

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA DE POSGRADO

DIPLOMADO EN GEOTERMIA PARA AMÉRICA LATINA  
EDICION 2018



TEMA:

Evaluación de riesgos laborales en la actividad de  
estimulación química de pozos geotérmicos

PRESENTAN:

Argueta Rivas, Ada Margarita  
Hernández Alfaro, Margarita Lisseth  
Valenzuela Campos, Wallace Raúl

ASESOR:

Ing. Luis Alberto Franco Nolasco

CIUDAD UNIVERSITARIA, DICIEMBRE 2018

## Tabla de contenido

RESUMEN.....	1
1. INTRODUCCION.....	2
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	3
3. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO .....	4
3.1. Propósito del proyecto.....	4
3.2. Justificación.....	4
4. OBJETIVOS .....	8
4.1. Objetivo General .....	8
4.2. Objetivos Específicos .....	8
5. MARCO TEORICO.....	9
5.1. Referente a la seguridad industrial.....	9
5.1.1. Objetivos básicos y elementales de la seguridad industrial.....	9
5.1.2. Conceptos básicos de seguridad .....	10
5.1.3. Causas de los accidentes .....	11
5.1.4. Prevención de riesgos laborales .....	13
5.1.5. Inspecciones planeadas.....	13
5.2. Referente a la estimulación en pozos geotérmicos.....	14
5.2.1. Fundamentos teóricos para la estimulación en pozos geotérmicos. ....	14
5.2.2. Estimulación ácida e hidráulica.....	16
6. METODOLOGIA.....	17
6.1. Fase de Preparación .....	18
6.1.1. Elección del método.....	18
6.1.2. Recogida de la información.....	20
6.1.3. Planificación y comunicación de las visitas.....	21
6.2. Fase de Ejecución.....	21
6.2.1. Observación del desarrollo de la actividad .....	21
6.2.2. Análisis del entorno físico y las condiciones materiales .....	24
6.2.3. Mediciones oportunas .....	25
7. ANALISIS DE DATOS .....	29
7.1. Fase de Ejecución.....	29

7.2.	Valoración del Riesgo .....	30
8.	RESULTADOS .....	45
8.1.	Fase de control.....	45
8.1.1.	Distribución de riesgos de la macro actividad de Preparación del Sitio.....	45
8.1.2.	Distribución de riesgos de la macro actividad de Instalación de equipos de bombeo	45
8.1.3.	Distribución de riesgos de la macro actividad de Estimulación Química del Pozo	46
8.2.	Propuesta de medidas a implementar asociada a los peligros .....	47
9.	CONCLUSIONES.....	70
10.	RECOMENDACIONES.....	71
11.	AGRADECIMIENTOS.....	72
12.	FUENTES CONSULTADAS .....	74
13.	ANEXOS.....	76

### INDICE DE TABLAS

Tabla 1:	Resumen de accidentes por actividad económica de 2016. Instituto Salvadoreño del Seguro Social. 2016.....	4
Tabla 2:	Número de accidentes de trabajo por ocupación en la actividad económica de electricidad, gas y agua Instituto Salvadoreño del Seguro Social. 2016 .....	5
Tabla 3:	Tipos de lesiones presentadas en los accidentes debido a la actividad económica de electricidad, gas y agua. Instituto Salvadoreño del Seguro Social. 2016 .....	6
Tabla 4:	Tipo de accidentes cuantificados en la actividad económica de electricidad, gas y agua. Instituto Salvadoreño del Seguro Social. 2016.....	7
Tabla 5:	<i>Razones por las que ocurren accidentes debidos a actos inseguros.....</i>	12
Tabla 6:	Identificación de peligros en la estimulación química de pozos. ....	19
Tabla 7:	Matriz para la valoración del riesgo método binario simplificado INSHT .....	19
Tabla 8:	Acciones a que recomienda tomar el método binario simplificado INSHT .....	20
Tabla 9:	Descripción de actividades en la estimulación química de pozos geotérmicos. Adaptado de Vásquez. D. 2016.....	23
Tabla 10:	Equipo utilizado en estimulación química. Adaptada de LaGeo. 2016.....	25
Tabla 11:	Matriz de identificación de peligros por cada sub actividad.....	29

Tabla 12: Valoración del riesgo para “Demarcación de espacio en plataforma” .....	30
Tabla 13: Valoración del riesgo para “Traslado de arena” .....	31
Tabla 14: Valoración del riesgo para “traslado de equipos” .....	32
Tabla 15: Valoración del riesgo para “instalación de Tanques andamios y bodegas en plataforma (sin equipo de bombeo)” .....	33
Tabla 16: Valoración del riesgo para “traslado equipos de bombeo” .....	34
Tabla 17: Valoración del riesgo para “Instalación del sistema de tuberías de alta y baja presión (incluye suministro de agua)” .....	35
Tabla 18: Valoración del riesgo para “Pruebas de equipos” .....	36
Tabla 19: Valoración del riesgo para “Traslado de Químicos” .....	37
Tabla 20: Valoración del riesgo para “disolución de BFA” .....	38
Tabla 21: Valoración del riesgo para “Mezclado de HCl” .....	39
Tabla 22: Valoración del riesgo para “Mezcla de químicos” .....	40
Tabla 23: Valoración del riesgo para “Proceso de enfriamiento de pozo” .....	41
Tabla 24: Valoración del riesgo para “bombeo de mezcla química” .....	42
Tabla 25: Valoración del riesgo para “Lavado de Tanques y líneas de tuberías” .....	43
Tabla 26: Valoración del riesgo para “Desmontaje, traslado de equipos y limpieza general de áreas de trabajo” .....	44
Tabla 27: Medidas propuestas para “Demarcación de espacio en plataforma” .....	47
Tabla 28: Medidas propuestas para “Traslado de arena” .....	48
Tabla 29: Medidas propuestas para “traslado de equipos” .....	49
Tabla 30: Medidas propuestas para “instalación de Tanques andamios y bodegas en plataforma (sin equipo de bombeo)” .....	50
Tabla 31: Medidas propuestas para “traslado equipos de bombeo” .....	51
Tabla 32: Medidas propuestas para “Instalación del sistema de tuberías de alta y baja presión (incluye suministro de agua)” .....	52
Tabla 33: Medidas propuestas para “Pruebas de equipos” .....	53
Tabla 34: Medidas propuestas para “Traslado de Químicos” .....	54
Tabla 35: Medidas propuestas para “disolución de BFA” .....	55
Tabla 36: Medidas propuestas para “Mezclado de HCl” .....	56
Tabla 37: Medidas propuestas para “Mezcla de químicos” .....	57
Tabla 38: Medidas propuestas para “Proceso de enfriamiento de pozo” .....	58
Tabla 39: Medidas propuestas para “bombeo de mezcla química” .....	59

Tabla 40: Medidas propuestas para “Lavado de Tanques y líneas de tuberías” .....	60
Tabla 41: Medidas propuestas para “Desmontaje, traslado de equipos y.....	61
Tabla 42: Rótulos propuestos para colocarlos dentro de las áreas de trabajo.....	66

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ocupaciones que sufren accidentes con más frecuencia en la industria de electricidad, gas y agua. Instituto Salvadoreño del Seguro Social. 2016 .....	5
Figura 2: Accidentes de trabajo según el tipo de lesión derivados de la actividad económica de electricidad, gas y agua. Instituto Salvadoreño del Seguro Social. 2016.....	6
Figura 3: Grafico de los tipos de accidentes de trabajo dentro de la actividad económica de electricidad, gas y agua. Instituto Salvadoreño del Seguro Social. 2016 .....	7
<i>Figura 4: Costos directos e indirectos relacionados a un accidente de trabajo. Modificado de Arévalo F. 2009. ....</i>	<i>13</i>
Figura 5: Métodos básicos para prevenir los riesgos de trabajo. Modificado de Oposinet 2018.....	13
<i>Figura 6: Elementos a considerar para realizar una inspección planeada. Elaboración propia.....</i>	<i>14</i>
<i>Figura 7: Tipos de estimulaciones de pozos. Modificado de Galindo, A. 2015 .....</i>	<i>15</i>
Figura 8: Fases de la evaluación del riesgo, modificado.....	17
Figura 9: Metodología de evaluación de riesgos (INSHT).....	18
Figura 10: Fotografías de las plataformas de estudio .....	21
Figura 11: Descripción de las actividades en la estimulación química de pozos. Elaboración propia.....	22
Figura 12: Vista en planta de la plataforma. Ahuachapán. Google Maps y LaGeo.....	24
Figura 13: Cantidad de peligros identificados por cada sub actividad.....	30
Figura 14: distribución de riesgos evaluados para la macro actividad preparación del sitio. ....	45
Figura 15: distribución de riesgos evaluados para la macro actividad Instalación de equipos de bombeo .....	46
Figura 16: distribución de riesgos evaluados para la macro actividad Estimulación Química del Pozo.....	46

Figura 17: Plataforma de pozos existente en La Geo con espacio e infraestructura suficiente para la estimulación química de pozos .....	62
Figura 18: Distribución actual de áreas en una plataforma de pozos LaGeo.....	63
Figura 19: Planta de distribución de áreas dentro de una plataforma de pozos y perspectiva general de área proyectada. ....	64
Figura 20 Distribución en Planta general de rutas de evacuación y señalización .....	65
Figura 21: Distribución de espacios en un área para instalar los equipos y materiales de la Estimulación química.....	67
Figura 22: esquema de Ubicación de los equipos de Bombeo principales utilizados para una estimulación química .....	69

## RESUMEN

El trabajo desarrollado en este documento plantea el problema de los riesgos laborales a los que están expuestos los trabajadores que se dedican a realizar estimulaciones químicas de pozos geotérmicos y busca como objetivo solucionarlo haciendo una evaluación y valoración de dichos riesgos para elaborar una propuesta de medidas encaminadas a reducirlo.

En el marco teórico se presenta una serie de conceptos que se utilizan comúnmente en seguridad industrial los cuales son necesarios y deben ser aclarados para una mayor comprensión de la temática a desarrollar la cual está relacionada a la evaluación de riesgos. También se define que es la estimulación en pozos geotérmicos, para que se conozca la actividad que es el objeto de evaluación de riesgos para este estudio. Luego de contar con el marco de referencia, se describe la metodología que se seguirá para lograr cumplir el objetivo, en donde se explica el método utilizado para poder realizar la evaluación de riesgos laborales.

Para el análisis de los datos se definieron 15 subactividades que conforman la actividad principal del proceso de estimulación química de pozos geotérmicos a los cuales se les asociaron los peligros mediante la ayuda de la Matriz de identificación de peligros, utilizando el método binario simplificado (INSHT).

Posteriormente, con cada subactividad y sus peligros asociados, se procedió a evaluar la probabilidad por la consecuencia obteniendo la priorización de cada riesgo asociado a cada subactividad, estos resultados se utilizan para poder determinar a cuál riesgo es necesario proponer medidas.

En el numeral 8 se presentan los resultados de las medidas propuestas que resultaron de la evaluación de riesgos.

Al final del documento se da una serie de conclusiones y recomendaciones que están encaminadas a mejorar las evaluaciones de riesgos posteriores, de este mismo tipo de actividad u otras.

## 1. INTRODUCCION

En este trabajo se realiza una investigación a la actividad de la Estimulación Química de un pozo geotérmico, actividad de mucha importancia dentro de la producción energética eléctrica en geotermia, debido a que ésta permite recuperar la permeabilidad de un pozo, cuando este ha perdido su capacidad de producción o reinyección debido a incrustaciones en la formación del reservorio geotérmico o cuando al ser perforado el pozo presenta reducción de permeabilidad de la formación debido al ingreso de lodo bentónico y/o recortes.

Esta investigación se enfoca en determinar los peligros asociados a las diferentes subactividades que se ejecutan en una estimulación química de pozos geotérmicos, con la finalidad de desarrollar una evaluación de riesgos laborales que determine y proponga las medidas a adoptar en el momento de ejecutar dicha actividad a fin de reducir los riesgos.

De igual manera, esta investigación será de utilidad para realizar la estimulación de forma más segura para los trabajadores que se dedican a esta actividad o para que nuevos trabajadores puedan tomar este documento como referencia y conocer los riesgos asociados y las medidas recomendadas.

Cabe mencionar que una de las limitantes, que surgieron durante la ejecución de este trabajo, es que no se pudo observar la ejecución de la actividad de estimulación a un pozo geotérmico, pero se logró obtener información bibliográfica y a través de los trabajadores responsables de la supervisión de dicha actividad, es por ello que los peligros fueron identificados a partir de la información recabada mediante entrevistas directas y por medio de las visitas de campo realizada a dos plataformas de perforación que se estaban preparando para la ejecución de esta actividad, así como de la información que fue proporcionada por los ingenieros que dirigen las actividades de estimulaciones químicas.



## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Dentro de los 17 objetivos para el Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030 planteados por la ONU, se encuentra el No. 8 sobre “*Trabajo decente y Crecimiento económico*”.

“Se estima que más de 600 millones de nuevos empleos deberán ser creados de aquí a 2030, sólo para seguir el ritmo de crecimiento de la población mundial en edad de trabajar. Esto representa alrededor de 40 millones de empleos al año. También necesitamos mejorar las condiciones de los 780 millones de hombres y mujeres que trabajan, pero no ganan lo suficiente para superar ellos y sus familias el umbral de la pobreza de 2 dólares al día.” (Trabajo decente y la agenda 2030 de Desarrollo Sostenible).<sup>1</sup>

Para lograr el objetivo No 8 de la Agenda 2030, se han planteado 12 metas; siendo una de estas la de “*Proteger los derechos laborales y promover un entorno de trabajo seguro y sin riesgos para todos los trabajadores, incluidos los trabajadores migrantes, en particular las mujeres migrantes y las personas con empleos precarios*”. (Objetivos de Desarrollo sostenible)<sup>2</sup>.

Para la realización de proyectos geotérmicos, es necesario contar con pozos productores y reinyectores los cuales, debido a los fluidos de perforación o lodos de perforación o a la química misma del fluido geotérmico, pueden presentar reducciones en la permeabilidad de la formación al igual que su caudal de producción o su capacidad de absorción durante su vida útil.

Es por ello que se vuelve necesaria la ejecución de actividades como la estimulación química de pozos que ayuden a recuperar la permeabilidad de las zonas que presentan daños de formación por inyección de lodos de perforación o por incrustaciones después de estar en operación, lo cual ocurre tanto en pozos productores como reinyectores.

Debido al número de peligros que presenta durante esta actividad, es necesario que se realice la evaluación y control de riesgos laborales pertinente, para promover entornos de trabajo más seguros.

Tomando en cuenta, lo anteriormente expuesto, se plantea la evaluación de riesgos laborales en la actividad de estimulación química de pozos geotérmicos, ya que es una actividad donde los trabajadores se ven expuestos a peligros, los cuales son particulares del trabajo mismo que se realiza.

Cabe mencionar que la aplicación de esta técnica en pozos geotérmicos para mejorar su desempeño se ha usado en otros campos geotérmicos del mundo desde hace aproximadamente 30 años. Entre los países que utilizan esta técnica están: México, Estados Unidos, Alemania, Francia, Indonesia, Filipinas, Guatemala, Nicaragua, Turquía, Nueva Zelanda, Islandia y Suiza.

<sup>1</sup> <http://www.ilo.org/global/topics/sdg-2030/lang--es/index.htm>

<sup>2</sup> <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/economic-growth/>

### 3. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

#### 3.1. Propósito del proyecto

El propósito de este proyecto es desarrollar una evaluación de los riesgos laborales dentro de la actividad de estimulación química de pozos geotérmicos, así mismo se elaborará una propuesta de medidas encaminadas a disminuir el riesgo al que los trabajadores están expuestos durante el desarrollo de esta actividad, y así promover un entorno de trabajo más seguro en una de las actividades del desarrollo de un proyecto geotérmico

#### 3.2. Justificación

En El Salvador la entidad responsable de registrar y controlar las estadísticas de accidentes laborales es el Instituto Salvadoreño del Seguro Social (ISSS). En la Tabla 1 se muestran las estadísticas correspondientes al año 2016. Tomadas del Portal de Transparencia de El Salvador<sup>3</sup>.

*Tabla 1: Resumen de accidentes por actividad económica de 2016. Instituto Salvadoreño del Seguro Social. 2016*

<b>ACTIVIDAD ECONÓMICA</b>	<b>TOTAL</b>
<b>Agricultura, Caza, Silvicultura y Pesca</b>	531
<b>Explotación de Minas y Canteras</b>	49
<b>Industrias Manufactureras</b>	5,365
<b>Electricidad, Gas y Agua</b>	253
<b>Construcción</b>	852
<b>Comercio por mayor y menor, Restaurantes y Hoteles</b>	4,544
<b>Transporte, Almacenamiento y Comunicaciones</b>	748
<b>Establecimientos Financieros, Seguros, Bienes Inmuebles y Servicios Prestados a las Empresas</b>	3,348
<b>Servicios Comunales, Sociales y Personales</b>	4,859
<b>TOTAL</b>	20,549

De los datos presentados en la Tabla 1, se observa que el ISSS registró, un total de 20,549 accidentes laborales. De los cuales, 253 son atribuidos a la actividad económica de electricidad, gas y agua. Otro documento consultado donde el ISSS presento estadísticas de accidentes fue el informe de Rendición de Cuentas correspondiente al periodo de Junio de 2015 a Mayo de 2016, donde se publicó que se atendieron durante ese periodo 4,564 casos por auxilio de sepelio, casos que corresponderían a accidentes que han llevado hasta una fatalidad; es de hacer notar que el ISSS solamente lleva los registros de las personas que se encuentran empleadas, en el entendido que todos los

<sup>3</sup> Tomado del portal de transparencia del gobierno de El Salvador <https://www.transparencia.gob.sv/search?utf8=%E2%9C%93&ft=ACCIDENTES>

empleadores están obligados a afiliar a todos sus trabajadores; cabe destacar que los accidentes que son tratados dentro de las instalaciones de trabajo mediante el auxilio inmediato o primeros auxilios y que no requieren el traslado del trabajador hacia un centro de salud, no se cuantifican en estos registros, por lo que no se tiene un dato del total de accidentes laborales.

En la Tabla 2 se muestra que, de los 253 accidentes reportados en la industria eléctrica, gas y agua del año 2016, la mayoría son sufridos por el personal encargado de operar las instalaciones y ensamblar maquinas. En la Figura 1, se muestra de manera gráfica las ocupaciones que sufren con mayor frecuencia accidentes laborales.

Tabla 2: Número de accidentes de trabajo por ocupación en la actividad económica de electricidad, gas y agua Instituto Salvadoreño del Seguro Social. 2016

GRUPOS DE OCUPACIONES	Cantidad
Ocupaciones Militares	14
Directores y Gerentes	11
Profesionales, Científicos e Intelectuales	3
Técnicos y Profesionales del Nivel Medio	32
Personal de Apoyo Administrativo	17
Trabaj. de los Serv. y Vend. de Comerc. y Mercados	43
Agríc. y Trabaj. Calificados Agrop., Forest. y Pesqueros	4
Oficiales, Operar y Artes. de Artes Mecán. y Otros Oficios	11
Operad. de Instalaciones y Máq. Ensambladoras	60
Ocupaciones Elementales	58
TOTAL	253

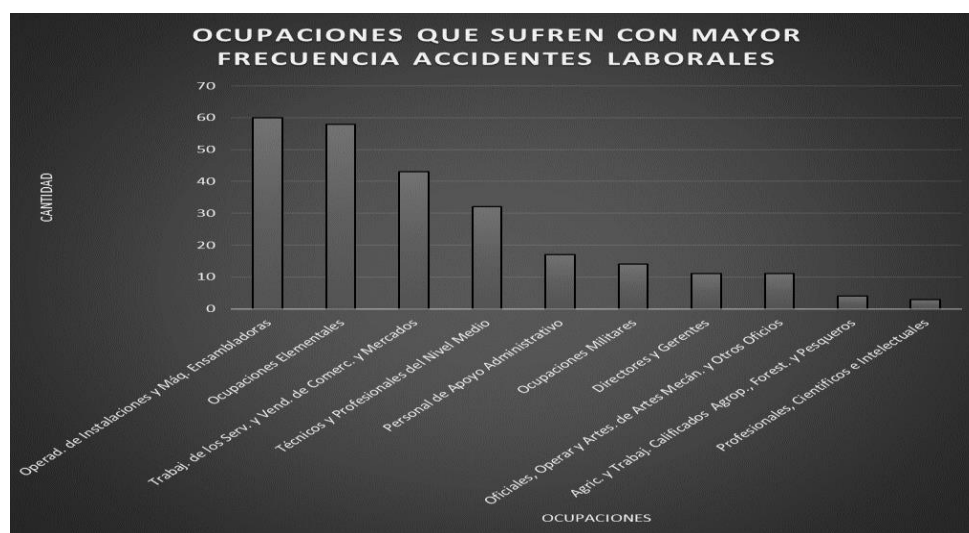
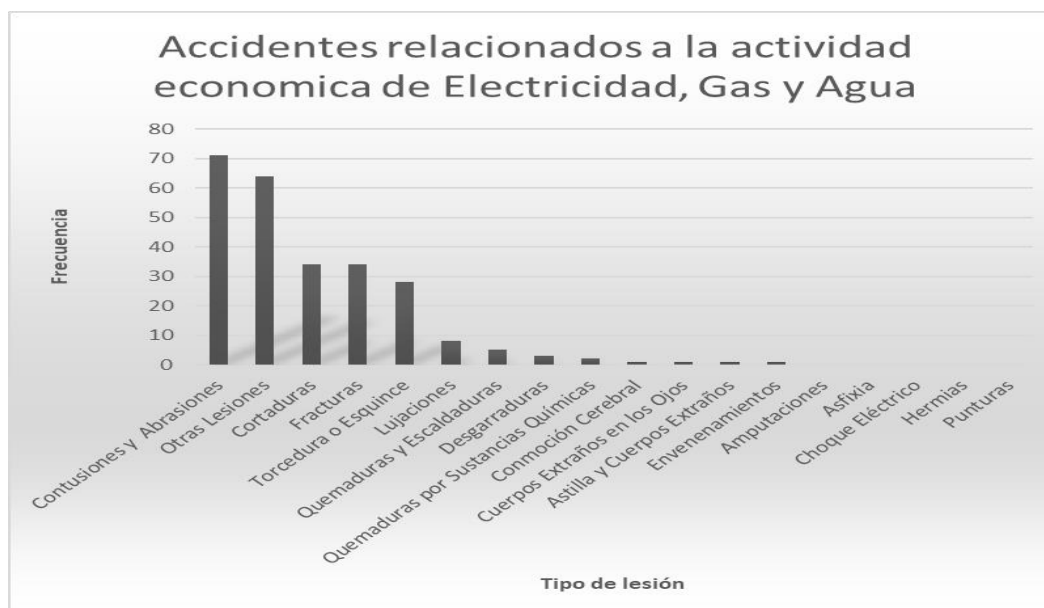


Figura 1: Ocupaciones que sufren accidentes con más frecuencia en la industria de electricidad, gas y agua. Instituto Salvadoreño del Seguro Social. 2016

En la Tabla 3 se muestran los tipos de lesiones que se han registrado por accidentes de trabajo derivados de la actividad económica de electricidad, gas y agua. Dichas lesiones se han graficado en la Figura 2. Donde las contusiones y abrasiones son las lesiones más frecuentes siendo estas de carácter leve o moderado en daño para el trabajador.

*Tabla 3: Tipos de lesiones presentadas en los accidentes debido a la actividad económica de electricidad, gas y agua. Instituto Salvadoreño del Seguro Social. 2016*

Tipo de lesión	Cantidad	Tipo de lesión	Cantidad
Amputaciones	0	Luxaciones	8
Asfixia	0	Envenenamientos	1
Contusiones y Abrasiones	71	Fracturas	34
Cortaduras	34	Hernias	0
Desgarraduras	3	Punturas	0
Conmoción Cerebral	1	Quemaduras y Escaldaduras	5
Cuerpos Extraños en los Ojos	1	Quemaduras por Sustancias Químicas	2
Astilla y Cuerpos Extraños	1	Torcedura o Esquince	28
Choque Eléctrico	0	Otras Lesiones	64
TOTAL			253



*Figura 2: Accidentes de trabajo según el tipo de lesión derivados de la actividad económica de electricidad, gas y agua. Instituto Salvadoreño del Seguro Social. 2016*

Los accidentes con más ocurrencia en el trabajo son debidos a golpes por objetos y contra objetos, tal y como lo muestra la Tabla 4 y la Figura 3.

Tabla 4: Tipo de accidentes cuantificados en la actividad económica de electricidad, gas y agua. Instituto Salvadoreño del Seguro Social. 2016

Tipo de accidente	Cantidad
Golpeado contra Objetos	61
Golpeado por Objetos	82
Atrapado por Debajo o Entre	13
Caídas al Mismo Nivel	32
Caídas a Distinto Nivel	32
Sobre Esfuerzos	7
Contacto con Temperaturas Extremas	4
Contacto con Corrientes Eléctricas	0
Contacto con Substancias Causticas. Tóxicas y Nocivas	3
Contacto con Radiaciones	0
Otros Tipos de Accidente	19
Información Deficiente o Falta de	0
TOTAL	253



Figura 3: Gráfico de los tipos de accidentes de trabajo dentro de la actividad económica de electricidad, gas y agua. Instituto Salvadoreño del Seguro Social. 2016

Debido a la importancia de promover ambientes de trabajo seguros, en los que los trabajadores tengan pleno conocimiento de los riesgos a los cuales se exponen y que también puedan conocer las medidas necesarias para poder disminuirlos, es necesario que se realicen evaluaciones y control de riesgos laborales en las diferentes actividades que se desarrollan dentro de cualquier empresa.

Por lo tanto, en los resultados de este trabajo se presentan las principales propuestas para el control de los riesgos valorados como moderados, importantes o intolerables para la actividad de estimulación química en pozos geotérmicos. Cuya aplicación contribuirá a disminuir la probabilidad que se materialicen los accidentes o reducir la consecuencia del daño a los trabajadores y por ende disminuir el grado de significancia del riesgo asociado a dicha actividad.

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1. Objetivo General**

Realizar la identificación de peligros, evaluación y valoración de los riesgos presentes en la actividad de estimulación química de un pozo geotérmico; con el objetivo de priorizarlos y establecer los controles necesarios para prevenir accidentes de trabajo, enfermedades laborales y así mantener la seguridad y salud de los trabajadores.

### **4.2. Objetivos Específicos**

- Describir las subactividades en las cuales se divide una Estimulación Química de Pozos Geotérmicos.
- Identificar los posibles peligros asociados a cada subactividad de la estimulación de Pozos Geotérmicos.
- Ponderar y priorizar los riesgos laborales mediante una metodología que pueda ser interpretada de forma cualitativa para una fácil interpretación de los resultados.
- Proponer las medidas que podrían ser aplicadas en la actividad de estimulación de pozos geotérmicos con el fin de disminuir el grado de significancia del riesgo.

## 5. MARCO TEORICO

### 5.1. Referente a la seguridad industrial

#### 5.1.1. Objetivos básicos y elementales de la seguridad industrial<sup>4</sup>

- Evitar la lesión y muerte por accidente.
- Cuando ocurren accidentes hay una pérdida de potencial humano y con ello una disminución de la productividad.
- Reducción de los costos operativos de producción.
- La seguridad incide en la minimización de costos y la maximización de beneficios.
- Mejorar la imagen de la empresa y, por ende, la seguridad del trabajador que así da un mayor rendimiento en el trabajo.
- Contar con un sistema estadístico que permita detectar el avance o la disminución de los accidentes y las causas de estos.
- Contar con los medios necesarios para montar un buen plan de Seguridad que permita a la empresa desarrollar las medidas básicas de seguridad e higiene, contar con sus propios índices de frecuencia y de gravedad determinar los costos e inversiones que se derivan del presente renglón de trabajo.

---

<sup>4</sup> Tomado de: <http://seguridadindustrialapuntos.blogspot.com/2012/01/cuales-son-los-objetivos-de-la.html>

### 5.1.2. Conceptos básicos de seguridad

- **Seguridad en el trabajo.**

Conjunto de acciones que permiten localizar y evaluar los riesgos, y establecer las medidas para prevenir los accidentes de trabajo. (Galindo, A.)

- **Riesgos profesionales.**

Se entienden por riesgos profesionales, los accidentes de trabajo y las enfermedades profesionales a que están expuestos los trabajadores a causa, con ocasión, o por motivo del trabajo. (Código de trabajo. Art. 316)

- **Riesgo.**

Combinación de la probabilidad y consecuencia de ocurrencia de un evento identificado como peligroso.

- **Salud ocupacional.**

- Todas las acciones que tienen como objetivo promover y mantener el mayor grado posible de bienestar físico, mental y social de los trabajadores en todas las profesiones y ocupaciones; prevenir todo daño a la salud de éstos por las condiciones de su trabajo; protegerlos en su trabajo contra los riesgos resultantes de la presencia de agentes perjudiciales a su salud; así como colocarlos y mantenerlos en un puesto de trabajo adecuado a sus aptitudes fisiológicas y psicológicas. (Decreto 254. Art. 7)

- **Accidente de trabajo**

Toda lesión orgánica, perturbación funcional o muerte, que el trabajador sufra a causa, con ocasión, o por motivo del trabajo. (Código de Trabajo. Art. 317)

- **Enfermedad profesional.**

Se considera enfermedad profesional cualquier estado patológico sobrevenido por la acción mantenida, repetida o progresiva de una causa que provenga directamente de la clase de trabajo que desempeñe o haya desempeñado el trabajador, o de las condiciones del medio particular del lugar en donde se desarrollen las labores, y que produzca la muerte al trabajador o le disminuya su capacidad de trabajo. (Código de Trabajo. Art. 319)

- **Incidente.**

Es un acontecimiento no deseado, que, bajo circunstancias ligeramente diferentes, podría haber resultado en lesiones a las personas, daño a la propiedad o pérdida para el proceso.

