido a

sistemas con una presión menor que la del envase. No insertar nunca un objeto (p.ej. llave, destornillador, palanca, etc.) a las aberturas del protector de la válvula. Tales acciones pueden deteriorar la válvula y causar una fuga. Abrir la válvula lentamente. Si el usuario ve cualquier problema durante la manipulación de la válvula del cilindro, debe interrumpir su uso y ponerse en contacto con INFRA. Cerrar la válvula del envase después de cada uso y cuando esté vacío, incluso si está conectado al equipo. Nunca intente reparar o modificar las válvulas de un envase o las válvulas de seguridad. Debe de comunicarse inmediatamente al proveedor el deterioro de cualquier válvula. Cerrar la válvula después de cada uso y cuando esté vacía. Sustituir los protectores de válvulas o tapones y los protectores de los envases tan pronto como el envase sea desconectado. No someter los envases a golpes mecánicos anormales, que pueden deteriorar las válvulas o equipos de protección. Nunca intente levantar el cilindro / envase por el protector de la válvula. No usar envases como rodillos o soportes, o para cualquier otro propósito que no sea contener el gas, tal como ha sido suministrado. Nunca crear un arco voltaico en un cilindro de gas comprimido o hacer que el cilindro forme parte de un circuito eléctrico. Mantener las válvulas de salida limpias y libres de contaminantes, especialmente aceite y agua. No fumar durante la manipulación de productos o cilindros. Nunca recomprimir el gas o la mezcla de gases sin consultarlo previamente con INFRA. Nunca intente transferir gases de un cilindro / envase a otro. Usar siempre válvulas anti-retorno en las tuberías. Purgar el aire del sistema antes de introducir el gas. Limpiar el sistema con gas inerte seco (p.ej. helio o nitrógeno) cuando el sistema esté parado y antes de que el gas sea introducido. Evitar reabsorciones de agua, ácidos o álcalis. Se aconseja instalar entre el cilindro y el regulador un sistema cruzado de purga por aire. Al devolver el cilindro instalar el tapón protector de la válvula o tapón protector de fugas. Nunca usar fuego directo o calentadores eléctricos para aumentar la presión en el envase. Los envases no deben ser sometidos a temperaturas superiores a los 50°C. Se debe evitar la exposición prolongada a temperaturas inferiores a los -30°C. Nunca intente incrementar la retirada de líquido del envase mediante el aumento la presión dentro del mismo sin consultarlo primero con INFRA. Nunca permitir que el gas licuado quede retenido en partes del sistema porque puede causarse un problema hidráulico.

Condiciones de almacenamiento seguro, incluyendo cualquier incompatibilidad: Se deben almacenar los envases llenos de tal manera que los más antiguos sean usados en primer lugar. Los envases deben ser almacenados en un lugar especialmente construido y bien ventilado, preferiblemente al aire libre. Tener en cuenta todas las leyes y requisitos locales sobre el almacenamiento de envases. Los envases almacenados deben ser controlados periódicamente en cuanto a su estado general y fugas. La reglamentación local puede tener requisitos especiales para el almacenamiento de gases tóxicos. Proteger los envases almacenados al aire libre contra la corrosión y las condiciones atmosféricas extremas. Los envases no deben ser almacenados en condiciones que puedan acelerar la corrosión. Los envases deben ser almacenados en posición vertical y asegurados para prevenir las caídas. Las válvulas de los contenedores deben estar bien cerradas y donde sea necesario, las salidas de las válvulas deben ser protegidas con tapones. Los protectores de las válvulas o tapones deben estar en su sitio. Mantener los envases herméticamente cerrados en un lugar fresco y bien ventilado. Los cilindros llenos se deben separar de los vacíos. No permitir que la temperatura de almacenamiento alcance los 50°C. Devolver los envases con puntualidad.

	<b>HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD (HDS)</b>	<b>SULFURO DE HIDROGENO H<sub>2</sub>S (GAS LICUADO)</b>	
		Clave del Documento: HDS-H2S-GLQ	Revisión No. : 04

Medidas técnicas/Precauciones: Disponer de la suficiente renovación del aire y/o de extracción en los lugares de trabajo. Los recipientes deben ser separados en el área de almacenamiento según las distintas categorías (p.e.: inflamable, tóxico, etc.) y conforme a la reglamentación local.

### INFORMACION DEL ETIQUETADO <sup>(20)</sup>

#### Precauciones:

**GAS Y LIQUIDO BAJO PRESION VENENOSO E INFLAMABLE**  
**PUEDA SER FATAL SI SE INHALA**  
**PUEDA FORMAR MEZCLAS EXPLOSIVAS CON EL AIRE**  
**PUEDA CAUSAR DAÑO AL TRACTO RESPIRATORIO Y SISTEMA NERVIOSO CENTRAL**  
**PUEDA CAUSAR IRRITACION A LOS OJOS**  
**DISMINUYE EL SENTIDO DEL OLFATO**  
**LOS SINTOMAS PUEDEN SER RETARDADOS**  
 No respirar el gas  
 No dependa del olor del gas para detectarlo  
 Almacene y use con ventilación adecuada  
 Usar en sistemas cerrados  
 Manténgase alejado del calor, flama o chispa

El cilindro no debe exceder 52°C (125°F)  
 Cerrar válvula después de usar y cuando este vacío  
 Utilice dispositivo para evitar el retroceso en el flujo de la tubería  
**CUANDO EL CILINDRO, ESTE DEBE CONTAR CON EL CAPUCHON**  
 Usar de acuerdo a la hoja de seguridad

#### Primeros Auxilios:

Si se inhala traslade a un lugar fresco. Si no respira dar respiración artificial (el rescatista puede sufrir quemaduras químicas como resultado de brindar respiración boca a boca). Si sigue dificultándose brindar oxígeno, llame al médico.  
 En caso de contacto, inmediatamente enjuagar con abundante agua en los ojos durante 15 minutos. Llame al médico.

#### Siglas y Referencias:

- (1) De acuerdo con: La Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC).
- (2) No. CAS: Número establecido por la Chemical Abstracts Service, de acuerdo a la NOM-018-STPS-2000, Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicamente peligrosas en los centros de trabajo.
- (3) No. ONU: Número signado a la Sustancia Peligrosa, según las Recomendaciones de la Organización de las Naciones Unidas para el Transporte de Mercancías Peligrosas, de acuerdo a la NOM-002-SCT/2003, Listado de las sustancias y materiales peligrosos más usualmente.
- (4) IPVS (IDLH): Concentración Inmediatamente Peligrosa para la Vida o la Salud, de acuerdo al Pocket Guide to Chemical Hazards.
- (5) LMPE-PPT: Límite Máximo Permisible de Exposición Promedio Ponderado en el Tiempo, de acuerdo a la NOM-010-STPS-1999. Condiciones de Seguridad e Higiene en los Centros de Trabajo donde se Manejen, Transporten, Procesen o Almacenen Sustancias Químicas Capaces de Generar Contaminación en el Medio Ambiente Laboral.
- (6) LMPE-CT: Límite Máximo Permisible de Exposición para Corto Tiempo, de acuerdo a la NOM-010-STPS-1999. Condiciones de Seguridad e Higiene en los Centros de Trabajo donde se Manejen, Transporten, Procesen o Almacenen Sustancias Químicas Capaces de Generar Contaminación en el Medio Ambiente Laboral.
- (7) LMPE-P: Límite Máximo Permisible de Exposición Pico.
- (8) NFPA: Asociación Nacional de Protección contra Incendios (National Fire Protection Association), de acuerdo a la NOM-018-STPS-2000, Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicamente peligrosas en los centros de trabajo.
- (9) HMIS: Sistema de Identificación de Materiales Peligrosos (Hazardous Materials Identification System), de acuerdo a la NOM-018-STPS-2000, Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicamente peligrosas en los centros de trabajo.
- (10) Matheson Gas Data Book.
- (11) CL50: Concentración Letal para el 50% de la población experimentada.
- (12) DL50: Dosis Letal para el 50% de la población experimentada.
- (13) De acuerdo con: El Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos.
- (14) De acuerdo con: NOM-004-SCT/2008 Sistema de Identificación de Unidades Destinadas al Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos. Recomendaciones de la Organización de las Naciones Unidas para el Transporte de Mercancías Peligrosas.
- (15) De acuerdo con: NOM-002-SCT/2003, Listado de las sustancias y materiales peligrosos más usualmente transportados.
- (16) De acuerdo con: NOM-010-SCT/2009, Disposiciones de compatibilidad y segregación para el almacenamiento y transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos.
- (17) Guía de Respuesta en Caso de Emergencia 2008. Secretaría de Comunicaciones y Transportes.
- (18) De acuerdo con: NOM-003-SCT/2008, Características de las etiquetas de envases y embalajes, destinadas al transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos.
- (19) De acuerdo con: Las Disposiciones de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, en Materia de Agua, Aire, Suelo y Residuos Peligrosos.
- (20) CGA C-7 Guide to preparation of precautionary labeling and marking of compressed gas container.
- (21) NA: No Aplica.
- (22) ND: No Disponible.
- (23) De acuerdo con: OSHA/EPA Occupational Chemical Database. Exposure Guidelines (NIOSH).
- (24) CGA P-20 Standard for classification of toxic gas mixtures.

