

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**INGENIERÍA PETROLERA**

**PROYECTO DE GRADO**



**APLICACIÓN DE PREVENCIÓN DE RIESGOS Y  
SEGURIDAD INDUSTRIAL EN ESTACIONES  
MODULARES DE RE GASIFICACIÓN DE GAS  
NATURAL**

**POSTULANTE: Univ. José Leonel Vidal Cordero**

**TUTOR: Ing. Jimmy Guillen**

**LA PAZ – BOLIVIA**

**2019**



**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS  
FACULTAD DE INGENIERIA**



**LA FACULTAD DE INGENIERIA DE LA UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS AUTORIZA EL USO DE LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO SI LOS PROPÓSITOS SON ESTRICTAMENTE ACADÉMICOS.**

**LICENCIA DE USO**

El usuario está autorizado a:

- a) Visualizar el documento mediante el uso de un ordenador o dispositivo móvil.
- b) Copiar, almacenar o imprimir si ha de ser de uso exclusivamente personal y privado.
- c) Copiar textualmente parte(s) de su contenido mencionando la fuente y/o haciendo la cita o referencia correspondiente en apego a las normas de redacción e investigación.

El usuario no puede publicar, distribuir o realizar emisión o exhibición alguna de este material, sin la autorización correspondiente.

**TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS. EL USO NO AUTORIZADO DE LOS CONTENIDOS PUBLICADOS EN ESTE SITIO DERIVARA EN EL INICIO DE ACCIONES LEGALES CONTEMPLADAS EN LA LEY DE DERECHOS DE AUTOR.**

## DEDICATORIA

“Quiero dedicar este trabajo a mi familia, sin ellos soy nada. Y también a aquellos que quieran tener una referencia para realizar un estudio de prevención de riesgos en una ESR.”

## **AGRADECIMIENTOS**

“Gracias especialmente a Dios, por darme la familia que me apoya día a día, guiarme para elegir el camino correcto para mi vida según su plan divino y conseguir todos los conocimientos necesarios para ser un aporte de la sociedad.

Gracias a mi familia por su apoyo incondicional, principios y enseñanzas para que yo sea la persona que soy.

Gracias a mis amigos, compañeros y docentes de la facultad de ingeniería por todos los conocimientos compartidos y los lazos que hemos ido formando a través del tiempo.”

I

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>i</b>
<b>AGRADECIMIENTOS .....</b>	<b>ii</b>
<b>GLOSARIO .....</b>	<b>xvi</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>xviii</b>
<b>CAPITULO I .....</b>	<b>1</b>
<b>GENERALIDADES .....</b>	<b>1</b>
1.1. Introducción .....	1
1.2. Antecedentes .....	2
1.2.1. Antecedentes de accidentes ocurridos en plantas de regasificación y unidades de transporte de GNL .....	3
1.3. Planteamiento del problema.....	4
1.3.1. Identificación del problema .....	4
1.3.2. Formulación del problema.....	5
1.4. Objetivos del Proyecto de Grado .....	5
1.4.1. Objetivo general.....	5
1.4.2. Objetivos específicos .....	5
1.5. Justificación del Proyecto.....	6
1.5.1. Justificación Técnica.....	6
1.5.2. Justificación económica .....	6
1.5.3. Justificación social .....	6
1.5.4. Justificación ambiental .....	7
1.6. Alcance del proyecto.....	7
1.6.1. Alcance temático.....	7

1.6.2. Alcance geográfico.....	8
1.6.2.1. Micro localización .....	8
1.6.3. Alcance temporal .....	9
1.6.4. Alcance legal.....	9
<b>CAPITULO II.....</b>	<b>10</b>
<b>MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>10</b>
2.1. Conceptos básicos.....	10
2.1.1 Determinación de la seguridad requerida .....	10
2.1.2. Otras definiciones .....	11
2.1.3. ISO 45001:2018.....	11
2.1.3.1. Implementación de la norma ISO 45001:2018.....	13
2.2. Estudio de seguridad .....	14
2.2.1. Fases.....	14
2.2.2. Introducción .....	14
2.2.3. Generalidades .....	14
2.2.4. Información general .....	15
2.2.5. Medios y medidas de seguridad y deficiencias .....	15
2.2.5.1. Medios .....	15
2.2.5.2. Medidas .....	15
2.2.5.2. Deficiencias .....	16
2.2.6. Aspectos del personal.....	16
2.2.7. Aspectos de equipamiento.....	17
2.2.8. Antecedentes .....	17
2.2.9. Recomendaciones .....	17
2.3. Estudio de seguridad y sus características .....	18

2.3.1. Aspectos técnicos .....	18
2.3.2. Finalidad .....	18
2.3.3. Cuándo debe elaborarse un estudio de seguridad .....	18
2.3.4. Quiénes lo elaboran.....	19
2.3.5. Pasos previos .....	19
2.3.6. Normativas a tener en cuenta .....	20
2.3.7. Aspectos a considerar .....	20
2.3.8. Técnicas para la elaboración .....	21
2.3.9. Coordinación en la ejecución.....	22
2.3.10. Qué debe obtenerse cuando se realiza un trabajo de campo.....	22
2.4. Las empresas.....	22
2.4.1. Objetivos críticos.....	23
2.4.2. Clases de recursos .....	23
2.5. Los riesgos.....	23
2.5.1 Origen.....	23
2.5.2. Clasificación.....	24
2.5.2.1. Contra las personas.....	24
2.5.2.2. Contra las instalaciones y la producción.....	24
2.5.2.3. Contra la información y el equipo de comunicación.....	25
2.5.2.4. Contra el medio ambiente.....	25
2.5.3. Tipos .....	25
2.5.4. Variables.....	25
2.5.5. Escenarios .....	26
2.5.6. Gestión de riesgos .....	26
2.5.7. Acciones sobre el riesgo.....	26

2.5.8. Niveles de aceptabilidad del riesgo.....	27
2.5.9. Estrategias para afrontar riesgos .....	27
2.6. Concepto de análisis de riesgos .....	27
2.6.1. Métodos de análisis de riesgos.....	28
2.6.1.1. Métodos cuantitativos .....	28
2.6.1.2. Métodos semi-cualitativos .....	28
2.6.1.3. Métodos cuantitativos .....	29
2.7. Identificación de riesgos.....	29
2.8. Tipos de riesgos asociados con el GNL.....	30
<b>CAPITULO III.....</b>	<b>32</b>
<b>PLAN DE CONTINGENCIA Y EVALUACIÓN DE RIEGOS PARA LOS</b>	
<b>TRABAJOS DE OBRAS CIVILES Y MECÁNICAS DE LA ESTACIÓN DE</b>	
<b>REGASIFICACIÓN DE LA LOCALIDAD DE BATALLAS .....</b>	<b>32</b>
3.1. Selección de población .....	32
3.2. Micro localización.....	32
3.3. Construcción segura de una ESR.....	33
3.3.1. Plan de contingencias.....	34
3.3.1.1. Generalidades y propósito.....	34
3.3.1.2. Estructura y responsabilidades.....	35
3.3.1.2.1. Estructura .....	35
3.3.1.2.2. Responsabilidades .....	36
3.3.1.3. Cadena de comunicación .....	37
3.3.1.4. Equipos de combate contra incendio.....	38
3.3.1.5. Protocolo de alerta.....	38
3.3.1.6. Plan de evacuación .....	38



3.3.1.7. Plano de evacuación y punto de encuentro .....	39
3.3.1.8. Procedimiento de evacuación y punto de encuentro .....	39
3.3.1.8.1. Incendios y/o explosiones.....	39
3.3.1.8.2. Accidentes y/o evacuación médica.....	41
3.3.1.8.3. Sismos y terremotos .....	42
3.3.2. Plan de seguridad ocupacional e higiene laboral.....	44
3.3.2.1. Política.....	44
3.3.2.2. Metas.....	44
3.3.2.3. Descripción de las actividades de construcción .....	44
3.3.2.4. Plan de higiene y seguridad ocupacional .....	47
3.3.2.4.1. Estructura y localidades de trabajo.....	47
3.3.2.4.2. Iluminación .....	47
3.3.2.4.3. Ventilación .....	48
3.3.2.4.4. Vías de acceso y comunicación.....	48
3.3.2.4.5. Vías de escape .....	48
3.3.2.4.6. Vías de escape .....	48
3.3.2.4.7. Calor y humedad .....	48
3.3.2.4.8. Servicios higiénicos .....	49
3.3.2.4.9. Vestuarios y casilleros .....	49
3.3.2.4.10. Sistema de alarma.....	49
3.3.2.4.11. Protección contra caídas de personas.....	49
3.3.2.4.12. Orden y limpieza.....	49
3.3.2.4.13. Lugar de acumulación de desperdicios .....	50
3.3.2.4.14. Extintores de incendios.....	50
3.3.2.4.15. Primeros auxilios .....	50

3.3.2.4.16. Señalización .....	51
3.3.2.4.17. Resguardo de máquinas y equipos .....	52
3.3.2.4.18. Protección a la salud y asistencia médica .....	52
3.3.2.4.19. Ropa de trabajo y equipo de protección personal.....	52
3.3.2.4.20. Recomendación básica de seguridad.....	53
3.3.2.4.21. Registros y estadísticas de accidentes de trabajo.....	56
3.3.2.4.22. Trabajos al aire libre .....	56
3.3.2.4.23. Intensidad de ruido y vibraciones .....	56
3.3.2.4.24. Capacitación y entrenamiento de personal.....	56
3.3.2.4.25. Posiciones de trabajo .....	57
3.3.2.4.26. Apilamiento de materiales .....	58
3.3.2.4.27. Manipulación de carga.....	58
3.3.2.4.28. Evaluación e identificación de riesgos .....	58
3.3.2.4.29. Plan de contingencias y primeros auxilios .....	58
3.3.2.4.30. Primeros auxilios .....	59
3.3.2.4.31. Registros e inspecciones.....	59
3.3.2.5. Tratamiento de incidentes .....	60
3.3.3. Plan de medio ambiente .....	60
3.3.3.1. Desarrollo .....	60
3.3.3.1.1. Estado actual en que se encuentra Actividad Obra o Proyecto AOP .....	60
3.3.3.1.2. Datos generales .....	61
3.3.3.1.3. Descripción de la AOP.....	61
3.3.3.1.4. Detalle de actividades a realizar en el periodo .....	61
3.3.3.1.5. Medidas ambientales a realizar en el proyecto.....	61
3.3.3.1.6. Análisis de resultados por factores.....	62