- **Severidad.**

Es la gravedad o magnitud de los daños de un evento no deseado.

La Severidad se expresa como la magnitud del daño sobre la frecuencia de veces dadas.



- **Lesión.**

Es la pérdida de la integridad física y/o mental del individuo.

- **Incapacidad temporal.**

Incapacidad temporal es la pérdida de facultades o aptitudes que imposibilita parcial o totalmente a una persona para desempeñar su trabajo por algún tiempo. (Código de Trabajo. Art. 327)

- **Incapacidad permanente parcial.**

Es la disminución de las facultades o aptitudes de una persona para trabajar. (Código de Trabajo. Art. 326)

- **Incapacidad permanente total.**

Es la pérdida de facultades o aptitudes de una persona que la imposibilita para desempeñar cualquier trabajo por el resto de su vida. (Código de Trabajo. Art. 325)

- **Condición de trabajo**

Cualquier característica del mismo trabajo que puede tener influencia significativa en la generación de riesgos para la seguridad y salud del trabajador.

- **Factor de riesgo**

Todo elemento (Físico, químico, ambiental) presente en las condiciones de trabajo que por sí mismo, o en combinación, puede dar lugar a accidentes o enfermedades profesionales produciendo así alteraciones negativas en la salud de los trabajadores.

### 5.1.3. Causas de los accidentes

Las causas de los accidentes se deben principalmente a:

- **Actos inseguros.**

Son las causas que dependen de las acciones que, por desconocimiento o descuido del propio trabajador, pueden dar como resultado un accidente. (Decreto 254. Art. 7)

Transgresión de un procedimiento aceptado como seguro, el cual provoca determinado tipo de accidente.

Las personas cometen actos o prácticas inseguras por las razones presentadas en la *Tabla 5*.

Tabla 5: Razones por las que ocurren accidentes debidos a actos inseguros.

No sabe	No puede	No quiere
No ha sido capacitado correctamente en la labor a desarrollar.	El equipo o herramienta que utiliza no tiene un diseño ergonómico.	Problemas sentimentales con su esposa o pareja.
Porque no es su trabajo, sin embargo, lo desarrolla	Incapacidad de alguno de sus miembros.	Actitud negativa o rebeldía.
Por iniciativa propia	Obesidad, vista o audición limitada, etc.	No se lleva bien con su compañero.
Por ayudar a un compañero		Siente temor a realizar su trabajo, pero lo lleva a cabo
Por órdenes superiores		Problemas económicos
Por curiosidad		

- **Condiciones inseguras.**

Es aquella condición mecánica, física o de procedimiento inherente a máquinas, instrumentos o procesos de trabajo que por defecto o imperfección pueda contribuir al acaecimiento de un accidente. Costos de accidentes o enfermedad. (Decreto 254. Art. 7)

Los accidentes de trabajo aumentan notablemente los costos de cualquier actividad productiva, representan para las empresas pérdidas de personas (temporal o permanentemente), tiempo, equipos, dinero, etc. Los costos de un accidente son de dos tipos: directos e indirectos.

- **Los costos directos:**

Son aquellos que cubre generalmente la ART (Aseguradora de Riesgos del Trabajo) y por lo tanto son recuperables. Aunque hay que tener en cuenta que un accidente produce efectos adicionales que también insumen dinero y que la mayoría de las veces no son recuperables. Son ejemplos: el seguro, por los prestadores médicos, compensaciones económicas, gastos por rehabilitación.

- **Los costos indirectos:**

En promedio según las estadísticas pueden llegar a ser de una a veinte veces más que los costos directos. Se hallan determinados por:

Producción y utilidades perdidas debido a la ausencia del accidentado si no es posible reemplazarlo.

Tiempo y producción detenida por otros obreros que alteran su trabajo para atender al accidentado.

Menor rendimiento del accidentado luego de su reingreso a su puesto de trabajo.

El problema radica en que estos costos indirectos son muy difíciles de cuantificar y generalmente se representan como un iceberg tal cual lo muestra la *Figura 4*.



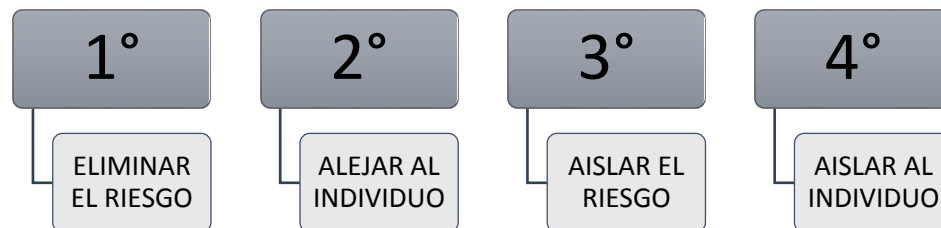
*Figura 4: Costos directos e indirectos relacionados a un accidente de trabajo. Modificado de Arévalo F. 2009.*

#### 5.1.4. Prevención de riesgos laborales

Identificando todos los peligros y sus riesgos asociados (elementos principales que intervienen en un accidente) en:

- La tarea o subactividad
- Instalaciones,
- Material, maquinaria y equipo
- El entorno
- Medio ambiente o lugar de trabajo
- El individuo (solo o en grupo)
- Evaluando sus riesgos
- Estableciendo las medidas de control

Se procede a utilizar los métodos presentados en la *Figura 5* para prevenir los riesgos de trabajo.



*Figura 5: Métodos básicos para prevenir los riesgos de trabajo. Modificado de Oposinet 2018.*

#### 5.1.5. Inspecciones planeadas

La inspección planeada es una técnica preventiva sistemática, para detectar, analizar y corregir deficiencias en equipos, materiales y ambiente que puedan causar accidentes y pérdidas (Velásquez, D.).

Identificar los elementos de inspección y planificar su ejecución, resulta importante para la prevención de riesgos, es por eso por lo que la *Figura 6* muestra los elementos a tomar en cuenta para realizar la inspección.

¿Qué?	¿Por qué?	¿Cuándo?	¿Con qué frecuencia?
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estructuras (paredes, piso, vigas, columnas).</li> <li>• Orden y aseo.</li> <li>• Techos.</li> <li>• Baños y lockers.</li> <li>• Instalaciones eléctricas.</li> <li>• Rutas de evacuación y salidas de emergencia.</li> <li>• Luces de emergencia.</li> <li>• Extintores y red contra incendio.</li> <li>• Uso de equipos de protección personal.</li> <li>• Sistema de alarmas.</li> <li>• Unidades de transporte.</li> <li>• Montacargas.</li> <li>• Maquinaria y equipo.</li> <li>• Herramientas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Para verificar que el sistema de gestión está operando según lo planificado.</li> <li>• Para identificar nuevos riesgos.</li> <li>• Para brindar sostenibilidad al SGPRL.</li> <li>• Para identificar oportunidades de mejora.</li> <li>• Para alinear lo operativo con lo planificado.</li> <li>• Para identificar desviaciones y realizar la corrección de los procedimientos.</li> <li>• Reducir las pérdidas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siempre que sea necesario.</li> <li>• Siempre que se detecte desviación.</li> <li>• Cuando se realicen modificaciones a las instalaciones.</li> <li>• Cuando se introduzca una nueva tecnología.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diariamente.</li> <li>• Semanalmente.</li> <li>• Quincenalmente.</li> <li>• Mensualmente.</li> <li>• Bimensualmente.</li> <li>• Trimestralmente.</li> <li>• Semestralmente.</li> <li>• Anualmente.</li> <li>• Bianualmente.</li> <li>• Todo depende del riesgo.</li> </ul>

*Figura 6: Elementos a considerar para realizar una inspección planeada. Elaboración propia.*

## 5.2. Referente a la estimulación en pozos geotérmicos

### 5.2.1. Fundamentos teóricos para la estimulación en pozos geotérmicos.

Una estimulación se define como la serie de procesos físicos y químicos realizados para facilitar el flujo de fluidos del yacimiento al pozo y que tiene como objetivo mejorar la productividad o inyectividad del mismo. Esto obliga a conocer con precisión los parámetros que controlan la productividad de los pozos antes de decidir si es conveniente o no realizar una estimulación para mejorar la producción. (Galindo, A. 2015).

En pozos geotérmicos existen dos tipos principales de estimulación: Ácida e hidráulica, las cuales a su vez se subdividen de acuerdo con las especificaciones de cada método. La *Figura 7* muestra los diferentes tipos de estimulaciones.

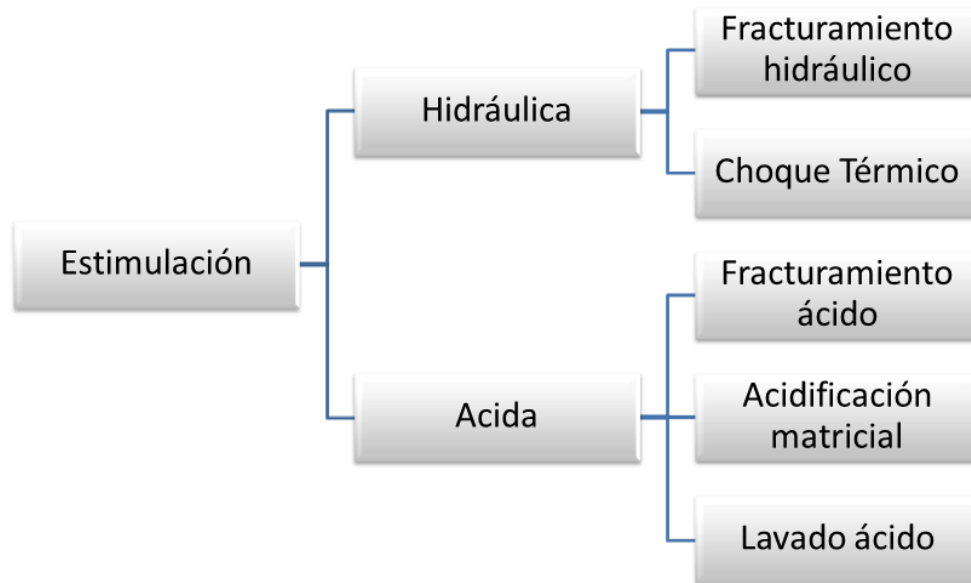


Figura 7: Tipos de estimulaciones de pozos. Modificado de Galindo, A. 2015

Para el estudio realizado, se centrará en la estimulación acida, la cual se aplicó en pozos geotérmicos a nivel de acidificación matricial.

La estimulación ácida mejora la capacidad de flujo del reservorio ya que disuelve el lodo bentónico y recortes que ha ingresado a la formación permeable durante la perforación del pozo o disuelve los minerales de incrustación de calcita y sílice los cuales reducen la permeabilidad de la formación productora o reinyectora.

Para comprender el proceso de estimular un pozo es necesario explicar cómo se seleccionan los pozos candidatos a limpiar y los factores que influyen en dicha decisión, así como el método de estimulación óptimo, ya que cada pozo tiene diferentes características.

Uno de los factores que influyen en la selección es: a) la naturaleza del grado de daño, el cual se determina mediante el análisis de una prueba de presión; b) índice de inyectividad, c) ubicación y espesor de la zona permeable, d) la geomecánica de la formación, e) la mineralogía de alteración presente en la formación y f) cantidad de lodo bentonítico que ha ingresado a la formación permeable del reservorio geotérmico.

### Factor Daño (S)

El daño a la formación se define como una caída de presión adicional en las cercanías del pozo, se da por la obstrucción del flujo de fluidos en la matriz de la formación. Es un número adimensional que puede ser obtenido de una prueba de presión.

Si el daño (S) es positivo, la formación está dañada, si S es negativo quiere decir que la formación está estimulada.

El daño a la formación puede ocurrir durante cualquier operación del pozo, incluyendo: Perforación, Cementación, La producción, Reparación de pozos, Estimulación

### 5.2.2. Estimulación ácida e hidráulica

Las técnicas de estimulación de la formación productora ayudan a mejorar la capacidad de flujo de un pozo y en consecuencia obtener más producción, se puede hacer inmediatamente al inicio de la producción para disminuir el daño provocado por los fluidos de perforación y terminación, o bien, ya pasado un cierto tiempo y después de notar una pérdida de producción por la presencia de incrustaciones. La disminución de la presión y por lo tanto de la producción es un proceso natural en un yacimiento geotérmico, pero cuando está ligada a una obstrucción en la formación productora o en las tuberías, podemos ponerle fin a este problema.

El diseño de cualquier estimulación debe comenzar con una evaluación exhaustiva de las características de la formación específica. Se debe determinar qué tipo de estimulación es la adecuada y para ello se analiza la composición química del fluido producido, el daño a la formación, la resistencia a los esfuerzos mecánicos y térmicos de la roca, la temperatura de fondo y la mineralogía del yacimiento.

#### Ácidos

Entre los tratamientos ácidos se conocen tres tipos: lavado ácido, acidificación matricial y fracturamiento ácido.

Con el fin de aprovechar al máximo la acidificación, el diseño del tratamiento ácido debe ser abordado como un proceso.

El enfoque general es el siguiente: a) Seleccionar un pozo apropiado, b) Diseñar un tratamiento eficaz, c) Supervisar el tratamiento de mejora posterior.

Se utilizan diferentes ácidos en los tratamientos convencionales. Los más comunes son: Clorhídrico (HCl), fluorhídrico (HF), acético (CH<sub>3</sub>COOH), fórmico (HCOOH), sulfámico (H<sub>2</sub>NSO<sub>3</sub>H), cloroacético (ClCH<sub>2</sub>COOH)

Los factores que controlan la velocidad de reacción del ácido son: área de contacto por unidad de volumen del ácido, presión de formación, temperatura, concentración y tipo de ácido, propiedades físicas y químicas de la formación y la velocidad de flujo del ácido. Estos factores están estrechamente relacionados entre sí. (Galindo, A. 2015).

Cuando se desea hacer un fracturamiento ácido o una acidificación matricial, en general, para una formación carbonatada, el ácido clorhídrico es la mejor opción, ya que al entrar en contacto el ácido y la formación se disuelve la calcita instantáneamente, y con una reacción más lenta se disuelve la clorita, pirita, hematita y la magnetita.

Para una formación de areniscas es recomendable el ácido fluorhídrico ya que instantáneamente se disuelve el feldespato y reacciona más lentamente con el cuarzo, la esmectita, la illita y la sericita, todos estos minerales generalmente están asociados a rocas del reservorio.

El conocimiento de la mineralogía de la formación y de la naturaleza del daño es crítico para el diseño de un tratamiento ácido adecuado. Un tratamiento ácido incorrectamente

formulado puede hacer que precipiten productos de reacción en la formación, reduciendo la permeabilidad de la roca.

Un lavado ácido generalmente se realiza para eliminar incrustaciones presentes en la tubería. La ocurrencia de la incrustación depende de varias condiciones, como son la concentración del ácido silícico, la temperatura y el pH de la solución. A altas temperaturas, como es el caso de los pozos geotérmicos, el ácido ataca más rápidamente por lo que se deben de utilizar aditivos que retarden el efecto.

## 6. METODOLOGIA

La metodología por implementar como parte de la investigación se organizó en 3 fases las cuales son: a) preparación, b) ejecución y c) control. La Figura 8 muestra el proceso a seguir.

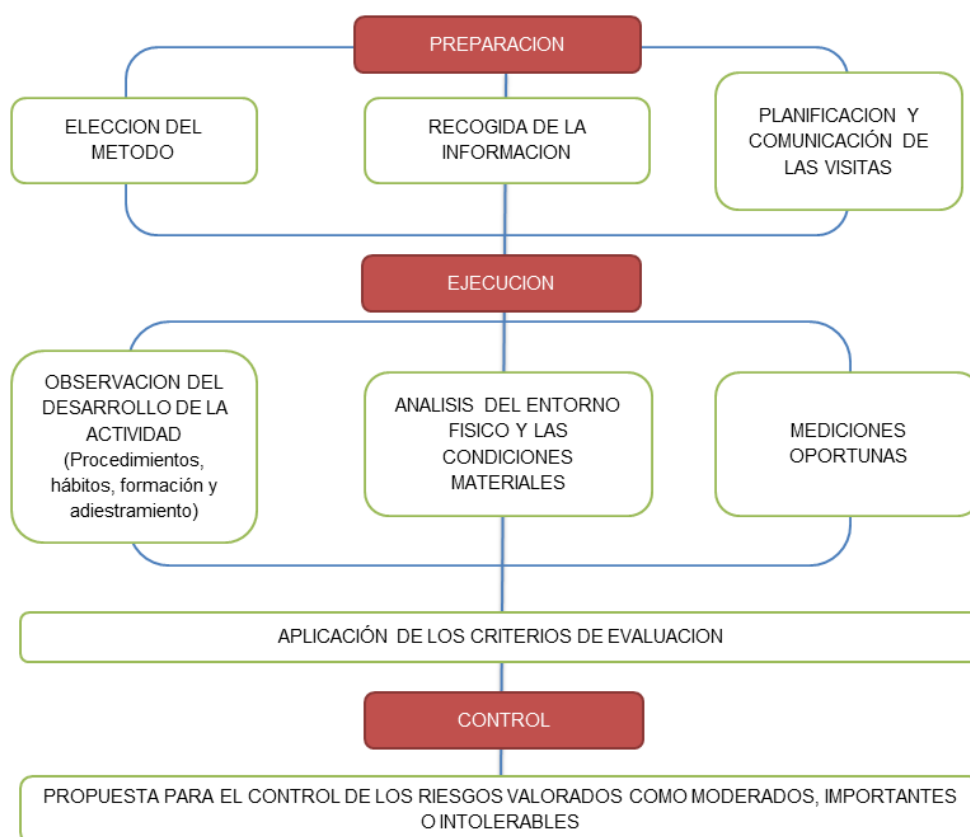


Figura 8: Fases de la evaluación del riesgo, modificado<sup>5</sup>.

En este numeral se desarrolla las fases de preparación y parte de la Ejecución, en el numeral 7 llamado Análisis de datos se continúa desarrollando la fase de ejecución, finalmente en el numeral 8 llamado Resultados se desarrollara la fase de control que consiste en la recomendación de las propuestas para el control de los riesgos.

<sup>5</sup> <http://www.jmcprl.net/CURSOB04/index.html>

## 6.1. Fase de Preparación

La fase de preparación está formada por tres etapas las cuales son a) Elección del Método; b) Recogida de la información; c) Planificación y comunicación de las visitas, estas tres etapas de estas fases se describen a continuación

### 6.1.1. Elección del método

El método para la evaluación de riesgos laborales que fue seleccionado es el “Método binario simplificado propuesto por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo INSHT”. Debido a que se consideró que es un método práctico en cuanto a su aplicación para la evaluación de riesgos directamente a actividades y por los buenos resultados que se han obtenido mediante su aplicación en proyectos geotérmicos en El Salvador desde el año 2008.

Para llevar a cabo un proceso adecuado de prevención de riesgo, es necesario actuar con criterios fundamentados en la detección del problema inicial, es por ello que la metodología selecciona establece que se debe de realizar un proceso lógico que siga los pasos esquematizados en la figura 9.

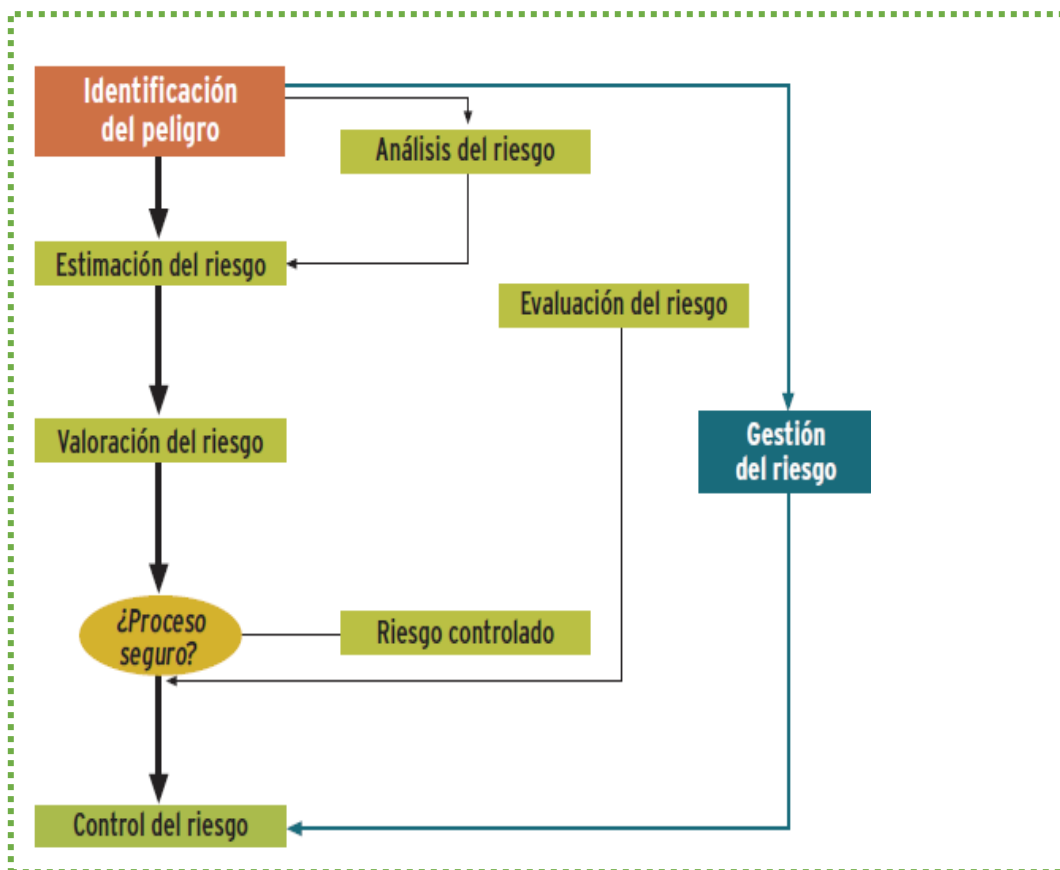


Figura 9: Metodología de evaluación de riesgos (INSHT).



### 6.1.1.1. Identificación de peligros

Por medio de entrevistas con los técnicos encargados de las estimulaciones químicas realizadas los días 8 y 23 de noviembre de 2018 y observaciones directas en plataformas geotérmicas donde se tenían los equipos utilizados para la estimulación se procedió a identificar los peligros asociados a la actividad, cabe mencionar que los técnicos que se entrevistaron en las visitas de campo son los encargados de supervisar los grupos de trabajos que ejecutan las estimulaciones químicas, La Tabla 6 muestra la recopilación de peligros que se identificaron para una estimulación química por medio de cabezal.

Tabla 6: Identificación de peligros en la estimulación química de pozos.

Caídas de personas desde el mismo nivel	Contactos eléctricos directos
Caídas de personas de diferente nivel	Contactos eléctricos indirectos
Caídas de objetos	Exposición a sustancias nocivas o tóxicas
Caídas de objetos en manipulación	Incendios
Choque contra objetos inmóviles	Picadura o mordedura causada por animal o insecto
Choque contra objetos móviles	Quemaduras
Golpes/cortes por objetos	Atropellos o golpes causados por máquina, camión o vehículo
Proyección de fragmentos y/o partículas	Fugas de aceites lubricantes o combustible
Accidentes de tránsito	Empalmes de mangueras o tuberías defectuosas
Inhalación de polvo	Exposición a contaminantes químicos
Atrapamiento por y entre objetos	Exposición a ruidos
Atrapamiento por vuelco de máquinas o equipos	Fatiga por sobreesfuerzo
Exposición a temperaturas Ambientales	Contactos con sustancias cáusticas o corrosivas
Contactos térmicos	

### 6.1.1.2. Estimación y valoración del riesgo

Una vez identificados los peligros, se procede a estimar el riesgo valorando la probabilidad y consecuencia de que el riesgo se materialice para esto el método establece la magnitud que puede ser Trivial, Tolerable, Moderado, Importante o Intolerable ver Tabla 7.

Tabla 7: Matriz para la valoración del riesgo método binario simplificado INSHT

		CONSECUENCIAS		
		Ligeramente Dañinos (LD)	Dañinos (D)	Extremadamente Dañinos (ED)
PROBABILIDAD	Baja (B)	Trivial (T)	Tolerable (TO)	Moderado (MO)
	Media (M)	Tolerable (TO)	Moderado (MO)	Importante (I)
	Alta (A)	Moderado (MO)	Importante (I)	Intolerable (IN)

### 6.1.1.3. Control del riesgo

A partir de la valoración resultante, al hacer la evaluación y la probabilidad por la consecuencia, el método establece acción a tomar dependiendo la valoración y significancia del Riesgo en la Tabla 6, se muestran las acciones que recomienda tomar el método utilizado.

Tabla 8: Acciones a que recomienda tomar el método binario simplificado INSHT

VALOR DEL RIESGO	ACCION Y TEMPORIZADOR
<b>Trivial (T)</b>	No se requiere acción específica
<b>Tolerable (TO)</b>	No se necesita mejorar la acción preventiva. Sin embargo, se deben considerar soluciones más rentables o mejoras que no supongan una carga económica importante. Se requieren comprobaciones periódicas para asegurar que se mantiene la eficacia de las medidas de control.
<b>Moderado (M)</b>	Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas. Las medidas para reducir el riesgo deben implantarse en un período determinado. Cuando el riesgo moderado está asociado con consecuencias extremadamente dañinas, se precisará una acción posterior para establecer, con más precisión, la probabilidad de daño como base para determinar la necesidad de mejora de las medidas de control.
<b>Importante (I)</b>	No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo. Puede que se precisen recursos considerables para controlar el riesgo. Cuando el riesgo corresponda a un trabajo que se está realizando, debe remediarse el problema en un tiempo inferior al de los riesgos moderados.
<b>Intolerable (IN)</b>	No debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo, incluso con recursos ilimitados, debe prohibirse el trabajo.

**NOTA:** Si existe un peligro, existe un riesgo  
Si existe un riesgo existe la probabilidad que se materialice,  
Si los riesgos se materializan se originan las consecuencias.

### 6.1.2. Recogida de la información

Para detallar los criterios a evaluar, ha sido necesario obtener la información en las áreas donde generalmente se llevan a cabo actividades de estimulación, la verificación de las condiciones de trabajo, procedimientos, estadísticas, productos, equipos y maquinaria utilizada y áreas que puedan dar lugar a riesgos laborales específicamente debido a la actividad que se está evaluando que es la estimulación química de pozos geotérmicos.

### 6.1.3. Planificación y comunicación de las visitas

Durante el desarrollo de este trabajo, se lleva a cabo la investigación con la toma de datos, entrevistas y exploración en las plataformas donde se encuentran los pozos geotérmicos, las visitas a campo fueron realizadas el 8 y 23 de noviembre a las plataformas que para el caso de estudio se denominaran como 45 y 97, respectivamente, en la Figura 10, se muestran fotografías de las plataformas en mención.



Figura 10: Fotografías de las plataformas de estudio

## 6.2. Fase de Ejecución

Durante la fase de ejecución se desarrolla tres etapas las cuales son: a) Observación del desarrollo de la actividad; b) Análisis del entorno físico y las condiciones materiales; b) Mediciones oportunas. Con estas tres etapas desarrolladas se procede a la Aplicación de los criterios de Evaluación según el método seleccionado en la fase de preparación, esta parte será retomada en el numeral 7 de este documento.

### 6.2.1. Observación del desarrollo de la actividad

Debido a que en el periodo que se ejecutó este trabajo no se tenía programado ninguna estimulación química no se pudo observar la actividad durante su ejecución sin embargo,

se procedió a recopilar e investigar los procedimientos de manera documental, y directamente del personal que se encarga de la ejecución de las estimulaciones químicas.

### 6.2.1.1. Descripción de los procesos de estimulación química

La Figura 11 muestra de forma general, la realización de la actividad de estimulación química de pozos, dichas actividades se desglosan en sub actividades y son descritas en la Tabla 9.