## Anexo 4. Presentación *Power Point* de información de la instalación de sensores

Tablero de Control



H2S  
CO  
SO2  
O2.

(H2S) gas inflamable, incoloro olor huevos podridos.

a partir de los 150 ppm tiene unefecto narcotizante  
A partir de los 200 ppm se puede producir la muerte

la concentración del gas va disminuyendo alejamos de la fuente.

Por acción del viento los gases se dispersan

quedarse estancado en lugares cerrados y bajos





SENSOR: se colocaron los sensores , en lugares estratégicos, donde el gas se concentre y quede "estancado"

DETECCIÓN SITIO



FICHA:

VERSIÓN EQUIPO  
SOFTWARE: GB 1.23

CODIGO DE ACCESO: 0018

NUMERO SERIAL:  
091013T-029

NUMERO DE FABRICA  
091013T-029

VIBRACION : SI

AUTOAYUDA: NO



ACTIVACION DE ALARMAS. SI  
 STEL/TWA: SI  
 INTERVALO 120

NO SE APAGA SOLO

#### CONFIGURACION:

CO 0-1000PPM  
 SERIAL: 09093GW-006

H2S: 0-100 PPM  
 SERIAL : 100835W-048

OXIGENO: 0-30%  
 SERIAL: 10092NU-050

METANO LEL 5.0 CH4  
 0-100PPM  
 10081C1-002





#### Alarmas:

- 1 Bajo mesa izq de norte sur
- 2 Bajo mesa derecho
- 3 Caseta control
- 4 Frente a mesa
- 5 Polea
- 6 Saranda lodo
- 7 Saranda lodo
- 8 Hidrociclones



## Anexo 5.Registro de visitas realizadas al campamento petrolero

### Registro de visitas realizadas al campamento petrolero

Registro de visitas realizadas al campamento petrolero escogido				
Fecha de entrada:	Fecha de salida:	Actividad realizada:	Firma Responsable	Firma personal
dd/mm/aa	dd/mm/aa			
9/06/2012	10/06/2012	Recorrido por el campo petrolero.	<i>Mónica Delgado</i>	<i>Jiana N.</i>
22/06/2012	24/06/2012	Realización de plano referencial, identificación de señalética y mapas de evacuación, revisión de documentación existente.	<i>Mónica Delgado</i>	<i>Jiana N.</i>
13/07/2012	15/07/2012	Identificación de lugares más vulnerables al estancamiento de gas ácido sulfhídrico H <sub>2</sub> S, revisión de EIA de la empresa, elección de sensores con personal de la empresa.	<i>Mónica Delgado</i>	<i>Jiana N.</i>
28/07/2012	30/07/2012	Determinación de lugares estratégicos para la colocación de sensores.	<i>Mónica Delgado</i>	<i>Jiana N.</i>
10/08/2012	16/08/2012	Instalación de sensores	<i>Mónica Delgado</i>	<i>Jiana N.</i>
24/08/2012	14/09/2012	Monitoreo y Análisis de datos	<i>Mónica Delgado</i>	<i>Jiana N.</i>
9/09/2012	12/09/2012	Charlas informativas	<i>Mónica Delgado</i>	<i>Jiana N.</i>

## Anexo 6. Ejemplo de Procedimientos de Trabajo para seguridad industrial

TIPO DOCUMENTO <b>PROCEDIMIENTO</b>	APLICACIÓN <b>GENERAL</b>	IDENTIFICACION	FECHA	VERSION <b>1</b>

No.	Fecha Aprobación	Puntos revisados	Elaboración	Revisión	Aprobación
1					
2					

### 1. OBJETIVO

Documentar todas las condiciones de riesgo y los requerimientos especiales para área de trabajo. Asegurar que el área donde se realiza el trabajo sea inspeccionado y controlado los riesgos. Promover actitudes positivas de seguridad y de salud estimulando la cooperación y participación de todos los trabajadores implicados en este tipo de trabajo.

### 1. ALCANCE

Aplica a los empleados y contratistas fijos o eventuales que deban realizar actividades bajo la responsabilidad de \_\_\_\_\_ para instalaciones de clientes.

### 2. DEFINICIONES

Apertura de líneas: Consiste en la acción de abrir válvulas reguladoras de flujo de un fluido (líquido o gaseoso).

Trabajo en caliente: Es toda operación en la cual el calor generado es de magnitud o intensidad suficiente para producir la ignición de vapores y/o gases inflamables. Se consideran trabajos en caliente la soldadura, los cortes con

soplete, la limpieza de metales con arena a presión, el esmerilado, el remachando y otras operaciones similares.

Trabajo en frío: Labor desarrollada dentro de cuartos fríos, neveras o recintos, cuya temperatura no sobrepasa los 10°C.

Empresa: Es toda entidad pública o privada que contrata los servicios de los trabajadores bajo su dependencia y mediante una remuneración.

Contratista: Es toda aquella persona natural o jurídica que presta servicios bajo un régimen de contrato.

Análisis de seguridad en el trabajo: Es una técnica utilizada para revisar la seguridad de los peligros y aspectos ambientales en las actividades específicas previamente planificadas. Las actividades pueden ser con bajo riesgo en las que se utilizara el ART (análisis de riesgo de trabajo) o de alto riesgo y se utilizara un ACT en que se necesita un permiso específico de trabajo.

Área restringida: Es todo sitio de trabajo donde se sospecha la presencia de gases y/o líquidos inflamables o tóxicos, o donde se sospecha la ausencia de oxígeno, tales como tanques, torres, cloacas, zanjas y tuberías.

Administrador del programa: Es la persona o personas que han sido designadas por la empresa, para administrar el programa de tareas de alto riesgo, estas personas poseen dominio técnico.

Anclaje: Subsistema conformado por punto de anclaje y elemento de amarre.

Arnés: Dispositivo de agarre total al cuerpo de una persona, destinado para sujetarla en caso de una caída. Está constituido por bandas, elementos de ajuste, hebillas, argollas para anclaje y otros elementos que se disponen de tal forma que se ajustan ergonómicamente al cuerpo de la persona que está realizando su labor.

Emisor: Persona que ha sido entrenada, evaluada y por lo tanto es calificada para la observación del cumplimiento de los estándares de seguridad para trabajos especiales, y que además posee la autoridad suficiente para autorizar o desautorizar la realización de un trabajo especial.

Lista de verificación: Es una guía por escrito supervisada por personal de ARQ. IVÁN MOLESTINA, para la verificación de las condiciones de seguridad de las personas que están trabajando en altura, en caliente, o en espacios confinados. Pueden existir tareas que por ser rutinarias en su realización solo deberán requerir de la aplicación de la lista de verificación y no harán uso de todo el concepto de Permiso de Trabajo, esto en ningún momento significa que la Lista de Verificación no tenga la seriedad que requiere la verificación de un estándar de seguridad.

Operario autorizado: Persona capacitada, entrenada, evaluada y autorizada para realizar trabajos en altura ya que conoce las técnicas y normas para ejecutar estas tareas.

Permiso: Es una autorización y aprobación por escrito que especifica la ubicación y el tipo de trabajo a efectuarse. En este se certifica que los peligros han sido evaluados por personas capacitadas y que se han tomado las medidas de protección necesaria.

Personal calificado: Persona que ha sido entrenada y evaluada para intervenir en caso de un rescate o emergencia producida por un trabajo en altura.

Personal de emergencia: Persona capacitada, entrenada y evaluada para intervenir en caso de un rescate o emergencia producida por un trabajo en altura.

Punto de anclaje: Elemento estructural rígido con una resistencia igual o superior a 5000 Lbs. Por cada persona que se conecte a él.

Tarea de alto riesgo: Es toda actividad que por su naturaleza o lugar donde se realiza , implica la exposición a riesgos adicionales o de intensidades mayores

a las normalmente presentes en la actividad rutinaria y por lo tanto requieren una autorización de la Gerencia de Planta de ARQ. IVÁN MOLESTINA, para su ejecución.