3.3.3.2. Autorizaciones y registros .....	62
3.3.4. Plan de restauración de áreas intervenidas .....	63
3.3.4.1. Descripción .....	63
3.3.5. Procedimiento de gestión de seguridad radiográfica industrial .....	64
3.3.5.1. Propósito .....	64
3.3.5.2. Responsabilidades .....	64
3.3.5.3. Desarrollo .....	65
3.3.5.3.1. Definición de condiciones de seguridad .....	65
3.3.5.4. Gestión del sistema de permisos de trabajo .....	78
3.3.5.5. Plan de emergencia .....	79
3.3.5.5.1. Procedimiento de emergencia radiológica .....	79
3.3.5.6. Registros .....	84
3.3.6. Levantamiento de preventivas ambientales .....	84
3.3.6.1. Descripción .....	84
3.3.6.2. Registros de incidentes .....	85
3.3.7. Gestión de residuos sólidos .....	85
3.3.7.1. Introducción .....	85
3.3.7.2. Ejecución del plan de manejo .....	86
3.3.7.2.1. Áreas de depósito .....	86
3.3.7.2.2. Política de compra, reutilización y reducción de residuos .....	86
3.3.7.2.3. Recolección y disposición final .....	87
3.3.7.3. Charlas de 5 minutos .....	88
3.3.8. Control de alcoholemia .....	88
3.3.8.1. Propósito .....	88
3.3.8.2. Alcance .....	89

3.3.8.3. Desarrollo .....	89
<b>CAPITULO IV.....</b>	<b>90</b>
<b>APLICACIÓN PRÁCTICA.....</b>	<b>90</b>
<b>PLAN DE CONTINGENCIA Y EVALUACIÓN DE RIESGOS PARA LOS TRABAJOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA ESTACIÓN DE REGASIFICACIÓN .....</b>	<b>90</b>
4.1. Descripción de componentes de la estación de regasificación .....	90
4.1.1. Depósito criogénico de GNL .....	91
4.1.2. Skid de GNL.....	92
4.1.2.1. Vaporizador ambiental.....	92
4.1.2.2. Bomba criogénica reciprocante .....	94
4.1.2.3. Bomba criogénica centrífuga sumergible.....	95
4.1.3. Dispensador de GNL .....	96
4.1.4. Skid de GNC.....	96
4.1.4.1. Almacenamiento de GNC .....	97
4.1.5. Sistema de boil –off .....	98
4.1.5.1. Sistema de odorización .....	100
4.1.5.2. Vaporizador depósito de boil-off .....	100
4.1.6. Dispensador de GNC.....	101
4.1.7. Líneas de GNL.....	102
4.1.8. Líneas de GNC .....	102
4.1.9. Líneas de Recuperación de boil-off .....	103
4.1.10. Instalación de Aire Comprimido .....	103
4.1.11. Instalación de Drenajes y Venteos.....	103

4.2. Procedimiento de descarga de cisterna en estación de regasificación .....	104
4.2.1. Procedimientos previos a la descarga de cisterna .....	104
4.2.2. Recepción de gas natural: .....	105
4.3. Análisis HAZOP del procedimiento de regasificación.....	106
4.3.1. Consideraciones técnicas y simulación HYSYS V9 del proceso de regasificación .....	107
4.3.1.1. Simulación Aspen HYSYS V9.....	108
4.3.1.2. Balance de materia y energía .....	113
4.3.1.3. Diagrama de flujo del proceso .....	117
4.4. Estudio de eventos peligrosos para Estación modular de regasificación de Gas Natural .....	118
El análisis es realizado en cuanto a condiciones de seguridad, condiciones de higiene, condiciones hergonómicas y psicosociales .....	118
4.4.1. Características del ambiente de trabajo .....	118
4.4.2. Categorización y descripción de eventos peligrosos.....	120
4.5. Identificación de peligros y evaluación de riesgos (IPER).....	131
4.5.1. Factores de probabilidad.....	131
4.5.2. Factores de consecuencia .....	133
4.5.3. Matriz de evaluación de riesgos.....	135
4.6. Nivel de significancia.....	135
4.7. Plan de seguridad ocupacional e higiene laboral .....	143
4.7.1. Descripción de las operaciones .....	143
Fuente: Elaboración propia en base a datos de YPF, 2018.....	143
4.7.2. Medidas de lucha contra incendios .....	144
4.7.2.1. Medios de extinción .....	144
4.7.2.2. Peligros específicos derivados de la sustancia o la mezcla.....	144

4.7.2.3. Recomendaciones para el personal de lucha contra incendios ....	145
4.7.3. Sistema de alarma .....	145
4.7.4. Primeros auxilios.....	146
4.7.5. Ropa de trabajo y equipo de protección personal .....	147
4.7.6. Manipulación y almacenamiento .....	149
4.7.6.1. Precauciones para manipulación segura .....	149
4.7.6.1.1. Manipulación .....	149
4.7.6.1.2. Medidas de higiene.....	150
4.7.6.2. Condiciones de almacenamiento seguro, incluidas posibles incompatibilidades .....	150
4.7.6.2.1. Almacenamiento .....	150
4.7.6.2.2. Ficha técnica de GNL .....	151
4.8. Seguridad, problemas de almacenamiento de GNL.....	151
4.9. Procedimiento en caso de emergencias .....	153
4.10. Pruebas de seguridad en la estación .....	154
<b>CAPITULO V.....</b>	<b>157</b>
<b>EVALUACIÓN FINANCIERA.....</b>	<b>157</b>
5.1. Introducción .....	157
5.1.1. Flujo de caja.....	162
5.1.2. Valor actual neto VAN.....	163
5.1.3. Tasa interna de retorno TIR .....	164
5.1.4. Índice de rentabilidad Razón beneficio/costo (B/C) .....	164
<b>CAPITULO VI.....</b>	<b>166</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>166</b>
6.1. Conclusiones .....	166

6.2. Recomendaciones .....	168
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>169</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>172</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1. Cadena de comunicación .....	38
Tabla 3.2. Números de emergencia .....	43
Tabla 3.3. Actividades de construcción de ESR.....	44
Tabla 3.4. Medidas ambientales.....	61
Tabla 3.5. Resultados por factores.....	62
Tabla 3.6. Autorización de prueba radiográfica .....	79
Tabla 3.7. Registro de incidentes .....	85
Tabla 3.8. Registro de residuos sólidos.....	87
Tabla 4.1. Datos técnicos de componentes de estación de regasificación de la población de batallas.....	90
Tabla 4.2. Características del ambiente de trabajo .....	118
Tabla 4.3. Descripción de peligros .....	120
Tabla 4.4. Factores de probabilidad .....	131
Tabla 4.5. Análisis de factores de probabilidad .....	132
Tabla 4.6. Intervalos de factores de probabilidad.....	133
Tabla 4.7. Factores de consecuencia.....	133
Tabla 4.8. Análisis de los factores de consecuencia .....	133
Tabla 4.9. Intervalos de los factores de consecuencia .....	134
Tabla 4.10. Matriz de evaluación de riesgos .....	135
Tabla 4.11. Nivel de significancia .....	136
Tabla 4.12. Descripción operacional .....	143
Tabla 5.1. Costos para asegurar el SG-SySO en el ESR en bolivianos.....	157
Tabla 5.2. Costos de administración en bolivianos.....	159
Tabla 5.3. Costos de producción en bolivianos .....	159
Tabla 5.4. Costo de recurso humano en bolivianos.....	160
Tabla 5.5. Costo de compra en bolivianos .....	160
Tabla 5.6. Total costos de implementación del SG-SySO.....	161
Tabla 5.7. Flujo de caja para el proyecto.....	162



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Mapa de la ubicación de ESR`s EN Bolivia .....	2
Figura 2.1 Planificar-Hacer-Verificar-Actuar (PHVA).....	12
Figura 3.1 Etapas del ESR.....	34
Figura 3.2 Estructura organizacional SySO.....	35
Figura 3.3 Plano de evacuación, punto de encuentro y ubicación de extintores ...	39
Figura 4.1 Tanque de 60 m <sup>3</sup> .....	91
Figura 4.2 Esquema de Skid de GNL .....	92
Figura 4.3 Vaporizador ambiental .....	93
Figura 4.4 Acondicionador de línea de GNL.....	94
Figura 4.5 Bomba criogénica de pistones .....	95
Figura 4.6 Bomba criogénica sumergible .....	95
Figura 4.7 Dispensador de GNL.....	96
Figura 4.8 Skid de GNC .....	97
Figura 4.9 Racks de Botellas de Almacenamiento GNC .....	98
Figura 4.10 Depósito de almacenamiento boil-off .....	99
Figura 4.11 Compresor de boil-off.....	99
Figura 4.12 Odorizador.....	100
Figura 4.13 Vaporizador de depósito boil off .....	101
Figura 4.14 Dispensador de GNC .....	102
Figura 4.15 Esquema para análisis Hazop.....	107
Figura 4.16 Diagrama de flujo del proceso.....	117
Figura 4.17 Disposición de alarmas en planta.....	147
Figura 4.18 Disposición de alarmas de humo .....	148
Figura 4.19 Rombos NFPA para manejo de GNL .....	152
Figura 4.20 Información de Sustancias Peligrosas.....	152

## GLOSARIO

IPER: Identificación de Peligros y evaluación de Riesgos

ESR`s: Estaciones Satelitales de Regasificación.