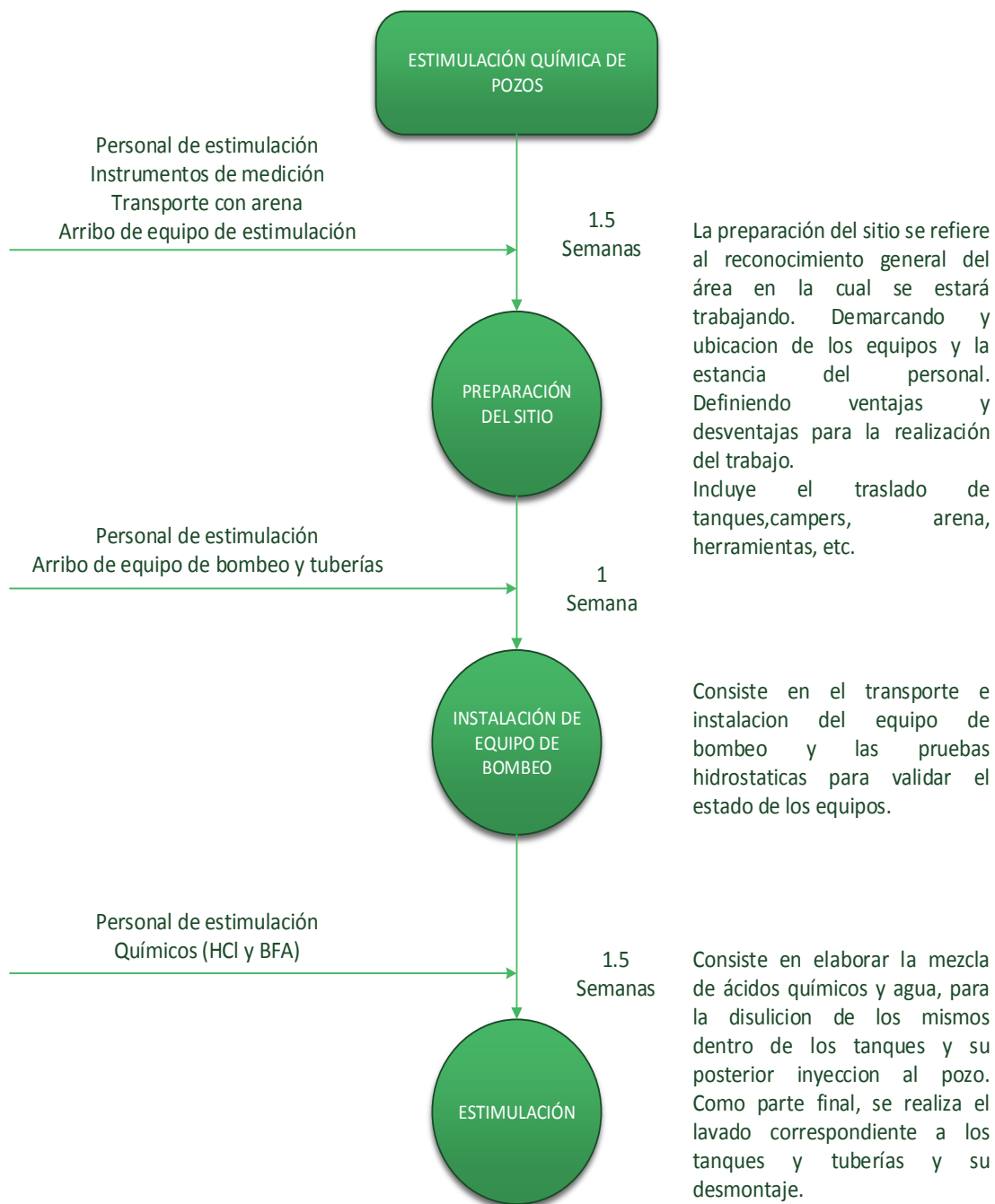


Figura 11: Descripción de las actividades en la estimulación química de pozos. Elaboración propia.

La estimulación química de pozos se realiza bajo las siguientes actividades y subactividades, descritas en la Tabla 9.

Tabla 9: Descripción de actividades en la estimulación química de pozos geotérmicos. Adaptado de Vásquez, D. 2016.

	Actividades	Sub actividad	Descripción
		Preparación del sitio	Demarcación de espacio en plataforma
Traslado de arena	Se traslada arena en camiones, hasta el lugar de la estimulación, y colocarla sobre el área demarcada para la ubicación de los tanques, la cual servirá como apoyo para los tanques. Evitando que piedras grandes o sobresalientes, dañen las bases de los tanques y en caso de goteos absorber el químico.		
Traslado de equipos	Es la logística que lleva el traslado y descarga de todos los tanques, bombas, tuberías, herramientas, campers, y equipo en general, necesarios para ejecutar la estimulación. Generalmente, desde una bodega hacia el pozo a estimular.		
Instalación de tanques, andamios y bodegas en plataforma (sin equipo de bombeo)	Se ubican todos los equipos en las áreas designadas durante la demarcación del espacio en plataforma.		
Instalación de equipos de bombeo	Traslado equipos de bombeo	El traslado de este equipo llega luego de la instalación del equipo de inyección. Consiste en llevar el equipo principal que se utiliza en el bombeo de la mezcla hacia el lugar de la estimulación.	
	Instalación del sistema de tuberías de alta y baja presión (incluye suministro de agua)	Consiste verificar la disponibilidad de agua en la zona y realizar apriete de todas las juntas de tuberías de alta y baja presión utilizadas en la estimulación química	
	Prueba de equipos	Consiste en el arranque de equipo de bombeo y se llenan las líneas de tuberías con agua a las presiones de prueba, para verificar fugas en las juntas.	
Estimulación Química del Pozo	Traslado de químicos	Consiste en trasladar los químicos a utilizar en la estimulación al pozo, mediante camiones.	
	Disolución de BFA (Bifloruro de Amonio)	Consiste en diluir las sales de bifloruro de amonio con agua	
	Mezclado de HCl	Mediante el uso de bombas de diafragma se succiona el ácido de los contenedores que vienen de fabrica hacia los tanque donde se realiza la mezcla.	
	Mezcla de químicas	Se colocan tuberías de PVC dentro de los tanques a los cuales se les inyecta aire, lo que hace que la solución se agite y se vuelva homogénea.	
	Proceso de enfriamiento de pozo **	Consiste en introducir agua a menor temperatura (entre 60°C y 80°C) al pozo productor para que este disminuya su temperatura normal de reservorio (que puede estar sobre 200°C) con el fin de que el pozo no fluya durante la estimulación química.	
	Bombeo de mezcla química	Es la introducción de la mezcla ubicada en los tanques por medio del equipo (Freemyer) a los pozos bajo el régimen de caudal establecido en el diseño de la estimulación.	
	Lavado de tanques y líneas de tuberías	Se coloca agua fresca en los tanques que contuvieron mezcla y se desaloja hacia el pozo estimulado por medio de la bomba Freemyer)	
	Desmontaje, traslado de equipos y limpieza general de áreas de trabajo	Al finalizar el proceso de lavado, se inicia el proceso de desmontaje de líneas de tuberías y de tanques y equipo de bombeo para su posterior traslado hacia bodegas. Después del traslado se hace una limpieza general de todas las áreas de trabajo utilizadas dentro de la plataforma.	

\*\* Solo en pozos productores



## 6.2.2. Análisis del entorno físico y las condiciones materiales

El entorno físico en donde se desarrollan las estimulaciones químicas son plataformas de pozos geotérmicos que generalmente están conformadas por dos niveles de terracería, las cuales en el nivel superior se encuentran los contrapozos y en el inferior la zona de piletas.

### 6.2.2.1. Identificación del área de estudio.

La plataforma tipo a estudiar, se encuentra ubicada en el departamento de Ahuachapán, El Salvador. Figura 12 muestra una vista en planta de la plataforma.



Figura 12: Vista en planta de la plataforma. Ahuachapán. Google Maps y LaGeo.

### 6.2.2.2. Descripción de las características físicas del área.

Generalmente, las plataformas de pozos geotérmicos muestran zonas planas, con pisos conformados de suelos selectos tipo balastro, los cuales están al aire libre y con poca vegetación.

Las plataformas geotérmicas pueden contar con la presencia de pozos inyectores o productores, según sea el caso, los cuales deben estar cerca del área de trabajo donde se llevan a cabo la mayoría de las tareas de la estimulación química.

Pueden existir lugares para almacenar agua, como piletas, lo cual ayuda mucho para el caso en que no existan fuentes de agua fresca en las cercanías de la plataforma, ya que estas son utilizadas para poder trasladar el agua de que se utilizara para la estimulación, y al mismo tiempo puede servir para direccionar cualquier derrame que pudiera ocurrir en el área de trabajo.

La exposición a temperaturas ambientales altas es un hecho ya que todas las subactividades de la estimulación se realizan en la plataforma o en sus áreas aledañas la cual se encuentra al aire libre.

### 6.2.2.3. Químicos a utilizar

Generalmente dentro del proceso de estimulación se utiliza HCl (Ácido clorhídrico) y BFA (Bifloruro de Amonio) en concentración definidas según el daño que se desea eliminar en la formación del pozo.

Las Hojas de Seguridad de estos químicos se muestran en el Anexo 1 y 2, y en el Anexo 3 se muestra la normativa aplicable.



### 6.2.3. Mediciones oportunas

En esta etapa se verifican en el sitio donde se lleva a cabo la actividad todo lo necesario para poder ejecutarlo desde los equipos hasta la necesidad de realizar monitoreo de ruido o de concentraciones de gases según sea el caso para la actividad que se está analizando, pero como ya se explicó con anterioridad para nuestro caso de estudio no se observó directamente la actividad por lo que solamente se presenta la descripción de los equipos principales que son necesarios para la ejecución de la actividad.

#### 6.2.3.1. Equipos utilizados durante la estimulación

Para la ejecución de una estimulación química, se requiere de equipo especializado, debido a los elementos que se utilizan y a las cantidades de mezcla que se requieren. Parte de los equipos utilizados se muestran en la Tabla 10.

Tabla 10: Equipo utilizado en estimulación química. Adaptada de LaGeo. 2016

Equipo	Imagen	Características
Bombas de inyección Freemeyer		Dos motores Caterpillar C-18. Potencia de 630 HP. Dos bombas reciprocantes de tres pistones (triplex). Potencia 600 HP
Bomba triplex		Ancho: 2.00 mts Largo: 7.00 mts Peso: 30 toneladas

Equipo	Imagen	Características
Compresor Ingersoll rand 185 CFM <sup>6</sup>		<p>Flujo volumétrico (CAUDAL) 185 cfm</p> <p>Presión de trabajo 100 psi</p> <p>Sistema de enfriamiento Por agua</p> <p>Modelo motor 4IR18N</p> <p>Potencia a plena carga 32.5 kw</p> <p>Velocidad plena de carga 2500 rpm</p> <p>Capacidad de tanque combustible 102 l</p> <p>Peso en operación 1054 Kg</p> <p>Nivel de presión acústica 69 dB(A)</p>
Bomba centrífuga aurora		<p>Modelo: 421BF</p> <p>Motor: Caterpillar 3306</p>
Bomba centrífuga caprari		<p>Modelo: Mec-A 3/100</p> <p>Modelo Motor: Brahmán BR-394-50HP</p>
Luminarias		<p>Modelo: RL-4</p> <p>Numero serie: RL412-1257</p>
Soldador miller		<p>Modelo: Bobcat-250</p>

<sup>6</sup><https://www.universodeservicios.com/index.php/2013-03-26-23-49-50/compresores/79-compresores/84-185-cfm>



Equipo	Imagen	Características
Andamios		<p>Andamios de pasillo angosto, metálico.</p> <p>Dimensiones: 2.20 x 1.5 m</p>
Tanques		<p>11 tanques de 22000 L de capacidad cada uno.</p> <p>4 de color naranja conteniendo HCl</p> <p>6 de color blanco conteniendo HF</p> <p>1 de color blanco conteniendo agua. (Esto dependerá del daño en el pozo).</p>
Líneas de tuberías y mangueras		<p>Sistema de tubería de baja presión de 300 psi y de alta presión de 15000 psi</p>
Canopys y camper		<p>Contenedores de 6 x 2.3 x 2.34 m.</p>
Canecas plásticas		<p>Mitades de barriles plásticos</p>
Montacargas caterpillar		<p>Modelo: 2 PD 7000</p> <p>Capacidad: 3.5 ton</p>

Equipo	Imagen	Características
Sistema Manifold de válvulas de salida		Manifold de 12 entradas.

## 7. ANALISIS DE DATOS

### 7.1. Fase de Ejecución

Parte de esta fase ya se desarrolló en el numeral 6, ahora se procederá realizar la Aplicación de los criterios de evaluación con toda la información que se obtuvo del numeral anterior, esto a partir del método de análisis de riesgos laborales que se seleccionó que para el caso es método binario simplificado INSHT.

Para el análisis de datos se utilizará una matriz donde se colocaron las actividades y sub actividades que se ejecutan durante una estimulación química versus los peligros que el personal encargado de realizar esta actividad identificó, además de los peligros que se identificaron como parte del análisis que se realizó a esta actividad, en la Tabla 11 se muestra la Matriz de identificación de peligros por cada sub actividad.

Tabla 11: Matriz de identificación de peligros por cada sub actividad

	MATRIZ DE IDENTIFICACION DE PELIGROS															No. De veces que se repite el peligro en toda la actividad	
	ESTIMULACION QUIMICA DEL POZO																
	Preparación del sitio				Instalación de equipos de bombeo			Estimulación Química del Pozo									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
	Demarcación de espacio en plataforma	Traslado de arena	traslado de equipos	instalación de Tanques andamios y bodegas en plataforma (sin equipo de bombeo)	traslado equipos de bombeo	Instalación del sistema de tuberías de alta y baja presión (incluye suministro de agua)	Pruebas de equipos	Traslado de Químicos	disolución de BFA	Mezclado de Hcl	Mezcla de químicos	Proceso de enfriamiento de pozo	bombeo de mezcla química	Lavado de Tanques y líneas de tuberías	Desmontaje, traslado de equipos y limpieza general de áreas de trabajo		
<b>PELIGROS IDENTIFICADOS</b>																	
<b>PELIGROS DE ACCIDENTES DE TRABAJO</b>																	
Caidas de personas desde el mismo nivel	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15
Caidas de personas de diferente nivel	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15
Caidas de objetos		1	1	1		1	1	1	1	1						1	9
Caidas de objetos en manipulación	1	1	1	1		1		1	1	1		1				1	10
Choque contra objetos inmóviles	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15
Choque contra objetos móviles			1					1		1						1	4
Golpes/cortes por objetos	1	1	1	1		1	1	1	1	1		1	1			1	12
Proyección de fragmentos y/o partículas	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14
Accidentes de tránsito		1	1		1	1		1		1						1	7
Inhalación de polvo	1	1	1	1				1	1							1	7
Atrapamiento por y entre objetos			1	1				1	1							1	5
Atrapamiento por vuelco de maquinas o equipos			1	1	1			1								1	5
Exposición a temperaturas Ambientales	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15
Contactos térmicos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1				12
Contactos eléctricos directos				1													1
Contactos eléctricos indirectos	1	1	1	1	1	1	1	1		1				1	1		11
Exposición a sustancias nocivas o toxicas								1	1	1	1	1		1			6
Incendios	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15
Picadura o mordedura causada por animal o insecto	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15
Quemaduras	1	1	1	1	1		1		1	1	1	1	1	1	1	1	13
Atropellos o golpes causados por máquina, camión o vehículo	1	1	1		1	1		1	1							1	8
Fugas de aceites lubricantes o combustible		1	1	1	1	1	1	1	1	1				1	1	1	12
Empalmes de mangueras o tuberías defectuosas						1	1		1	1	1	1	1	1	1		8
Exposición a contaminantes químicos								1	1	1	1	1	1	1	1		7
Exposición a ruidos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				1	1		12
Fatiga por sobreesfuerzo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				1	1	1	13
Contactos con sustancias cáusticas o corrosivas								1	1	1						1	4
<b>Numero de peligros asociados a cada actividad</b>	<b>16</b>	<b>19</b>	<b>22</b>	<b>20</b>	<b>15</b>	<b>18</b>	<b>16</b>	<b>24</b>	<b>22</b>	<b>22</b>	<b>11</b>	<b>14</b>	<b>16</b>	<b>15</b>	<b>20</b>		

Al observar los resultados obtenidos en la matriz de identificación de peligros mostrados en la tabla anterior se puede ver que la sub actividad que presenta mayor cantidad de peligros es el traslado de químicos con 24 peligros identificados, mientras que las sub actividades de traslado de equipos, disolución de BFA y Mezclado de HCl resultaron con 22 peligros cada uno, cabe mencionar que a pesar de la cantidad de peligros identificados en cada uno de los peligros no significa que estos sean más significativos ya que eso lo identificaremos en la evaluación de los peligros, en la Figura 13 se muestra la cantidad de peligros identificados por cada sub actividad.

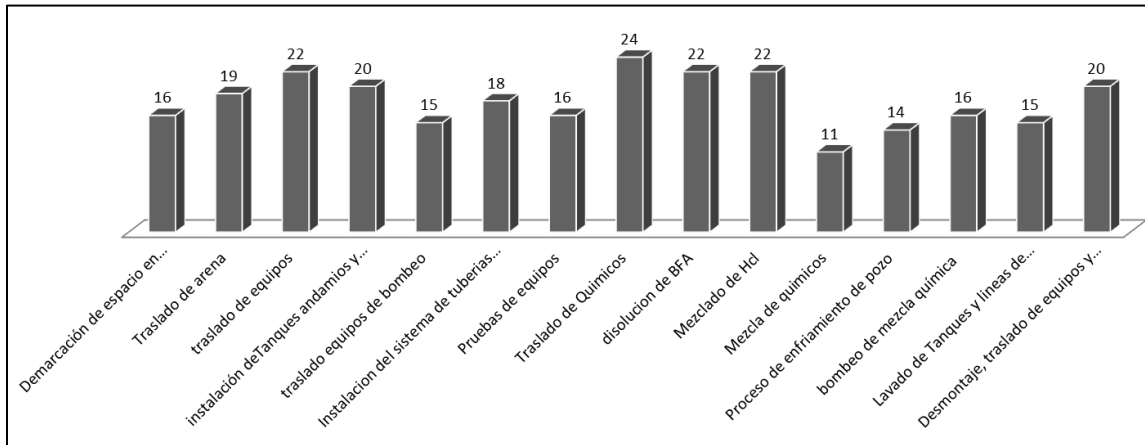


Figura 13: Cantidad de peligros identificados por cada sub actividad

## 7.2. Valoración del Riesgo

Utilizando la metodología de evaluación de riesgos INSHT, se procedió a evaluar cada peligro identificado por subactividad obteniendo los resultados siguientes:

Tabla 12: Valoración del riesgo para "Demarcación de espacio en plataforma"

PELIGROS IDENTIFICADOS	Probabilidad			Consecuencia						Valor del riesgo				
	B	M	A	LD		D		ED		T	TO	MO	I	IN
	Baja	Media	Alta	Ligeramente Dañino	Daño	Lesión	Daño	Lesión	Daño	(Trivial)	(Tolerable)	(Moderado)	(Importante)	(Intolerable)
PELIGROS DE ACCIDENTES DE TRABAJO														
Caidas de personas desde el mismo nivel		x				x								
Caidas de personas de diferente nivel	x						x							
Caidas de objetos en manipulación	x					x				x				
Choque contra objetos inmóviles		x				x					x			
Golpes/cortes por objetos	x					x				x				
Proyección de fragmentos y/o partículas	x					x				x				
Inhalación de polvo			x			x					x			
Exposición a temperaturas Ambientales				x									x	
Contactos térmicos		x					x						x	
Contactos eléctricos indirectos	x						x				x			
Incendios	x					x				x				
Picadura o mordedura causada por animal o insecto		x				x					x			
Quemaduras		x				x					x			
Atropellos o golpes causados por máquina, camión o vehículo	x						x				x			
Exposición a ruidos		x				x					x			
Fatiga por sobreesfuerzo	x						x				x			

Tabla 13: Valoración del riesgo para "Traslado de arena"

PELIGROS IDENTIFICADOS	Probabilidad			Consecuencia						Valor del riesgo				
	B	M	A	LD		D		ED		T	TO	MO	I	IN
	Baja	Media	Alta	Ligeramente Dañino Lesión Daño		Dañino Lesión Daño		Extremadamente Dañino Lesión Daño		(Trivial)	(Tolerable)	(Moderado)	(Importante)	(Intolerable)
Caidas de personas desde el mismo nivel		x		x							X			
Caidas de personas de diferente nivel	x					x					X			
Caidas de objetos	x					x					X			
Caidas de objetos en manipulación		x		x							X			
Choque contra objetos inmóviles	x			x						X				
Golpes/cortes por objetos	x			x						X				
Proyección de fragmentos y/o partículas			x			x							X	
Accidentes de tránsito	x					x					X			
Inhalación de polvo			x			x							X	
Exposición a temperaturas Ambientales			x	x								X		
Contactos térmicos		x				x						X		
Contactos eléctricos indirectos	x					x					X			
Incendios	x						x				X			
Picadura o mordedura causada por animal o insecto		x		x							X			
Quemaduras	x					x					X			
Atropellos o golpes causados por máquina, camión o vehículo		x				x						X		
Fugas de aceites lubricantes o combustible		x			x						X			
Exposición a ruidos		x		x							X			
Fatiga por sobreesfuerzo		x		x							X			

Tabla 14: Valoración del riesgo para "traslado de equipos"

PELIGROS IDENTIFICADOS	Probabilidad			Consecuencia						Valor del riesgo				
	B	M	A	LD		D		ED		T	TO	MO	I	IN
	Baja	Media	Alta	Ligeramente Dañino Lesión	Daño	Dañino Lesión	Daño	Extremadamente Dañino Lesión	Daño	(Trivial)	(Tolerable)	(Moderado)	(Importante)	(Intolerable)
Caidas de personas desde el mismo nivel		x		x							x			
Caidas de personas de diferente nivel	x					x					x			
Caidas de objetos		x						x					x	
Caidas de objetos en manipulación		x				x						x		
Choque contra objetos inmóviles		x		x							x			
Choque contra objetos móviles			x			x							x	
Golpes/cortes por objetos	x					x					x			
Proyección de fragmentos y/o partículas	x			x						x				
Accidentes de tránsito		x				x						x		
Inhalación de polvo		x		x							x			
Atrapamiento por y entre objetos		x						x					x	
Atrapamiento por vuelco de maquinas o equipos		x						x					x	
Exposición a temperaturas Ambientales			x			x							x	
Contactos térmicos		x				x						x		
Contactos eléctricos indirectos	x					x					x			
Incendios	x						x				x			
Picadura o mordedura causada por animal o insecto		x		x							x			
Quemaduras		x				x						x		
Atropellos o golpes causados por máquina, camión o vehículo			x			x							x	
Fugas de aceites lubricantes o combustible		x			x						x			
Exposición a ruidos		x		x							x			
Fatiga por sobreesfuerzo			x			x							x	

Tabla 15: Valoración del riesgo para “instalación de Tanques andamios y bodegas en plataforma (sin equipo de bombeo)”

PELIGROS IDENTIFICADOS	Probabilidad			Consecuencia						Valor del riesgo				
	B	M	A	LD Ligeramente Dañino		D Dañino		ED Extremadamente Dañino		T	TO	MO	I	IN
	Baja	Media	Alta	Lesión	Daño	Lesión	Daño	Lesión	Daño	(Trivial)	(Tolerable)	(Moderado)	(Importante)	(Intolerable)
PELIGROS DE ACCIDENTES DE TRABAJO														
Caídas de personas desde el mismo nivel		x		x							X			
		x				x						X		
Caídas de personas de diferente nivel														
Caídas de objetos	x					x					X			
Caídas de objetos en manipulación		x		x							X			
Choque contra objetos inmóviles		x		x							X			
		x				x						X		
Golpes/cortes por objetos														
Proyección de fragmentos y/o partículas		x		x							X			
Inhalación de polvo		x		x							X			
Atrapamiento por y entre objetos		x		x							X			
Atrapamiento por vuelco de máquinas o equipos	x					x					X			
			x			x							X	
Exposición a temperaturas Ambientales														
Contactos térmicos		x				x						X		
Contactos eléctricos directos	x					x					X			
Contactos eléctricos indirectos	x					x					X			
Incendios		x					x					X		
Picadura o mordedura causada por animal o insecto		x		x							X			
Quemaduras		x		x							X			
Fugas de aceites lubricantes o combustible	x			x						X				
Exposición a ruidos		x		x							X			
		x				x						X		
Fatiga por sobreesfuerzo														

Tabla 16: Valoración del riesgo para “traslado equipos de bombeo”

PELIGROS IDENTIFICADOS	Probabilidad			Consecuencia						Valor del riesgo				
	B	M	A	LD Ligeramente Dañino		D Dañino		ED Extremadamente Dañino		T	TO	MO	I	IN
PELIGROS DE ACCIDENTES DE TRABAJO	Baja	Media	Alta	Lesión	Daño	Lesión	Daño	Lesión	Daño	(Trivial)	(Tolerable)	(Moderado)	(Importante)	(Intolerable)
Caídas de personas desde el mismo nivel	x			x						X				
Caídas de personas de diferente nivel	x					x					X			
Choque contra objetos inmóviles		x		x							X			
Accidentes de tránsito		x				x						X		
Atrapamiento por vuelco de maquinas o equipos	x					x					X			
Exposición a temperaturas Ambientales			x			x							X	
Contactos térmicos	x			x						X				
Contactos eléctricos indirectos	x					x					X			
Incendios		x				x						X		
Picadura o mordedura causada por animal o insecto		x		x							X			
Quemaduras	x					x					X			
Atropellos o golpes causados por máquina, camión o vehículo		x				x						X		
Fugas de aceites lubricantes o combustible		x			x						X			
Exposición a ruidos		x		x							X			
Fatiga por sobreesfuerzo		x		x							X			



Tabla 17: Valoración del riesgo para “Instalación del sistema de tuberías de alta y baja presión (incluye suministro de agua)”

PELIGROS IDENTIFICADOS	Probabilidad			Consecuencia						Valor del riesgo				
	B	M	A	LD Ligeramente Dañino		D Dañino		ED Extremadamente Dañino		T	TO	MO	I	IN
	Baja	Media	Alta	Lesión	Daño	Lesión	Daño	Lesión	Daño	(Trivial)	(Tolerable)	(Moderado)	(Importante)	(Intolerable)
Caidas de personas desde el mismo nivel		x		x							X			
Caidas de personas de diferente nivel		x				x						X		
Caidas de objetos	x					x					X			
Caidas de objetos en manipulación	x					x					X			
Choque contra objetos inmóviles		x		x							X			
Golpes/cortes por objetos		x				x						X		
Proyección de fragmentos y/o partículas	x					x					X			
Accidentes de tránsito		x				x						X		
Exposición a temperaturas Ambientales			x	x								X		
Contactos térmicos		x		x							X			
Contactos eléctricos indirectos	x					x					X			
Incendios		x					x					X		
Picadura o mordedura causada por animal o insecto		x		x							X			
Atropellos o golpes causados por máquina, camión o vehículo	x					x					X			
Fugas de aceites lubricantes o combustible		x		x							X			
Empalmes de mangueras o tuberías defectuosas			x			x							X	
Exposición a ruidos		x		x							X			
Fatiga por sobreesfuerzo			x			x							X	

Tabla 18: Valoración del riesgo para "Pruebas de equipos"

PELIGROS IDENTIFICADOS	Probabilidad			Consecuencia						Valor del riesgo				
	B	M	A	LD Ligeramente Dañino		D Dañino		ED Extremadamente Dañino		T	TO	MO	I	IN
	Baja	Media	Alta	Lesión	Daño	Lesión	Daño	Lesión	Daño	(Trivial)	(Tolerable)	(Moderado)	(Importante)	(Intolerable)
Caidas de personas desde el mismo nivel		x		x							X			
Caidas de personas de diferente nivel		x				x						X		
Caidas de objetos		x				x						X		
Choque contra objetos inmóviles		x		x							X			
Golpes/cortes por objetos		x				x						X		
Proyección de fragmentos y/o partículas			x			x							X	
Exposición a temperaturas Ambientales			x	x								X		
Contactos térmicos		x		x							X			
Contactos eléctricos indirectos	x					x					X			
Incendios		x					x					X		
Picadura o mordedura causada por animal o insecto		x		x							X			
Quemaduras		x		x							X			
Fugas de aceites lubricantes o combustible		x			x						X			
Empalmes de mangueras o tuberías defectuosas			x			x							X	
Exposición a ruidos			x	x								X		
Fatiga por sobreesfuerzo		x		x							X			

Tabla 19: Valoración del riesgo para "Traslado de Químicos"

PELIGROS IDENTIFICADOS	Probabilidad			Consecuencia						Valor del riesgo				
	B	M	A	LD		D		ED		T	TO	MO	I	IN
	Baja	Media	Alta	Lesión	Daño	Lesión	Daño	Lesión	Daño	(Trivial)	(Tolerable)	(Moderado)	(Importante)	(Intolerable)
PELIGROS DE ACCIDENTES DE TRABAJO														
Caídas de personas desde el mismo nivel		x		x							X			
Caídas de personas de diferente nivel		x				x						X		
Caídas de objetos			x			x							X	
Caídas de objetos en manipulación			x			x							X	
Choque contra objetos inmóviles		x		x							X			
Choque contra objetos móviles	x					x					X			
Golpes/cortes por objetos		x		x							X			
Proyección de fragmentos y/o partículas	x					x					X			
Accidentes de tránsito		x						x					X	
Inhalación de polvo		x		x							X			
Atrapamiento por y entre objetos	x					x					X			
Atrapamiento por vuelco de máquinas o equipos	x					x					X			
Exposición a temperaturas Ambientales			x	x								X		
Contactos térmicos		x		x							X			
Contactos eléctricos indirectos	x					x					X			
Exposición a sustancias nocivas o tóxicas			x			x							X	
Incendios		x					x					X		
Picadura o mordedura causada por animal o insecto		x		x							X			
Atropellos o golpes causados por máquina, camión o vehículo	x					x					X			
Fugas de aceites lubricantes o combustible		x		x							X			
Exposición a contaminantes químicos	x					x					X			
Exposición a ruidos		x		x							X			
Fatiga por sobreesfuerzo		x		x							X			
Contactos con sustancias cáusticas o corrosivas		x				x						X		