Trabajo en alturas: Es todo trabajo que se realiza a mas de 1.8 metros de altura sobre un nivel más bajo y en lugares donde no existen plataformas permanentes protegidas en todos sus lados con barandas y retenciones.

Atmosfera peligrosa: Significa una atmosfera que puede exponer a los empleados a riesgos de muerte, de incapacidad, de disminución de habilidad para el auto-rescate (es decir, el rescate de un espacio sin ayuda) así como a riesgos de lesiones o enfermedades graves debidas a una o más de las causas siguientes:

- a) **Atmosfera Deficiente en Oxígeno:** Gases y vapores asfixiantes, pueden consumir o desplazar el oxígeno y producir atmosfera deficiente en este.  
El consumo de oxigeno se lleva a cabo durante: la combustión o inflamación de sustancias; reacciones químicas, como la oxidación de una superficie expuesta; la permanencia de personas, dependiendo del número, tiempo y actividad desempeñada.  
El desplazamiento ocurre cuando otro gas toma el lugar del oxígeno en el aire como el helio, el argón y el nitrógeno. El bióxido de carbono también puede desplazar el aire.
- b) **Atmosfera Combustible e inflamable:** Las fugas o generación interna de gases pueden producir una atmosfera combustible, la cual se puede encender con una chispa. Una atmosfera se convierte en inflamable cuando la cantidad de oxígeno y material combustible es tal que se encuentran entre los rangos de explosividad.
- c) **Atmosfera Toxica:** Las fuentes de una atmosfera toxica pueden provenir de situaciones tales como: proceso de manufactura, productos almacenados, ingreso inesperado de gases o líquidos tóxicos o la realización de algunas

operaciones dentro de espacios confinados tales como soldadura o limpieza con algún producto químico. Generalmente se evalúan dos gases tóxicos: el ácido sulfhídrico (H<sub>2</sub>S) y el monóxido de carbono (CO). También se deben tener en cuenta el producto o productos que han estado en el espacio confinado.

- d) **Atmosfera Irritante:** Los gases irritantes varían considerablemente conforme a las actividades industriales que los generan. La exposición a gases irritantes o concentraciones corrosivas pueden producir efectos ligeros de irritación sobre las conjuntivas y tejido pulmonar y en muchos casos desajuste general en el sistema de defensa por el cambio de sensibilidad, debido al daño de las terminaciones nerviosas. El peligro en esta situación es que, usualmente, el trabajador no percibe el aumento en su exposición a una sustancia toxicas.

Emergencia: Significa cualquier incidente (incluyendo la falta de un control de riesgo de un equipo de monitoreo) o evento interno o externo que pueda poner en peligro a las personas autorizadas para entrar en el espacio.

Entrantes autorizados: Son las personas encargadas de entrar al espacio confinado y realizar el trabajo. Son responsables de utilizar los elementos de protección personal y cumplir con los procedimientos establecidos para dichos trabajos.

Espacios confinados: Sitios suficientemente grandes que no están diseñados para ser ocupados por las personas de forma permanente pero que permiten que un trabajador pueda ingresar de cuerpo entero a su interior y desempeñar una tarea asignada. Estos sitios tienen restricciones para la entrada y la salida y poseen las siguientes características:

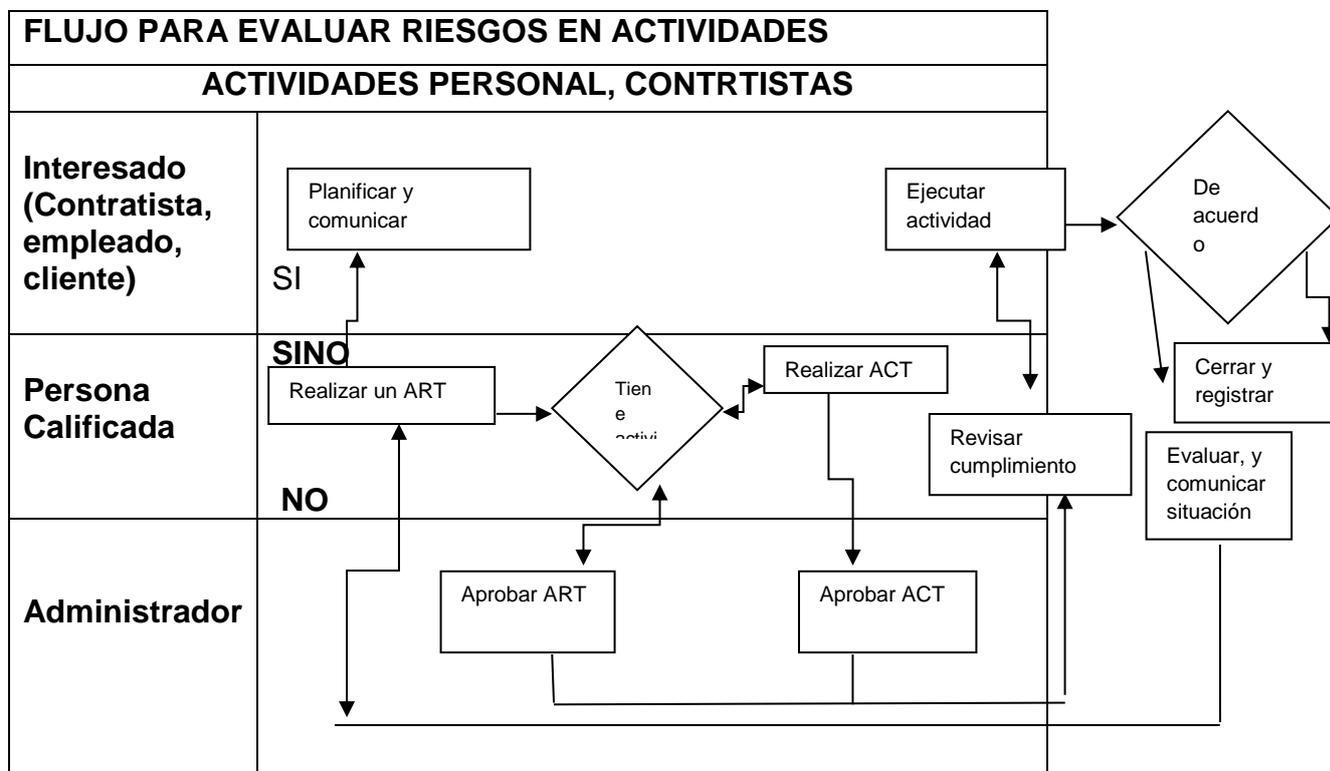
1. Puede existir un potencial conocido de atmosfera peligrosa (exceso o deficiencia de oxígeno, acumulación de sustancias inflamables,

materiales tóxicos o inertes y cualquier otra condición atmosférica que sea peligrosa para la salud y la vida).

2. Pueden contener materiales y equipos que tienen el riesgo de atrapamiento. El espacio tiene una configuración interna tal que pueden atrapar el entrante o asfixiarlo por deslizamiento sobre las paredes o el piso que se curva conduciéndolo a una sección más pequeña con escasa ventilación.
3. Potencial de atragantamiento a causa de un líquido o un sólido finamente dividido que conduce a la muerte por aplastamiento del sistema respiratorio o que ejerce suficiente fuerza en el cuerpo para causar la muerte por estrangulación, constricción o quebradura (lana de roca, perlita, catalizador)
4. Existencia de cualquier otro peligro serio que ponga en riesgo la salud de los trabajadores.

Guarda u hombre alerta: Es la persona que permanece afuera del espacio confinado y mantiene comunicación con los entrantes. Debe monitorear las tareas dentro y fuera del espacio, estando atento a los posibles efectos en el comportamiento por la exposición a los peligros. Es el encargado de convocar las operaciones de rescate y otros servicios de emergencia.

### 3. PROCEDIMIENTO



#### 1.- Planificación del trabajo:

Todas las actividades deberán estar previamente identificadas y planificadas, sean estas rutinarias o no rutinarias. La planificación deberá incluir recursos humanos, técnicos, equipos y materiales, métodos a ser utilizados, repuestos y otros necesarios para sus actividades, deberá considerar el tiempo estimado y las condiciones climáticas y ambiente de las actividades a ser realizadas. En actividades de servicios técnicos y mantenimiento se realiza mediante registros de Project según procedimiento que aplique FS y CM a sus actividades.