GNL: Gas Natural Licuado

ESD: Estación Satelital de Descarga

Cctv: Closed Circuit Television o en español Circuito Cerrado de Televisión

OIT: Organización Internacional del Trabajo

RPT: rapid phase transition o en español Fase de transición acelerada

SAR: Search and Rescue o en español Búsqueda y Rescate

Ham: Aficionado

FAB: Fuerza Aérea Boliviana

HºAº: Hormigón Armado

Y.P.F.B : Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos

G.A.M.: Gobierno Autónomo Municipal

AFP: Administradora de Fondo de Pensiones

AOP: Área de Operaciones

Ir: Iridio

Bq: Bequerel

NFPA: National Fire Protection Association

GNC: Gas Natural Comprimido

EN: Norma Española

ABC: Sigla para tipo de Extintor aplicable a los Tipos de Fuegos A (Sólidos Inflamables), B (Líquidos Inflamables) y C (Gases Inflamables)

UNE: Una Norma Española.

ISO: International Standardization Organization o En español Organización Internacional de Estandarización.

PVC: Poli-vinil Clorhído o en español Policloruro de Vinilo

Kw: Kilo Watt

NGV: Natural Gas Vehicle o en español Gas Natural Vehicular

THT: Tetrahidrotiofeno

Bar: bar unidad de Presión

POE: personal ocupacionalmente expuesto

## RESUMEN

El presente Proyecto de Grado corresponde a la elaboración de un Sistema de Gestión de riesgos y Seguridad Industrial para su aplicación en una Planta de Regasificación de Gas Natural de la población de Batallas. Para su realización se ha seguido la normativa actual vigente en materia de seguridad y salud ocupacional que corresponde a la NB ISO 45001:2018 – *Sistemas de Gestión de la seguridad y salud en el trabajo*.

La Norma ISO 45001:2018 *Sistemas de gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo* define cuales son los requisitos esenciales que debe cumplir la normativa de Gestión de una organización para demostrar la capacidad de dicha organización en el control de sus riesgos así como de la mejora del desempeño en las actividades que se realizan en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo.

La aplicación de prevención de riesgos recoge los procesos que utiliza la organización para el control de sus actividades, en este caso en prevenir riesgos en los trabajadores derivados del desarrollo de sus actividades en la organización. Estas actividades son las correspondientes al proceso de Regasificación del Gas Natural, esto es, tras la extracción del Gas Natural y tras una serie de pre tratamientos, este es licuado para ser transportado en buques metaneros hasta el lugar en el que se encuentra la planta de regasificación de modo que una vez en la planta, se procede de nuevo al cambio de estado del Gas Natural mediante vaporizadores de agua de mar y se almacena en tanques hasta que sea demandado por el cliente.

La aplicación por parte de la organización de un Sistema de Gestión de riesgos y seguridad industrial, supone un gran beneficio ya que con este se consigue reducir la el número de siniestros de los empleados por enfermedad, accidentes o incidentes laborales, lo que mejora el ambiente y la calidad de trabajo dentro de la organización, que en definitiva, se traduce en un ahorro en costes por bajas.

La nueva ISO 45001:2018 está elaborada en concordancia con las normas para gestión de calidad y medio ambiente que son respectivamente ISO 9001:2015 e ISO 14001:2015, basadas en el ciclo de mejora Planificar, hacer, verificar y actuar, también conocido como PHVA y enfoque a procesos.

# CAPITULO I

## GENERALIDADES

### 1.1. Introducción

El estudio de los procedimientos de seguridad que se deben realizar en una estación satelital de regasificación permitirá una prevención de riesgos de una manera óptima. Es así que este proyecto encuentra la finalidad de detallar estos procedimientos para que, realizando las comparaciones necesarias de los diferentes métodos de evaluación de riesgos en un ambiente con las características que posee una estación de regasificación, sea la mejor alternativa a seguir para realizar una construcción y operación segura de los dispositivos y procedimientos que se involucran.

Los métodos de análisis de riesgos pueden ser tres, cualitativo, semi-cualitativo, y el cuantitativo; el método cualitativo se dedica a realizar una distinción nominal de los riesgos asociados a una actividad, los semi-cualitativos están desinados a proporcionar datos por niveles los cuales dan una noción numérica del peligro que estos conllevan, y pues los cuantitativos se introducen de lleno al análisis probabilístico y exacto de las consecuencias de los riesgos que se produzcan en las actividades a estudiar.

En lo que se refiere a la construcción de la estación de regasificación del presente proyecto, una gran proporción de la realización de los estudios de riesgos está dirigida a la parte ocupacional de la actividad, tanto de obras civiles como mecánicas; este estudio de riesgos estará desarrollado con una matriz IPER. De igual manera las actividades de operación de la estación estarán destinadas a la realización de este tipo de matriz para la realización del análisis de riesgos asociados

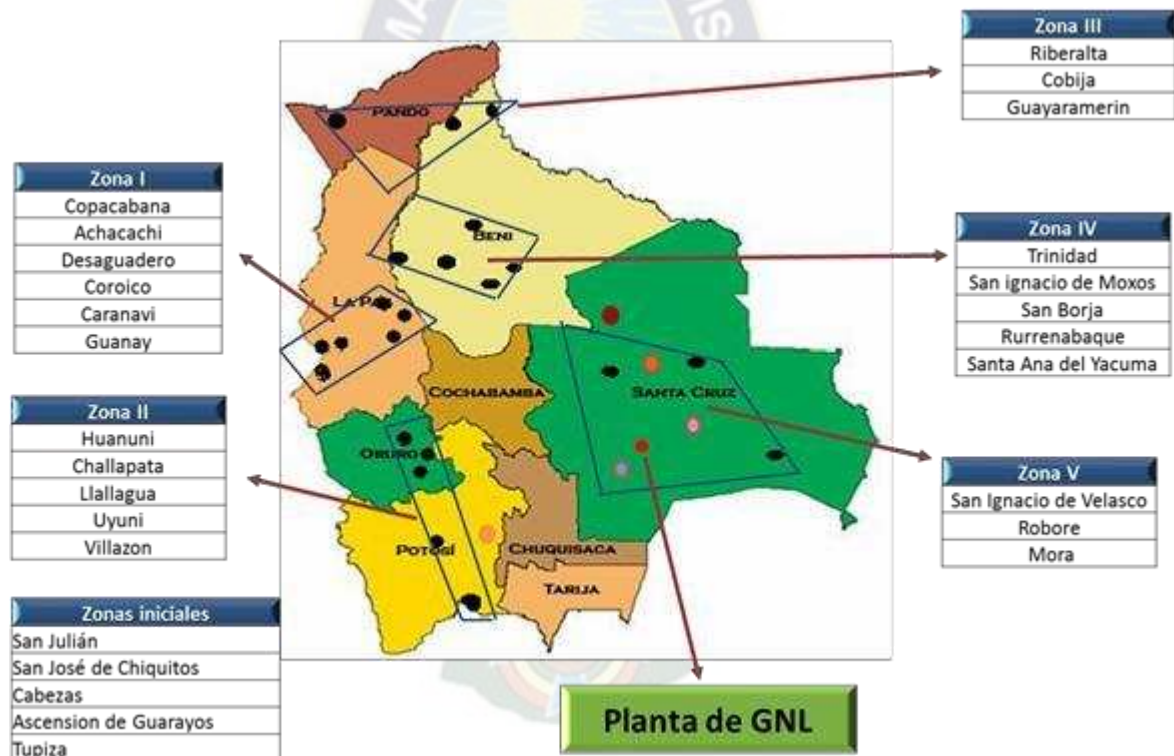
Se desarrolla las actividades que deben seguirse en casos don existan posibles contingencias, tanto para la parte de construcción como para la de operación de la estación de regasificación. Y por último se hace un estudio de los costes que un

proyecto de las dimensiones de este requiera para su ejecución, implementación y mejora continua.

## 1.2. Antecedentes

En el Mapa de Bolivia que se encuentra en la figura 1 del cual se indica cuáles son las ESR's que se encuentran en operación en Bolivia. De las cuales se tomará como antecedentes de construcción y puesta en marcha los datos de las ESR's que se encuentran en las poblaciones de Asunción de Guarayos, Cabezas, San José de Chiquitos, San Julián y Tupiza.

Figura 1.1 Mapa de la ubicación de ESR's EN Bolivia



Fuente: YPFB, 2015

La utilización de una estación Satelital de regasificación nace de la necesidad de suministrar gas natural a las poblaciones a las cuales el acceso por red primaria no es posible, o si es posible es demasiado costoso. Asimismo, cabe mencionar que

las políticas gubernamentales nacionales han impulsado a que se realicen estos trabajos de suministro de gas natural a todas las poblaciones, sin excepción.

La utilización de estudios de seguridad en las plantas de regasificación se ha visto, con el tiempo, desplazada por el control automático de algunos los equipos; Sin embargo, siempre será necesaria la realización del informe de un estudio de los sistemas de seguridad en la descarga del GNL regasificación y distribución de gas natural.

### **1.2.1. Antecedentes de accidentes ocurridos en plantas de regasificación y unidades de transporte de GNL**

Basándonos en la experiencia como trabajadores en zonas y situaciones donde los riesgos laborales pueden ser mortales, la realización de un estudio de riesgos en una estación de regasificación es por supuesto sumamente necesaria. La necesidad yace en la prevención de los “accidentes” que han ocurrido en distintas estaciones por diferentes motivos y que se podrá presentar en el proyecto. Como por ejemplo los siguientes accidentes extraídos de los escritos de LNG Safety and Security de la universidad de Houston-Texas

En 1944, la planta de regasificación de Cleveland, Ohio, se expandió para incorporar un tanque de mayores dimensiones. La escasez del acero inoxidable durante la Segunda Guerra Mundial hizo que se comprometiera el diseño del tanque nuevo. Este presentó fallas poco después de haberse puesto en servicio, y el derrame de GNL formó una nube de vapor que llenó las calles vecinas y llenó el sistema de drenaje en donde se encendió el vapor de gas natural. El saldo del accidente fue de 128 muertes en la zona residencial continua.