Tabla 20: Valoración del riesgo para "disolución de BFA"

PELIGROS IDENTIFICADOS	Probabilidad			Consecuencia						Valor del riesgo				
	B	M	A	LD		D		ED		T	TO	MO	I	IN
	Baja	Media	Alta	Ligeramente Dañino	Daño	Lesión	Daño	Extremadamente Dañino	Lesión	Daño	(Trivial)	(Tolerable)	(Moderado)	(Importante)
Caidas de personas desde el mismo nivel		x		x							x			
Caidas de personas de diferente nivel		x				x						x		
Caidas de objetos		x		x							x			
Caidas de objetos en manipulación		x		x							x			
Choque contra objetos inmóviles		x		x							x			
Golpes/cortes por objetos		x				x						x		
Proyección de fragmentos y/o partículas			x			x							x	
Inhalación de polvo	x					x					x			
Atrapamiento por y entre objetos	x					x					x			
Exposición a temperaturas Ambientales			x	x								x		
Contactos térmicos	x			x						x				
Exposición a sustancias nocivas o tóxicas			x			x							x	
Incendios		x					x					x		
Picadura o mordedura causada por animal o insecto		x		x							x			
Quemaduras	x					x					x			
Atropellos o golpes causados por máquina, camión o vehículo	x					x					x			
Fugas de aceites lubricantes o combustible		x			x						x			
Empalmes de mangueras o tuberías defectuosas		x				x						x		
Exposición a contaminantes químicos			x			x							x	
Exposición a ruidos		x		x							x			
Fatiga por sobreesfuerzo		x		x							x			
Contactos con sustancias cáusticas o corrosivas			x			x							x	

Tabla 21: Valoración del riesgo para "Mezclado de HCl"

PELIGROS IDENTIFICADOS	Probabilidad			Consecuencia						Valor del riesgo				
	B	M	A	LD		D		ED		T	TO	MO	I	IN
	Baja	Media	Alta	Lesión	Daño	Lesión	Daño	Lesión	Daño	(Trivial)	(Tolerable)	(Moderado)	(Importante)	(Intolerable)
Caidas de personas desde el mismo nivel		x		x							x			
		x				x						x		
Caidas de personas de diferente nivel											x			
Caidas de objetos		x		x							x			
Caidas de objetos en manipulación		x		x							x			
Choque contra objetos inmóviles		x		x							x			
Choque contra objetos móviles	x					x					x			
Golpes/cortes por objetos		x		x							x			
		x				x						x		
Proyección de fragmentos y/o partículas											x			
Accidentes de tránsito	x						x				x			
			x	x								x		
Exposición a temperaturas Ambientales														
Contactos térmicos	x						x				x			
Contactos eléctricos indirectos	x						x				x			
			x			x							x	
Exposición a sustancias nocivas o tóxicas														
Incendios		x						x				x		
Picadura o mordedura causada por animal o insecto		x		x							x			
Quemaduras	x					x					x			
Fugas de aceites lubricantes o combustible		x			x						x			
		x					x					x		
Empalmes de mangueras o tuberías defectuosas			x										x	
Exposición a contaminantes químicos				x										
Exposición a ruidos		x		x							x			
		x					x					x		
Fatiga por sobreesfuerzo														
			x				x							x
Contactos con sustancias cáusticas o corrosivas														

Tabla 22: Valoración del riesgo para "Mezcla de químicos"

PELIGROS IDENTIFICADOS	Probabilidad			Consecuencia						Valor del riesgo				
	B	M	A	LD Ligeramente Dañino		D Dañino		ED Extremadamente Dañino		T	TO	MO	I	IN
	Baja	Media	Alta	Lesión	Daño	Lesión	Daño	Lesión	Daño	(Trivial)	(Tolerable)	(Moderado)	(Importante)	(Intolerable)
Caidas de personas desde el mismo nivel		x		x							x			
Caidas de personas de diferente nivel			x			x							x	
Choque contra objetos inmóviles		x		x							x			
Proyección de fragmentos y/o partículas			x			x							x	
Exposición a temperaturas Ambientales			x	x								x		
Exposición a sustancias nocivas o tóxicas			x			x							x	
Incendios		x					x					x		
Picadura o mordedura causada por animal o insecto		x		x							x			
Quemaduras		x				x						x		
Empalmes de mangueras o tuberías defectuosas		x				x						x		
Exposición a contaminantes químicos			x			x							x	

Tabla 23: Valoración del riesgo para "Proceso de enfriamiento de pozo"

PELIGROS IDENTIFICADOS	Probabilidad			Consecuencia						Valor del riesgo				
	B	M	A	LD		D		ED		T	TO	MO	I	IN
	Baja	Media	Alta	Lesión	Daño	Lesión	Daño	Lesión	Daño	(Trivial)	(Tolerable)	(Moderado)	(Importante)	(Intolerable)
Caidas de personas desde el mismo nivel		x		x							x			
		x				x						x		
Caidas de personas de diferente nivel														
Caidas de objetos en manipulación	x					x					x			
Choque contra objetos inmóviles		x		x							x			
		x				x						x		
Golpes/cortes por objetos			x			x							x	
Proyección de fragmentos y/o partículas														x
			x	x								x		
Exposición a temperaturas Ambientales														
Contactos térmicos			x			x								x
		x				x						x		
Exposición a sustancias nocivas o tóxicas														
Incendios		x					x					x		
Picadura o mordedura causada por animal o insecto		x		x							x			
		x				x						x		
Quemaduras														
		x				x						x		
Empalmes de mangueras o tuberías defectuosas														
Exposición a contaminantes químicos		x		x							x			

Tabla 24: Valoración del riesgo para "bombeo de mezcla química"

PELIGROS IDENTIFICADOS	Probabilidad			Consecuencia						Valor del riesgo				
	B	M	A	LD Ligeramente Dañino		D Dañino		ED Extremadamente Dañino		T	TO	MO	I	IN
PELIGROS DE ACCIDENTES DE TRABAJO	Baja	Media	Alta	Lesión	Daño	Lesión	Daño	Lesión	Daño	(Trivial)	(Tolerable)	(Moderado)	(Importante)	(Intolerable)
Caidas de personas desde el mismo nivel		x		x							x			
Caidas de personas de diferente nivel		x				x						x		
Choque contra objetos inmóviles		x		x							x			
Golpes/cortes por objetos		x				x						x		
Proyección de fragmentos y/o partículas		x				x						x		
Exposición a temperaturas Ambientales			x	x								x		
Contactos térmicos		x		x							x			
Contactos eléctricos indirectos		x		x							x			
Incendios		x					x					x		
Picadura o mordedura causada por animal o insecto		x		x							x			
Quemaduras		x					x					x		
Fugas de aceites lubricantes o combustible		x		x							x			
Empalmes de mangueras o tuberías defectuosas		x				x						x		
Exposición a contaminantes químicos			x			x							x	
Exposición a ruidos			x			x							x	
Fatiga por sobreesfuerzo			x			x							x	



Tabla 25: Valoración del riesgo para "Lavado de Tanques y líneas de tuberías"

PELIGROS IDENTIFICADOS	Probabilidad			Consecuencia						Valor del riesgo				
	B	M	A	LD Ligeramente Dañino		D Dañino		ED Extremadamente Dañino		T	TO	MO	I	IN
	Baja	Media	Alta	Lesión	Daño	Lesión	Daño	Lesión	Daño	(Trivial)	(Tolerable)	(Moderado)	(Importante)	(Intolerable)
Caidas de personas desde el mismo nivel		x		x							x			
		x				x						x		
Caidas de personas de diferente nivel		x		x							x			
Choque contra objetos inmóviles		x									x			
		x				x						x		
Proyección de fragmentos y/o partículas			x	x								x		
Exposición a temperaturas Ambientales														
Contactos eléctricos indirectos	x					x					x			
		x				x						x		
Exposición a sustancias nocivas o tóxicas		x					x					x		
Incendios		x												
Picadura o mordedura causada por animal o insecto		x		x							x			
Quemaduras		x				x						x		
Fugas de aceites lubricantes o combustible	x				x					x				
		x				x						x		
Empalmes de mangueras o tuberías defectuosas		x				x						x		
Exposición a contaminantes químicos														
Exposición a ruidos			x			x							x	
			x			x							x	
Fatiga por sobreesfuerzo														

Tabla 26: Valoración del riesgo para "Desmontaje, traslado de equipos y limpieza general de áreas de trabajo"

PELIGROS IDENTIFICADOS	Probabilidad			Consecuencia						Valor del riesgo				
	B	M	A	LD		D		ED		T	TO	MO	I	IN
	Baja	Media	Alta	Ligeramente Dañino	Daño	Lesión	Daño	Extremadamente Dañino	Lesión	Daño	(Trivial)	(Tolerable)	(Moderado)	(Importante)
Caidas de personas desde el mismo nivel		x		x							x			
		x				x						x		
Caidas de personas de diferente nivel		x				x						x		
Caidas de objetos		x					x					x		
Caidas de objetos en manipulación		x										x		
Choque contra objetos inmóviles		x		x							x			
Choque contra objetos móviles		x				x						x		
Golpes/cortes por objetos		x		x							x			
Proyección de fragmentos y/o partículas		x		x							x			
		x					x					x		
Accidentes de tránsito		x		x							x			
Inhalación de polvo		x										x		
Atrapamiento por y entre objetos		x					x					x		
Atrapamiento por vuelco de maquinas o equipos		x					x					x		
			x	x								x		
Exposición a temperaturas Ambientales		x										x		
Incendios		x							x			x		
Picadura o mordedura causada por animal o insecto		x		x							x			
Quemaduras	x					x					x			
Atropellos o golpes causados por máquina, camión o vehículo		x					x					x		
Fugas de aceites lubricantes o combustible	x				x					x				
			x				x						x	
Fatiga por sobreesfuerzo		x					x					x		
Contactos con sustancias cáusticas o corrosivas														

## 8. RESULTADOS

### 8.1. Fase de control

En esta fase se analizan las valoraciones de los riesgos obtenidas y se procede a realizar la Propuesta para el control de los riesgos valorados como Moderados, Importantes o Intolerables.

#### 8.1.1. Distribución de riesgos de la macro actividad de Preparación del Sitio

Dentro de Preparación del sitio se tienen la subactividad de traslado de equipos la cual resultado con 7 riesgos importantes, 4 moderados a los cuales correspondería de acuerdo al método proponer las medidas de control. En la Figura 14, se muestra gráficamente los resultados de las restantes subactividades de esta macro actividad.

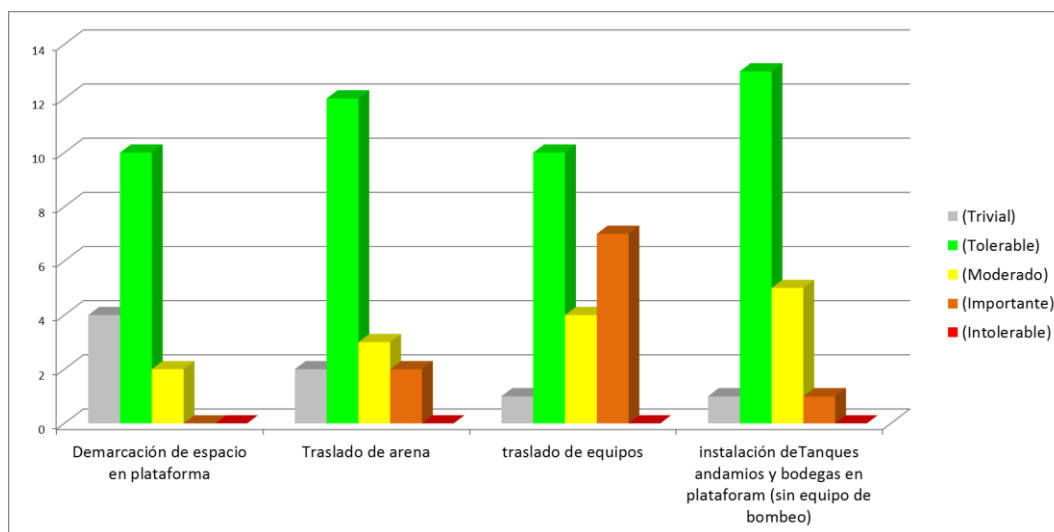


Figura 14: distribución de riesgos evaluados para la macro actividad preparación del sitio.

#### 8.1.2. Distribución de riesgos de la macro actividad de Instalación de equipos de bombeo

Dentro de Instalación de equipos de bombeo se tienen la subactividad de pruebas de equipos la cual resultado con 2 riesgos importantes, 6 moderados a los cuales correspondería de acuerdo al método proponer las medidas de control. En la Figura 15, se muestra gráficamente los resultados de las restantes subactividades de esta macro actividad.

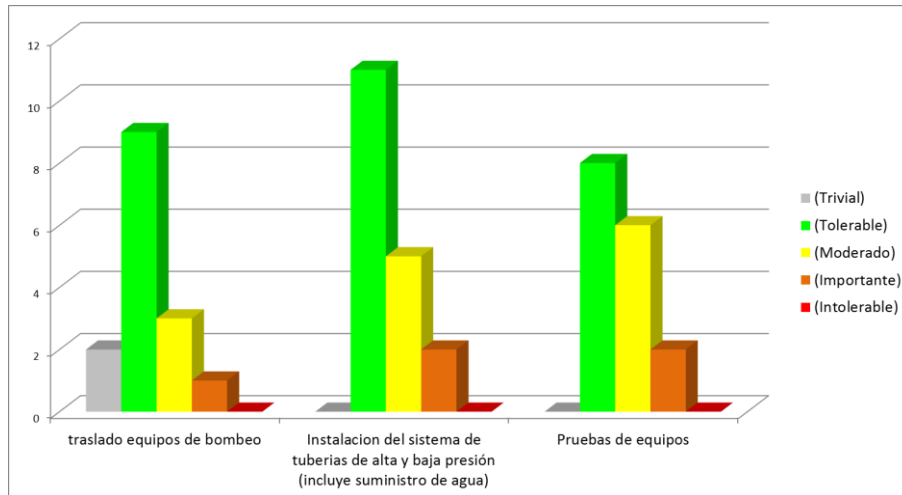


Figura 15: distribución de riesgos evaluados para la macro actividad Instalación de equipos de bombeo

### 8.1.3. Distribución de riesgos de la macro actividad de Estimulación Química del Pozo

Dentro de la Estimulación química del pozo se tienen la subactividad de disolución de BFA la cual resulta con 4 riesgos importantes, 5 moderados a los cuales correspondería de acuerdo al método proponer las medidas de control. En la Figura 16, se muestra gráficamente los resultados de las restantes subactividades de esta macro actividad.

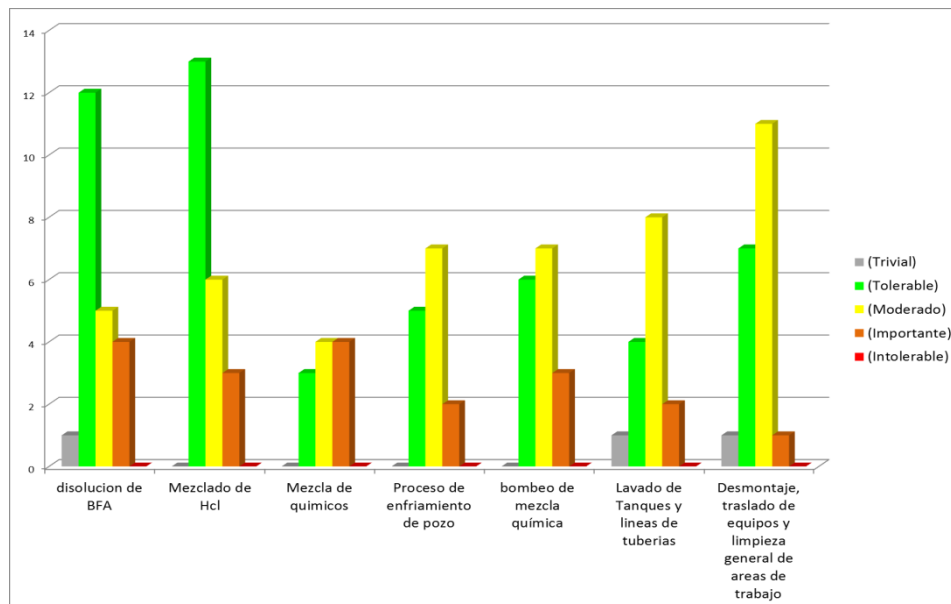


Figura 16: distribución de riesgos evaluados para la macro actividad Estimulación Química del Pozo

## 8.2. Propuesta de medidas a implementar asociada a los peligros

Después de haber evaluado los riesgos se procede a proponer las medidas para aquellos peligros que resultaron con una valoración desde Moderado, Importante, hasta intolerable, sin embargo no se obtuvo ningún riesgo con la valoración de Intolerable.

A continuación se muestran las medidas propuestas para cada sub actividad:

Tabla 27: Medidas propuestas para “Demarcación de espacio en plataforma”

PELIGROS IDENTIFICADOS	Valor del riesgo					MEDIDAS DE CONTROL DEL PELIGRO (PREVENCIÓN DEL RIESGO)
	T (Trivial)	TO (Tolerable)	MO (Moderado)	I (Importante)	IN (Intolerable)	
PELIGROS DE ACCIDENTES DE TRABAJO						
Caídas de personas desde el mismo nivel		X				
Caídas de personas de diferente nivel		X				
Caídas de objetos en manipulación	X					
Choque contra objetos inmóviles		X				
Golpes/cortes por objetos	X					
Proyección de fragmentos y/o partículas	X					
Inhalación de polvo		X				
Exposición a temperaturas Ambientales			X			El personal deberá poseer en todo momento casco y deberá portar suficiente agua para rehidratarse
Contactos térmicos			X			1)Se deberán de señalar las superficies calientes dentro de la plataforma. 2) proponer el dimensionamiento de una plataforma tipo donde se muestre la señalización y ubicación de los equipos y materiales (para un mejor detalle esta medida se describen en los numeral 8.2.1.1; 8.2.1.2; 8.2.1.3 )
Contactos eléctricos indirectos		X				
Incendios	X					
Picadura o mordedura causada por animal o insecto		X				
Quemaduras		X				
Atropellos o golpes causados por máquina, camión o vehículo		X				
Exposición a ruidos		X				
Fatiga por sobreesfuerzo		X				

Tabla 28: Medidas propuestas para "Traslado de arena"

PELIGROS IDENTIFICADOS	Valor del riesgo					MEDIDAS DE CONTROL DEL PELIGRO (PREVENCIÓN DEL RIESGO)
	T (Trivial)	TO (Tolerable)	MO (Moderado)	I (Importante)	IN (Intolerable)	
PELIGROS DE ACCIDENTES DE TRABAJO						
Caidas de personas desde el mismo nivel		X				
Caidas de personas de diferente nivel		X				
Caidas de objetos		X				
Caidas de objetos en manipulación		X				
Choque contra objetos inmóviles	X					
Golpes/cortes por objetos	X					
Proyección de fragmentos y/o partículas				X		El personal encargado de esta actividad deberá portar el siguiente equipo de protección personal: Casco, botas o calzado cerrado, guantes, lentes y mascarilla.
Accidentes de tránsito		X				
Inhalación de polvo				X		El personal encargado de esta actividad deberá portar el siguiente equipo de protección personal: Casco, botas o calzado cerrado, guantes, lentes y mascarilla.
Exposición a temperaturas Ambientales			X			1) es necesario mantener en una zona bajo sombra y separado de las zonas de almacenamiento de químicos suficiente agua potable para consumo humano, además se debe de tener en cuenta que se debe proveer recipientes higiénicos para que los empleados y visitantes puedan tomar agua, en ningún momento está permitido el uso de recipientes comunitarios. 2) dentro del botiquín de primeros auxilios se deberá tener sobres de suero en polvo. 3) se deberá contar con un canopi que ayude a los trabajadores a poder hacer recesos cortos bajo sombra.
Contactos térmicos			X			Se deberán de señalar las superficies calientes dentro de la plataforma
Contactos eléctricos indirectos		X				
Incendios		X				
Picadura o mordedura causada por animal o insecto		X				
Quemaduras		X				
Atropellos o golpes causados por máquina, camión o vehículo			X			1) se restringe la velocidad máxima de circulación de vehículos a un máximo de 10 Km/h dentro de la plataforma. 2) Demarcar la zona de circulación
Fugas de aceites lubricantes o combustible		X				
Exposición a ruidos		X				
Fatiga por sobreesfuerzo		X				

Tabla 29: Medidas propuestas para "traslado de equipos"

PELIGROS IDENTIFICADOS	Valor del riesgo					MEDIDAS DE CONTROL DEL PELIGRO (PREVENCIÓN DEL RIESGO)
	T (Trivial)	TO (Tolerable)	MO (Moderado)	I (Importante)	IN (Intolerable)	
PELIGROS DE ACCIDENTES DE TRABAJO						
Caidas de personas desde el mismo nivel		X				
Caidas de personas de diferente nivel		X				
Caidas de objetos				X		1) El personal que se encargue del uso eslingas cadenas o cualquier elemento de sujeción para izar o trasladar equipos o materiales, deberá realizar un chequeo de las condiciones de estos elementos y reportar cualquier desperfecto que estos tengan, en caso de presentar daños no se deberán utilizar.
Caidas de objetos en manipulación			X			Siempre que se utilice una grúa o montacargas, se deberá contar con una persona que de las indicaciones al operario para efectos que siempre se tenga el control de los puntos no visibles debido la carga a movilizar
Choque contra objetos inmóviles		X				
Choque contra objetos móviles				X		Se restringirá el paso a personal no autorizado en la zona de la plataforma durante el traslado de equipos
Golpes/cortes por objetos		X				
Proyección de fragmentos y/o partículas	X					
Accidentes de tránsito			X			Se realizara un recorrido previo de la ruta por la que se trasladara el equipo se tomará en cuenta el estado de la superficie del terreno el ancho de la calle y posibles obstaculos, esto para garantizar que no se tengan inconvenientes al momento de trasladar el equipo. durante el traslado se deberá tener asignados al menos un vehículo que tenga la función de escoltar el vehículo de carga y en todo momento se respetaran los limites de velocidad.
Inhalación de polvo		X				
Atrapamiento por y entre objetos				X		Siempre que se utilice una grúa o montacargas, se deberá contar con una persona que de las indicaciones al operario para efectos que siempre se tenga el control de los puntos no visibles debido la carga a movilizar
Atrapamiento por vuelco de maquinas o equipos				X		Se restringirá el paso a personal no autorizado en la zona de la plataforma durante el traslado de equipos
Exposición a temperaturas Ambientales				X		1) es necesario mantener en una zona bajo sombra y separado de las zonas de almacenamiento de químicos suficiente agua potable para consumo humano, además se debe de tener en cuenta que se debe proveer recipientes higiénicos para que los empleados y visitantes puedan tomar agua, en ningún momento está permitido el uso de recipientes comunitarios. 2) dentro del botiquín de primeros auxilios se deberá tener sobres de suero en polvo. 3) se deberá contar con un canopi que ayude a los trabajadores a poder hacer recesos cortos bajo sombra.
Contactos térmicos			X			Se deberán de señalar las superficies calientes dentro de la plataforma
Contactos eléctricos indirectos		X				
Incendios		X				
Picadura o mordedura causada por animal o insecto		X				
Quemaduras			X			Se deberán de señalar las superficies calientes dentro de la plataforma
Atropellos o golpes causados por máquina, camión o vehículo				X		se restringe la velocidad máxima de circulación de vehículos a un máximo de 10 Km/h dentro de la plataforma.
Fugas de aceites lubricantes o combustible		X				
Exposición a ruidos		X				
Fatiga por sobreesfuerzo				X		Se deberá planificar desde el inicio de la actividad los tiempos que serán necesarios para que los turnos de los trabajadores sean dosificados y no se sobrecargue a ninguno. En caso que los periodos requieran horarios extendidos se deberán planificar periodos de descanso entre jornada para evitar que el trabajador se sobreesfuerce.

Tabla 30: Medidas propuestas para “instalación de Tanques andamios y bodegas en plataforma (sin equipo de bombeo)”

PELIGROS IDENTIFICADOS	Valor del riesgo					MEDIDAS DE CONTROL DEL PELIGRO (PREVENCIÓN DEL RIESGO)
	T (Trivial)	TO (Tolerable)	MO (Moderado)	I (Importante)	IN (Intolerable)	
PELIGROS DE ACCIDENTES DE TRABAJO						
Caidas de personas desde el mismo nivel		X				
Caidas de personas de diferente nivel			X			1) Todo personal que realice sus actividades en altura deberá poseer el EPP adecuado para ejecutarlo (arnés, cuerdas de vidas, amortiguadores, etc.), previo a la ejecución de la actividad se inspeccionará el sitio para verificar si el trabajo se realizará con ayuda de andamios, escaleras o elevadores.
Caidas de objetos		X				
Caidas de objetos en manipulación		X				
Choque contra objetos inmóviles		X				
Golpes/cortes por objetos			X			1) Todo el personal será responsable de revisar las condiciones de las herramientas a utilizar y chequear si poseen los respectivos elementos como guardas que garanticen el buen funcionamiento de estas, en caso de no estar en buenas condiciones deberá reportarlo inmediatamente. 2) el personal deber utilizar el EPP adecuado a la tarea que realice.
Proyección de fragmentos y/o partículas		X				
Inhalación de polvo		X				
Atrapamiento por y entre objetos		X				
Atrapamiento por vuelco de maquinas o equipos		X				
Exposición a temperaturas Ambientales				X		1) es necesario mantener en una zona bajo sombra y separado de las zonas de almacenamiento de químicos suficiente agua potable para consumo humano, además se debe de tener en cuenta que se debe proveer recipientes higiénicos para que los empleados y visitantes puedan tomar agua, en ningún momento está permitido el uso de recipientes comunitarios. 2) dentro del botiquín de primeros auxilios se deberá tener sobres de suero en polvo. 3) se deberá contar con un canopi que ayude a los trabajadores a poder hacer recesos cortos bajo sombra.
Contactos térmicos			X			Se deberán de señalar las superficies calientes dentro de la plataforma
Contactos eléctricos directos		X				
Contactos eléctricos indirectos		X				
Incendios			X			en plataforma se debera contar con extintores tipos ABC, y la cantidad de estos debera apegarse a lo recomendado por el cuerpo de bomberos
Picadura o mordedura causada por animal o insecto		X				
Quemaduras		X				
Fugas de aceites lubricantes o combustible	X					
Exposición a ruidos		X				
Fatiga por sobreesfuerzo			X			Se deberá planificar desde el inicio de la actividad los tiempos que serán necesarios para que los turnos de los trabajadores sean dosificados y no se sobrecargue a ninguno. En caso que los periodos requieran horarios extendidos se deberán planificar periodos de descanso entre jornada para evitar que el trabajador se sobreesfuerce.