En el caso de que no se encuentre descrita la actividad, deberá realizar el AST y comunicar a Coordinador de Seguridad para ingresar a la matriz mediante el sistema ODM.

Para las actividades de contratistas deberán estar determinadas en el contrato o en un acuerdo antes de realizar las actividades. El responsable sobre las actividades del contratista deberá comunicar con anticipación al responsable de

evaluar los riesgos. Deberá solicitar al contratista todos los recursos necesarios para las actividades.

## **2.- Evaluación riesgos:**

Para el caso de actividades del personal, todas las actividades rutinarias o no rutinarias deberán estar incluidas en la matriz de riesgos laborales. El responsable del servicio y/o mantenimiento deberá identificar y disponer de todos los controles establecidos. Distribuirá las responsabilidades en función de la experiencia y conocimientos para las actividades. Al determinar actividades críticas establecidas en el anexo 1 de este procedimiento, realizara los ACT necesarios, incluso en el caso de que sean necesarios cumplir otros procedimientos d en instalaciones del cliente, similares a los requeridos.

Para las actividades de contratistas se realizará la reunión previa al trabajo y se llenará el formato de *Evaluación de riesgos en actividades para contratistas*). El AST según la o las actividades que se cumplan determinaran además los ACT necesarios. Luego de su revisión y aprobación se realizara la comunicación al equipo de trabajo.

## **3.- Aprobación de AST y ACT:**

Para actividades de personal los AST y ACT luego de realizarse serán aprobadas por el líder de servicio y/o persona designada. Se comunicara al personal y se colocara en un lugar visible junto al lugar de actividades. Una persona que será designada por el líder deberá hacer el seguimiento al registro.

Para actividades de contratistas el responsable del servicio contratado recibirá el AST y ACT autorizado, realizara una reunión de entrega del documento y el contratista deberá cumplir. Una persona designada por el responsable del servicio realizara seguimiento al cumplimiento. Cuando se deben abrir nuevos AST-ACT para actividades

- Cambios climáticos importantes
- Cambio de personal
- Nuevas actividades no contempladas inicialmente

- Cambio de turno de trabajo (si se trabajara pasada las 18 Hs)
- Actividades que superen las 10 horas de trabajo continuo
- Siguiendo día de trabajo

Luego de crear y aprobar una nueva AST-ACT deberá comunicarse al personal involucrado.

Todos los equipos, materiales, repuestos, equipos de protección personal y tarjeta de identificación de contratistas deberán ser revisadas y aprobadas por el responsable de realizar el seguimiento.

#### **4.- Realización y cierre de actividades**

Los siguientes son los pasos generales a tener en cuenta durante la planeación y solicitud del permiso para trabajos especiales:

- Determinar los riesgos y características del área donde se realizara el trabajo, con el fin de definir la necesidad de obtener el permiso
- Solicitar el permiso a la persona calificada que ha sido definida previamente por la empresa – EMISOR -- esta debe diligenciar completamente el permiso y verificar el cumplimiento de las condiciones de seguridad establecidos del mismo.
- Definir el tipo de avisos de prevención y las barreras de protección que se requieren durante el desarrollo de la actividad.
- Verificar que existan y que estén en buen estado los elementos de seguridad y otros equipos necesarios tales como: extintores, cilindros, mamparas y otros equipos de protección personal como respiradores, caretas, petos, guantes, polainas, arneses
- Mantener copia del permiso en el área de trabajo para verificar que las personas que realizan la tarea y las condiciones para los cuales fue emitido el permiso, se mantengan.

- Notificar a todos los departamentos que puedan ser afectados por la interrupción del servicio del trabajo a realizarse.
- Verificar que existan y que estén en buen estado los elementos de seguridad y otro equipos necesarios tales como: ventiladores, sopladores, detector de oxígeno, detector de gases combustibles, arneses y otros equipos de protección personal como respiradores o mascararas con suministro autónomo de aire. Los ART-ACT aprobados deberán colocarse junto a las aéreas de trabajo.

Luego de concluirse las actividades, deberá realizarse una inspección del lugar y las condiciones como quedan. La recepción de las actividades podría requerir pruebas, informes y otros sustentos que no son del ámbito de este procedimiento. Se registrara el tiempo de trabajo para las actividades de contratistas.

Los desechos serán gestionados de acuerdo al procedimiento respectivo que apliquen. De haber inconvenientes, incumplimientos o suspensión de actividades en contratistas el responsable del seguimiento notificara al Coordinador de Seguridad y al responsable de área la situación, a fin de que se tomen consideraciones con respecto a la evaluación de servicios.

## **5.- Capacitación y entrenamiento**

La capacitación proporciona las herramientas y la información básica para que todos los empleados, que realizan los trabajos especiales o que encierran riesgo potencial, puedan realizar y adquirir destrezas y habilidades para desarrollar su tarea. Esta capacitación se dirige a 4 niveles o grupos de público:

**Inducción general:** Está dirigido a todo personal de planta o contratista que ingrese a laborar en la empresa, donde el objetivo fundamental es la sensibilización con la importancia del trabajo seguro y los peligros potenciales específicos del área.

**Operario autorizado:** Son las personas que desarrollan la labor de manera cotidiana u ocasional, son finalmente los que se enfrentan de manera directa al riesgo.

**Supervisor o Emisor:** Se capacita al personal que tiene la responsabilidad de autorizar el desarrollo de la tarea, con el fin de generar criterio de decisión y supervisión.

**Rescatista o Brigadista:** Todos los brigadistas deben ser homologados ya capacitados según el estándar para responder a una emergencia que se presente en el desarrollo de la tarea.

**Contratistas:** El responsable del trabajo de contratistas deberá comunicar normas básicas de seguridad, vías de evacuación, actividades de emergencia y comunicación de incidentes y accidentes.

**Entrenamiento a los Emisores de Permiso:** Identificadas las personas que tienen responsabilidad por los trabajos en altura, se deberá establecer un plan de entrenamiento de estas personas que se convertirán a partir de este proceso, en emisores de los permisos.

#### **6.- Gestión de Registros:**

En el caso de instalaciones propias o bajo responsabilidad de el Coordinador de Seguridad o el Gerente de Planta deberán mantener el registro ART y ACT aprobados, realizara un registro de horas/ hombres trabajados por contratistas y reportados a SSHEQ Manager mensualmente.

Los registros deberán mantenerse vigentes.

En el caso de registros de comunicación de accidentes - incidentes se cumplirá lo señalado en el procedimiento de accidentes.

## **NORMAS DE SEGURIDAD PARA REALIZAR TRABAJOS ESPECIALES**

### **MEDIDAS DE PRECAUCION**

- Desconectar equipos, tapar, cuando sea el caso, las tuberías y válvulas que puedan ser afectadas por caídas de objetos.
- Aislar la zona de influencia del trabajo
- Instalar líneas de vida para que los operarios se puedan sujetar.
- Capacitar a todo el personal en los riesgos ocupacionales presentes en esta actividad y en el uso de los equipos de protección contra caídas.
- Verificar que la estructura de los andamios no posea fisuras, corrosión u oxidación, y que los puntos de sujeción y tornillería estén completos.
- Revisar el estado de la calidad de los elementos de protección personal suministrados para la realización del trabajo; si alguno presenta desperfectos, solicite inmediatamente cambios.
- Todo elemento de protección contra caídas que haya trabajado debido a una caída, debe ser eliminado y se retire del servicio.
- Verificar que existan y que estén en buen estado los elementos de seguridad y otros equipos necesarios como: arnés; andamios, escaleras, ganchos, cuerda, entre otros
- Mantener copia del permiso en el área de trabajo para verificar que las personas que realizan la tarea y las condiciones para las cuales fue emitido el permiso, se mantengan.
- Garantizar que los contratistas que realicen trabajos en altura diligencien el respectivo permiso y cumplan con las medidas de seguridad establecidas por la empresa.