En 1977, de nuevo en el puerto de Arzew, un trabajador murió por congelación al fallar una válvula de aluminio por alcanzar temperaturas criogénicas. No se utilizó la correcta aleación de aluminio al reemplazar la válvula. Hubo fuga de LNG, pero no hubo nube de vapor.



En 1977, el buque LNG Aquarius, durante el proceso de carga, sufrió derrame de GNL debido al sobrellenado de los tanques de carga. Afortunadamente, el derrame no causó daños materiales en el buque.

En 1979, en la planta de regasificación Columbia Gas LNG Terminal, en Maryland (EE. UU), una explosión ocurrió dentro de una sub-estación eléctrica causando la muerte de un trabajador e hiriendo otro de gravedad. El GNL filtró a través del sello eléctrico de la bomba de GNL, se vaporizó y pasó 60m por el subsuelo a través de conducto eléctrico introduciéndose en la sub-estación. Como nunca se había estimado la posibilidad de GNL en el edificio, no había ningún tipo de detectores de gas. Los arcos normales de contacto de los interruptores magneto térmicos hicieron de foco de ignición de la mezcla de gas natural y aire que se había formado creando una explosión que mató a un trabajador e hirió a otro de gravedad.

En 1979, el buque Mostefa Ben-Boulaid, durante la descarga sufrió una fuga en una de las válvulas del manifold 6 ocasionando daños en cubierta y derrame de GNL.

En 1979, otra fuga de GNL a través de una válvula durante el proceso de descarga, fracturó la tapa de uno de los tanques del Pollenger.

En 1980, el buque LNG Taurus sufrió una varada a la entrada del puerto. Los tanques de lastre se inundaron y el buque se escoró. La varada ocasionó grandes daños en el fondo del buque.

En 1985, el buque Isabella sufrió un fallo durante la descarga en una de las válvulas de carga, provocando derrame de GNL en cubierta, fracturándola.

### **1.3. Planteamiento del problema**

#### **1.3.1. Identificación del problema**

Se debe tomar en cuenta dos situaciones que, en una humilde opinión personal, se consideran primordiales para el desarrollo del proyecto que se va proponer en base al presente perfil. La primera consta de las consideraciones de seguridad que se

toman en cuenta para llevar a cabo la construcción de la E.S.R.; en este sentido podemos, de manera general, mencionar la distancia que debe guardar la ESR de la población a la que se le proporciona el servicio de gas natural, y los riesgos a considerar dentro de lo que son las obras civiles y mecánicas. La segunda contempla el análisis de riesgos a realizar cuando se realiza la operación de la estación, misma que se puede describir de manera general en los siguientes pasos: descarga de GNL, regasificación, y compresión para suministro a red primaria o a city gate.

### **1.3.2. Formulación del problema**

Para realizar el análisis de riesgos, implementación de planes de contingencia y seguridad industrial en la construcción y puesta en marcha de la ESR nos basaremos en las normativas vigentes nacionales e internacionales, para asegurar una óptima aplicación de los distintos hábitos tanto para prevenir riesgos como realizar planes de contingencia.

## **1.4. Objetivos del Proyecto de Grado**

### **1.4.1. Objetivo general**

Aplicar la prevención de riesgos y seguridad industrial en la estación modular de regasificación de Gas Natural a construirse en la población de Batallas.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Aplicar un análisis de riesgos en las actividades de construcción y operación de la estación de regasificación de GNL a construirse en la población de Batallas.
- Establecer un plan de contingencias que sea adecuado a las actividades de construcción y operación de la estación de regasificación.
- Establecer procedimientos a seguir, definiendo roles del personal dentro de la obra, en caso de producirse una emergencia.

- Realizar una matriz IPER que permita identificar los riesgos ocupacionales en la estación de regasificación de Batallas
- Elaborar un documento que describa los procedimientos operacionales y las medidas de mitigación ambientales previstas para la adecuada gestión de residuos sólidos.
- Determinar el costo de la aplicación de prevención de riesgos y seguridad industrial para la estación modular de regasificación de la localidad de Batallas

## **1.5. Justificación del Proyecto**

### **1.5.1. Justificación Técnica**

En todo campo laboral debe existir un plan de seguridad según normas. .en la industria petrolera se siguen estrictamente estas normas para evitar pérdidas tanto de equipos como de personal. Es por eso que al disponer de un plan de contingencias y seguridad los trabajadores involucrados en la construcción y operación de la mencionada estación de regasificación, cumplirán los trabajos de manera adecuada salvaguardando su salud personal y en el tiempo que se tenga proyectado.

### **1.5.2. Justificación económica**

La aplicación de un debido plan de contingencias y seguridad será un gran aporte a la economía del proyecto puesto que, al minimizar riesgos, las posibilidades de costear consultas médicas, operaciones por lesiones en partes del cuerpo ocurridas en el trabajo, repuestos de accesorios e instrumentos de las unidades de regasificación, etc... serán raras.

### **1.5.3. Justificación social**

Administrando un adecuado plan de contingencias y seguridad se desarrollará un ambiente de trabajo lo suficientemente serio para llevar a cabo los objetivos de

construcción y operación de la estación, lo que conllevará una participación solidaria entre los trabajadores. Asimismo, la población de batallas estará lo suficientemente alejada de la estación para tener la seguridad de que no le afecte ningún hecho catastrófico en la estación.

#### **1.5.4. Justificación ambiental**

Todo lo que se refiere a medio ambiente será beneficiado de esta manera, Las técnicas de construcción y operación estarán acorde a las normas ambientales que rigen al país y el ecosistema que encierra a la mencionada población perdurará a través del tiempo.

#### **1.6. Alcance del proyecto**

##### **1.6.1. Alcance temático**

El presente proyecto se respalda de la siguiente temática

- Conceptos de seguridad industrial.
- Estudio de seguridad.
- Aspectos técnicos del estudio de seguridad.
- Las empresas
- Los riesgos
- Aspectos de seguridad relacionados con el GNL
- NFPA 59a
- Ley de hidrocarburos n°3058
- Reglamento para el diseño, construcción, operación, mantenimiento y abandono de plantas de gas natural licuado-GNL y estaciones de regasificación
- Aplicar a las actividades rutinarias y no rutinarias realizadas por el personal de la empresa o personal contratista durante los trabajos de radiología en todos los servicios de inspección radiográfica, recepción y despacho de fuentes de Ir 192.

## **1.6.2. Alcance geográfico**

Se aplicará a la estación de regasificación de la localidad de batallas.

### **1.6.2.1. Micro localización**

Una vez determinadas las poblaciones que serán parte del proyecto ampliación del sistema de gas virtual, se contempla realizar estudios sobre la localización de las poblaciones y los requerimientos de los terrenos para la construcción de las estaciones de gas virtual, por lo tanto, se analizará lo siguiente:

- Analizar las normas de construcción de las ESR y ESDs.
- Aplicar un análisis micro para verificar si su determinación responde regional y localmente a los lineamientos para estaciones de gas virtual.

Este análisis contemplará:

- La capacidad de almacenamiento para la determinación de la superficie del terreno.
- Tipo de suministro (ESR o ESD), tomando en cuenta la construcción de una estación de servicio de GNV y líquidos adyacentes.
- Normas para la determinación de distancias de seguridad.
- Funcionalidad del terreno con respecto al proyecto.
- Ubicación del terreno con respecto a carreteras, vías primarias y/o secundarias u otro tipo de vía.
- Distancia del terreno a la población y/o su ubicación en la mancha urbana.
- Saneado legalmente con correcta ubicación y delimitación de linderos respecto a colindancias y dotación de servicios.
- Topografía del terreno.
- Trabajos necesarios por parte del GAM de la localidad, para su habilitación y uso inmediato del terreno y obras aledañas complementarias para su implementación.

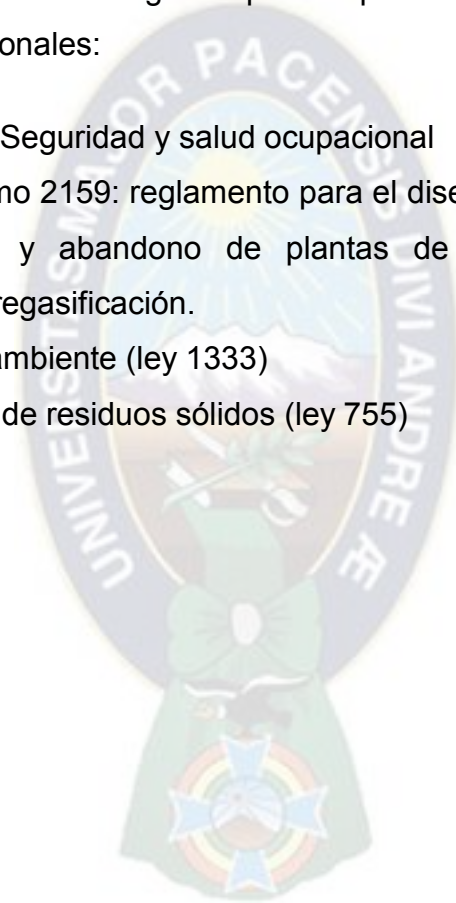
### **1.6.3. Alcance temporal**

La construcción de la estación para la localidad de desagadero tendrá una duración de 87 Días. Ésta misma se operará por alrededor de 20 años; luego de los cuales se realizarán obras de mantenimiento.

### **1.6.4. Alcance legal**

El presente proyecto estará en vigencia puesto que se vale de las siguientes normas nacionales e internacionales:

- NB ISO 45001 Seguridad y salud ocupacional
- Decreto supremo 2159: reglamento para el diseño, construcción, operación, mantenimiento y abandono de plantas de gas natural licuado-gnl y estaciones de regasificación.
- Ley de medio ambiente (ley 1333)
- Ley de gestión de residuos sólidos (ley 755)



## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Conceptos básicos**

El concepto de seguridad yace en la necesidad de mantener activo y sin ningún tipo de perjuicio al personal y equipo de una instalación en donde se realiza trabajos de carácter tanto industrial como administrativo y hasta cotidiano. En su concepto tradicional, es la ausencia de riesgo, mientras que, en un concepto más actualizado, podría definirse como el conjunto de riesgos controlados adecuadamente, entendiendo esto como el riesgo (concepto que veremos más adelante) en un nivel aceptable.