Tabla 31: Medidas propuestas para "traslado equipos de bombeo"

PELIGROS IDENTIFICADOS	Valor del riesgo					MEDIDAS DE CONTROL DEL PELIGRO (PREVENCIÓN DEL RIESGO)
	T (Trivial)	TO (Tolerable)	MO (Moderado)	I (Importante)	IN (Intolerable)	
PELIGROS DE ACCIDENTES DE TRABAJO						
Caidas de personas desde el mismo nivel	X					
Caidas de personas de diferente nivel		X				
Choque contra objetos inmóviles		X				
Accidentes de tránsito			X			Se realizara un recorrido previo de la ruta por la que se trasladara el equipo se tomará en cuenta el estado de la superficie del terreno el ancho de la calle y posibles obstaculos, esto para garantizar que no se tengan inconvenientes al momento de trasladar el equipo. durante el traslado se deberá tener asignados al menos un vehículo que tenga la función de escoltar el vehiculo de carga y en todo momento se respetaran los limites de velocidad.
Atrapamiento por vuelco de maquinas o equipos		X				
Exposición a temperaturas Ambientales				X		1) es necesario mantener en una zona bajo sombra y separado de las zonas de almacenamiento de químicos suficiente agua potable para consumo humano, además se debe de tener en cuenta que se debe proveer recipientes higiénicos para que los empleados y visitantes puedan tomar agua, en ningún momento está permitido el uso de recipientes comunitarios. 2) dentro del botiquín de primeros auxilios se deberá tener sobres de suero en polvo. 3) se deberá contar con un canopi que ayude a los trabajadores a poder hacer recesos cortos bajo sombra.
Contactos térmicos	X					
Contactos eléctricos indirectos		X				
Incendios			X			en plataforma se debiera contar con extintores tipos ABC, y la cantidad de estos debiera apegarse a lo recomendado por el cuerpo de bomberos
Picadura o mordedura causada por animal o insecto		X				
Quemaduras		X				
Atropellos o golpes causados por máquina, camión o vehículo			X			se restringe la velocidad máxima de circulación de vehículos a un máximo de 10 Km/h dentro de la plataforma.
Fugas de aceites lubricantes o combustible		X				
Exposición a ruidos		X				
Fatiga por sobreesfuerzo		X				

Tabla 32: Medidas propuestas para “Instalación del sistema de tuberías de alta y baja presión (incluye suministro de agua)”

PELIGROS IDENTIFICADOS	Valor del riesgo					MEDIDAS DE CONTROL DEL PELIGRO (PREVENCIÓN DEL RIESGO)
	T (Trivial)	TO (Tolerable)	MO (Moderado)	I (Importante)	IN (Intolerable)	
PELIGROS DE ACCIDENTES DE TRABAJO						
Caidas de personas desde el mismo nivel		X				
Caidas de personas de diferente nivel			X			1) Todo personal que realice sus actividades en altura deberá poseer el EPP adecuado para ejecutarlo (arnés, cuerdas de vidas, amortiguadores, etc.), previo a la ejecución de la actividad se inspeccionará el sitio para verificar si el trabajo se realizará con ayuda de andamios, escaleras o elevadores.
Caidas de objetos		X				
Caidas de objetos en manipulación		X				
Choque contra objetos inmóviles		X				
Golpes/cortes por objetos			X			1) Todo el personal será responsable de revisar las condiciones de las herramientas a utilizar y chequear si poseen los respectivos elementos como guardas que garanticen el buen funcionamiento de estas, en caso de no estar en buenas condiciones deberá reportarlo inmediatamente. 2) el personal deberá utilizar el EPP adecuado a la tarea que realice.
Proyección de fragmentos y/o partículas		X				
Accidentes de tránsito			X			En caso de requerir el traslado de agua mediante camiones sistemas se deberá realizar una charla previa con los proveedores donde se les darán las indicaciones de los límites de velocidad establecidos tanto dentro como fuera de la plataforma. Y se verificará que los vehículos utilizados presenten buenas condiciones mecánicas y con todas sus llantas en buenas condiciones
Exposición a temperaturas Ambientales			X			1) es necesario mantener en una zona bajo sombra y separado de las zonas de almacenamiento de químicos suficiente agua potable para consumo humano, además se debe tener en cuenta que se debe proveer recipientes higiénicos para que los empleados y visitantes puedan tomar agua, en ningún momento está permitido el uso de recipientes comunitarios. 2) dentro del botiquín de primeros auxilios se deberá tener sobres de suero en polvo. 3) se deberá contar con un canopy que ayude a los trabajadores a poder hacer recesos cortos bajo sombra.
Contactos térmicos		X				
Contactos eléctricos indirectos		X				
Incendios			X			en plataforma se deberá contar con extintores tipos ABC, y la cantidad de estos deberá apegarse a lo recomendado por el cuerpo de bomberos
Picadura o mordedura causada por animal o insecto		X				
Atropellos o golpes causados por máquina, camión o vehículo		X				
Fugas de aceites lubricantes o combustible		X				
Empalmes de mangueras o tuberías defectuosas				X		1) En las actividades que se utilicen tuberías o mangueras, los trabajadores encargados de realizar los acoples y/o aprietes de bridas, deberán de realizar un doble chequeo de estas para garantizar que no presenten fugas, el encargado de cuadrilla deberá supervisar la unión de todas las mangueras y bridas antes de utilizarlas.
Exposición a ruidos		X				
Fatiga por sobreesfuerzo				X		Se deberá planificar desde el inicio de la actividad los tiempos que serán necesarios para que los turnos de los trabajadores sean dosificados y no se sobrecargue a ninguno. En caso que los períodos requieran horarios extendidos se deberán planificar períodos de descanso entre jornada para evitar que el trabajador se sobreesfuerce.

Tabla 33: Medidas propuestas para "Pruebas de equipos"

PELIGROS IDENTIFICADOS	Valor del riesgo					MEDIDAS DE CONTROL DEL PELIGRO (PREVENCIÓN DEL RIESGO)
	T (Trivial)	TO (Tolerable)	MO (Moderado)	I (Importante)	IN (Intolerable)	
PELIGROS DE ACCIDENTES DE TRABAJO						
Caidas de personas desde el mismo nivel		X				
Caidas de personas de diferente nivel			X			1) Todo personal que realice sus actividades en altura deberá poseer el EPP adecuado para ejecutarlo (arnés, cuerdas de vidas, amortiguadores, etc.), previo a la ejecución de la actividad se inspeccionara el sitio para verificar si el trabajo se realizara con ayuda de andamios, escaleras o elevadores.
Caidas de objetos			X			1) El personal que se encargue del uso eslingas cadenas o cualquier elemento de sujeción para izar o trasladar equipos o materiales, deberá realizar un chequeo de las condiciones de estos elementos y reportar cualquier desperfecto que estos tengan, en caso de presentar daños no se deberán utilizar.
Choque contra objetos inmóviles		X				
Golpes/cortes por objetos			X			1) Todo el personal será responsable de revisar las condiciones de las herramientas a utilizar y chequear si poseen los respectivos elementos como guardas que garanticen el buen funcionamiento de estas, en caso de no estar en buenas condiciones deberá reportarlo inmediatamente. 2) el personal deber utilizar el EPP adecuado a la tarea que realice.
Proyección de fragmentos y/o partículas				X		1) Cuando la actividad requiera el uso de protección ocular como lentes, googles o caretas, será necesario poseer este tipo de EPP previo al inicio de las actividades. 2) en caso de requerir trajes de cuerpo completo se debera garantizar la existencia de estos previo a la actividad ademas de capacitar al personal sobre el uso de estos.
Exposición a temperaturas Ambientales			X			1) es necesario mantener en una zona bajo sombra y separado de las zonas de almacenamiento de químicos suficiente agua potable para consumo humano, además se debe de tener en cuenta que se debe proveer recipientes higiénicos para que los empleados y visitantes puedan tomar agua, en ningún momento está permitido el uso de recipientes comunitarios. 2) dentro del botiquin de primeros auxilios se deberá tener sobres de suero en polvo. 3) se deberá contar con un canopí que ayude a los trabajadores a poder hacer recesos cortos bajo sombra.
Contactos térmicos		X				
Contactos eléctricos indirectos		X				
Incendios			X			en plataforma se debera contar con extintores tipos ABC, y la cantidad de estos debera apearse a lo recomendado por el cuerpo de bomberos
Picadura o mordedura causada por animal o insecto		X				
Quemaduras		X				
Fugas de aceites lubricantes o combustible		X				
Empalmes de mangueras o tuberías defectuosas				X		1) En las actividades que se utilicen tuberías o mangueras, los trabajadores encargados de realizar los acoples y/o aprietes de bridas, deberán de realizar un doble chequeo de estas para garantizar que no presenten fugas, el encargado de cuadrilla deberá supervisor la unión de todas las mangueras y bridas antes de utilizarlas.
Exposición a ruidos			X			1) El personal deberá identificar aquellas áreas dentro de las zonas asignadas para trabajar donde es necesario colocarse el EPP (tapones ó orejeras).
Fatiga por sobreesfuerzo		X				

Tabla 34: Medidas propuestas para "Traslado de Químicos"

PELIGROS IDENTIFICADOS PELIGROS DE ACCIDENTES DE TRABAJO	Valor del riesgo					MEDIDAS DE CONTROL DEL PELIGRO (PREVENCIÓN DEL RIESGO)
	T (Trivial)	TO (Tolerable)	MO (Moderado)	I (Importante)	IN (Intolerable)	
Caidas de personas desde el mismo nivel		X				
Caidas de personas de diferente nivel			X			1) Todo personal que realice sus actividades en altura deberá poseer el EPP adecuado para ejecutarlo (arnés, cuerdas de vidas, amortiguadores, etc.), previo a la ejecución de la actividad se inspeccionara el sitio para verificar si el trabajo se realizara con ayuda de andamios, escaleras o elevadores.
Caidas de objetos				X		1) El personal que se encargue del uso eslingas cadenas o cualquier elemento de sujeción para izar o trasladar equipos o materiales, deberá realizar un chequeo de las condiciones de estos elementos y reportar cualquier desperfecto que estos tengan, en caso de presentar daños no se deberán utilizar.
Caidas de objetos en manipulación				X		1) Las zonas de descarga, manipulación y almacenamiento de los productos químicos debiera estar señalizada y estara extrictamente prohibido el paso es estas zonas a personal ajeno a las actividades.
Choque contra objetos inmóviles		X				
Choque contra objetos móviles		X				
Golpes/cortes por objetos		X				
Proyección de fragmentos y/o partículas		X				
Accidentes de tránsito				X		Se realizara un recorrido previo de la ruta por la que se trasladara el material, se tomara en cuenta el estado de la superficie del terreno el ancho de la calle y posibles obstaculos, esto para garantizar que no se tengan inconvenientes al momento de trasladar el equipo. durante el traslado se deberá tener asignados al menos un vehículo que tenga la función de escoltar el vehiculo de carga y en todo momento se respetaran los limites de velocidad.
Inhalación de polvo		X				
Atrapamiento por y entre objetos		X				
Atrapamiento por vuelco de maquinas o equipos		X				
Exposición a temperaturas Ambientales			X			1) es necesario mantener en una zona bajo sombra y separado de las zonas de almacenamiento de químicos suficiente agua potable para consumo humano, además se debe de tener en cuenta que se debe proveer recipientes higiénicos para que los empleados y visitantes puedan tomar agua, en ningún momento está permitido el uso de recipientes comunitarios. 2) dentro del botiquín de primeros auxilios se deberá tener sobres de suero en polvo. 3) se deberá contar con un canopi que ayude a los trabajadores a poder hacer recesos cortos bajo sombra.
Contactos térmicos		X				
Contactos eléctricos indirectos		X				
Exposición a sustancias nocivas o toxicas				X		1) se deberá garantizar tener en el sitio los suficiente EPP para todo el personal, así como equipos adicionales de reemplazo, 2) se tendrán habilitados el lava ojos y ducha, los cuales deberán ser probados y verificados que funcionan correctamente, se llevara un registro del uso de estos, 3) se señalara y restringirá el paso de la zona de trabajo.
Incendios			X			en plataforma se debiera contar con extintores tipos ABC, y la cantidad de estos debiera apegarse a lo recomendado por el cuerpo de bomberos
Picadura o mordedura causada por animal o insecto		X				
Atropellos o golpes causados por máquina, camión o vehículo		X				
Fugas de aceites lubricantes o combustible		X				
Exposición a contaminantes químicos		X				
Exposición a ruidos		X				
Fatiga por sobreesfuerzo		X				
Contactos con sustancias cáusticas o corrosivas			X			1) No se ejecutará esta actividad sin que antes se realice una reunión para explicar a los trabajadores los riesgos asociados a la actividad. 2) se deberá garantizar tener en el sitio los suficiente EPP adecuado a las funciones que el personal realice , así como equipos adicionales de reemplazo, 3) se tendrán habilitados el lava ojos y ducha, los cuales deberán ser probados y verificados que funcionan correctamente, se llevara un registro del uso de estos, 4) se señalara y restringirá el paso de la zona de trabajo.

Tabla 35: Medidas propuestas para “disolución de BFA”

PELIGROS IDENTIFICADOS	Valor del riesgo					MEDIDAS DE CONTROL DEL PELIGRO (PREVENCIÓN DEL RIESGO)
	T (Trivial)	TO (Tolerable)	MO (Moderado)	I (Importante)	IN (Intolerable)	
PELIGROS DE ACCIDENTES DE TRABAJO						
Caidas de personas desde el mismo nivel		X				
Caidas de personas de diferente nivel			X			1) Todo personal que realice sus actividades en altura deberá poseer el EPP adecuado para ejecutarlo (arnés, cuerdas de vidas, amortiguadores, etc.), previo a la ejecución de la actividad se inspeccionará el sitio para verificar si el trabajo se realizara con ayuda de andamios, escaleras o elevadores.
Caidas de objetos		X				
Caidas de objetos en manipulación		X				
Choque contra objetos inmóviles		X				
Golpes/cortes por objetos			X			1) Todo el personal será responsable de revisar las condiciones de las herramientas a utilizar y chequear si poseen los respectivos elementos como guardas que garanticen el buen funcionamiento de estas, en caso de no estar en buenas condiciones deberá reportarlo inmediatamente. 2) el personal deber utilizar el EPP adecuado a la tarea que realice.
Proyección de fragmentos y/o partículas				X		1) Cuando la actividad requiera el uso de protección ocular como lentes, googles o caretas, será necesario poseer este tipo de EPP previo al inicio de las actividades. 2) en caso de requerir trajes de cuerpo completo se deba garantizar la existencia de estos previo a la actividad además de capacitar al personal sobre el uso de estos.
Inhalación de polvo		X				
Atrapamiento por y entre objetos		X				
Exposición a temperaturas Ambientales			X			1) es necesario mantener en una zona bajo sombra y separado de las zonas de almacenamiento de químicos suficiente agua potable para consumo humano, además se debe de tener en cuenta que se debe proveer recipientes higiénicos para que los empleados y visitantes puedan tomar agua, en ningún momento está permitido el uso de recipientes comunitarios. 2) dentro del botiquin de primeros auxilios se deberá tener sobres de suero en polvo. 3) se deberá contar con un canopi que ayude a los trabajadores a poder hacer recesos cortos bajo sombra.
Contactos térmicos	X					
Exposición a sustancias nocivas o tóxicas				X		1) se deberá garantizar tener en el sitio los suficiente EPP para todo el personal, así como equipos adicionales de reemplazo, 2) se tendrán habilitados el lava ojos y ducha, los cuales deberán ser probados y verificados que funcionan correctamente, se llevara un registro del uso de estos, 3) se señalará y restringirá el paso de la zona de trabajo.
Incendios			X			en plataforma se deba contar con extintores tipos ABC, y la cantidad de estos deba apegarse a lo recomendado por el cuerpo de bomberos
Picadura o mordedura causada por animal o insecto		X				
Quemaduras		X				
Atropellos o golpes causados por máquina, camión o vehículo		X				
Fugas de aceites lubricantes o combustible		X				
Empalmes de mangueras o tuberías defectuosas			X			1) En las actividades que se utilicen tuberías o mangueras, los trabajadores encargados de realizar los acoples y/o aprietes de bridas, deberán de realizar un doble chequeo de estas para garantizar que no presenten fugas, el encargado de cuadrilla deberá supervisor la unión de todas las mangueras y bridas antes de utilizarlas.
Exposición a contaminantes químicos				X		1) No se ejecutará esta actividad sin que antes se realice una reunión para explicar a los trabajadores los riesgos asociados a la actividad. 2) se deberá garantizar tener en el sitio los suficiente EPP para todo el personal, así como equipos adicionales de reemplazo, 3) se tendrán habilitados el lava ojos y ducha, los cuales deberán ser probados y verificados que funcionan correctamente, se llevará un registro del uso de estos, 4) se señalará y restringirá el paso de la zona de trabajo.
Exposición a ruidos		X				
Fatiga por sobreesfuerzo		X				
Contactos con sustancias cáusticas o corrosivas				X		1) No se ejecutará esta actividad sin que antes se realice una reunión para explicar a los trabajadores los riesgos asociados a la actividad. 2) se deberá garantizar tener en el sitio los suficiente EPP adecuado a las funciones que el personal realice , así como equipos adicionales de reemplazo, 3) se tendrán habilitados el lava ojos y ducha, los cuales deberán ser probados y verificados que funcionan correctamente, se llevará un registro del uso de estos, 4) se señalará y restringirá el paso de la zona de trabajo.

Tabla 36: Medidas propuestas para "Mezclado de HCl"

PELIGROS IDENTIFICADOS	Valor del riesgo					MEDIDAS DE CONTROL DEL PELIGRO (PREVENCIÓN DEL RIESGO)
	T (Trivial)	TO (Tolerable)	MO (Moderado)	I (Importante)	IN (Intolerable)	
Caídas de personas desde el mismo nivel		X				
Caídas de personas de diferente nivel			X			1) Todo personal que realice sus actividades en altura deberá poseer el EPP adecuado para ejecutario (arnés, cuerdas de vidas, amortiguadores, etc.), previo a la ejecución de la actividad se inspeccionara el sitio para verificar si el trabajo se realizara con ayuda de andamios, escaleras o elevadores.
Caídas de objetos		X				
Caídas de objetos en manipulación		X				
Choque contra objetos inmóviles		X				
Choque contra objetos móviles		X				
Golpes/cortes por objetos		X				
Proyección de fragmentos y/o partículas			X			1) Cuando la actividad requiera el uso de protección ocular como lentes, googles o caretas, será necesario poseer este tipo de EPP previo al inicio de las actividades. 2) en caso de requerir trajes de cuerpo completo se deberá garantizar la existencia de estos previo a la actividad además de capacitar al personal sobre el uso de estos.
Accidentes de tránsito		X				
Exposición a temperaturas Ambientales			X			1) es necesario mantener en una zona bajo sombra y separado de las zonas de almacenamiento de químicos suficiente agua potable para consumo humano, además se debe de tener en cuenta que se debe proveer recipientes higiénicos para que los empleados y visitantes puedan tomar agua, en ningún momento está permitido el uso de recipientes comunitarios. 2) dentro del botiquín de primeros auxilios se deberá tener sobres de suero en polvo. 3) se deberá contar con un canopi que ayude a los trabajadores a poder hacer recesos cortos bajo sombra.
Contactos térmicos		X				
Contactos eléctricos indirectos		X				
Exposición a sustancias nocivas o tóxicas				X		1) se deberá garantizar tener en el sitio los suficiente EPP para todo el personal, así como equipos adicionales de reemplazo, 2) se tendrán habilitados el lava ojos y ducha, los cuales deberán ser probados y verificados que funcionan correctamente, se llevara un registro del uso de estos, 3) se señalara y restringirá el paso de la zona de trabajo.
Incendios			X			en plataforma se debera contar con extintores tipos ABC, y la cantidad de estos debera apearse a lo recomendado por el cuerpo de bomberos
Picadura o mordedura causada por animal o insecto		X				
Quemaduras		X				
Fugas de aceites lubricantes o combustible		X				
Empalmes de mangueras o tuberías defectuosas			X			1) En las actividades que se utilicen tuberías o mangueras, los trabajadores encargados de realizar los acoples y/o aprietes de bridas, deberán de realizar un doble chequeo de estas para garantizar que no presenten fugas, el encargado de cuadrilla deberá supervisor la unión de todos las mangueras y bridas antes de utilizarlas.
Exposición a contaminantes químicos					X	1) No se ejecutará esta actividad sin que antes se realice una reunión para explicar a los trabajadores los riesgos asociados a la actividad. 2) se deberá garantizar tener en el sitio los suficiente EPP para todo el personal, así como equipos adicionales de reemplazo, 3) se tendrán habilitados el lava ojos y ducha, los cuales deberán ser probados y verificados que funcionan correctamente, se llevara un registro del uso de estos, 4) se señalara y restringirá el paso de la zona de trabajo.
Exposición a ruidos		X				
Fatiga por sobreesfuerzo			X			Se deberá planificar desde el inicio de la actividad los tiempos que serán necesarios para que los turnos de los trabajadores sean dosificados y no se sobrecargue a ninguno. En caso que los periodos requieran horarios extendidos se deberán planificar periodos de descanso entre jornada para evitar que el trabajador se sobreesfuerce.
Contactos con sustancias cáusticas o corrosivas					X	1) No se ejecutará esta actividad sin que antes se realice una reunión para explicar a los trabajadores los riesgos asociados a la actividad. 2) se deberá garantizar tener en el sitio los suficiente EPP adecuado a las funciones que el personal realice , así como equipos adicionales de reemplazo, 3) se tendrán habilitados el lava ojos y ducha, los cuales deberán ser probados y verificados que funcionan correctamente, se llevara un registro del uso de estos, 4) se señalara y restringirá el paso de la zona de trabajo.

Tabla 37: Medidas propuestas para "Mezcla de químicos"

PELIGROS IDENTIFICADOS	Valor del riesgo					MEDIDAS DE CONTROL DEL PELIGRO (PREVENCIÓN DEL RIESGO)
	T (Trivial)	TO (Tolerable)	MO (Moderado)	I (Importante)	IN (Intolerable)	
PELIGROS DE ACCIDENTES DE TRABAJO						
Caidas de personas desde el mismo nivel		X				
Caidas de personas de diferente nivel				X		1) Todo personal que realice sus actividades en altura deberá poseer el EPP adecuado para ejecutarlo (amés, cuerdas de vidas, amortiguadores, etc.), previo a la ejecución de la actividad se inspeccionara el sitio para verificar si el trabajo se realizara con ayuda de andamios, escaleras o elevadores.
Choque contra objetos inmóviles		X				
Proyección de fragmentos y/o partículas				X		1) Cuando la actividad requiera el uso de protección ocular como lentes, googles o caretas, será necesario poseer este tipo de EPP previo al inicio de las actividades. 2) en caso de requerir trajes de cuerpo completo se deba garantizar la existencia de estos previo a la actividad ademas de capacitar al personal sobre el uso de estos.
Exposición a temperaturas Ambientales			X			1) es necesario mantener en una zona bajo sombra y separado de las zonas de almacenamiento de químicos suficiente agua potable para consumo humano, además se debe de tener en cuenta que se debe proveer recipientes higiénicos para que los empleados y visitantes puedan tomar agua, en ningún momento está permitido el uso de recipientes comunitarios. 2) dentro del botiquín de primeros auxilios se deberá tener sobres de suero en polvo. 3) se deberá contar con un canopi que ayude a los trabajadores a poder hacer recesos cortos bajo sombra.
Exposición a sustancias nocivas o tóxicas				X		1) se deberá garantizar tener en el sitio los suficiente EPP para todo el personal, así como equipos adicionales de reemplazo, 2) se tendrán habilitados el lava ojos y ducha, los cuales deberán ser probados y verificados que funcionan correctamente, se llevara un registro del uso de estos, 3) se señalara y restringirá el paso de la zona de trabajo.
Incendios			X			en plataforma se deba contar con extintores tipos ABC, y la cantidad de estos deba apegarse a lo recomendado por el cuerpo de bomberos
Picadura o mordedura causada por animal o insecto		X				
Quemaduras			X			1) Se deberá señalizar todas las superficies calientes cercanas a las zonas de trabajo para garantizar que los empleados conozcan el riesgo de estas zonas.
Empalmes de mangueras o tuberías defectuosas			X			1) En las actividades que se utilicen tuberías o mangueras, los trabajadores encargados de realizar los acoples y/o aprietes de bridas, deberán de realizar un doble chequeo de estas para garantizar que no presenten fugas, el encargado de cuadrilla deberá supervisor la unión de todas las mangueras y bridas antes de utilizarlas.
Exposición a contaminantes químicos				X		1) No se ejecutará esta actividad sin que antes se realice una reunión para explicar a los trabajadores los riesgos asociados a la actividad. 2) se deberá garantizar tener en el sitio los suficiente EPP para todo el personal, así como equipos adicionales de reemplazo, 3) se tendrán habilitados el lava ojos y ducha, los cuales deberán ser probados y verificados que funcionan correctamente, se llevara un registro del uso de estos, 4) se señalara y restringirá el paso de la zona de trabajo.



Tabla 38: Medidas propuestas para "Proceso de enfriamiento de pozo"

PELIGROS IDENTIFICADOS	Valor del riesgo					MEDIDAS DE CONTROL DEL PELIGRO (PREVENCIÓN DEL RIESGO)
	T (Trivial)	TO (Tolerable)	MO (Moderado)	I (Importante)	IN (Intolerable)	
PELIGROS DE ACCIDENTES DE TRABAJO						
Caidas de personas desde el mismo nivel		X				
Caidas de personas de diferente nivel			X			1) Todo personal que realice sus actividades en altura deberá poseer el EPP adecuado para ejecutarlo (arnés, cuerdas de vidas, amortiguadores, etc.), previo a la ejecución de la actividad se inspeccionara el sitio para verificar si el trabajo se realizara con ayuda de andamios, escaleras o elevadores.
Caidas de objetos en manipulación		X				
Choque contra objetos inmóviles		X				
Golpes/cortes por objetos			X			1) Todo el personal será responsable de revisar las condiciones de las herramientas a utilizar y chequear si poseen los respectivos elementos como guardas que garanticen el buen funcionamiento de estas, en caso de no estar en buenas condiciones deberá reportarlo inmediatamente. 2) el personal deber utilizar el EPP adecuado a la tarea que realice.
Proyección de fragmentos y/o partículas				X		1) Cuando la actividad requiera el uso de protección ocular como lentes, goggles o caretas, será necesario poseer este tipo de EPP previo al inicio de las actividades. 2) en caso de requerir trajes de cuerpo completo se deba garantizar la existencia de estos previo a la actividad ademas de capacitar al personal sobre el uso de estos.
Exposición a temperaturas Ambientales			X			1) es necesario mantener en una zona bajo sombra y separado de las zonas de almacenamiento de químicos suficiente agua potable para consumo humano, además se debe de tener en cuenta que se debe proveer recipientes higiénicos para que los empleados y visitantes puedan tomar agua, en ningún momento está permitido el uso de recipientes comunitarios. 2) dentro del botiquín de primeros auxilios se deberá tener sobres de suero en polvo. 3) se deberá contar con un canopi que ayude a los trabajadores a poder hacer recesos cortos bajo sombra.
Contactos térmicos				X		Se deberán de señalar las superficies calientes dentro de la plataforma
Exposición a sustancias nocivas o tóxicas			X			1) se deberá garantizar tener en el sitio los suficiente EPP para todo el personal, así como equipos adicionales de reemplazo, 2) se tendrán habilitados el lava ojos y ducha, los cuales deberán ser probados y verificados que funcionan correctamente, se llevara un registro del uso de estos, 3) se señalara y restringirá el paso de la zona de trabajo.
Incendios			X			en plataforma se deba contar con extintores tipos ABC, y la cantidad de estos deba apegarse a lo recomendado por el cuerpo de bomberos
Picadura o mordedura causada por animal o insecto		X				
Quemaduras			X			1) Se deberá señalar todas las superficies calientes cercanas a las zonas de trabajo para garantizar que los empleados conozcan el riesgo de estas zonas.
Empalmes de mangueras o tuberías defectuosas			X			1) En las actividades que se utilicen tuberías o mangueras, los trabajadores encargados de realizar los acoples y/o aprietes de bridas, deberán de realizar un doble chequeo de estas para garantizar que no presenten fugas, el encargado de cuadrilla deberá supervisor la unión de todas las mangueras y bridas antes de utilizarlas.
Exposición a contaminantes químicos		X				

Tabla 39: Medidas propuestas para “bombeo de mezcla química”

PELIGROS IDENTIFICADOS	Valor del riesgo					MEDIDAS DE CONTROL DEL PELIGRO (PREVENCIÓN DEL RIESGO)
	T (Trivial)	TO (Tolerable)	MO (Moderado)	I (Importante)	IN (Intolerable)	
PELIGROS DE ACCIDENTES DE TRABAJO						
Caidas de personas desde el mismo nivel		X				
Caidas de personas de diferente nivel			X			1) Todo personal que realice sus actividades en altura deberá poseer el EPP adecuado para ejecutarlo (amés, cuerdas de vidas, amortiguadores, etc.), previo a la ejecución de la actividad se inspeccionara el sitio para verificar si el trabajo se realizara con ayuda de andamios, escaleras o elevadores.
Choque contra objetos inmóviles		X				
Golpes/cortes por objetos			X			1) Todo el personal será responsable de revisar las condiciones de las herramientas a utilizar y chequear si poseen los respectivos elementos como guardas que garanticen el buen funcionamiento de estas, en caso de no estar en buenas condiciones deberá reportarlo inmediatamente. 2) el personal deber utilizar el EPP adecuado a la tarea que realice.
Proyección de fragmentos y/o partículas			X			1) Cuando la actividad requiera el uso de protección ocular como lentes, googles o caretas, será necesario poseer este tipo de EPP previo al inicio de las actividades. 2) en caso de requerir trajes de cuerpo completo se deba garantizar la existencia de estos previo a la actividad además de capacitar al personal sobre el uso de estos.
Exposición a temperaturas Ambientales			X			1) es necesario mantener en una zona bajo sombra y separado de las zonas de almacenamiento de químicos suficiente agua potable para consumo humano, además se debe de tener en cuenta que se debe proveer recipientes higiénicos para que los empleados y visitantes puedan tomar agua, en ningún momento está permitido el uso de recipientes comunitarios. 2) dentro del botiquin de primeros auxilios se deberá tener sobres de suero en polvo. 3) se deberá contar con un canopy que ayude a los trabajadores a poder hacer recesos cortos bajo sombra.
Contactos térmicos		X				
Contactos eléctricos indirectos		X				
Incendios			X			en plataforma se deba contar con extintores tipos ABC, y la cantidad de estos deba apearse a lo recomendado por el cuerpo de bomberos
Picadura o mordedura causada por animal o insecto		X				
Quemaduras			X			1) Se deberá señalar todas las superficies calientes cercanas a las zonas de trabajo para garantizar que los empleados conozcan el riesgo de estas zonas.
Fugas de aceites lubricantes o combustible		X				
Empalmes de mangueras o tuberías defectuosas			X			1) En las actividades que se utilicen tuberías o mangueras, los trabajadores encargados de realizar los acoples y/o aprietos de bridas, deberán de realizar un doble chequeo de estas para garantizar que no presenten fugas, el encargado de cuadrilla deberá supervisor la unión de todas las mangueras y bridas antes de utilizarlas.
Exposición a contaminantes químicos				X		1) No se ejecutará esta actividad sin que antes se realice una reunión para explicar a los trabajadores los riesgos asociados a la actividad. 2) se deberá garantizar tener en el sitio los suficiente EPP para todo el personal, así como equipos adicionales de reemplazo, 3) se tendrán habilitados el lava ojos y ducha, los cuales deberán ser probados y verificados que funcionan correctamente, se llevara un registro del uso de estos, 4) se señalara y restringirá el paso de la zona de trabajo.
Exposición a ruidos				X		1) El personal deberá identificar aquellas áreas dentro de las zonas asignadas para trabajar donde es necesario colocarse el EPP (tapones ó orejeras).
Fatiga por sobre esfuerzo				X		Se deberá planificar desde el inicio de la actividad los tiempos que serán necesarios para que los turnos de los trabajadores sean dosificados y no se sobrecargue a ninguno. En caso que los periodos requieran horarios extendidos se deberán planificar periodos de descanso entre jornada para evitar que el trabajador se sobre esfuerce.