<b>LISTA DE VERIFICACION</b>			
1	El sitio donde se ejecutara el trabajo está aislado completamente.	<b>SI</b>	<b>NA</b>
2	Se han instalado mamparas o cintas para aislar la zona y no permitir el paso de vehículos o personas	<b>SI</b>	<b>NA</b>
3	Los equipos a utilizar en la labor se encuentran en buenas condiciones.	<b>SI</b>	<b>NA</b>
4	Las escaleras cumplen con la norma para la labor a desempeñar.	<b>SI</b>	<b>NA</b>
5	Los andamios y tablonos se encuentran en buenas condiciones y son suficientes y apropiados para la tarea a realizar.	<b>SI</b>	<b>NA</b>
6	La(s) persona(s) encargada(s) de ejecutar la labor ha(n) recibido instrucciones y precauciones a seguir en la ejecución de tareas.	<b>SI</b>	<b>NA</b>
7	Se requiere la presencia de una persona de seguridad o de un bombero de la empresa durante la ejecución de la labor.	<b>SI</b>	<b>NA</b>
8	Se tienen los elementos de protección personal apropiados para realizar el trabajo	<b>SI</b>	<b>NA</b>
9	Se han consultado otros permisos y se cumple con los requerimientos de estos en caso de trabajar en espacios confinados o trabajos en caliente.	<b>SI</b>	<b>NA</b>
10	Se garantiza que las personas que realizaran el diligenciamiento del permiso y las que ejecutaran el trabajo conocen el equipo y los procedimientos contemplados para solicitar un permiso.	<b>SI</b>	<b>NA</b>
11	Los contratistas conocen y han diligenciado el permiso para trabajos en altura	<b>SI</b>	<b>NA</b>
12	El lugar donde se realizara la tarea tiene instalada la línea de vida o una estructura donde el trabajador pueda asegurarse.	<b>SI</b>	<b>NA</b>
13	Hay otros riesgos establecidos en esta lista... ¿Cuáles?	<b>SI</b>	<b>NA</b>

### **NORMAS DE SEGURIDAD PARA REALIZAR TRABAJOS EN CALIENTE:**

Las medidas de precaución más importantes en este tipo de trabajos, se deben tener en cuenta los siguientes elementos:

- ❖ Desconectar equipos y tuberías donde se va a trabajar o en áreas cercanas; tapar cuando sea el caso, las tuberías y válvulas que puedan presentar escapes.
- ❖ Ventilar el área.

- ❖ Desactivar las fuentes de energía (eléctrica, hidráulica y/o neumática) y asilar la zona.
- ❖ Retirar las sustancias químicas y materiales inflamables del sitio donde se realizara el trabajo y sus alrededores.
- ❖ Mojar y mantener húmedos aquellos materiales que no se pueden retirar, tales como pisos y terrazas.
- ❖ Suministrar equipos de extinción apropiados para la clase y tipo de incendio.
- ❖ Es necesario desalojar todo material que pueda ser peligroso. De ser necesario se debe limpiar, neutralizar o lavar el área para eliminar residuos peligrosos.
- ❖ Cualquier trabajo en caliente en un área confinada requiere la verificación de las condiciones de seguridad más exhaustivas. Los trabajos en caliente consumen oxígeno y pueden generar materiales peligrosos.
- ❖ El lijar, aflojar o remover residuos puede desprender materiales particulados peligrosos que incrementen el riesgo de trabajos en caliente.

### **EQUIPOS REQUERIDOS PARA LOS TRABAJOS EN CALIENTE**

Los equipo para la protección personal tales como cascos, respiradores, guantes, petos, polainas, cartas y/o trajes de protección deben ser suministrados y estar incluidos en la lista. La selección de estos dependerá de los posibles contaminantes o condiciones de la atmosfera que se pueda encontrar. Como las circunstancias de las tareas son totalmente diferentes en cada momento y lugar es muy importante realizar un análisis minucioso de las variables del lugar, material y análisis de las condiciones ambientales.

### **PROCEDIMIENTO DE EMERGENCIA Y RESCATE**

Dos de los factores de riesgo con mayor potencial de severidad que están presentes en la realización de los trabajos en caliente son los de incendio y explosión, para intervenir las posibles emergencias se debe tener en cuenta:

- El grupo de emergencias debe ser notificado por adelantado para verificar que van a estar disponibles en el caso de un evento. Incluya el número telefónico o canal de sintonía (radio) del equipo de rescate para que el auxiliar lo pueda utilizar en caso de emergencia.
- Cualquier equipo que pueda ser requerido debe estar presente en el área de trabajo. Asegúrese que esté en buenas condiciones y que esté funcionando adecuadamente antes de comenzar la tarea.

<b>LISTA DE VERIFICACION</b>			
1	El sitio donde se ejecutara el trabajo está aislado completamente.	<b>SI</b>	<b>NA</b>
2	Se han instalado mamparas o cintas para aislar la zona y no permitir el paso de vehículos o personas	<b>SI</b>	<b>NA</b>
3	Los equipos a utilizar en la labor se encuentran en buenas condiciones.	<b>SI</b>	<b>NA</b>
4	Las superficies de trabajo cumplen con la norma para la labor a desempeñar.	<b>SI</b>	<b>NA</b>
5	Los andamios y tablonos se encuentran en buenas condiciones y son suficientes y apropiados para la tarea a realizar.	<b>SI</b>	<b>NA</b>
6	La(s) persona(s) encargada(s) de ejecutar la labor ha(n) recibido instrucciones y precauciones a seguir en la ejecución de tareas.	<b>SI</b>	<b>NA</b>
7	Se requiere la presencia de una persona de seguridad o de un bombero de la empresa durante la ejecución de la labor.	<b>SI</b>	<b>NA</b>
8	Se tienen los elementos de protección personal apropiados para realizar el trabajo en cliente	<b>SI</b>	<b>NA</b>
9	Se han consultado otros permisos y se cumple con los requerimientos de estos en caso de trabajar en alturas, espacios confinados o eléctricos.	<b>SI</b>	<b>NA</b>
10	Se garantiza que las personas que realizaran el diligenciamiento del permiso y las que ejecutaran el trabajo conocen el equipo y los procedimientos contemplados para solicitar un permiso.	<b>SI</b>	<b>NA</b>
11	Los contratistas conocen y han diligenciado el permiso para trabajos en altura	<b>SI</b>	<b>NA</b>
12	El lugar donde se realizara la tarea tiene instalada la línea de vida o una estructura donde el trabajador pueda asegurarse.	<b>SI</b>	<b>NA</b>
13	Hay otros riesgos establecidos en esta lista... ¿Cuáles?	<b>SI</b>	<b>NA</b>

## **NORMAS DE SEGURIDAD PARA REALIZAR TRABAJOS EN ESPACION**

### **CONFINADOS**

Las medidas de precaución más importantes en este tipo de trabajo, se deben tener en cuenta con los siguientes elementos:

- Garantizar que ningún tipo de energía peligrosa pueda ser liberada. Además que se cumpla con las normas y reglas de la empresa relacionada con el programa de aseguramiento de energías peligrosas (candados y tarjetas)
- Es necesario desalojar todo material que pueda ser peligroso. De ser necesario se debe limpiar, neutralizar o lavar el área para eliminar residuos peligrosos.
- Ventilar el área con suficiente anticipación de manera que el aire esté libre de contaminaste antes de iniciar las labores. Si el espacio confinado está caliente (por encima de 35°C) se deberá mantener ventilado lo suficiente para enfriarlo a una temperatura aceptable.
- Cualquier trabajo en caliente en un área confinada requiere la verificación de las condiciones de seguridad más exhaustivas. Los trabajos en caliente consumen oxígeno y generar materiales peligrosos.
- El lijar, aflojar o remover residuos puede desprender materiales particulados peligrosos que incrementen el riesgo de trabajos en espacios confinados.
- Cuando se utilicen materiales inflamables, tales como solventes, dentro del área de permiso, se deben aplicar correctivos necesarios como polo a tierra de seguridad, buena ventilación, así como el uso de elementos en el espacio confinado, no se podrá soldar ni producir chispas.
- Cada vez que se realicen trabajos en espacios confinados debe existir como mínimo una persona más que vigile y apoye desde afuera el trabajo que se está realizando; dicha persona de estar entrenada para actuar ante una emergencia y permanecerá comunicada permanentemente con el personal entrante. Esta persona no debe tener otra responsabilidad anexa en el momento de trabajo, es decir no puede

desarrollar tareas anexas que lo alejen de su principal responsabilidad en ese momento como es la supervisión del trabajador o trabajadores que se encuentran en el espacio confinado.

## **EQUIPOS REQUERIDOS PAR LA ENTRADA AL ESPACIO CONFINADO**

### **• RESULTADOS DE LAS EVALUACIONES AMBIENTALES**

Haga pruebas del aire en todo los espacios confinados antes de que alguien ente en ellos. Monitoree el aire continuamente o reexamine periódicamente mientras que el espacio este siendo ocupado.

Realice una reevaluaron atmosférica cuando se realicen trabajos en caliente dentro del espacio confinado o cuando se interrumpe el trabajo por más de una hora.

Deben incluirse en el permiso los límites permitidos y registros del nivel medido.