En definitiva, la seguridad es la evaluación de riesgos para determinar su aceptabilidad (aprobación, admisión), efectuada por personas con diferentes niveles de conocimientos, experiencia y emotividad, los cuales generan diversas percepciones sobre la misma. Cada una tendrá sus fundamentos para determinar que es suficientemente seguro. (FERNÁNDEZ, 1999)

##### **2.1.1 Determinación de la seguridad requerida**

La única forma de determinar la seguridad requerida es establecer el consenso entre:

- Especialistas (aceptabilidad técnica)
- Gerencia (aceptabilidad política)
- Autoridades (aceptabilidad legal).

Este nivel de aceptabilidad está muy ligado a la obtención del costo/ beneficio de un sistema de seguridad de una organización.

### 2.1.2. Otras definiciones

- Seguridad es el nivel de aceptación de riesgos y las medidas y medios que se adopten e implementen para enfrentarlos, de tal manera que a mayores riesgos mayor aplicación de medios y medidas, y viceversa.
- Es el estado de tranquilidad y confianza, basado en la sensación de ausencia de peligro, que se logra luego de adoptar un conjunto de acciones que permitan reducir la exposición a determinados riesgos. Es una organización dinámica de elementos psicológicos, lógicos y físicos para neutralizar las amenazas, presididas por hombres desarrollados mental y espiritualmente que inspiren paz y salud mental.
- Seguridad es el control de pérdidas accidentales (ATEHORTUA, 2008)

### 2.1.3. ISO 45001:2018

ISO 45001:2018 representa la *Occupational Health and Safety Assessment Series*, y dentro de la norma siempre se habla de *OH&S Occupational Health and Safety*, lo que en español suele denominarse como SySO Salud y Seguridad Ocupacional o SySO Seguridad y Salud Ocupacional. (ISO 45001, 2018) .

Esta norma establece los requisitos para esta clase de sistemas, su última revisión vigente data del año 2018, y trata las siguientes áreas clave:

- Planificación para identificar, evaluar y controlar los riesgos
- Programa de gestión ISO 45001:2018
- Estructura y responsabilidad
- Formación, concienciación y competencia
- Consultoría y comunicación
- Control de funcionamiento
- Preparación y respuesta ante emergencias
- Medición, supervisión y mejora del rendimiento



La ISO 45001:2018 se basa en la metodología conocida como Plan-Do-Check-Act (PDCA) o planificar-hacer-Verificar-actuar (PHVA), como se puede ver a continuación: (ISO 45001, 2018) .

**Figura 2.1 Planificar-Hacer-Verificar-Actuar (PHVA)**



Fuente: <http://calidad-gestion.com.ar>

Esto se lo puede describir como vemos a continuación:

- **Planificar (Plan):** establecer los objetivos y procesos necesarios para conseguir resultados de acuerdo con la política de SySO de la organización.
- **Hacer (Do):** implementar los procesos.
- **Verificar (Check):** realizar el seguimiento y la medición de los procesos respecto a la política de SySO, los objetivos, las metas y los requisitos legales y otros requisitos, e informar sobre los resultados.
- **Actuar (Act):** tomar acciones para mejorar continuamente el desempeño del sistema de gestión de la SySO.

### **2.1.3.1. Implementación de la norma ISO 45001:2018**

Durante el proceso de implementación de un sistema de gestión de SySO, una cuestión que suele plantear serias dudas es la definición de los objetivos de dicho sistema.

Al respecto, es conveniente destacar que una organización puede plantear diversos tipos de objetivos que promuevan mejoras en aspectos de gran influencia en las operaciones de la empresa. Entre otros, podrían considerarse objetivos para:

- Reducción de incidentes
- Reducción de peligros
- Reducción de la utilización de materiales peligrosos
- Incremento de la satisfacción de los trabajadores
- Reducción de la exposición a sustancias peligrosas
- Incremento de la toma de conciencia y formación del personal

También, los objetivos una vez definidos pueden establecerse a distintos niveles de la organización o por áreas, de modo que cada uno identifique claramente hacia dónde debe dirigir sus esfuerzos.

Para la implementación y operación del Sistema de Gestión de la SySO, también resulta conveniente considerar los siguientes puntos:

- La definición de la organización y responsabilidades para la gestión debe realizarse de forma clara e involucrando a todos los niveles de la misma.
- Es un requisito crítico la participación e involucramiento de la alta dirección.
- La competencia y formación del personal involucrado debe ser consistente con sus tareas y con su responsabilidad.
- Tienen tanta importancia los programas que proporcionan formación, como aquellos destinados a crear conciencia sobre la seguridad y salud en el trabajo.
- La comunicación debe considerar todas las partes interesadas que estén expuestas a ciertos riesgos, como el propio personal de la empresa,

subcontratistas, proveedores, visitantes a las instalaciones, etc.

## **2.2. Estudio de seguridad**

### **2.2.1. Fases**

- Preliminar o de coordinación: se efectúa el planeamiento del trabajo y las coordinaciones con el cliente, se fijan costos y se realizan visitas preliminares.
- De recolección de datos: es un “trabajo de campo”, es decir, se obtiene la información en la local materia de estudio de todos los factores involucrados en la seguridad (amenazas, riesgos, medidas de seguridad, vulnerabilidad, etc.)
- De procesamiento: es el trabajo en oficina, a través del cual se procesa toda la información obtenida, identificando, analizando y evaluando todos los factores intervinientes en la seguridad de un local. Asimismo, se delinea y establecen las recomendaciones pertinentes.
- De formulación: se tipea el trabajo, insertándose fotografías, planos, gráficos, diagramas, y se le otorga el cuidado y esmero para la buena presentación.
- De sustentación: se presenta o entrega el estudio y se expone el trabajo ante la gerencia de la empresa o cliente. (Parrado, 2017)

### **2.2.2. Introducción**

Un estudio de seguridad comprende procesos en los que se examinan factores favorables y adversos de un sistema, se identifican las amenazas, analizan y califican los riesgos, y se emiten recomendaciones teniendo en cuenta el costo beneficio de las inversiones. Al referirnos al riesgo, debemos aceptar que el riesgo siempre está presente en cualquier actividad y no se le puede eliminar, pero si podemos minimizar, disminuyendo de esta forma la amenaza.

### **2.2.3. Generalidades**

- Objetivo

- Finalidad
- Coordinaciones
- Periodo de elaboración
- Implementación
- Mejora continua (Herrera Herrera, 2011)

#### **2.2.4. Información general**

Sobre la zona: provincia; insertar grafico de la provincia con distrito; aspecto socioeconómico. Sobre la planta, local e instalación: dirección; limites perimétricos (insertar grafico de la planta en la zona; descripción de actividades; distribución física; personal de trabajadores; turnos; vecindad; idas importantes de circulación.

#### **2.2.5. Medios y medidas de seguridad y deficiencias**

##### **2.2.5.1. Medios**

Medios de seguridad existentes: barreras humanas; barreras físicas.

- Primera barrera: muro perimétrico, torres de observación, garita de control, tranqueras, accesos al interior, puertas peatonales, portones.
- Segunda barrera: edificaciones, puertas y ventanas, cercos sobre los muros, equipos y medios de seguridad, arco detector de metales, grupo electrógeno de emergencia, sistemas de alarma, sistema contra incendios, cisternas; canillas y mangas de agua, extintores, rociadores automáticos, central de monitoreo, comunicaciones, iluminación, instalaciones eléctricas, pozo a tierra.

##### **2.2.5.2. Medidas**

Control vehicular: señalizaciones tránsito, estacionamiento, zonificación y señalización de seguridad, ventilación e iluminación natural, custodia de valores, zonas reservadas y/o estratégicas, control de acceso de personas, control de vehículos, limpieza y orden interior, tableros de llaves, fuerzas del orden, empresas

de apoyo para casos de emergencia, primeros auxilios, personal de trabajadores.  
(seguridad, 2016)

### **2.2.5.2. Deficiencias**

Aspectos de seguridad, estudios de seguridad, planes de seguridad, comités y brigadas, procedimientos normalizados, normas de seguridad.

### **2.2.6. Aspectos del personal**

- ¿cuentan con reglamento interno de trabajo?
- ¿existe cultura de seguridad en los trabajadores? - ¿se ha preparado y capacitado al personal para actuar en casos de emergencias?, ¿cuál es la fecha de la última capacitación?
- ¿se han constituido técnicamente diferentes brigadas?
- ¿existe publicación sobre relación de brigadas?
- ¿en la práctica sobre el uso de las mangas contra incendios, .se notó conocimiento?
- ¿se ha preparado adecuadamente a la telefonista para casos de terrorismo blanco?
- ¿se ha capacitado al personal de trabajadores sobre comportamiento en casos de sismos?
- ¿se han realizado simulacros para casos de emergencia?
- ¿el encargado de seguridad es un especialista en el rubro?
- ¿se ha instruido al personal de trabajadores para evitar que se cometa delitos de infidencia?
- ¿los trabajadores de los contratistas efectúan sus labores con los equipos de protección personal?
- ¿existen en los legajos del personal, informes sobre certificación o verificación de antecedentes?

### **2.2.7. Aspectos de equipamiento**

- ¿existen equipos y uniforme para la lucha contra incendios?
- ¿cuenta con equipos de emergencia?
- ¿existen equipos para rescate?
- ¿se ha realizado verificación para detectar o evitar interceptación telefónica?
- ¿los tableros de mando eléctricos necesitan protección y mantenimiento?