Tabla 40: Medidas propuestas para “Lavado de Tanques y líneas de tuberías”

PELIGROS IDENTIFICADOS	Valor del riesgo					MEDIDAS DE CONTROL DEL PELIGRO (PREVENCIÓN DEL RIESGO)
	T (Trivial)	TO (Tolerable)	MO (Moderado)	I (Importante)	IN (Intolerable)	
PELIGROS DE ACCIDENTES DE TRABAJO						
Caidas de personas desde el mismo nivel		X				
Caidas de personas de diferente nivel			X			1) Todo personal que realice sus actividades en altura deberá poseer el EPP adecuado para ejecutarlo (arnés, cuerdas de vidas, amortiguadores, etc.), previo a la ejecución de la actividad se inspeccionará el sitio para verificar si el trabajo se realizara con ayuda de andamios, escaleras o elevadores.
Choque contra objetos inmóviles		X				
Proyección de fragmentos y/o partículas			X			1) Cuando la actividad requiera el uso de protección ocular como lentes, googles o caretas, será necesario poseer este tipo de EPP previo al inicio de las actividades. 2) en caso de requerir trajes de cuerpo completo se deberá garantizar la existencia de estos previo a la actividad además de capacitar al personal sobre el uso de estos.
Exposición a temperaturas Ambientales			X			1) es necesario mantener en una zona bajo sombra y separado de las zonas de almacenamiento de químicos suficiente agua potable para consumo humano, además se debe de tener en cuenta que se debe proveer recipientes higiénicos para que los empleados y visitantes puedan tomar agua, en ningún momento está permitido el uso de recipientes comunitarios. 2) dentro del botiquín de primeros auxilios se deberá tener sobres de suero en polvo. 3) se deberá contar con un canopi que ayude a los trabajadores a poder hacer recesos cortos bajo sombra.
Contactos eléctricos indirectos		X				
Exposición a sustancias nocivas o tóxicas			X			1) se deberá garantizar tener en el sitio los suficiente EPP para todo el personal, así como equipos adicionales de reemplazo, 2) se tendrán habilitados el lava ojos y ducha, los cuales deberán ser probados y verificados que funcionan correctamente, se llevara un registro del uso de estos, 3) se señalará y restringirá el paso de la zona de trabajo.
Incendios			X			en plataforma se deberá contar con extintores tipos ABC, y la cantidad de estos deberá apegarse a lo recomendado por el cuerpo de bomberos
Picadura o mordedura causada por animal o insecto		X				
Quemaduras			X			1) Se deberá señalar todas las superficies calientes cercanas a las zonas de trabajo para garantizar que los empleados conozcan el riesgo de estas zonas.
Fugas de aceites lubricantes o combustible	X					
Empalmes de mangueras o tuberías defectuosas			X			1) En las actividades que se utilicen tuberías o mangueras, los trabajadores encargados de realizar los acoples y/o aprietes de bridas, deberán de realizar un doble chequeo de estas para garantizar que no presenten fugas, el encargado de cuadrilla deberá supervisor la unión de todas las mangueras y bridas antes de utilizarlas.
Exposición a contaminantes químicos			X			1) No se ejecutará esta actividad sin que antes se realice una reunión para explicar a los trabajadores los riesgos asociados a la actividad. 2) se deberá garantizar tener en el sitio los suficiente EPP para todo el personal, así como equipos adicionales de reemplazo, 3) se tendrán habilitados el lava ojos y ducha, los cuales deberán ser probados y verificados que funcionan correctamente, se llevara un registro del uso de estos, 4) se señalará y restringirá el paso de la zona de trabajo.
Exposición a ruidos				X		1) El personal deberá identificar aquellas áreas dentro de las zonas asignadas para trabajar donde es necesario colocarse el EPP (tapones ó orejeras).
Fatiga por sobre esfuerzo				X		Se deberá planificar desde el inicio de la actividad los tiempos que serán necesarios para que los turnos de los trabajadores sean dosificados y no se sobrecargue a ninguno. En caso que los periodos requieran horarios extendidos se deberán planificar periodos de descanso entre jornada para evitar que el trabajador se sobre esfuerce.

Tabla 41: Medidas propuestas para “Desmontaje, traslado de equipos y Limpieza general de áreas de trabajo”

PELIGROS IDENTIFICADOS PELIGROS DE ACCIDENTES DE TRABAJO	Valor del riesgo					MEDIDAS DE CONTROL DEL PELIGRO (PREVENCIÓN DEL RIESGO)
	T (Trivial)	TO (Tolerable)	MO (Moderado)	I (Importante)	IN (Intolerable)	
Caídas de personas desde el mismo nivel		X				
Caídas de personas de diferente nivel			X			1) Todo personal que realice sus actividades en altura deberá poseer el EPP adecuado para ejecutarlo (arnés, cuerdas de vidas, amortiguadores, etc.), previo a la ejecución de la actividad se inspeccionará el sitio para verificar si el trabajo se realizara con ayuda de andamios, escaleras o elevadores.
Caídas de objetos			X			1) El personal que se encargue del uso eslingas cadenas o cualquier elemento de sujeción para izar o trasladar equipos o materiales, deberá realizar un chequeo de las condiciones de estos elementos y reportar cualquier desperfecto que estos tengan, en caso de presentar daños no se deberán utilizar.
Caídas de objetos en manipulación			X			Siempre que se utilice una grúa o montacargas, se deberá contar con una persona que de las indicaciones al operario para efectos que siempre se tenga el control de los puntos no visibles debido la carga a movilizar
Choque contra objetos inmóviles		X				
Choque contra objetos móviles			X			Se restringirá el paso a personal no autorizado en la zona de la plataforma durante el traslado de equipos
Golpes/cortes por objetos		X				
Proyección de fragmentos y/o partículas		X				
Accidentes de tránsito			X			Se realizara un recorrido previo de la ruta por la que se trasladara el equipo se tomará en cuenta el estado de la superficie del terreno el ancho de la calle y posibles obstáculos, esto para garantizar que no se tengan inconvenientes al momento de trasladar el equipo. durante el traslado se deberá tener asignados al menos un vehículo que tenga la función de escoltar el vehículo de carga y en todo momento se respetaran los límites de velocidad.
Inhalación de polvo		X				
Atrapamiento por y entre objetos			X			Siempre que se utilice una grúa o montacargas, se deberá contar con una persona que de las indicaciones al operario para efectos que siempre se tenga el control de los puntos no visibles debido la carga a movilizar
Atrapamiento por vuelco de maquinas o equipos			X			Se restringirá el paso a personal no autorizado en la zona de la plataforma durante el traslado de equipos
Exposición a temperaturas Ambientales			X			1) es necesario mantener en una zona bajo sombra y separado de las zonas de almacenamiento de químicos suficiente agua potable para consumo humano, además se debe de tener en cuenta que se debe proveer recipientes higiénicos para que los empleados y visitantes puedan tomar agua, en ningún momento está permitido el uso de recipientes comunitarios. 2) dentro del botiquin de primeros auxilios se deberá tener sobres de suero en polvo. 3) se deberá contar con un canopy que ayude a los trabajadores a poder hacer recesos cortos bajo sombra.
Incendios			X			Se deberán de señalar las superficies calientes dentro de la plataforma
Picadura o mordedura causada por animal o insecto		X				
Quemaduras		X				
Atropellos o golpes causados por máquina, camión o vehículo			X			se restringe la velocidad máxima de circulación de vehículos a un máximo de 10 Km/h dentro de la plataforma.
Fugas de aceites lubricantes o combustible	X					
Fatiga por sobreesfuerzo				X		Se deberá planificar desde el inicio de la actividad los tiempos que serán necesarios para que los turnos de los trabajadores sean dosificados y no se sobrecargue a ninguno. En caso que los periodos requieran horarios extendidos se deberán planificar periodos de descanso entre jornada para evitar que el trabajador se sobreesfuerce.
Contactos con sustancias cáusticas o corrosivas			X			1) No se ejecutará esta actividad sin que antes se realice una reunión para explicar a los trabajadores los riesgos asociados a la actividad. 2) se deberá garantizar tener en el sitio los suficiente EPP adecuado a las funciones que el personal realice, así como equipos adicionales de reemplazo, 3) se tendrán habilitados el lava ojos y ducha, los cuales deberán ser probados y verificados que funcionan correctamente, se llevara un registro del uso de estos, 4) se señalara y restringirá el paso de la zona de trabajo.

### 8.2.1.1. Dimensionamiento de una plataforma tipo apta para realizar una estimulación química.

Se escogió una plataforma existente donde el dimensionamiento de espacios para la manipulación de materiales y equipos era adecuado, esta plataforma también poseía la infraestructura necesaria para llevar a cabo una estimulación química de pozo, ver Figura 17.



*Figura 17: Plataforma de pozos existente en La Geo con espacio e infraestructura suficiente para la estimulación química de pozos*



Figura 18. A partir de la distribución y dimensionamiento de esta plataforma se podría tomar como ejemplo para dimensionar futuras construcciones de este tipo.

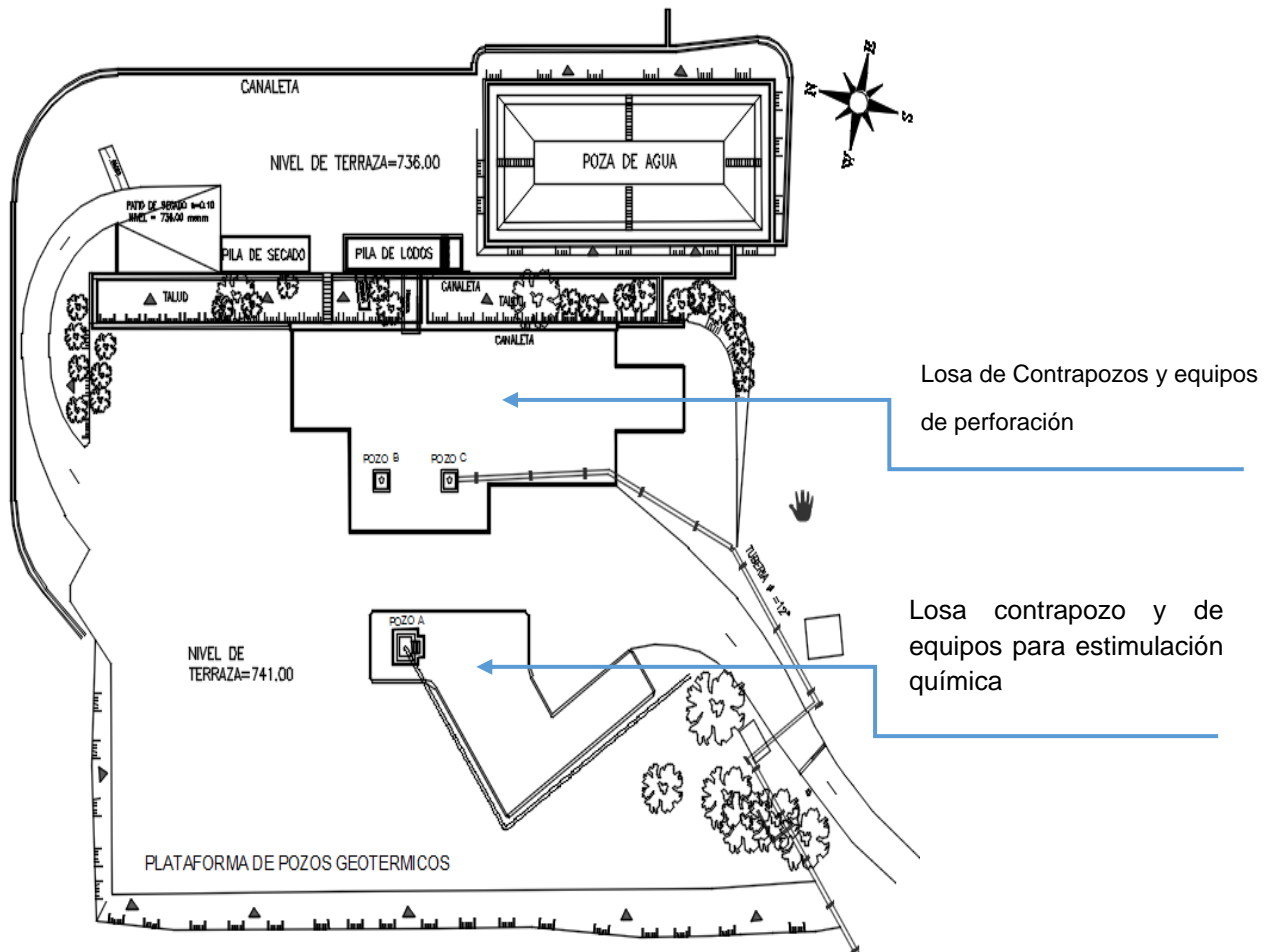


Figura 18: Distribución actual de áreas en una plataforma de pozos LaGeo

El área dentro de la plataforma debe poseer espacios bien dimensionados para una buena circulación del flujo de los materiales y equipos a utilizar. Evitando así congestiones en el área, por lo que una distribución ideal se presenta en la Figura 19.

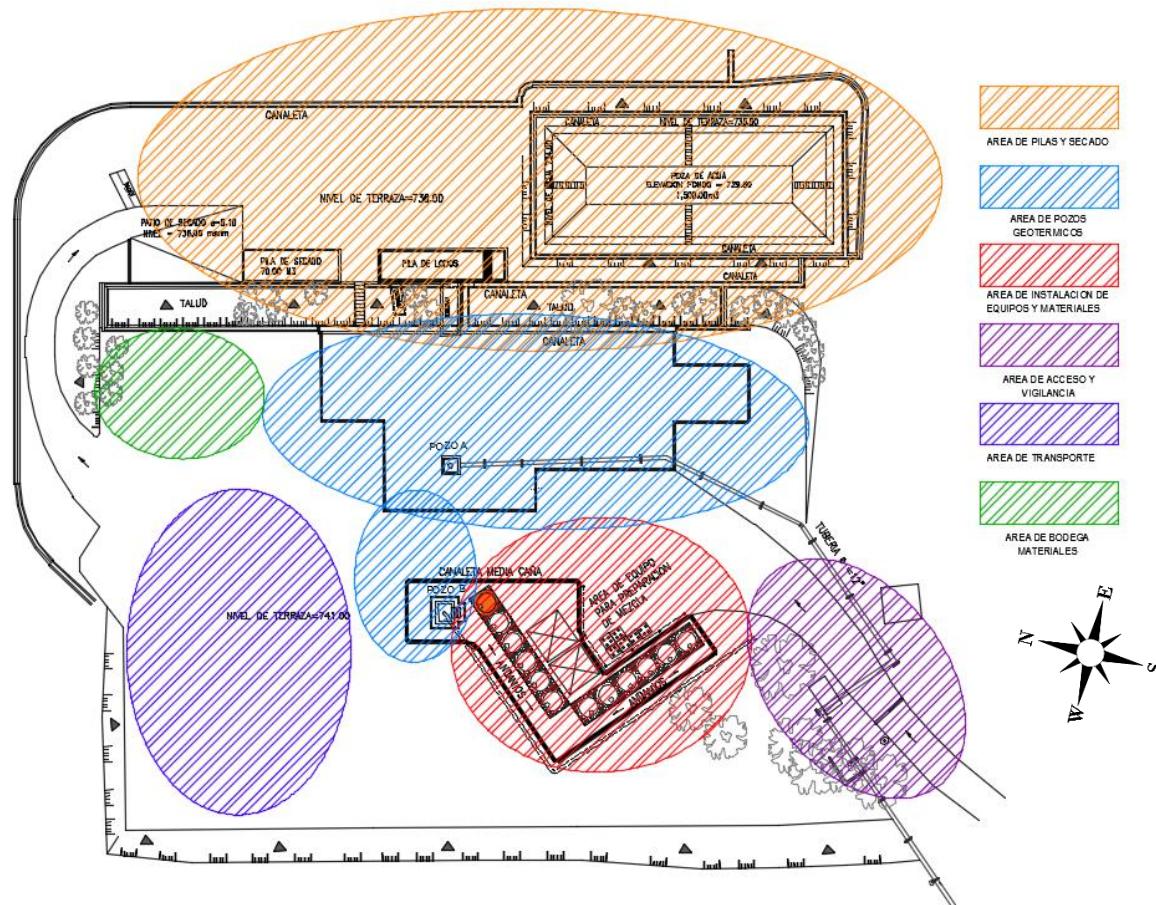
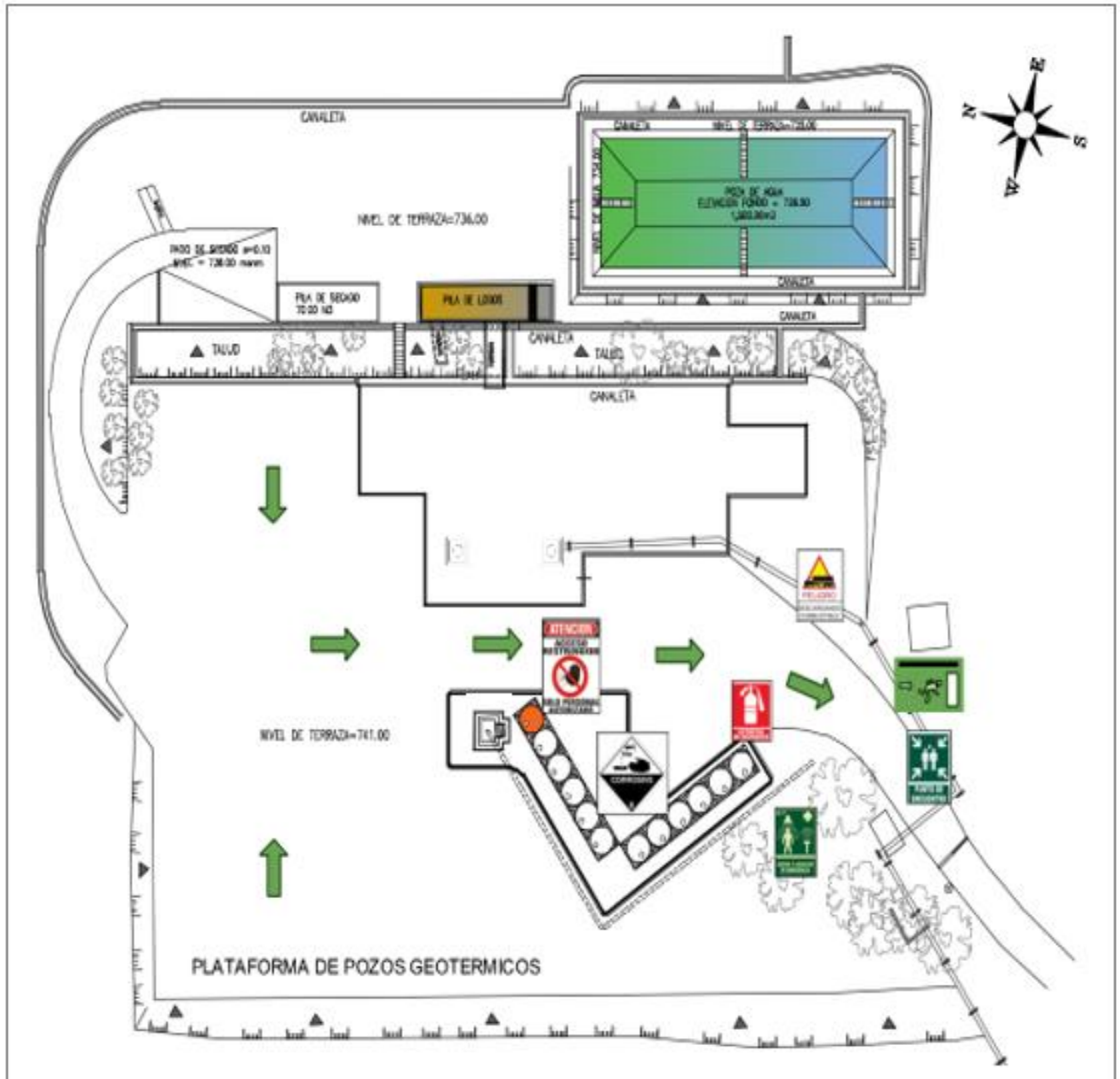


Figura 19: Planta de distribución de áreas dentro de una plataforma de pozos y perspectiva general de área proyectada.

### 8.2.1.2. Rutas de evacuación y propuesta de señalización para una plataforma tipo

En la Figura 20 se muestra la distribución de rótulos mínima necesaria y las rutas de evacuación para una plataforma tipo y en la





*Figura 20 Distribución en Planta general de rutas de evacuación y señalización*

Es de suma importancia mencionar que en la plataforma existente solo existe una ruta de evacuación debido a que se encuentra la limitante de los terrenos adyacentes a la plataforma la cual están siendo utilizados por sus propietarios como cultivos y no existe ninguna calle de acceso por la cual evacuar en caso de emergencia, a esto agregando las pendientes que el terreno presenta. Por lo que se propone tomar como medida preventiva para plataformas futuras una ruta de evacuación secundaria.

En la tabla 42 se muestra los rótulos propuestos para colocarlos dentro de las áreas de trabajo.

Tabla 42: Rótulos propuestos para colocarlos dentro de las áreas de trabajo.

	<p>Es un llamado de atención de que existe una limitación en el acceso al lugar incluyendo al mismo personal que labora en el proyecto, por lo cual sólo las personas autorizadas para entrar al área pueden permanecer dentro de los espacios restringidos.</p>		<p>es una estructura de salida especial para emergencias, tales como un incendio: el uso combinado de las salidas regulares y especiales permite una rápida evacuación, mientras que también proporciona una alternativa si la ruta a la salida normal es bloqueada por el fuego</p>
	<p>Los corrosivos (Clase 8) son sustancias que, por su acción química, causan lesiones graves a los tejidos vivos con los que entran en contacto. Son muy corrosivos para la piel, los ojos y las membranas mucosas.</p>		<p>son equipos de emergencia para los casos de proyecciones, derrames o salpicaduras de productos químicos sobre las personas, con riesgo de contaminación o quemadura química. Están alimentados con agua potable a temperatura media.</p>
	<p>Señal que indica precaución debido a la presencia de superficies calientes que podrían ocasionar quemaduras.</p>		<p>El propósito del Punto de Encuentro, y del correspondiente Recorrido de Evacuación, es proveer una vía de evacuación segura y eficiente: un lugar seguro donde poder comprobar si se ha evacuado a todo el personal</p>
	<p>es un aparato que contiene un agente extintor del fuego, el cual puede ser proyectado y dirigido sobre el fuego por la acción de una presión interna, destinado a sofocar un fuego incipiente o controlado hasta la llegada de personal especializado.</p>		<p>Es un conjunto de acciones mediante las cuales se pretende proteger la vida y la integridad de las personas que se encuentren en una situación de peligro, causadas por emergencias de algún desastre ya sean naturales o accidentales, llevándolas a un lugar de menor riesgo.</p>

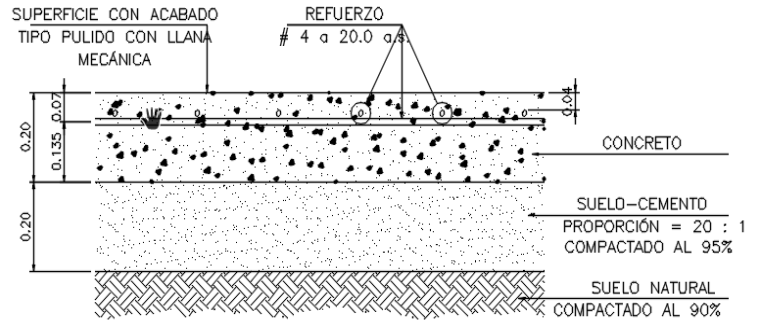
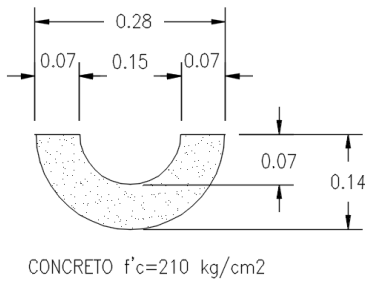
### 8.2.1.3. Distribución de espacios en un área para instalar los equipos y materiales de la Estimulación química

Una distribución tipo para los equipos y materiales principales que se utilizan en la actividad de estimulación química se presenta en la Figura 21, en esta figura también se muestra la delimitación de las zonas que son prohibidas o restringidas al paso, para esto se puede utilizar los postes delimitadores.

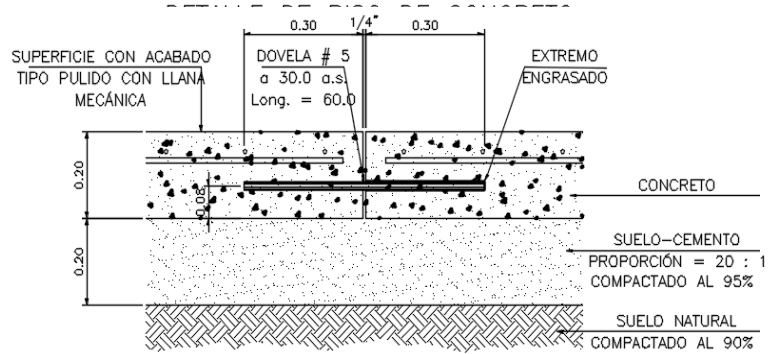


Figura 21: Distribución de espacios en un área para instalar los equipos y materiales de la Estimulación química

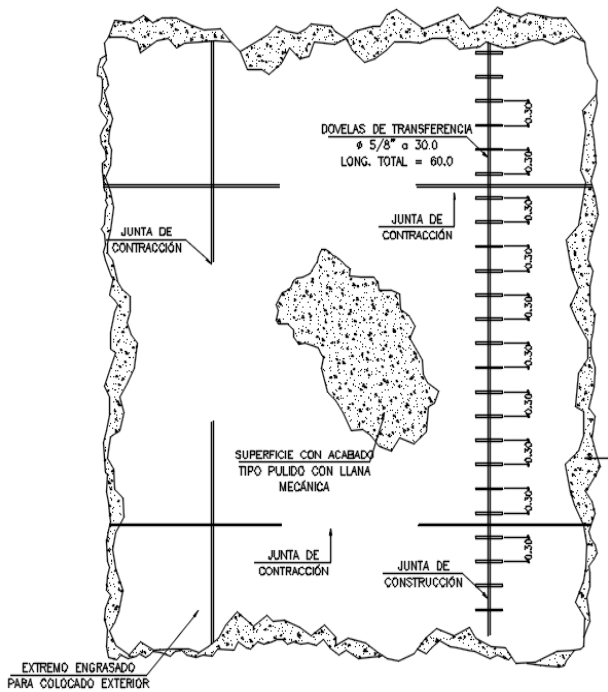
A continuación, se presentan detalles para propuesta estructural del área de losa para ubicación de tanques para estimulación química:



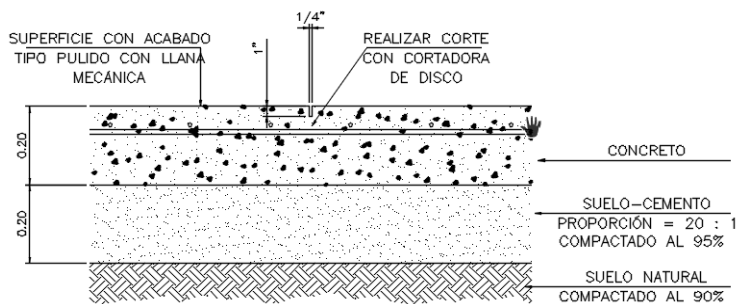
*Propuesta detalle de canaleta tipo media caña, para derrames de sustancias químicas en losa de*



DETALLE DE JUNTA DE CONSTRUCCIÓN



DISTRIBUCIÓN DE DOVELAS EN PISO DE CONCRETO



DETALLE DE JUNTA DE CONTRACCIÓN

La ubicación de los equipos de bombeos es de suma importancia por los que al momento de delimitar el área de trabajo se debe dejar este espacio reservado, la distancia máxima a considerar para instalar los equipos es de 20 metros, esta distancia es tomada desde las conexiones de la bomba Freemyer hasta el contrapozo, en la Figura 22, se muestra un esquema de ubicación tipo de estos equipos de bombeo.