- Los equipos para la protección personal tales como cascos, respiradores autónomos, caretas y trajes de protección deben ser suministrados y estar incluidos en la lista. La selección de estos dependerá de los posibles contaminantes o condiciones de la atmosfera que se pueda encontrar.
- Definir de acuerdo a la calidad de la aire si se requieren respiradores, equipos de suministro autónomo y/o monitores portátiles de aire y determinara cuales son los más adecuados para el tipo de riesgo existente
- Si la distancia entre la entrada y el sitio de trabajo lo amerita y el riesgo lo permite, deben considerarse equipos de comunicación como radios o sistemas de video. Revisar estos equipos antes de entrar. También se debe tener en cuenta procedimientos especiales como señales de manos.

- Equipo especial de iluminación, herramientas que no produzcan chispas y otros equipos eléctricos de tipo blindado o a prueba de explosión; deben estar disponibles antes de entrar en espacios confinados.
- Enumerar equipos tales como escaleras, trípodes, asientos de arnés y plataformas de trabajo que se requieren y revisarlos antes de la entrada. En lo posible el trabajador o trabajadores que realicen el trabajo deben tener contacto real y físico con el guarda u hombre alerta, para que en caso de una emergencia se facilite la evaluación del lugar.
- El oxígeno es siempre analizado primero porque los instrumentos requieren la presencia de oxígeno para el análisis de las posibles sustancias inflamables. No es confiable un medidor de inflamables para medir tóxicos, los sensores inflamables pueden medir una gran cantidad de inflamables, los sensores de tóxicos solamente una sustancia por sensor.

## **VENTILACION MECANICA Y METODOS**

La ventilación reemplaza el aire contaminado con el aire limpio, respirable. La ventilación mecánica no depende del viento para mover el aire que entra o sale de los espacios confinados; está diseñada para mover grandes cantidades de aire en corto tiempo. Existen dos tipos de ventilación; ventilación forzada y ventilación inducida.

La forzada empuja el aire hacia el interior del espacio haciendo que el aire contaminado salga a través de cualquier abertura disponible. La ventilación inducida hala el aire contaminado fuera del espacio, permitiendo que el aire fresco entre a través de aberturas disponibles para reemplazar el aire gastado.

## 1. CONDICIONES GENERALES

- El responsable de SSHEQ debe difundir este procedimiento al contratista antes de comenzar la ejecución de la obra o servicio. Entregar una copia del mismo y obtener la firma en el formato “Constancia de Aceptación”.
- Cuando se requiera realizar un trabajo especial el Responsable del área de Mantenimiento designado para coordinar el trabajo debe solicitar al Responsable de SSHEQ el permiso a través del formato “Permiso para Trabajos Especiales”,
- El responsable de SSHEQ a solicitud del área de Servicios Generales debe llenar los campos referentes a: Condiciones de Peligro, Precauciones, Equipos de Seguridad y Chequeo de Atmosfera, en el formato “Permiso para Trabajos Especiales” código e indicar al contratista que firme como responsable del trabajo. El responsable SSHEQ o el Responsable del área de Servicios Generales deben firmar en señal de autorización y archivar el mismo.
- Una vez finalizado el trabajo especial el Responsable de Servicios Generales debe entregar el original del formato al Responsable de SSHEQ para su archivo.
- El Responsable de SSHEQ debe informar al Contratista del Plan de Emergencias de acuerdo a las instalaciones donde se encuentren realizando el trabajo.
- El Responsable de SSHEQ debe informar los riesgos específicos del puesto de trabajo a los Contratistas Administrativos.
- El Responsable de SSHEQ debe informar todos los requisitos a cumplir en el área de Edificaciones y sobre los factores de riesgo de exposición, los posibles daños y las medidas de prevención, le indica que llene con sus datos personales el formato “Notificación de Riesgos”,
- Portar el carne (para trabajadores mayores a 30 días) en todo momento mientras permanezcan dentro de las instalaciones.

- Es el único responsable de la seguridad y protección de sus trabajadores, así como del cumplimiento de estas normas por parte de los subcontratistas.
- Debe velar porque sus trabajadores permanezcan en el área en la cual se está ejecutando la obra o servicio; para trasladarse a un área diferente deben tener permiso del Responsable de Servicios Generales.
- Debe enviar al Responsable de SSHEQ una lista con el nombre y cedula de identidad de las personas que van a trabajar en la obra o prestar servicios, así mismo debe informar sobre cualquier cambio o modificación de esta lista.
- En caso de accidentes con lesiones físicas, debe:
- Realizar una investigación inmediata del accidente, preparar el informe correspondiente y establecer las medidas correctivas del caso.
- Informar a las autoridades competentes en los lapsos de tiempo establecidos.
- Informar al Representante de la Empresa en la obra y al Responsable de SSHEQ.
- Enviar un informe mensual estadístico de accidentes según formato anexo.
- En caso de muerte de un trabajador, debe cumplir con lo señalado en el punto anterior y de acuerdo a las disposiciones legales pertinentes. Antes del levantamiento del cadáver, debe notificar inmediatamente a las autoridades competentes y solicitar la colaboración y asesoría de la Empresa.
- Debe suministrar a sus trabajadores todo el equipo de protección personal adecuado, especificados en las disposiciones legales vigentes, así como aquel equipo especial que el representante de la empresa asesorado por el área de SSHEQ considere necesario para realizar el trabajo con la máxima seguridad para los trabajadores.
- Debe vigilar que sus trabajadores usen en forma correcta los equipos de protección personal.

- Debe mantener todas sus maquinarias, herramientas y equipo a usarse en la obra contratada, en perfectas condiciones mecánicas y de operación.
- Debe suministrar a todas sus cuadrillas de trabajadores un botiquín de primeros auxilios que contengan como mínimo los artículos requeridos y con indicaciones en castellano.
- Debe proveer de su propio equipo portátil para combatir incendios, que sea el apropiado y en cantidad suficiente, el cual debe estar en perfectas condiciones de operación y asegurarse que su personal conozca la manera de utilizarlo.
- El Contratista es el responsable de las acciones que afecten o degraden el ambiente y debe cumplir con las disposiciones legales establecidas a este respecto, referente a la detección, control y combate de incendios de vegetación y de la recolección y disposición final de la basura y otros desechos.
- En caso de accidentes donde se produzcan explosiones, daños a equipos, materiales u otros y no existan lesiones físicas, debe:
- Realizar una investigación inmediata del accidente, prepara el informe correspondiente y establecer las medidas correctivas del caso.
- Informar al Representante de la Empresa en la obra y al responsable de SSHEQ.

El cumplimiento de estas condiciones de seguridad por el Contratista no lo exime de su responsabilidad por los accidentes que ocurran a su personal durante el trabajo que realice; tampoco significa transferencia de responsabilidad a la empresa.

## **2. NORMAS GENERALES DE SEGURIDAD**

- ✓ Evitar los juegos de manos dentro de la empresa.
- ✓ No correr dentro de las instalaciones.
- ✓ Respetar lo enunciado en las señales puestas en la planta.

- ✓ Prohibido fumar en aéreas de la Torre.
- ✓ Usar los equipos e implementos de seguridad recomendados en cada caso: casco, guantes, lentes de seguridad, delantal, mascarillas, etc.
- ✓ Mantener limpio su área de trabajo. Al final de cada jornada, la zona de trabajo debe quedar limpia y ordenada.
- ✓ Mantener libre de obstáculos los pasillos, equipos contra incendios, salidas de emergencia y áreas de circulación de personas.
- ✓ No operar ningún equipo con el cual no esté familiarizado o haya recibido el entrenamiento adecuado.
- ✓ Para manipular una sustancia química debe conocer su nombre, riesgo la salud y que hacer en caso de accidente. nunca manipule sustancias que no conozca.
- ✓ Usar cinturones de seguridad al trabajar en lugares altos (mayores 1.8 metros) y/o cestas para montacargas.
- ✓ Usar escaleras adecuadas en lugar de andamios improvisados.
- ✓ Construir andamios en sitios donde no se puede usar escaleras.
- ✓ No apoyar escaleras o plataformas en sitios blandos (grama o tierra), hacerlo sobre tabla; de lo contrario, amarrarlas.
- ✓ No subir las escaleras o los andamios con las manos ocupadas.
- ✓ Amarrar las herramientas para que no caigan al suelo cuando se trabaja en sitios elevados (mayor a 1.8 metros).
- ✓ Colocar avisos si hay personas trabajando arriba.
- ✓ No obstruir las áreas destinadas al tránsito, sin permiso.
- ✓ No subirse en extremos de tablas que estén sueltas o inestables.
- ✓ No deslizarse por cables, cuerdas o similares.
- ✓ No dejar cables o cuerda colgando a baja altura en zonas de tránsito.
- ✓ Usar lentes adecuados al trabajar con soldadura autógena.
- ✓ Al limpiar cualquier objeto con aire use mono-lentes de seguridad.
- ✓ Usar cartera adecuada al trabajar con soldadura eléctrica.
- ✓ Usar lentes de seguridad cuando se esté trabajando con cincel y martillo