### **2.2.8. Antecedentes**

Establecer antecedentes sobre:

- Amenazas contra las personas: asalto y robo, agresiones (seguidas de lesiones), secuestro, extorsión, accidentes de trabajo, intoxicaciones, enfermedades profesionales.
- Amenazas contra las instalaciones y producción: robo de equipos, mercaderías y materiales diversos; hurto sistemático; sabotaje; incendios (provocados y/o fortuitos); vandalismo (ataques a las instalaciones); lluvias; inundaciones; sismos; espionaje industrial; plagas; explosiones.
- Amenazas contra las comunicaciones: interceptación, infidencia, sabotaje, espionaje.
- Amenazas contra el medio ambiente.

### **2.2.9. Recomendaciones**

Seguridad perimétrica, señalización de seguridad; comunicaciones, control y alarmas; primeros auxilios; material para emergencias; personal, contratistas y proveedores; lucha contra incendios; planes y comités; entrenamiento y capacitación del personal; instalaciones eléctricas; vigilancia; valores; responsable del lugar.

## **2.3. Estudio de seguridad y sus características**

### **2.3.1. Aspectos técnicos**

Es un documento producto del proceso metodológico del estudio de los factores propios y externos que afectan o favorecen la seguridad de una instalación, sin distinción de su dimensión, ubicación, actividad o rubro, realizado por profesionales y el concurso de especialistas afines, para definir la problemática operacional de seguridad (riesgos y vulnerabilidad) y emitir las recomendaciones pertinentes, si fuere el caso. Se utiliza el término “si fuere el caso”, ya que se detectan riesgos que requieren un estudio más exhaustivo para determinar la frecuencia, potencialidad y agresividad, así como las consecuencias que pudieran, generar los mismos, entre otras razones. Como otro concepto, el estudio de seguridad es una actividad de contrainteligencia para ayudar a las empresas a determinar las medidas de seguridad requeridas para proteger una instalación.

### **2.3.2. Finalidad**

Reconocer riesgos y vulnerabilidades con el fin de recomendar medidas para proteger al personal, materiales y equipos, información e instalaciones de las acciones de un adversario real o potencial o de la materialización de un riesgo. Un estudio de seguridad debe servir de base para la elaboración de planes y programas de seguridad.

### **2.3.3. Cuándo debe elaborarse un estudio de seguridad**

- Cuando se construye una nueva instalación.
- Cuando se produzcan modificaciones en la infraestructura.
- Cuando se produzcan cambios en la actividad que se realiza en la instalación.
- Cuando se observa o sospecha de la existencia de deficiencias en las condiciones de seguridad.

- Cuando no se conozca el historial de un estudio de seguridad, o el que existe ya no corresponde a la situación actual de riesgos.
- Cuando haya transcurrido un tiempo prudencial (por lo general al año).

#### **2.3.4. Quiénes lo elaboran**

Lo ideal es que el estudio sea elaborado por un equipo de profesionales en seguridad de distintas disciplinas, calificados en protección de incendios, seguridad electrónica, seguridad de la información, seguridad industrial, ingeniería industrial, etc. Además, debe solicitarse el concurso de especialistas en otras materias, tales como electricistas, con la finalidad de descartar la posibilidad de riesgos o determinar la potencialidad de los mismos. Sin embargo, no siempre es posible formar un equipo de tales características, sobre todo en empresas pequeñas. En tales circunstancias, puede ser realizado por un equipo más pequeño o un especialista en seguridad, pero siempre cuidando de contar con el apoyo de profesionales o especialistas en otras materias.

#### **2.3.5. Pasos previos**

Antes de llevarse a cabo el estudio de seguridad, deben tenerse en cuenta los siguientes factores:

- Que exista la aceptación del administrador o propietario.
- Designar personal exclusivo para hacer este trabajo. Además, debe recogerse información previa sobre misión de la instalación, las personas que trabajan en ella, informarse sobre estudios anteriores, determinar las áreas y personas que rodean la instalación; conocer su ubicación y planos y poner especial cuidado en las deficiencias de seguridad.



### **2.3.6. Normativas a tener en cuenta**

Existen diversas normas técnicas y obligaciones legales que los propietarios, directivos, gerentes y/o administradores de las empresas deben tener en cuenta cuando se diseña una instalación, sea cual sea el fin para la cual estará destinada.

Pero no siempre se empieza de cero, es decir que muchas veces las empresas funcionan sobre locales alquilados o comprados, ya construidos.

Esto exime de la responsabilidad de adecuarlo a los dispositivos legales que existen en torno a la seguridad de las instalaciones, a la salud e integridad de las personas y a la protección del medio ambiente. Cada país tiene su propio conjunto de dispositivos legales y cada realizador del estudio de seguridad deberá conocer al detalle las normas técnicas y dispositivos legales que existen en su país, para fundamentar los riesgos sobre base legal así como las respectivas recomendaciones.

Hay algunas, sin embargo, que son comunes:

- Normas que sobre la materia ha dictado la organización internacional del trabajo (OIT).
- Reglamento de seguridad industrial
- Reglamento de servicios de seguridad privada
- Ley y reglamento sobre posesión, tenencia y uso de armas de fuego de uso civil.
- Ley general de seguridad y salud en el trabajo.
- NB ISO 45001 Seguridad y salud ocupacional (ISO 45001, 2018) .

### **2.3.7. Aspectos a considerar**

Deben analizarse las cuatro líneas o barreras de seguridad o protección:

- Seguridad externa o adyacente. • seguridad perimetral o de control de accesos.

- Seguridad interna o de edificación interna.
- Seguridad de áreas estratégicas y/o recursos críticos.

Además, debe ponerse especial énfasis en lo siguiente:

- Sistema de vigilancia.
- Estructura física.
- Sistema de control de acceso.
- Sistema de alumbrado.
- Investigación de personas cercanas.
- Situación político-social y laboral.

### **2.3.8. Técnicas para la elaboración**

Para realizar el trabajo de campo o la búsqueda de información en las instalaciones, se puede optar por los siguientes métodos:

- De abajo hacia arriba (del sótano hacia la azotea) o viceversa para el caso de edificios. Debe tenerse en cuenta que cada piso es una realidad diferente, ya que mientras uno puede contener al departamento de sistemas otro puede contener el departamento de recursos humanos, otro puede incorporar la gerencia general, etc.
- Ejemplos que pueden perjudicar: bares de mala reputación, zonas de expendio y consumo de drogas, burdeles, zonas donde se cometen atracos, etc.

En cuanto al acceso a la instalación (seguridad perimetral), de manera muy general nos fijaremos en todos aquellos medios instalados que disuaden, impiden, dificultan o contribuyen a monitorear el acceso no autorizado: puertas, casetas, tranqueras, muros, cercas, iluminación, señalización, medios electrónicos, servicio de vigilancia, personal policial, etc., así como todas aquellas medidas establecidas para controlar el ingreso y salida de personas, vehículos, mercaderías y otros artículos normas (seguridad interna, procedimientos, formatos, registros, pases, etc.).

- En lo referente a las edificaciones (seguridad interna) observaremos el estado de puertas, ventanas, cerraduras, el procedimiento de control en los ambientes

internos, sistemas contra incendios, sistemas de alarmas, sistemas de control de accesos a áreas restringidas, comportamiento del personal (en cuan-dientes de trabajo), procesos administrativos y/o operativos, etc.

### **2.3.9. Coordinación en la ejecución**

Para realizar un estudio de seguridad deben coordinarse las necesidades con la principal autoridad del local o el funcionario que este designe para que autorice el acceso a las instalaciones del equipo o de la persona y colaboradores que formularan el estudio, y disponga también las facilidades del caso para el desarrollo del trabajo.

### **2.3.10. Qué debe obtenerse cuando se realiza un trabajo de campo**

Entre otras variables, debe solicitarse la siguiente documentación: plano de la instalación; planos de redes de agua, eléctricos, sanitario y estructural; estudio de seguridad, emergencias, contra incendios, etc.; plan de instrucción y programa de seguridad. Además, para realizar el trabajo de campo, debe obtenerse la siguiente información: estadísticas sobre siniestros ocurridos (incendios, derrames de sustancias peligrosas, sismos, accidentes de trabajo, robos, asaltos, hurtos sistemáticos, etc.); otras informaciones ya planeadas y formuladas (debe elaborarse un listado de preguntas y necesidad de información).

## **2.4. Las empresas**

Por cuestiones económicas, los mayores usuarios de la Seguridad Privada son las Empresas que se conceptúan como un “Sistema Integrado por un conjunto de recursos, organizados y administrados, para producir bienes y servicios que respondan a las necesidades de un mercado, y obtener en el proceso un beneficio que retribuya el esfuerzo y le permita desarrollarse”.

### **2.4.1. Objetivos críticos**

Se refiere a los objetivos más importantes, a aquellos que condicionan la supervivencia de un sistema (organización, empresa).

- Obtención de beneficios (utilidad, resultado, cumplimiento de las metas).
- Permanencia en el mercado a través del tiempo (esto le permitirá la posibilidad de desarrollarse).
- Responsabilidad Social (cumplir un rol que satisfaga moral, física y legalmente las necesidades del mercado).

### **2.4.2. Clases de recursos**

Los recursos son todos los elementos componentes de una organización, sistema o empresa. Pueden ser:

- Recursos humanos o potencial humano: el Personal de trabajadores (es el recurso más importante y valioso de la empresa).
- Recursos materiales o bienes: todo tipo de bienes. Mobiliario, equipos, locales, vehículos, etc.
- Recursos financieros, económicos o valores: El capital invertido, bonos, valores, etc.
- El medio ambiente o la naturaleza: la tierra, el mar, el clima, etc.

## **2.5. Los riesgos**

No es posible eliminarlos, ya que son inherentes a la actividad misma. Por lo tanto, siempre van a estar presentes. La única forma de eliminar los riesgos sería eliminar la actividad a la cual están asociadas y esto significaría el fin de la empresa.

### **2.5.1 Origen**

- Naturales: provienen de la naturaleza (sismos, huracanes, lluvias, etc.)