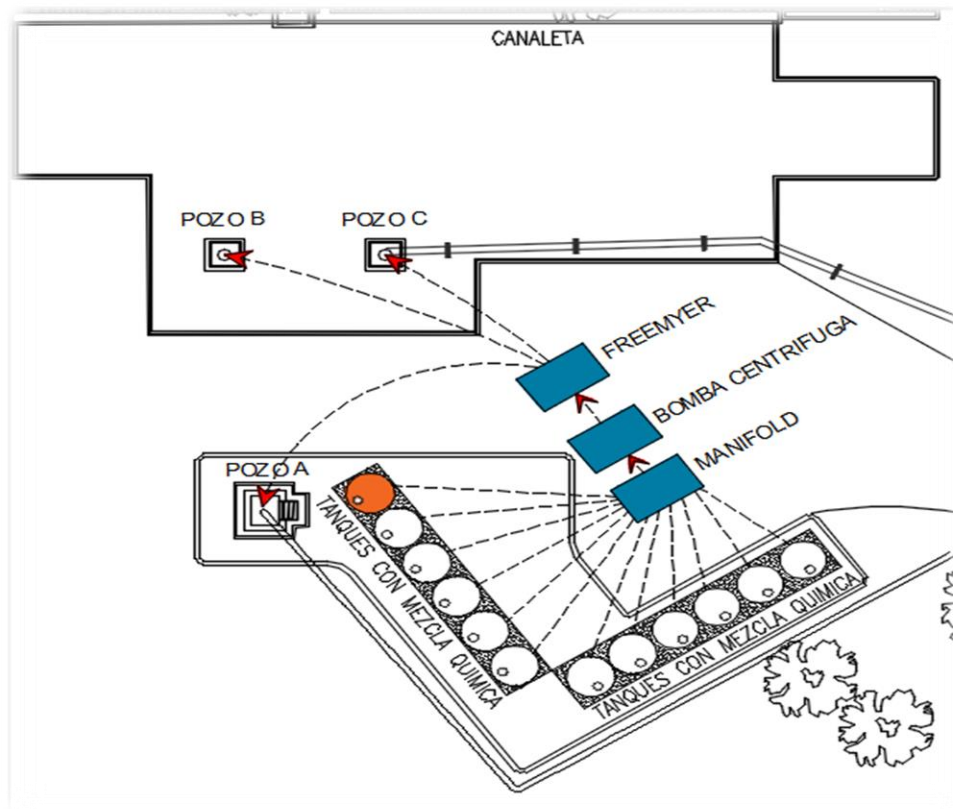


Figura 22: esquema de Ubicación de los equipos de Bombeo principales utilizados para una estimulación química



## 9. CONCLUSIONES

- Dentro del proceso de estimulación química para los pozos geotérmicos existen 3 macro actividades las cuales son: a) la preparación del sitio, b) la instalación de equipos de bombeos y c) la estimulación química del pozo. Estas macro actividades fueron divididas en 15 subactividades a fin de que la evaluación de riesgos fuese exhaustiva desde la identificación de peligros hasta la recomendación de propuestas.
- El método que se utilizó para realizar la evaluación de riesgos fue el Método binario simplificado “INSHT” el cual es posible utilizarlo en actividades para poder evaluar y priorizar los riesgos y asignar medidas para reducir su grado de significancia. Este método fue seleccionado debido a su facilidad de aplicación y eficacia que se ha tenido en la industria geotérmica en El Salvador. Los resultados dependen en gran medida de la información y la experiencia que se cuente de la actividad a ser evaluada.
- Los peligros considerados para la evaluación de riesgo han sido (28); cada uno de ellos fue evaluado para las 15 subactividades a fin de identificar los peligros según cada caso. Al aplicar el método INSHT a la actividad de estimulación química de pozos geotérmicos se han encontrado 13 riesgos triviales, 139 tolerables, 80 moderados, 38 importantes y 0 intolerables.
- Entre las medidas propuestas en el estudio, que son más fácil de implementar, se encuentran: a) el uso de EPP, siendo estos elementos de protección personal; b) colocación significativa de extintores en los puntos estratégicos; c) duchas y lavaojos.
- Las medidas propuestas de manera innovadora a implementar en plataformas existentes y futuras están: a) asignar un área específica dentro de la plataforma para el personal que labora en la ejecución de todo el proceso de estimulación química de pozos, a través una propuesta de diseño; b) control de vida útil de cada equipo a utilizar en el proceso de dicha actividad.

## 10. RECOMENDACIONES

- Para una mejor aplicación del método INSHT es necesario contar con la experiencia del personal a cargo de las actividades.
- Es necesario implementar registros de accidentes e incidentes, de igual forma, registrar la gravedad de las lesiones o daños acontecidos, con el objetivo de identificar nuevos peligros.
- Las medidas propuestas deben resguardar la integridad de las personas que laboran en la actividad. Es por lo que, al momento de ejecutar cada medida, éstas deben ser supervisadas y verificadas en funcionalidad y efectividad. De lo contrario, deberá de procederse a su modificación o cambio.
- Se recomienda llevar el control de la vida útil de los tanques donde se realizan las mezclas ya que estos por las condiciones de trabajo a la que están sometidos, podrían representar a futuro un peligro de derrames si llegaran a fallar por fatiga del material.
- Se recomienda que el personal, que se dedique a realizar estas actividades, lleve un chequeo médico anual adicional al normal, ya que están expuestos a químicos, por lo que es recomendable llevar una estadística del estado de salud de estos trabajadores.
- En cuanto a los equipos de protección personal, se recomienda que periódicamente sean revisados para verificar el buen estado de estos, además se deben de tener EPP adicionales en los sitios de trabajo para proveer la sustitución de aquellos que se van deteriorando o para el uso de personal adicional que se incorpore durante se esté ejecutando la actividad.
- Es necesario que se contemple dentro de las construcciones de nuevas plataformas, dejar un espacio designado para la instalación de todo el equipo necesario para la llevar a cabo una estimulación ya que se conoce que muchas plataformas actuales no lo poseen.

## 11. AGRADECIMIENTOS

**Ada Margarita Argueta:** Quiero expresar mi gratitud a Dios primeramente, quien con su bendición llena siempre mi vida y a toda mi familia por estar siempre presente apoyándome. Mi profundo agradecimiento a LaGeo por la oportunidad que me han concedido para desarrollar mis conocimientos sobre la Geotermia por medio de este diplomado, a la Arq. Rosy Escobar y Arq. Blanca Minervini por confiar en mi desempeño profesional y permitirme realizar todo el proceso el cual será para beneficio dentro de la empresa, a mi asesor Ing. Luis Franco y a la ingeniera Luz Barrios quienes con sus valiosos conocimientos hicieron que pudiéramos llevar a cabo de la mejor manera la investigación del proyecto, a cada uno de los profesionales que fueron participes en las enseñanzas de cada módulo y a mis compañeros de tesis por su dedicación y empeño para la realización del presente documento.

**Margarita Lisseth Hernández Alfaro:** En primer lugar, agradezco a Dios por colocar cada pieza del rompecabezas en su lugar y consumir el camino que me llevó a tomar este diplomado.

A mi padre José Napoleón Hernández , a mi madre Mercedes Haydeé Alfaro de Hernández y a mi hermana Mercedes Eugenia Hernández Alfaro, cuyo apoyo fue de suma importancia para cumplir con las exigencias que implicaba cumplir con mis responsabilidades dentro del diplomado.

Agradezco a mi asesor, el ing. Luis Franco cuyo acompañamiento en la elaboración del documento fue crucial, y junto con la ing. Luz Barrios, fueron de gran valor para la elaboración de este documento.

Gracias a Ernesto Galicia y Mario Cruz, por el tiempo y la información brindada. Sin su experiencia, la evaluación de riesgos no hubiera sido la misma.

A mi grupo de tesis, quienes aportaron de manera única sus experiencias en sus disciplinas correspondientes, confirmando una vez más, que la geotermia se logra a través del trabajo en conjunto de diferentes disciplinas.

A mis compañeros del diplomado, 30 personas que han dejado su huella en mí, sin su apoyo y cariño, estos seis meses no serían lo mismo. Gracias por las charlas de estudio y los momentos de diversión.

A los profesores y demás personal de LaGeo y la UES, quienes compartieron su tiempo y esmero.

Por último, pero no menos importante, agradecerle a la Universidad de El Salvador y LaGeo, por creer en mí, y brindarme la oportunidad de formarme en la geotermia. Sin ustedes, nada de esta experiencia hubiera sido posible.



**Wallace Valenzuela:** Quiero agradecer primero a Dios por permitirme llevar este diplomado, a mi esposa Cesia de Valenzuela, a mi hija Abigail Valenzuela y a mi hijo Daniel Valenzuela por todo su apoyo y oraciones que he tenido de ustedes durante estos seis meses. También quiero agradecer a mi asesor Ing. Luis Franco, por su profesionalismo y amistad; a la ingeniera Luz Barrios por su valiosa ayuda a Ernesto Galicia y Mario Cruz, por el tiempo y la información brindada. A LaGeo por permitir llevar este diplomado que será de gran ayuda en mi desarrollo profesional. A todos los compañeros de la Unidad Ambiental de LaGeo, así como a las compañeras del diplomado que me ayudaron a finalizar este trabajo. Muchas Gracias a todos.

## 12. FUENTES CONSULTADAS

Arévalo, F. (2009). *Técnicas de investigación de accidentes. Riesgos laborales y seguridad*. 26 de noviembre de 2018, de Grupo de Intercom Sitio web: <http://www.mailxmail.com/curso-tecnicas-investigacion-accidentes-riesgos-laborales-seguridad/accidentes-trabajo-costos-empresa>

Desconocido. (2012). *¿Cuáles son los objetivos de la seguridad industrial y ocupacional?* 16 de noviembre de 2018, de Seguridad industrial Sitio web: <http://seguridadindustrialapuntos.blogspot.com/2012/01/cuales-son-los-objetivos-de-la.html>

Galindo, A.. (2003). *Manual para Comisiones de Seguridad e Higiene*. México: Secretaría del Trabajo y Previsión Social.

Galindo, A. (2015, Marzo). *Estimulación ácida e hidráulica en pozos geotérmicos*. 16 de noviembre de 2018, De Informe de trabajo profesional.

Instituto Salvadoreño del Seguro Social (ISSS). (2017). *Forma de notificación y registro de accidentes de trabajo -Análisis de información sobre estadísticas de accidentes laborales - Variables utilizadas en información sobre accidentes laborales (parámetros) -Secuencia de información recolectada y clasificada*. 16 de noviembre de 2018, de Portal de transparencia de El Salvador Sitio web: <https://www.transparencia.gob.sv/search?utf8=%E2%9C%93&ft=ACCIDENTES>

Instituto Salvadoreño del Seguro Social (ISSS). (junio 2015 - Mayo 2016). *Rendición de cuentas*. Informe, Edición 2016, Página 9.

Instituto Navarro de Salud Laboral. (Desconocido). *Guía de evaluación de riesgos laborales en las unidades de obra*. España: Gobierno de Navarra. Departamento de Salud.

Ministerio de Trabajo y Previsión Social. (2010). *Ley General de Prevención de Riesgos en los Lugares de Trabajo*. El Salvador.

Merino, J. (Desconocido). *Dimensiones de la personalidad*. 16 de noviembre de 2018, de Monografías.com Sitio web: <https://www.monografias.com/trabajos82/dimenciones-personalidad/dimenciones-personalidad2.shtml>

Ministerio de Trabajo y Previsión Social. (2010). *Código de trabajo de la República de El Salvador*. El Salvador: Organización Internacional del Trabajo.

Oposinet. (2018). *Riesgos derivados del manejo de herramientas, máquinas y materiales técnicos*. 16 de noviembre de 2018, de Oposinet Sitio web: <https://www.oposinet.com/temario-de-tecnologia/temario-3-tecnologia/tema-17-riesgos-derivados-del-manejo-de-herramientas-mquinas-y-materiales-tcnicos-3/>

Organización Internacional del Trabajo (OIT). (1996-2018). *Trabajo decente y la Agenda 2030 de Desarrollo Sostenible*. 14 de noviembre de 2018, de OIT Sitio web: <http://www.ilo.org/global/topics/sdg-2030/lang--es/index.htm>

Organización de las Naciones Unidas (ONU). (Desconocido). *Objetivo 8: Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos*. 14 de noviembre de 2018, de ONU Sitio web: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/economic-growth/>




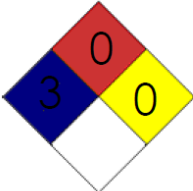
Revista Mexicana de Geoenergía Vol.20 No.1 *Control de incrustación en instalaciones superficiales del campo geotérmico de Las Tres Vírgenes*, BCS Enero-Junio 2007.

Vásquez, D. (2016). *Procedimiento general de actividades relacionadas a la estimulación química de pozos geotérmicos*. El Salvador. LaGeo S.A. de C.V.

Velásquez, D. (Desconocido). *Curso: Inspecciones y Auditorias PIC Lima*. 26 de noviembre de 2018, de RIMAC Sitio web: <http://bitportal.blob.core.windows.net/rimacdatabase/Media/programa/PICLima-Inspecciones-y-Observaciones-de-Seguridad.pdf>

## 13. ANEXOS

## ANEXO 1: Hoja de seguridad: Ácido Clorhídrico

	<b>QUIMPAC DE COLOMBIA S.A</b> <b>HOJA DE SEGURIDAD</b> <b>ACIDO CLORHÍDRICO</b>		<b>SA-005-2</b>
 <p style="text-align: center;"> <b>Responsabilidad</b>  <b>Integral® Colombia</b>  <small>Compromiso Social y Ambiental con el Desarrollo Sostenible</small> </p>	<b>IDENTIFICACIÓN U.N. :</b> <div style="background-color: orange; text-align: center; padding: 2px;"><b>1789</b></div> CAS. 7647-01-0 	<b>IDENTIFICACIÓN NFPA 704</b> INFLAMABILIDAD (COLOR ROJO)  SALUD (COLOR AZUL)      REACTIVIDAD (COLOR AMARILLO) ESPECIAL (COLOR BLANCO)	

## 1. IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO QUÍMICO Y LA COMPAÑÍA

Fabricante: Dirección : Teléfono Fijo: Teléfono Emergencia: (24horas) CISTEMA:	<b>Quimpac de Colombia S.A.</b> Autopista Yumbo Aeropuerto Km. 13 Palmira(valle) Colombia 57-2-6858888 ó 57-2-2717888 01 – 8000 – 938408 01 – 8000 - 941414 01 – 8000 - 511414
--	---

**Producto:** Ácido Clorhídrico – Hydrochloric acid.

**Sinónimo:** Cloruro de hidrógeno en solución.

## 2. INFORMACIÓN SOBRE LOS COMPONENTES

Ácido Clorhídrico (HCl): >32% (p/p)  
Familia Química: Ácidos inorgánicos  
Número CAS: 7647-01-0

## 3. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS

**Propiedades:** Líquido incoloro o ligeramente amarillo, fumante y picante. Ácido fuerte y muy corrosivo, soluble en agua, alcohol y benceno, no combustible.

**RESUMEN PARA CASOS DE EMERGENCIA:** Peligro, Extremadamente corrosivo. Provoca quemaduras severas y daños en los ojos. Dañino si se inhala. Dañino o fatal si se ingiere. Altamente reactivo con materiales alcalinos. No es inflamable pero reacciona con la mayoría de los metales para formar gas de hidrogeno inflamable o explosivo.

**EFFECTOS POTENCIALES PARA LA SALUD:****Ojos:**

Dolor inmediato, quemaduras y daños severos en la cornea, lo cual puede resultar en ceguera permanente. Las concentraciones bajas de vapor y rocío (10 a 35 ppm) pueden ser irritantes de inmediato y causar enrojecimiento.

**Contacto Con La Piel:**

Corrosivo. Las soluciones concentradas pueden causar dolor, ulceraciones, así como quemaduras profundas y severas. La exposición prolongada y repetida a las soluciones diluidas frecuentemente causan irritación, enrojecimiento, dolor y resequedad y agrietamiento de la piel.

**Ingestión:**

Causa irritación severa o quemaduras corrosivas en la boca, garganta, esófago y estómago, dependiendo de la cantidad puede causar úlceras en el tracto intestinal e inflamación de los riñones. Los síntomas incluyen dificultad para tragar, sed intensa, náusea, diarrea y en casos severos colapso y muerte.

**Inhalación:**

Es la ruta mas probable de exposición. El vapor o rocío de soluciones concentradas pueden provocar irritación nasal severa, garganta irritada ( de 10 a 35ppm puede causar irritación de garganta, dolor de cabeza y palpitations rápidas), sofocamiento, tos y dificultad para respirar, insoportable por mas de 1 hora a 50 a 100 ppm. Las exposiciones prolongadas pueden provocar quemaduras y úlceras en la nariz y la garganta. Las exposiciones severas (es decir, de 1000 a 2000 ppm), aunque sean de unos pocos minutos, pueden causar una acumulación de fluido en los pulmones que pueden ocasionar la muerte (edema pulmonar). Los síntomas pueden tardar en aparecer varias horas después de la exposición.

**Condiciones Médicas Existentes Que Posiblemente Se Agraven Por exposición:**

Las irritaciones pueden agravarse por lesiones existentes. La inhalación de vapores puede agravar el asma y las enfermedades pulmonares crónicas, como la efisema. La sinusitis, rinitis se pueden agravar.

**Efectos Sistémicos y crónicos:**

Puede causar enrojecimiento, hinchazón y dolor (dermatitis). Por inhalación puede causar sangrado de la nariz, de las encías, bronquitis, dolor estomacal (gastritis) y daño y decoloración del esmalte de los dientes.

No esta clasificado como carcinógeno.

**4. MEDIDAS DE PRIMEROS AUXILIOS**

**General:** Los efectos corrosivos en la piel y los ojos pueden presentarse en forma tardía y el daño puede ocurrir sin sensación o inicio del dolor. Es esencial un apego estricto a las medidas de primeros auxilios después de cualquier exposición. LA RAPIDEZ ES ESENCIAL BUSQUE ATENCIÓN MÉDICA INMEDIATAMENTE.

**Ojos:**

Lave los ojos inmediatamente con agua corriente por un mínimo de 20 minutos. Mantenga los párpados abiertos durante el enjuague y gire los ojos. Si persiste la irritación, repita el lavado. Remita al medico inmediatamente, continúe el enjuague durante el transporte.

**Piel:**

Lave de inmediato con abundante agua, bajo la ducha remueva la ropa contaminada, joyas y zapatos, se debe continuar con el lavado durante 20 minutos, comience a enjuagar mientras se desecha de la ropa contaminada, si persiste la

Página 3 de 11 HOJA DE SEGURIDAD ÁCIDO	HOJA DE SEGURIDAD ÁCIDO CLORHÍDRICO	SA-005-2
---	-------------------------------------	----------

irritación, repita el enjuague. Consiga atención médica lo más pronto posible. Durante el transporte aplique compresas de agua helada o si es posible sumerja en agua helada la parte afectada, Evite la congelación de los tejidos. No transporte a la víctima a menos que el periodo de enjuague recomendado haya terminado o pueda continuar enjuagándolo durante el transporte.

#### Inhalación:

Lleve la víctima a un sitio confortable, ventilado y fresco (que no sea caliente). Si presenta dificultades respiratorias administre oxígeno húmedo a presión positiva, durante media hora. Si la víctima no respira de respiración artificial con la ayuda de algún instrumento médico, no utilice el método de boca a boca. Proporcione resucitación cardiopulmonar (RCP) si no hay pulso ni respiración. Consultar al médico lo más pronto posible.

#### Ingestión:

NO INDUZCA EL VÓMITO, Si la persona esta consciente suminístrele tanta agua como se pueda para diluir el producto, si hay leche puede suministrarle después del agua. Si hay vómito espontáneo, haga que la víctima se incline hacia delante con la cabeza hacia abajo para evitar que aspire el vomito, enjuáguele la boca y adminístrele mas agua, nunca suministre algo por la boca si la persona esta inconsciente o convulsionando. Consiga atención médica lo más pronto posible.

**Nota para los médicos:** Si se aspira este producto puede causar neumonitis severa. Si la ingestión ocurrió hace menos de dos horas, realice un lavado gástrico cuidadoso; utilice un tubo endotraqueal para evitar la aspiración. Vigile que el paciente no tenga dificultad respiratoria debida a una neumonitis por aspiración. Proporcione respiración artificial y una quimioterapia adecuada si se reduce la respiración. Después de la exposición, el paciente debe permanecer bajo supervisión médica durante un mínimo de 48 horas ya que puede ocurrir una neumonitis tardía. NO INTENTE neutralizar el ácido con bases débiles ya que la reacción producirá calor, el cual puede extender la lesión corrosiva.

### 5. MEDIDAS PARA EXTINCIÓN DE INCENDIOS

Punto de inflamación	No aplica. No es combustible
Limites de inflamabilidad (inferiores)	No aplica. No es combustible
Limites de inflamabilidad (superiores)	No aplica. No es combustible
Temperatura de auto-ignición	No aplica. No es combustible
Temperatura de descomposición	Termalmente estable hasta temperaturas cercanas a 1,500 grados C (2,730 grados F).
Productos térmicos de descomposición y de combustión	hidrógeno y cloro
Índice de quemado	No aplica. No es combustible
Poder explosivo	No es explosivo
Sensibilidad al impacto mecánico	No es explosivo

#### Medios de Extinción del Fuego:

El ácido clorhídrico es extremadamente oxidante, no es combustible, estable hasta 1500 °C, pero el cloro al cual se descompone por el calor si mantiene el fuego y hace combustible el hierro, sus vapores son tóxicos para los bomberos, igualmente el hidrogeno que es inflamable o explosivo. Los contenedores se pueden refrigerar con agua en forma de niebla o deberían ser retirados, usando el equipo de autocontenido con el vestido de seguridad adecuado. Sus vapores se pueden controlar con rocío de agua.



Página 4 de 11 HOJA DE SEGURIDAD ÁCIDO	HOJA DE SEGURIDAD ÁCIDO CLORHÍDRICO	SA-005-2
---	-------------------------------------	----------

La mayoría de las espumas reaccionan con el material y despiden gases corrosivos/tóxicos.

**Incendios pequeños:**

- CO<sub>2</sub> (excepto para cianuros), polvo químico seco, arena seca, espuma resistente al alcohol.

**Incendios grandes:**

- Use rocío de agua, niebla o espuma resistente al alcohol.
- Mueva los contenedores de área de fuego, si lo puede hacer sin ningún riesgo.
- Utilice rocío de agua. No usar chorros directos.
- Hacer un dique de contención para el agua que control el fuego para su desecho posterior, no desparrame material.

**Incendio que involucra Tanques o Vagones o remolques y sus cargas:**

- Combata el incendio desde una distancia máxima o utilice soportes fijos para mangueras o chiflones reguladores.
- No introducir agua en los contenedores.
- Enfríe los contenedores con chorros de agua hasta mucho después de que el fuego se haya extinguido.
- Retírese inmediatamente si sale un sonido creciente de los mecanismos de seguridad de las ventilas, o si el tanque se empieza a decolorar.
- Siempre manténgase alejado de tanques envueltos en fuego.

**Riesgos de Incendio y Explosión:**

No es inflamable, pero reacciona con muchos metales para liberar hidrógeno, el cual puede formar mezclas explosivas con el aire, y es altamente inflamable. Puede acumularse en concentraciones explosivas dentro de tambores o cualquier tipo de recipiente o tanque de acero durante el almacenaje.

**Equipos De Protección en caso de Incendio:**

Utilizar equipos de respiración autónomos a presión positiva y trajes para altas temperaturas y cloro.

**Evacuación:** Si es un carro-tanque el involucrado en el incendio AISLE 800 mts a la redonda y hacer la evacuación inicial de 500mts a la redonda.

**NOTA:** vea la sección 10 de ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

## 6. MEDIDAS PARA ESCAPE ACCIDENTAL

**DERRAMES, GOTEOS O SALPICADURAS:**

- Restrinja el área (25 a 50 mts) hasta que personal entrenado limpie completamente el derrame.
- Elimine todas las fuentes de ignición y ventile el área, todos los equipos deben estar conectados eléctricamente a tierra.
- Use ropa adecuada y el equipo de protección personal recomendado, guantes, botas de caucho, máscara de gases (HCL), traje antiácido. No toque el producto derramado.
- Detenga la fuga si es posible, construya un dique de arena.

**Derrames pequeños:** Cúbralo con tierra SECA, arena u otro material no combustible. Utilice herramientas limpias que no generen chispas para recolectar el material y colocarlo en recipientes de plástico con cubiertas no muy apretadas para su disposición ulterior.

**Derrames grandes:** Aísle el área del derrame o la fuga inmediatamente por un mínimo de 25 a 50 metros (80 a 160 pies) a la redonda. Mantenga alejado al personal no autorizado. Manténgase hacia el viento. Manténgase alejado de las áreas bajas. Evite la entrada a drenajes y áreas confinadas. Haga un dique con material inerte (arena, tierra, poliuretano espumado, concreto espumado, etc.). Considere la neutralización y disposición en el sitio. Absorba el líquido con ceniza pulverizada o con polvo de cemento. Neutralícelo con los materiales recomendados, teniendo cuidado de evitar cualquier

Página 5 de 11 HOJA DE SEGURIDAD ÁCIDO	HOJA DE SEGURIDAD ÁCIDO CLORHÍDRICO	SA-005-2
---	-------------------------------------	----------

espumado o salpicadura que pudiera ocurrir debido a la reacción de neutralización del ácido con estos material. Asegúrese de que los materiales de secado hayan contactado y absorbido completamente todo el líquido.

Transfiera el material que se absorbió del derrame y cualquier suelo subyacente contaminado a un recipiente adecuado para desechos químicos. Asegúrese de que todas las herramientas y el equipo queden adecuadamente descontaminados después de la limpieza. No se recomienda el lavado de derrames con agua, ya que esto tiende a esparcir la contaminación y aumenta la probabilidad de percolar el ácido por el subsuelo y/ o de tener un flujo sin control del ácido hacia el drenaje, ríos u otras vías de agua. Las fugas o derrames de ácido clorhídrico no deben entrar en contacto con cualquier desecho sulfuro soluble en ácido (como los drenajes) debido al peligro de que se convierta en gas de sulfuro de hidrógeno.

- Absorba el producto en arena o un material absorbente del ácido clorhídrico ( Ej. Vermiculite), recójalo en un recipiente plástico, almacénelo y luego lave el lugar afectado y todas las herramientas usadas. Puede ser neutralizado con hidróxido de sodio, cal o carbonato. Para su disposición cumpla las regulaciones gubernamentales.
- Durante la neutralización tenga cuidado de las salpicaduras. Neutralice lentamente.
- Manténgase alejado de las áreas bajas, dirigirse en dirección contraria al viento, evite la entrada a lugares confinados drenajes.

**Neutralización:** Para la neutralización puede usarse Hidróxido de Sodio, Carbonato de sodio, Cal, Piedra Caliza.

**Nota:** - El material de limpieza puede considerarse como desecho peligroso de acuerdo con RCRA.

- Los derrames están sujetos a los requisitos de reporte de CERCLA: RQ = 5000 lb. (~ 500 gal.; 2270)

## 7. MANEJO Y ALMACENAMIENTO

**Precauciones:** Mantenga el equipo de emergencia siempre disponible. Asegúrese que todos los contenedores estén bien cerrados y sin goteo. El personal debe estar bien entrenado en el manejo seguro del producto. Para diluirlo siempre agregue lentamente el ácido al agua. Los recipientes deben estar debidamente etiquetados. Alejados de fuentes de calor protegidos de la luz solar. MANTENGA LA HOJA DE SEGURIDAD DISPONIBLE.

**Equipo y procedimiento de almacenamiento y manejo:** El área de almacenamiento debe estar adecuadamente ventilada con dique de protección, no compartido y a la sombra. Los recipientes deben permanecer bien cerrados cuando no estén en uso. Los contenedores vacíos contienen residuos peligrosos. En esta área se debe contar con ducha lavaojos.

Aléjelos de productos incompatibles como materiales oxidantes, reductores, y bases fuertes( hidróxidos, aminas, álcali: metales tales como: aluminio, cobre, zinc, latón). El área de almacenamiento y el sistema de iluminación deben construirse de materiales resistentes a la corrosión.

Puede reaccionar con cianuros formando concentraciones letales de ácido cianhídrico.

Use materiales adecuados para su manejo como: PVC, FRP (fibra de vidrio), vitón, neopreno y caucho con resina resistente al producto.

No se recomiendan los metales excepto tantalio, Hastelloy C-276 e Inconel 625. Productos como hule, vidrio, plástico cerámica también son resistentes a la corrosión. Los tanques deben tener una salida de gases y los recipientes pequeños deben tener una válvula de seguridad, al abrirlos se debe liberar lentamente la presión interna.

El área de almacenamiento debe ser restringida, con letreros de advertencia y ubicados lejos de equipos electrónicos tomas del aire acondicionado.

El piso debe ser de materiales resistentes al ácido. El equipo eléctrico debe ser a prueba de llamas y protegido contra efectos corrosivos. No use madera u otros materiales orgánicos en los pisos, estructuras ni sistemas de ventilación.

La temperatura ideal de almacenamiento es de 10 a 27 °C (50 a 80.6°F), y no debe sobrepasar los 40°C (104°F).



Página 6 de 11 HOJA DE SEGURIDAD ÁCIDO	HOJA DE SEGURIDAD ÁCIDO CLORHÍDRICO	SA-005-2
---	-------------------------------------	----------

## 8. CONTROLES DE EXPOSICIÓN, PROTECCIÓN PERSONAL

### MEDIDAS PREVENTIVAS

Para manejar el producto siempre use el equipo de protección completo, demarque e identifique las áreas, use los materiales adecuados, entrene al personal y No fume.