- ✓ Solicitar la autorización correspondiente para realizar trabajos especiales / trabajos en caliente, trabajo en alturas, entrada a espacios confinado, etc.)
- ✓ Al realizar trabajos en caliente mantener el extintor contra incendios en el área de trabajo.
- ✓ Colocar pantallas de protección para la soldadura en aquellos sitios donde haya tránsito de personas.
- ✓ No observar un arco de soldadura sin protección visual.
- ✓ Usar recipientes adecuados para el manejo de solventes y pinturas.
- ✓ Antes de comenzar a trabajar en equipos accionados por electricidad, desconectarlos en el cajetín respectivo.
- ✓ Al desconectar el equipo, colocar la tarjeta de peligro, llenando los datos requeridos.
- ✓ No suministrar energía eléctrica a ningún circuito o equipo si no se encuentre presente un Supervisor de Mantenimiento de la Torre.
- ✓ Las herramientas y equipos deben ser almacenados en orden al finalizar cada día de trabajo.
- ✓ Evitar la ruptura accidental o daños a las tuberías e instalaciones existentes en el lugar de la obra.

### **3. ANEXOS**

FORMATO "CONSTANCIA DE ACEPTACION"

FORMATO "PERMISO PARA TRABAJOS ESPECIALES"

FORMATO "ESTADISTICA MENSUAL DE ACCIDENTES CONTRATISTA"

### **TAREAS QUE REQUIEREN UN SISTEMA DE PERMISOS PARA TRABAJOS ESPECIALES**

- Actividades de adecuación o instalación con modificaciones arquitectónicas, estructurales o eléctricas.
- Mantenimiento no rutinario de infraestructura y que no se encuentren en la matriz de riesgos laborales.

- Todo tipo de soldadura u oxicorte.
- Uso de equipos y maquinaria que no están considerados como de uso habitual y/o para el fin de instalaciones.
- Trabajos en caliente.
- Trabajos en espacio confinado.
- Trabajos en espacios confinados.
- Trabajo con equipos energizados y/o presurizados.
- Trabajos en altura
- Arrumes o almacenamiento en bodegas.
- Mantenimiento en plantas.
- Limpieza de techos y estructura
- Limpieza de fachada en edificaciones.
- Edificaciones en construcción.
- Instalación de lámparas.
- Decoración de estructuras.
- Poda de árboles.
- Montaje de infraestructura.
- Soldadura con arco eléctrico.
- Soldadura y corte oxiacetilénico.
- Soldadura en general que utilice calor.
- Uso de llamas abiertas.
- Uso de motores eléctricos y herramientas que no son a prueba de explosión.
- Uso de motores de combustión interna cerca de áreas de riesgo.
- Limpieza de superficies por medio de chorro de arena.

Apertura o destape de cualquier pieza de equipo eléctrico que estén cargados eléctricamente.

Utilización de esmeriles y piedras abrasivas.

- Chequeo de instalaciones eléctrica.
- Tolvas, silos, cámaras de quemadores y otros compartimientos similares o depósitos que solo poseen una boca o registro de inspección para ingresar a ellos.

- Vagones cisterna.
- Zonas subterráneas: fosas sépticas, alcantarillado, tanques para almacenamiento, cámaras y túneles para líneas de servicio de utilidad pública.
- Espacios abiertos en su parte superior, denominados cárcamos, de más de 1.20 metros de profundidad y que carecen de una buena ventilación natural.
- Cavas.
- Salas de bombeo en sótano.
- Bóvedas de cable.
- Plantas de tratamiento de agua (albercas y fosas).
- Calderas, hornos y cámara de compresión y descompresión.
- Tuberías cuyo diámetro interior permite el ingreso de personas para reparaciones y/o inspecciones.

ELEMENTO		Capacidad de carga		No. Identificación	
Marca		Serie		Modelo	
Fecha		Inspector		Localidad	

Diámetro	
Composición	
Carga de Prueba	
Longitud	
Fecha de inicio servicio	
Condición / Conclusión	

Condición de Equipo	Aprobado		Observación		Prohibido uso / descarte	
Próxima Inspección						

**PERMISO DE TRABAJO 0000001**

1.- PERMISO DE TRABAJO (PT)								
Fecha Inicio ...../...../.....	Hora Inicio .....		Lugar de trabajo y/o Área de Planta					
Fecha Término ...../...../.....	Hora Término .....							
Descripción del Trabajo:								
Responsable Directo del Trabajo					Empresa			
Nombre:				Firma.				
2.- ANÁLISIS SISTEMÁTICO DE RIESGOS ( ASR)								
A. PERSONAL	S	N	B. LUGAR DE TRABAJO	S	N	C. EQUIPOS, VEHÍCULOS Y HERRAMIENTAS	S	N
	I	O		I	O		I	O
1. Existe un procedimiento seguro de trabajo 2. Han realizado antes el trabajo 3. Conoce y está familiarizado con la operación del equipo/herramienta 4. Los conductores y/o operadores cuentan con sus licencias ( camiones, grúas, etc)			1. Superficie de trabajo segura y adecuada 2. Espacio suficiente para operar y trabajar 3. Iluminación adecuada 4. Ventilación suficiente 5. Orden y aseo adecuada 6. Extintor en el Área 7. Accesos son adecuados y seguros 8. Existe control de interferencias con otros trabajos 9. Se delimita zona de trabajo y movimiento de equipo			1. Equipos, maquinarias y/o herramientas en buenas condiciones de uso 2. Existe riesgo de proyecciones por el uso de los equipos o herramientas 3. Es necesario asegurar los equipos y herramientas en trabajos de altura física 4. Los vehículos y/o maquinarias tienen los permisos de circulación y autorizaciones al día		
<b>5. IDENTIFICACION DE RIESGOS</b>			10. NOTAS			5. NOTAS		
Riesgo de caídas								
Riesgo de golpes con objetos								
Riesgo Eléctrico								
Riesgo de temperaturas extremas								
Exposición a ruidos y/o vibraciones								
Riesgos de Presión de fluidos								
ANALISIS DE SEGURIDAD DE TRABAJO EN TERRENO								
Etapas Principales de Trabajo								

Riesgos Principales											
Medidas para Controlar los Riesgos											
3. ENERGÍA ZERO											
ELECTRICO											
1. Tableros Eléctricos en Terreno <input type="checkbox"/> ck – Ou <input type="checkbox"/> Tag – <input type="checkbox"/>  2. Tableros Eléctricos en CCM Lock – Out <input type="checkbox"/> Tag – <input type="checkbox"/> Out	Cantidad Total de Tarjetas  <input type="text"/>	<b>PRESION</b>						<b>S</b>	<b>N</b>	<b>O</b>	
		1. Aire Arranque	a) Válvula Arranque: Lock – Out								
			b) Despiche Aire Motor								
		2. Combustible	a) Válvula Lock – Out								
			b) Bomba Lock - Out								
3. Aceite	) Válvula Lock – Out										
	b) Bomba Lock - Out										
4. Agua	a) Válvula Lock - Out										
4. PROCEDIMIENTO SEGURO DE TRABAJO											
	Trabajos de Mantenimiento	Trabajo en Equipos Energizados	Espacio Confinado	Trabajos de Excavación	Maniobra de Izaje	Trabajo en altura	Trabajos en Caliente	Trabajos Alta Tensión	Otros Especificar		
Máquina y/o Herramientas a Usar		Equipos de Seguridad			Equipos de Protección Personal						
1. Soldadura/Oxicorte <input type="checkbox"/> 2. Compresor <input type="checkbox"/> 3. Bombas, equipos a presión <input type="checkbox"/> 4. Grúa o Camión <input type="checkbox"/> 5. Otros (Especificar) <input type="checkbox"/>		1. Conos <input type="checkbox"/> 2. Barreras <input type="checkbox"/> 3. Cintas de Peligro <input type="checkbox"/> 4. Extintor <input type="checkbox"/> 5. Equipos de Radiación <input type="checkbox"/> 6. Candado/Tarjetas de Bloqueo <input type="checkbox"/> 7. Instrumento (Especificar) <input type="checkbox"/>			1. Protector Auditivo <input type="checkbox"/> 2. Botas de Goma <input type="checkbox"/> 3. Protector de Respiración <input type="checkbox"/> 4. Protector Facial <input type="checkbox"/> 5. Ropa PVC <input type="checkbox"/> 6. Otros Especificar <input type="checkbox"/>			7. Buzo "Protección" <input type="checkbox"/> 8. Chaleco Reflectante <input type="checkbox"/> 9. Guante Dieléctrico <input type="checkbox"/> 10. Traje de Soldador <input type="checkbox"/> 11. Barbiquejo <input type="checkbox"/> 12. Equipo Básico (casco, lente, zapato, y guante) <input type="checkbox"/>			
PERSONAS QUE AUTORIZAN EL TRABAJO					RECEPCION DE TRABAJOS						
_____ Nombre y Firma					Nombre Operador de Turno:						
					Fecha:						
					Hora:						
					Firma:						
CHARLA DE 5 MINUTOS DE LA OPERACIÓN											
Nombre y Apellido Personal Participante	C. I.	FIRMA			Nombre y Apellido Personal Participante	C. I.	FIRMA				