- Tecnológicos: producto del quehacer del hombre en forma fortuita (casual, accidental). Por ejemplo, un incendio accidental, una vivienda mal estructurada, etc.
- Sociales: producidos por el hombre en forma intencional. Por ejemplo, atentados, terrorismo, robos, secuestros, drogadicción, etc. Hay diversas clasificaciones. La que enumeraremos está referida al bien que afecta el mismo:

### **2.5.2. Clasificación**

- Hay diversas clasificaciones. La que enumeraremos está referida al bien que afecta el mismo:

#### **2.5.2.1. *Contra las personas***

- Asalto y robo.
- Agresiones (seguida de lesiones).
- Secuestro.
- Extorsión.
- Accidentes de trabajo.
- Intoxicaciones.
- Enfermedades profesionales y otras.

#### **2.5.2.2. *Contra las instalaciones y la producción***

- Robo de equipos, mercaderías y materiales diversos.
- Hurto sistemático.
- Sabotaje.
- Incendios (provocados o fortuitos).
- Vandalismo (ataques a las instalaciones).
- Lluvias.
- Inundaciones.
- Sismos.

- Plagas.
- Explosiones y otros.

### **2.5.2.3. Contra la información y el equipo de comunicación**

- Interceptación.
- Infidencia.
- Sabotaje.
- Espionaje industrial.
- Perdida de información.
- Otros.

### **2.5.2.4. Contra el medio ambiente**

Contaminación atmosférica y otros.

### **2.5.3. Tipos**

- Riesgo puro: es aquel que solamente da como resultado controlarlo o perder. Es el clásico riesgo de seguridad (incendios, robos, asaltos, etc.)
- Riesgo especulativo: es aquel que nos da la opción de ganar o perder. Es el clásico riesgo de los negocios (de ahí proviene la famosa frase “el que no arriesga no gana”). (ISO 45001, 2018) .

### **2.5.4. Variables**

- Frecuencia: probabilidad de que ocurra el hecho. Es cuantas veces se puede presentar.
- Intensidad (gravedad, severidad): que tan grave puede ser si se traduce en siniestro.

### **2.5.5. Escenarios**

Es el lugar específico dentro de una instalación o fuera de esta, donde se ubica el riesgo, peligro o amenaza.

### **2.5.6. Gestión de riesgos**

La nueva concepción de la seguridad no considera al riesgo como algo malo por naturaleza, sino que, por el contrario, se lo considera como una oportunidad sin la cual no es posible buscar y lograr el desarrollo. Es necesario gestionar los riesgos, es decir, manejar de manera adecuada los recursos para lograr un fin, como minimizar o reducir el riesgo y por ese motivo es que existen riesgos bien manejados (seguros) y otros mal manejados (inseguros).

Ahora bien, ¿de quién es la responsabilidad de gestionar los riesgos? Sin dudas, esta recae en la gerencia de las empresas, que debe desarrollar una gestión adecuada de los riesgos, buscando con ello contribuir al logro de los objetivos críticos del negocio, teniendo en cuenta siempre el costo/ beneficio de tal operación. (ISO 45001, 2018) .

### **2.5.7. Acciones sobre el riesgo**

Control: es el conjunto de medidas para neutralizar la acción del riesgo, es decir, se maneja adecuadamente el riesgo y sus consecuencias son conocidas y aceptadas.

Reducción (minimización): se administra el riesgo hasta lograr reducir su potencialidad y gravedad, de tal manera que, si se produce un siniestro, los efectos no van a ser significativos. Lo ideal en la reducción es la minimización, es decir, contraerlo a su mínima potencialidad.

Evasión: el “recurso expuesto” elude la amenaza temporalmente, pero esta permanecerá siempre latente.

### 2.5.8. Niveles de aceptabilidad del riesgo

**Aceptable:** si el resultado de un siniestro es intrascendente o insignificante para el sistema.

**Tolerable:** si el resultado de un siniestro afecta moderadamente al sistema.

**Inaceptable:** si el resultado de un siniestro compromete gravemente al sistema.

**Inadmisible:** si el resultado de un siniestro puede permitir la desaparición parcial o total del sistema.

### 2.5.9. Estrategias para afrontar riesgos

**Asumir/aceptar:** se permiten que las condiciones continúen como están y se acepta la responsabilidad de asumir las consecuencias si es que la amenaza, riesgo o peligro se traduce en siniestro.

**Transferir/trasladar:** se traslada el riesgo a otra persona natural o jurídica. Por ejemplo, las pólizas de seguros, en las cuales se asegura la reposición de un recurso si es que este sufre daño o lesión determinada.

**Proteger/mitigar:** se implementan medios de seguridad para afrontar amenazas, riesgos o peligros, como por ejemplo cercos eléctricos, personal de vigilancia, equipo de protección personal, armas o sistemas contra incendios, entre otras medidas.

**Prevenir/anticipar:** se adoptan medidas de seguridad para afrontar las amenazas, riesgos y peligros. Entre ellas, la capacitación del personal, charlas de motivación y concientización sobre seguridad, simulacros de evaluación, adiestramiento, etc.

## 2.6. Concepto de análisis de riesgos

Habiendo ya identificado y clasificados los riesgos, pasamos a realizar el análisis de los mismos, es decir, se estudian la posibilidad y las consecuencias de cada factor de riesgo con el fin de establecer el nivel de riesgo de nuestro proyecto.



El análisis de los riesgos determinará cuáles son los factores de riesgo que potencialmente tendrían un mayor efecto sobre nuestro proyecto y, por lo tanto, deben ser gestionados por el emprendedor con especial atención.

### **2.6.1. Métodos de análisis de riesgos**

Existen tres tipologías de métodos utilizados para determinar el nivel de riesgos de nuestro negocio. Los métodos pueden ser: Métodos Cualitativos – Métodos Cuantitativos – Métodos Semicuantitativos.

#### **2.6.1.1. Métodos cuantitativos**

Es el método de análisis de riesgos más utilizado en la toma de decisiones en proyectos empresariales, los emprendedores se apoyan en su juicio, experiencia e intuición para la toma de decisiones.

Se pueden utilizar cuando el nivel de riesgo sea bajo y no justifica el tiempo y los recursos necesarios para hacer un análisis completo.

O bien porque los datos numéricos son inadecuados para un análisis más cuantitativo que sirva de base para un análisis posterior y más detallado del riesgo global del emprendedor.

Los métodos cualitativos incluyen:

#### **Brainstorming**

Cuestionario y entrevistas estructuradas

Evaluación para grupos multidisciplinares

Juicio de especialistas y expertos (Técnica Delphi)

#### **2.6.1.2. Métodos semi-cualitativos**

Se utilizan clasificaciones de palabra como alto, medio o bajo, o descripciones más detalladas de la probabilidad y la consecuencia.

Estas clasificaciones se demuestran en relación con una escala apropiada para calcular el nivel de riesgo. Se debe poner atención en la escala utilizada a fin de evitar malos entendidos o malas interpretaciones de los resultados del cálculo.

### **2.6.1.3. Métodos cuantitativos**

Se consideran métodos cuantitativos a aquellos que permiten asignar valores de ocurrencia a los diferentes riesgos identificados, es decir, calcular el nivel de riesgo del proyecto.

Los métodos cuantitativos incluyen:

- Análisis de probabilidad
- Análisis de consecuencias
- Simulación computacional.

El desarrollo de dichas medidas puede ser realizado mediante diferentes mecanismos, entre los cuales destacamos el Método Montecarlo, el cual se caracteriza por:

- Amplia visión para mostrar múltiples posibles escenarios
- Sencillez para llevarlo a la práctica.
- Computarizable para la realización de simulaciones (ISO 45001, 2018) .

## **2.7. Identificación de riesgos**

La ejecución de proyectos como toda actividad está inmersa en un contexto de posibles problemas o posibilidades de daño futuro que puedan afectar a su continuidad, a estos eventos los hemos denominado Riesgos. Se ha identificado áreas en las que existen mayores eventos que pueden influir en el curso de la implementación del Sistema Virtual en 33 Poblaciones, las mismas que son:

Temas Administrativos

Provisión de Terrenos

Insumos y proveedores

Gestión del componente socio-ambiental

Coordinación con otros actores

Sobre los cuales se considera el o los riesgos específicos que implican, las causas que los originan, cuales son las consecuencias que podrían ocasionar en la implementación del proyecto, la gravedad de estas consecuencias y la probabilidad de ocurrencia de las mismas que puedan incidir en la continuidad del proyecto.

## 2.8. Tipos de riesgos asociados con el GNL

- **Incendio:** Cuando se libera el GNL en la presencia de una fuente de ignición, el resultado es un incendio de evaporación continua de GNL dentro del área de confinamiento.
- **Explosión:** Puede ocurrir una explosión cuando una sustancia cambia de estado químico rápidamente, es decir, cuando prenda fuego o cuando en su estado presurizado haya derrames que no se puedan controlar, y para que ocurra un derrame incontrolable debe existir una falla estructural, por ejemplo, una perforación en el contenedor o una rotura dentro del contenedor.
- **Nube de vapor:** Al dejar el contenedor de temperatura controlada, el GNL comienza a calentarse y regresa a su estado gaseoso. Inicialmente el gas es más frío y más pesado que el aire que lo rodea, y esto crea una neblina o nube de vapor sobre el líquido liberado. Conforme se calienta el gas, se mezcla con el aire y comienza a dispersarse. La nube de vapor prenderá fuego únicamente si se encuentra con una fuente de ignición mientras guarda su concentración dentro del rango de inflamabilidad.
- **Líquido congelante:** De llegar a liberarse el GNL, el contacto humano directo con el líquido criogénico congelaría el punto de contacto.
- **“Rollover”:** Cuando múltiples suministros de diferentes densidades de GNL se cargan a un tanque, inicialmente no se mezclan, por lo contrario, se

acomodan en capas o estratos inestables dentro del tanque. Después de un tiempo estos estratos podrían cambiar de posición espontáneamente para tratar de estabilizar el líquido en el tanque. (ISO 45001, 2018) .