### CONTROLES DE INGENIERIA

Ventilación local y general resistente a la corrosión. Se debe considerar la opción de encerrar el proceso, debe disponerse de duchas y estaciones lavaojos.

### EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL

**Ojos:** Use gafas de protección Química y careta, ducha con lavaojos y despeje el área.

**Piel:** Use traje antiácido, guantes y botas de caucho, neopreno o PVC y casco. No use implementos de cuero o algodón.

**Inhalación:** Use respiradores con cartuchos para HCL, hasta 50 ppm. Para concentraciones superiores use SAR o SCBA.

### Limites de exposición

<b>Para el Ácido Clorhídrico.</b>		
ACGIH	Limite tope de exposición (TLV-C):	5 ppm (7.5 mg/m <sup>3</sup> )
OSHA	Limite tope de exposición (PEL-C):	5 ppm (7.0 mg/m <sup>3</sup> )
NIOSH	Peligro para vida y la salud (IDLH):	50 ppm

AIHA Directrices de planeación para respuestas de emergencias (ERPGs), son limites de emergencia dados para la comunidad y no para el lugar de trabajo.

ERPG-1: 3 ppm

ERPG-2: 20 ppm

ERPG-3: 100 ppm

## 9. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

Nombre Químico:	Ácido Clorhídrico
Sinónimos:	Cloruro de hidrógeno en solución.
Familia Química:	Ácidos inorgánicos.
Formula Molecular:	H - CL
Peso Molecular:	36.46 g/mol
Apariencia:	Líquido fumante incoloro o ligeramente amarillo.
Olor:	Picante e irritante.
pH:	Menor de 1
Solubilidad en Agua:	Completa.
Solubilidad en otros:	Soluble en alcohol, éter, benceno.
% de volátiles por volumen	100%
Porcentaje de compuestos orgánicos volátiles	Cero
Presion vapor (A17.8 °C)	4 atm.
Densidad relativa del gas (aire = 1)	1.3
Densidad relativa del agua (agua = 1)	1.2
Umbral de olor	0.1 a 5 ppm.

Página 7 de 11 HOJA DE SEGURIDAD ÁCIDO	HOJA DE SEGURIDAD ÁCIDO CLORHÍDRICO	SA-005-2
---	-------------------------------------	----------

BAUME	20°Be	22°Be
Concentración	31.45	35.21
Presión de vapor (mmHG a 20C)	20	72
Punto de Ebullición (Grados C):	85	62
Punto de Fusión (Grados C):	-40	-31
Punto de Congelación (Grados C):	-40	-31
Peso específica	1.16	1.18
Viscosidad (cp a 20 grados. C):	1.75	1.90
Temperatura crítica ( °C )	51.4	
Descompone a ( °C )	1782	

## 10. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

**Estabilidad Química:** Estable a temperatura y presión normal.

**Productos de descomposición peligrosos:** NINGUNA. Refiérase a condiciones a evitar.

**Condiciones a evitar:** Evite el calor, llamas, chispas y otras fuentes de ignición. Evite el contacto con bases fuertes y metales pues libera hidrógeno que no es inflamable.

**Incompatibilidad con otras sustancias:** Es altamente reactivo con bases fuertes, metales, óxidos metálicos, hidróxidos, aminas, carbonatos y otros productos alcalinos, ácido perclórico, cesio, rubidio, acetaldehído de cesio, fosfato de calcio y de uranio. Es incompatible con cianuros, sulfuros, sulfitos, ácido sulfúrico y formaldehído. En contacto con metales puede producir gas hidrógeno inflamable. NO agregue agua al ácido.

No se polimeriza, pero puede inducir la polimerización peligrosa de los aldehídos y los epóxidos.

**Corrosividad:** Es corrosivo a muchos metales.

## 11. INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

### Toxicidad aguda:

Inhalación: el gas de cloruro de hidrógeno, la neblina y sus vapores causan irritación en el tracto respiratorio con quemaduras, ardor, tos, dolor de cabeza y palpitaciones rápidas. Nivel de 30 a 35ppm pueden causar irritación de la garganta, de 50 a 100ppm es casi insoportable por 1 hora. Inflamación, destrucción de los conductos nasales, dificultad respiratoria puede ocurrir con altas concentraciones y puede morir. 1000 a 2000ppm puede ser fatal.

### Toxicología animal:

Irritación moderada en los ojos de los conejos:	5 mg. Durante 30 segundos.
Lesiones en la cornea de los conejos:	Solución al 1% durante 20 segundos
Inhalación LC <sub>50</sub> (rata)	1324ppm por 1 hora
Inhalación LC <sub>50</sub> (ratón)	1108ppm por 1 hora
TWA	0.5 ppm (3 mg/m <sup>3</sup> )
TLV/PEL/OSHA/ACGIH	5 ppm tope

Página 8 de 11 HOJA DE SEGURIDAD ÁCIDO	HOJA DE SEGURIDAD ÁCIDO CLORHÍDRICO	SA-005-2
---	-------------------------------------	----------

Norma ANSI/NSF 60ppm Dosis máxima para agua potable:	40 mg/l
LC <sub>50</sub> (Inhalación en humanos)	1300 ppm/30 min. – 3000 ppm/5 min.

**Toxicidad crónica:** En los humanos las exposiciones crónicas han sido asociadas con erosión en los dientes.

**Mutagenicidad:** El ácido clorhídrico fue negativo en prueba de mamífero in vitro (células embrionales de Hamster Sirio). La importancia del resultado positivo en estos reportes es cuestionable debido a que el pH (acidez), puede influir en los resultados.

**Teratogenicidad y Fetogenicidad:** No hay información disponible.

**Carcinogenicidad:** No se han identificado estudios estándar. El cloruro de hidrógeno no causa un incremento en tumores nasales ni incrementa la carcinogenicidad del formaldehído. No está listado en la IARC, NTP ó OSHA como carcinogénico.

## 12. INFORMACIÓN ECOLÓGICA

Toxicidad en peces: LC100 Trucha Arco Iris:	10 mg/l (24h)
LC50 Camarón:	100 a 330 ppm (48 h)
LC50 Pez dorado	178 mg/l ( 1 a 2 h de supervivencia)
Toxicidad para cultivos	350 mg/l

Es tóxico para organismos acuáticos, invertebrados y microbios.

**Agua:** El HCL en agua se disocia casi completamente y puede ser neutralizada por la alcalinidad natural o por el dióxido de carbono.

**Suelo:** El ácido disuelve algunos materiales del suelo, en especial aquellos con base a carbonatos, neutralizándolos. La porción remanente puede infiltrarse hasta los mantos fríasicos.

## 13. CONSIDERACIONES SOBRE LA DISPOSICIÓN DEL PRODUCTO

Sus residuos son considerados como peligrosos, no lo maneje como un desecho normal.

No lo disponga en los drenajes.

Siga las regulaciones locales para su disposición.

RCRA: Pruebe el material de desecho para verificar su corrosividad, D002, antes de su disposición.

## 14. INFORMACIÓN SOBRE TRANSPORTE

Nombre de embarque:	TDG/DOT	Solución de ácido clorhídrico o Ácido Clorhídrico.
Clasificación:	TDG/DOT/IATA/ICAO	8: Corrosivo (9.2 sustancia peligrosa para el medio ambiente)
Numero de identificación:	TDG/DOT/DGR	UN 1789 (IMDG)
Grupo de empaque:	TDG/DOT	II
Limite reglamentado:	TDG	230 kg.
	DOT	5000 Libras
EINECS#:		231-595-7
Numero de emergencia : Sistema		01-8000-941414

Página 9 de 11 HOJA DE SEGURIDAD ÁCIDO	HOJA DE SEGURIDAD ÁCIDO CLORHÍDRICO	SA-005-2
---	-------------------------------------	----------

### 15. INFORMACIÓN REGLAMENTARIA

Clasificación OSHA: **Peligroso** por la definición de la comunicación estándar de peligros (29CFR 1910.1200)  
Regulación SARA Sección 313 y 40 CFR 372: **SI**

Categoría de peligros SARA sección 311/312 (40 CFR 370.21):

Grave:	SI
Crónico:	NO
Fuego:	NO
Reactivo:	NO
Liberación súbita:	SI
Proceso de Seguridad OSHA (29CFR1910.119):	SI

CERCLA Sección 103 (40CFR302.4):

SI

CERCLA Cantidad reportable (RQ):

5000lb. (500 gal, 2270 kg).

US Coast Guard National Response Center Tel. (800) 424-8802.

TSCA estado de inventario:

SI

Este producto no esta fabricado ni contiene sustancias que destruyen la capa de OZONO.

Regulación de productos controlados (WHMIS) Clasificación de Canadá: Clase D1A: Efectos inmediatos y serios – Muy tóxico Clase E<sub>j</sub>: Corrosivo

CEPA/Lista de sustancias domesticas en Canadá (DSL):

SI

WHMIS Lista de ingredientes Mostrados: El criterio para mostrarlo es un contenido de 1% o más.

FRASES DE RIESGO:	R 34: Causa quemaduras R 37: Irritante al sistema respiratorio R 8: En contacto con materiales combustibles puede causar fuego.
FRASES DE SEGURIDAD:	S 26 – 36 – 37 – 39 Use equipo de protección personal y lavese con agua en caso de contacto. S 45: En caso de accidente o de sentirse mal visite al medico inmediatamente (muestre la etiqueta).
WGK:	1
Clasificación EEC:	C, R 34

**16. INFORMACIÓN ADICIONAL**

ACGIH:	Conferencia americana de higienistas industriales gubernamentales.
CAO:	Cargo Aircraft Only.
CAS #:	Chemical Abstracts Service Number.
CERCLA:	Comprehensive Environmental Response, Compensation, and Liability Act.
CFR:	Code of Federal Regulations.
DOT:	Department Of Transportation.
EPA:	Environmental Protection Agency.
ERPG-1:	Máxima concentración en el aire por debajo de la cual las personas pueden exponerse durante un máximo de una hora sin experimentar efectos a la salud adversos, o efectos ligeros y transitorios.
ERPG-2:	Máxima concentración en el aire por debajo de la cual las personas pueden exponerse durante un máximo de una hora sin experimentar efectos a la salud irreversibles o que le puedan impedir tomar acciones protectoras.
IATA:	International Air Transport Association.
IARC:	Agencia internacional de investigación sobre el cáncer.
ICAO:	International Civil Aviation Organization.
IDLH:	Immediately Dangerous to Life and Health, (Valor inmediatamente peligroso para la vida o la salud). Efectos agudos y crónicos; efectos especiales en el organismo
IMDG:	International Maritime Code for Dangerous Goods. (igual al IMCO)
IMCO:	Intergovernmental Maritime Consultative Organization.
LC <sub>50</sub> :	The Concentration of Material in air expected to kill 50% of a group of test animals. Concentración letal por inhalación.
LD <sub>50</sub> :	Lethal Dose expected to kill 50% of a group of test animals. Dosis letal, con la cual el 50% de las pruebas ocasionaron la muerte.
MSHA:	Mine Safety and Health Administration.
MSDS:	Material Safety Data Sheet.
NFPA:	National Fire Protection Association.
NIOSH:	National Institute for Occupational Safety and Health de E.U.
NTP:	Programa nacional de toxicología.
OSHA:	Administración de seguridad y salud ocupacional de E.U.
PEL:	Permissible Exposure Limit.
PVC:	Polyvinyl Chloride.
RCRA:	Resource Conservation and Recovery Act.
RID:	Reglamento Internacional de transporte por ferrocarril de productos peligrosos.
SARA:	Superfund Amendments and Reauthorization Act of the U.S. EPA.
STEL:	Short Term Exposure Limit.
TDG:	Transportation of Dangerous Goods Act/Regulations.
TLV:	Threshold Limit Value. (Valor límite de tolerancia en el ambiente de trabajo).
TSCA:	Toxic Substances Control Act.
TWA:	Time – Weighted Average, Limite de concentración promedio para un día normal de trabajo.
UN:	Número de la Naciones Unidas.
TDL:	Toxicidad dosis limitante. TD <sub>Lo</sub> (toxic dose, lower): Mínima dosis reportada que causó efectos tóxicos.
AIHA:	American Industrial Hygiene Association. Asociación estadounidense de higiene industrial.
WHMIS:	Workplace Hazardous Materials Information System. Sistema de información sobre materiales peligrosos usados en el trabajo. Clasificación Canadiense de productos controlados.
CEPA:	Canadian Environment Protection act. (Ley Canadiense de protección ambiental).
WGK:	Riesgo de polución para el agua, según la legislación alemana.
DSL:	Lista canadiense de sustancias domésticas.
Frases S:	Nos indican la forma como se deben manejar los productos o que debemos hacer en caso de accidente.
Frases R:	Nos dan información adicional acerca de los tipos de riesgos o peligros que ofrece una sustancia.

Página 11 de 11	HOJA DE SEGURIDAD ÁCIDO CLORHÍDRICO	SA-005-2
-----------------	-------------------------------------	----------

Ver panfleto del Instituto del Cloro # 98.

La información de esta hoja de seguridad de producto fue obtenida de fuentes serias y es digna de confianza, **sin embargo no constituye garantía tácita, ni explícita.**

Las condiciones de manejo, uso, almacenamiento y disposición están más allá de nuestro control y conocimiento **por esta razón, no se asume responsabilidad, ni implicaciones por pérdidas, daños, lesiones o gastos debidos al manejo, almacenamiento, uso o disposición de este producto.**

**ANTECEDENTES:** Se actualiza hoja de seguridad por vencimiento.

Se incluyen parámetros en:

Información sobre los componentes: números de identificación, NIOSH, NOAA, STCC.

Cuadro de propiedades físicas y químicas: presión vapor, densidad relativa del gas y del agua, temperatura crítica y temperatura de descomposición.

Información toxicologica: concentración letal por inhalación en humanos.

Se actualiza cargo de revisor.

Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:
Coordinador sistemas de gestión y seguridad industrial.	Gerente Técnico	Octubre 2 de 2009

## ANEXO 2: Hoja de seguridad del Biclورو de Amonio



## HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD

Nombre del Producto: **BIFLUORURO DE AMONIO**  
 Fecha de Revisión: Febrero 2016. Revisión N°4



ONU:  
UN: 1727



NFPA

SALUD	3
INFLAMABILIDAD	0
PELIGRO FÍSICO	0
PROTECCIÓN PERSONAL	X

HMIS

## SECCION 1 : IDENTIFICACION DEL PRODUCTO Y DE LA COMPAÑÍA

**PRODUCTO**

Nombre Químico: BIFLUORURO DE AMONIO  
 Número CAS: 1341-49-7  
 Sinónimos: Fluoruro ácido de amonio, bifluoruro amónico, hidrógeno fluoruro de amonio, ABF.

**COMPAÑÍA:** GTM

**Teléfonos de Emergencia**

México : +52 55 5831 7905– SETIQ 01 800 00 214 00  
 Guatemala: +502 6628 5858  
 El Salvador: +503 2251 7700  
 Honduras: +504 2564 5454  
 Nicaragua: +505 2269 0361 – Toxicología MINSa: +505 22897395  
 Costa Rica: +506 2537 0010 – Emergencias 9-1-1. Centro Intoxicaciones +506 2223-1028  
 Panamá: +507 512 6182 – Emergencias 9-1-1  
 Colombia: +018000 916012 Cisproquim / (571) 2 88 60 12 (Bogotá)  
 Perú: +511 614 65 00  
 Ecuador: +593 2382 6250 – Emergencias (ECU) 9-1-1  
 Argentina +54 115 031 1774  
 Brasil: +55 21 3591-1868

## SECCION 2 : COMPOSICION / INFORMACION SOBRE LOS INGREDIENTES

BIFLUORURO DE AMONIO CAS: 1341-49-7 100%

## SECCION 3 : IDENTIFICACION DE PELIGROS

Clasificación ONU: Clase 8 Corrosivo  
 Clasificación NFPA: Salud: 3 Inflamabilidad: 0 Reactividad: 1  
 Clasificación HMIS: Salud: 3 Inflamabilidad: 0 Físico: 0





#### EFFECTOS ADVERSOS POTENCIALES PARA LA SALUD:

Si se inhala o ingiere, este compuesto puede causar envenenamiento por fluoruro. Los síntomas tempranos incluyen náuseas, vómitos, diarrea y debilidad. Los efectos posteriores incluyen efectos sobre el sistema nervioso central, efectos cardiovasculares y muerte.

<b>Inhalación:</b>	Puede causar irritación y quemaduras del tracto respiratorio. Los síntomas pueden ser tos, dolor de garganta y respiración dificultosa. Puede absorberse mediante la inhalación del polvo; los síntomas pueden ser análogos a los de la exposición por inhalación. Puede ser que los efectos irritantes y quemantes no se presenten inmediatamente.
<b>Ingestión:</b>	Puede causar salivación, náuseas, vómitos, diarrea y dolor abdominal, seguidos por síntomas de debilidad, respiración superficial, espasmos corporales, convulsiones y coma. Puede causar daño cerebral y renal. Afecta el corazón y sistema circulatorio. La muerte puede estar causada por parálisis respiratoria. La dosis letal estimada es entre 1 cucharadita y 1 onza.
<b>Contacto con los ojos:</b>	Causa irritación. Puede ser extremadamente irritante con posibles quemaduras del tejido ocular que pueden resultar en daño permanente de los ojos.
<b>Contacto con la piel:</b>	Causa irritación y quemaduras de la piel. Puede ser que los efectos no aparezcan inmediatamente.
<b>Efectos Crónicos:</b>	La exposición crónica puede causar manchas en los dientes, daño óseo (osteosclerosis) y fluorosis. Los síntomas de fluorosis incluyen huesos quebradizos, pérdida de peso, anemia, ligamentos calcificados, salud general deteriorada y rigidez articular.

**Empeoramiento de las condiciones existentes:** La población que parece correr mayor riesgo por los efectos del fluoruro son los individuos que sufren de diabetes insípida o que padecen ciertas formas de daño renal.

#### SECCION 4 : MEDIDAS DE PRIMEROS AUXILIOS

Se deben planear con anterioridad los procedimientos de primeros auxilios para las emergencias debidas al compuesto fluoruro.

<b>Inhalación:</b>	Trasladar a la víctima al aire fresco. Si la respiración es difícil, suministrar oxígeno. Si la respiración se ha detenido dar respiración artificial. Buscar atención medica inmediatamente.
--------------------	---





**Ingestión:**

Administre leche, tabletas masticables de carbonato de calcio o leche de magnesia. Nunca administre nada por la boca a una persona inconsciente. Busque atención médica inmediata.

**Contacto Dérmico:**

Frote y limpie todo el exceso de material de la piel y luego, inmediatamente, lave la piel con grandes cantidades de agua con jabón. Quítese la ropa y zapatos contaminados. Lave la ropa antes de usarla nuevamente. Aplique vendajes empapados en sulfato de magnesio. Busque atención médica inmediata.

**Contacto Ocular:**

Lave bien los ojos inmediatamente al menos durante 15 minutos con abundante agua, elevando los párpados superior e inferior ocasionalmente para asegurar la remoción del químico. Busque atención médica inmediata.

**Nota para los Médicos:** En las exposiciones largas, pueden ocurrir efectos sistémicos (hipocalcemia e hipomagnesemia).

#### SECCION 5 : MEDIDAS PARA EXTINCION DE INCENDIOS

**Incendio:** No considerado ser peligro de fuego.

**Explosión:** El contacto con agua y metal al mismo tiempo puede liberar gas de hidrógeno inflamable.

**Medios Extintores de Incendio:** Producto químico seco, espuma o dióxido de carbono. No utilice agua.

**Información Especial:** En el evento de un fuego, vestidos protectores completos y aparato respiratorio autónomo con mascarilla completa operando en la demanda de presión u otro modo de presión positiva.

#### SECCION 6: MEDIDAS PARA FUGAS ACCIDENTALES

Ventile el área donde ocurrió la fuga o derrame. Use apropiado equipo protector personal como se especifica en la Sección 8. Derrames: Recoja y coloque en un recipiente apropiado para recuperación o desecho en una manera tal que no se produzca polvo. Las Regulaciones de EE.UU. (CERCLA) requieren que se reporten los derrames y la eliminación en suelo, agua y aire de cantidades reportables excesivas.

#### SECCION 7: MANEJO Y ALMACENAMIENTO

Guarde en un envase cerrado herméticamente. Almacene en un área fresca, seca y bien ventilada. Proteja contra los daños físicos. Separe de los ácidos y álcalis. No almacene en recipientes metálicos, ya que el contacto con humedad y metal al mismo tiempo, puede liberar gas inflamable de hidrógeno. Los recipientes de este material pueden ser peligrosos al vaciarse puesto que retienen residuos del producto (polvo, sólidos); observe todas las advertencias y precauciones listadas para el producto.

#### SECCION 8: CONTROLES DE EXPOSICION Y PROTECCION PERSONAL



Limites de Exposición Aérea:



OSHA Permissible Exposure Limit (PEL): 2.5 mg(F)/m<sup>3</sup> (TWA)

ACGIH Threshold Limit Value (TLV): 2.5 mg(F)/m<sup>3</sup> (TWA)

**Sistema de Ventilación:**

Se recomienda un sistema de escape local y/o general para las exposiciones de empleados debajo de los Límites de Exposición Aérea. En general, se prefiere la ventilación de extractor local debido a que puede controlar las emisiones del contaminante en su fuente, impidiendo dispersión del mismo al lugar general de trabajo.

**Respiradores Personales (Aprobados por NIOSH):**

Si se excede el límite de exposición, y no hay disponibilidad de controles de ingeniería, se puede usar un respirador para particulado que cubre media cara, (filtros de NIOSH tipo N95 o mejores) sobrepasando, como máximo, diez veces el límite de exposición o la máxima concentración de uso especificada por la agencia reguladora apropiada o por el fabricante del respirador, lo que sea inferior. Si se excede el límite de exposición o la máxima concentración de uso especificada por la agencia reguladora apropiada o por el fabricante del respirador (lo que sea inferior) en 50 veces, se debe usar un respirador para particulado que cubre toda la cara (filtros de NIOSH tipo N100). Si hay presencia de partículas aceitosas (como lubricantes, fluidos de corte, glicerina, etc.), use un filtro de NIOSH tipo R o P. Para emergencias o situaciones en las cuales se desconoce el nivel de exposición, use un respirador abastecido por aire, de presión positiva y que cubra toda la cara.

**ADVERTENCIA:**

Los respiradores purificadores de aire no protegen a los trabajadores en Atmósferas deficientes de oxígeno.

**Protección de la Piel:**

Use vestimenta protectora impermeables, incluyendo botas, guantes, ropa de laboratorio, delantal o monos para evitar contacto con la piel.

**Protección para los Ojos:**

Utilice gafas protectoras contra productos químicos y/o un protector de cara completo donde el contacto sea posible. Mantener en el área de trabajo una instalación destinada al lavado, remojo y enjuague rápido de los ojos.

**SECCION 9: PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS**



<b>Aspecto:</b>	Cristales blanco. Sin olor.
<b>Solubilidad:</b>	No se encontró información.
<b>Peso Específico:</b>	1.51
<b>pH:</b>	3.5 (5% solución)
<b>% de Volátiles por Volumen @ 21C (70F):</b>	0
<b>Punto de Ebullición:</b>	240C (464F)
<b>Punto de Fusión:</b>	124.6C (257F)
<b>Densidad del Vapor (Air=1):</b>	No se encontró información.
<b>Presión de Vapor (mm Hg):</b>	No se encontró información.
<b>Tasa de Evaporación (BuAc=1):</b>	No se encontró información.

**Olor:**

#### SECCION 10 : ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

**Estabilidad:** Estable en condiciones ordinarias de uso y almacenamiento.

**Productos Peligrosos de Descomposición:** Emite vapores tóxicos de fluoruro de hidrógeno, óxido nítrico y amoníaco cuando se calienta hasta la descomposición. Este material puede liberar gas de hidrógeno por el contacto con humedad y metal.

**Polimerización Peligrosa:** No ocurrirá.

**Incompatibilidades:** Reacciona con ácidos para liberar el fluoruro y con base de hidrógeno para liberar el amoníaco. Cuando se expone a la humedad, corroerá el vidrio, el cemento y la mayoría de los metales.

**Condiciones a Evitar:** No se encontró información.

#### SECCION 11 : INFORMACION TOXICOLOGICA

No se obtuvo información sobre las LD50/LC50 relacionadas con las rutas normales de exposición ocupacional.

#### SECCION 12 : INFORMACION ECOLOGICA

**Suerte Ecológica:** No se espera que este material se bioacumule significativamente. Cuando se elimina en el agua, este material se puede biodegradar en grado moderado.

**Toxicidad Ambiental:** No se espera que este material sea tóxico para la vida acuática. Los valores de LC50/96-horas para peces son superiores a 100 mg/l.

#### SECCION 13 : CONSIDERACIONES SOBRE DISPOSICION

Lo que no se pueda conservar para recuperación o reciclaje debe ser manejado en una instalación para eliminación de desechos apropiada y aprobada. Aunque no figura en la lista de RCRA como un material peligroso, este material puede presentar una o más características de los desechos peligrosos y requiere un análisis apropiado para determinar los requerimientos específicos de desecho.



El procesamiento, utilización o contaminación de este producto puede cambiar las opciones de manejo del desecho. Las regulaciones de desecho estatales y locales pueden diferir de las regulaciones federales de desecho. Deseche el envase y el contenido no usado de acuerdo con los requerimientos federales, estatales y locales.

#### SECCION 14 : INFORMACION SOBRE TRANSPORTE

Nombre Legal de Embarque: RQ, AMMONIUM HYDROGEN DIFLUORIDE, SOLID  
Clase Peligrosa: 8  
UN: UN1727  
Grupo de Empaque: II  
Información reportada sobre el producto/tamaño: 100LB

#### SECCION 15 : INFORMACION REGLAMENTARIA

Esta hoja de seguridad cumple con la normativa legal de:

México: NOM-018-ST5-2000

Guatemala: Código de Trabajo, decreto 1441

Honduras: Acuerdo Ejecutivo No. STSS-053-04

Costa Rica: Decreto Nº 28113-S

Panamá: Resolución #124, 20 de marzo de 2001

Colombia: NTC 445 22 de Julio de 1998

Ecuador: NTE INEN 2 266:200

#### SECCION 16 : INFORMACION ADICIONAL

**Clasificación HMIS:** (Aplicable para usuarios que manipulen directamente el producto)

HMIS		PERSONAL PROTECTION INDEX		
Nombre del Producto	A	G	0=PELIGRO MÍNIMO	
SALUD	B	H	1=PELIGRO LEVE	
INFLAMABILIDAD	C	I	2=PELIGRO MODERADO	
PELIGRO FÍSICO	D	J	3=PELIGRO SERIO	
PROTECCIÓN PERSONAL	E	K	4=PELIGRO GRAVE	
	F	X		
	A	B		
	C	D		
	E	F		
	G	H		
	I	J		
	K	L		
	M	N		
	O	P		
	Q	R		
	S	T		
	U	V		
	W	X		
	Y	Z		

La información indicada en ésta Hoja de Seguridad fue recopilada y respaldada con la información suministrada en las Hojas de Seguridad de los proveedores. La información relacionada con este producto puede ser no válida si éste es usado en combinación con otros materiales o en otros procesos. Es responsabilidad del usuario la interpretación y aplicación de esta información para su uso particular. La información contenida aquí se ofrece solamente como guía para la manipulación de este material específico y ha sido elaborada de buena fe por personal técnico. Esta no es intencionada como completa, incluso la manera y condiciones de uso y de manipulación pueden implicar otras consideraciones adicionales.

#### CONTROL DE REVISIONES Y CAMBIOS DE VERSIÓN:

Febrero 2016. Se actualizó la información en la sección No.1.

*ANEXO 3: Normativas aplicables para la actividad*

**Normativas aplicables para la actividad.**

Las normativas nacionales no incluyen límites de exposición al cloruro de hidrogeno, motivos por el cual se recurre a estándares internacionales, para el caso se toma en consideraciones las siguientes regulaciones:

En cuanto a los tanques de producto químico, las condiciones según la normativa de almacenamiento de dichas sustancias químicas peligrosas señalamos ciertas condiciones, de la infraestructura física.

Art.6 de la Norma para el Almacenamiento de sustancias peligrosas menciona que: Toda infraestructura destinada para el almacenamiento de sustancias químicas peligrosas, debe reunir las condiciones mínimas de seguridad siguiente:

6.a. El área donde se ubican los tanques o contenedores destinados para almacenar sustancias químicas peligrosas en estado líquido, debe disponer con un sistema de colección de derrames canalizados hacia diques de contención, (en este caso hacia la pila de agua en la plataforma) con capacidad de retener el 100% del tanque de mayor volumen.

El área proyectada para los tanques se encuentra al aire libre con el fin de contar con un sistema de derrames canalizados, se ha colocado alrededor de los tanques un sistema de canales conectados el cual descarga hacia una de las canaletas de agua geotérmica residual, la cual conecta hacia el sistema de canaletas del campo y posteriormente conecta hacia una pileta de contención de aproximadamente 1,500m<sup>3</sup>, cuya agua pueda reinyectarse en cualquiera de los pozos existentes en la plataforma.