## Anexo 7.Formato de evaluación y análisis de accidentes/incidentes

FORMATO DE EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE ACCIDENTES/INCIDENTES				
INFORME DEL JEFE INMEDIATO				
INFORMACIÓN DE IDENTIFICACIÓN	1. DEPARTAMENTO:		2. LUGAR y DIRECCIÓN EXACTA DEL ACCID. INCID:	
	3. FECHA EN QUE SUCEDIÓ:		4. HORA:	5. TURNO:
			PERSONAL <input type="checkbox"/> PLANTA <input type="checkbox"/> CONTRATO <input type="checkbox"/>	
	6. FECHA EN QUE SE INFORMÓ:			
	<b>LESION PERSONAL</b>		<b>DAÑO A LA PROPIEDAD</b>	
	7. NOMBRE DEL ACCIDENTADO:		13. PROPIEDAD AFECTADA:	
	17. PERSONA QUE INFORMO EL INCID:			
DESCRIPCIÓN	8. FUNCION:	9. TIEMPO TRAB:	14. COSTOS ESTIMADOS:	
	18. OCUPACION:		19. COSTO(HUBIERA):	
	10. NATURALEZA DE LA LESIÓN:		15. NATURALEZA DEL DAÑO:	
	20. NATURALEZA DEL INCIDENTE:			
	11. OBJ., EQ. Y/O SUBSTANCIA QUE CAUSÓ LESIÓN:		16. OB. EQ. SUST., QUE CAUSÓ DAÑO:	
12. PARTE DEL CUERPO AFECTADO:		21. OB. EQ., RELACIONADO CON EL INC:		
22. DESCRIBIR COMO SUCEDIÓ EL ACCIDENTE/INCIDENTE (QUÉ?, QUIÉN?, CÓMO?, DÓNDE?)				
23. DESCRIBA EL TRABAJO HABITUAL DEL ACCIDENTADO				
24. DESCRIBA EL TRABAJO QUE REALIZABA EN EL MOMENTO DEL ACCIDENTE				
25. NOMBRES DE LOS TESTIGOS (SI LOS HUBO):				
26. VERSIÓN DE LOS TESTIGOS				
REVISIÓN	<b>A SER LLENADO POR SEGURIDAD INDUSTRIAL</b>			
	27. COSTOS QUE CAUSÓ EL ACCIDENTE:			
	a) MATERIALES:			
	b) MANO DE OBRA:			
	c) OTROS:			
d) TOTAL:				
DISPOSICIONES, COMENTARIOS EN RELACION AL ANALISIS REALIZADO POR EL INVESTIGADOR EN TORNTO A LAS CAUSAS BASICAS, A LAS MEDIDAS CORRECTIVAS Y FECHAS DE CUMPLIMIENTO				
28. NOMBRES Y FIRMAS				

28. NOMBRES Y FIRMAS	
a) JEFE INMEDIATO:	29. FECHA:
b) RESPONSABLE SEGURIDAD INDUSTRIAL:	

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE ACCIDENTES/INCIDENTES	
NATURAL LEZA DE LA PÉRDIDA	1. DESCRIPCIÓN DE LA PERDIDA POTENCIAL O REAL DE LAS PERSONAS O PROPIEDAD
DESCRIPCIÓN	2. DESCRIPCIÓN DEL ACCIDENTE/INCIDENTE
CAUSAS	3. POR QUÉ OCURRIÓ EL ACCIDENTE/INCIDENTE
CONTROL	4. ACCIONES PARA PREVENIR LA REPETICIÓN

5. QUÉ ACTOS Y/O CONDICIONES CONTRIBUYERON PARA QUE SE SUCITE ESTE ACCIDENTE/INCIDENTE:			
ACTOS SUBESTÁNDAR		CONDICIONES SUBESTÁNDAR	
a) Operar sin autorización	<input type="checkbox"/>	a) Protección inadecuada	<input type="checkbox"/>
b) No llamar la atención	<input type="checkbox"/>	b) Herramientas y/o equipos defectuosos	<input type="checkbox"/>
c) Operar a velocidades inadecuadas	<input type="checkbox"/>	c) Exceso de ruido	<input type="checkbox"/>
d) Quitar los dispositivos de seguridad	<input type="checkbox"/>	d) Falta de iluminación	<input type="checkbox"/>

ANÁLISIS	e) No usar los EPIs	<input type="checkbox"/>	e) Falta de limpieza	<input type="checkbox"/>
	f) Realizar trabajos que no son de su responsabilidad	<input type="checkbox"/>	f) Trabajo en altura sin precaución	<input type="checkbox"/>
	g) Uso de equipo defectuoso	<input type="checkbox"/>	g) Ventilación inadecuada	<input type="checkbox"/>
	h) Levantamiento incorrecto	<input type="checkbox"/>	h) Riesgos ambientales	<input type="checkbox"/>
	i) Laborar en posición inadecuada	<input type="checkbox"/>	i) Exceso de calor	<input type="checkbox"/>
	j) Realizar mantenimiento al equipo/mquinaria en funcionamiento	<input type="checkbox"/>	j) Exceso de frío	<input type="checkbox"/>
	k) Bromas	<input type="checkbox"/>	k) Piso resvaloso	<input type="checkbox"/>
	l) Laborar bajo efectos del alcohol	<input type="checkbox"/>	l) Otros: ingreso de volquetas al taller con residuos peligrosos	<input type="checkbox"/>
	m) Falta de orden y limpieza	<input type="checkbox"/>		
	n) Viajar en lugares no destinados para el fin	<input type="checkbox"/>		
	o) No reportar el accidente	<input type="checkbox"/>		
p) Trabajo en alturas sin protección	<input type="checkbox"/>			
q) Otros: Trabajar sin precaución	<input type="checkbox"/>			
6. CUÁLES SON LAS RAZONES BÁSICAS O FUNDAMENTALES PARA LA EXISTENCIA DE ESTOS ACTOS Y/O CONDICIONES				
FACTORES PERSONALES		FACTORES DE TRABAJO		
a) Aptitudes inadecuadas	<input type="checkbox"/>	a) No brindar estabilidad laboral	<input type="checkbox"/>	
b) Habilidades inadecuadas	<input type="checkbox"/>	b) Diseño de puesto de trabajo/ingeniería inadecuado	<input type="checkbox"/>	
c) Falta de conocimientos	<input type="checkbox"/>	d) Deficiencia en la adquisición de maquinaria/equipo	<input type="checkbox"/>	
d) Problemas personales	<input type="checkbox"/>	e) Mantenimiento inadecuado	<input type="checkbox"/>	
e) Estrés	<input type="checkbox"/>	f) Normas de trabajo deficientes	<input type="checkbox"/>	
f) Otros: Falta de actitud de los trabajadores mecánicos para realizar su trabajo	<input type="checkbox"/>	f) Otros: Falta de exigencia en el ingreso de vehículos al taller	<input type="checkbox"/>	

EVENCION	7. MEDIDAS CORRECTIVAS QUE SE DEBERA HACER PARA CONTROLAR LAS CAUSAS QUE SE HAN SEÑALADO?		
	1.		
PRE	3.		
	4.		
8. FECHA DE CUMPLIMIENTO DE LAS MEDIDAS CORRECTIVAS			
1.	2.	3.	4.
9. INVESTIGADO POR (NOMBRE Y FIRMA): Luis Garcia			10. FECHA: 2010-05-10