Cuando la capa inferior de GNL se calienta como consecuencia del calentamiento normal cambia de densidad hasta hacerse más liviana que la primera capa. En ese momento ocurre el fenómeno de “rollover”. El volumen del líquido y la regasificación repentina de GNL podrían ser tan grandes como para no poder liberarse a través de las válvulas de escape de un tanque normal. El exceso de presión podría resultar en roturas u otras fallas estructurales del tanque.

- **Fase de transición acelerada (RPT):** Debido a que es menos denso que el agua, al ser liberado sobre el agua, el GNL flota y se vaporiza. Si se liberan grandes volúmenes de GNL sobre el agua podría vaporizarse muy rápidamente, causando así una fase de transición acelerada. La temperatura del agua y la presencia de una sustancia que no sea el metano también podrían causar un posible RPT (rapid phase transition), mismo que ocurre únicamente cuando se mezcla el GNL con el agua.

## CAPITULO III

### PLAN DE CONTINGENCIA Y EVALUACIÓN DE RIESGOS PARA LOS TRABAJOS DE OBRAS CIVILES Y MECÁNICAS DE LA ESTACIÓN DE REGASIFICACIÓN DE LA LOCALIDAD DE BATALLAS

#### 3.1. Selección de población

Las poblaciones que sean escogidas como acreedoras del servicio de gas natural por medio de estaciones de gas virtual deben cumplir requisitos como:

- Contar con más de 500 viviendas.
- Encontrarse a más de 30 Km de del gasoducto más cercano.
- Encontrarse en una zona no inundable.
- Encontrarse en un lugar estratégico (carretera principal en que se requiera servicio de GNV, frontera).
- Contar con vías de acceso que sean transitables todo el año.
- Contar con servicios básicos de agua potable y alcantarillado.
- El coste por suministro de gas natural desde una estación modular de regasificación es mejor que el que se realizaría desde un gasoducto, una red primaria de la población más cercana, provisión por gas natural comprimido.
- Ser parte de selección preliminar de poblaciones.

#### 3.2. Micro localización

Cuando se ha determinado la población se debe analizar lo siguiente:

- Analizar las Normas de Construcción de ESR y ESD.
- Realizar un Análisis Micro para verificar su determinación responde regional y localmente a los lineamientos para estaciones de gas virtual.

Lo que se contempla en un análisis de este tipo es:

- La capacidad de almacenamiento para la determinación de la superficie del terreno. (160m<sup>3</sup> para la ESR de Batallas).

- Tipo de suministro (ESR o ESD), Tomando en cuenta la construcción de una Estación de Servicio de GNV y Líquidos adyacente.
- Normas para la determinación de distancias de seguridad.
- Funcionalidad del terreno con respecto al proyecto
- Ubicación del terreno con respecto a carreteras, Vías primarias y/o Secundarias u otro tipo de vía.
- Distancia del terreno a la población y/o su ubicación en la Mancha Urbana.
- Saneado Legalmente con correcta Ubicación y Delimitación de Linderos respecto a Colindancias y Dotación de Servicios.
- Topografía del terreno.
- Trabajos necesarios por parte del GAM de la localidad, para su habilitación y uso inmediato del terreno y obras aledañas complementarias para su implementación.

### **3.3. Construcción segura de una ESR**

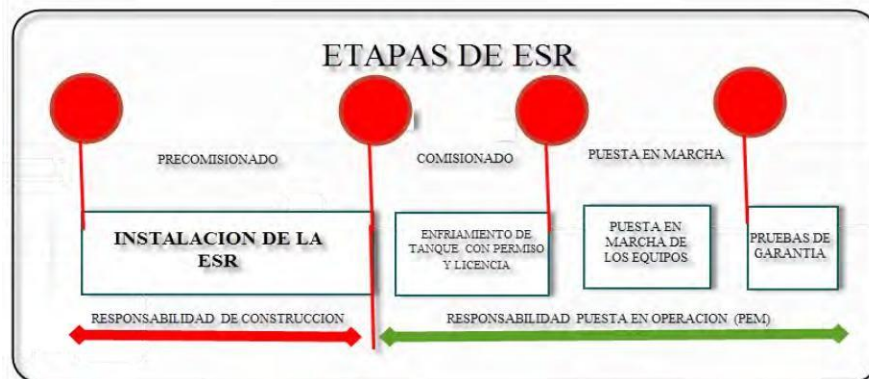
#### **OBRAS CIVILES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE ESR**

Los Trabajos que se realizan son los siguientes:

- Estudio Geotécnico y Levantamiento Topográfico
- Movilización y desmovilización
- Instalación de Faenas
- Replanteo
- Movimiento de Suelos
- Fundaciones y Plateas
- Cubeto
- Losa del Cubeto
- Muro del Cubeto
- Tuberías de Conducción
- Pavimentos Peatonales
- Pavimentos Vehiculares

- Cámaras
- Caseta de Control
- Data Book y planos As Built
- Instalación Eléctrica en ESR

**Figura 3.1 Etapas del ESR**



Fuente: <https://www.hidrocarburos.gob.bo/estaci-de-regasificaci3n>

Basándonos en lo que se denomina Salud, seguridad, y Medio Ambiente en un trabajo de obra de civil y mecánica en el departamento de La Paz podemos afirmar que deben presentarse a la empresa estatal los siguientes documentos como producto de un estudio de seguridad: Plan de Contingencias, Plan de Seguridad Ocupacional e Higiene Laboral, Plan de Medio Ambiente, Plan de Restauración de Áreas Intervenidas, Procedimiento de Seguridad Radiológica, Levantamiento de Preventivas Ambientales, Plan de inspecciones, Gestión de Residuos Sólidos, Plan de Capacitaciones, Plan de Control de Alcoholemia, Análisis de Riesgo de Tareas y Permisos de Trabajo.

### **3.3.1. Plan de contingencias**

#### **3.3.1.1. Generalidades y propósito**

Las consecuencias de las catástrofes hacen imprescindible enfatizar las medidas de prevención y protección contra emergencias, dentro de la cual hay que formar brigadas de emergencias entrenadas, las que juegan un rol fundamental, al

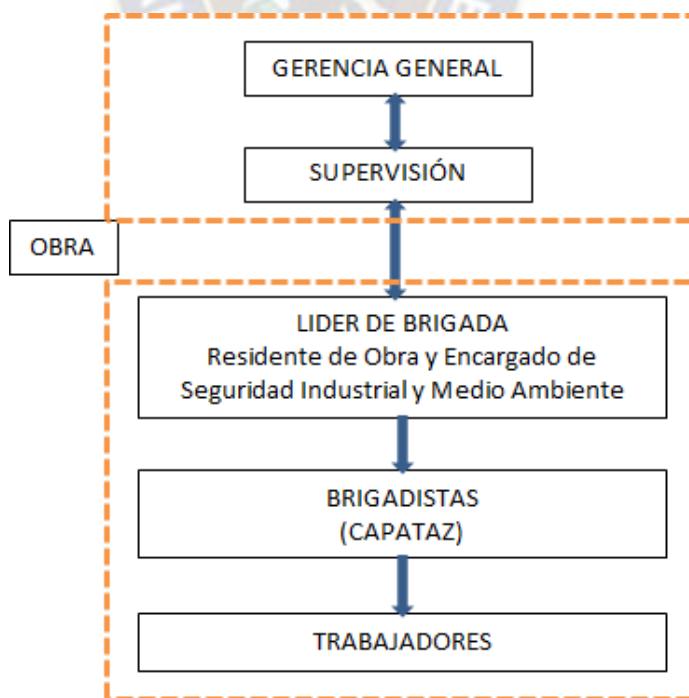
establecer, una primera línea de acción que permita controlar los efectos de las emergencias, mientras llega el servicio de emergencia especializado. Asimismo el propósito de un plan de contingencias es el de establecer un plan organizado que permita a los trabajadores y el personal de la obra responder rápida y efectivamente ante las emergencias, encaminando los esfuerzos a controlar los efectos y daños causados por el hombre o por desastres naturales o provocados, preparar medidas necesarias para salvar vidas y evitar daños, responder durante y después de las emergencias, y establecer un sistema que permita la recuperación de la normalidad en un tiempo razonable.

### **3.3.1.2. Estructura y responsabilidades**

#### **3.3.1.2.1. Estructura**

Como estructura se cuenta con el equipo para responder a cualquier incidente o emergencia que se presente en las instalaciones.

**Figura 3.2. Estructura organizacional SySO**



Fuente: <https://www.hidrocarburos.gob.bo/estaci-de-regasificación>



### **3.3.1.2.2. Responsabilidades**

Hablando de las responsabilidades de cada ente de la estructura mencionada en el cuadro, podemos realizar las siguientes como las que se encuentran a priori:

#### **Gerencia general**

- Gestiona la actualización de los planes en caso de que se hayan realizado cambios de localizaciones, cambios en la infraestructura del área de la obra y/o cambios en los miembros de la brigada si realmente es necesario.
- Gestiona la capacitación de los brigadistas y trabajadores relacionados con los temas de seguridad, salud ocupacional y situaciones de emergencia.
- En caso de secuestro o toma de los campamentos y áreas de la obra, gestiona los recursos para dirigirse a la obra de manera inmediata, y así coordinar ante la autoridad respectiva la denuncia y rescate.

#### **Encargado de seguridad industrial y medio ambiente**

- Gestiona la disponibilidad de chicharras y/o alarmas de emergencia dentro de la obra, los mismos son instalados para la activación de alertas.
- Preparan fechas y recursos, para organizar y ejecutar el cronograma de simulacros y capacitaciones a trabajadores de la obra.
- Actualiza trimestralmente la lista de brigadistas, llenando la lista del plan de contingencias.
- Designa a los nuevos brigadistas y explica cuáles son sus funciones, hasta que la capacitación esté realizada.
- Si hay un nuevo líder de brigada o brigadista, gestiona su capacitación. (uso de extintores, primeros auxilios, evacuación y terremoto)

#### **Líder de brigada**

- A cada trabajador nuevo a la obra, le da una breve explicación sobre el plan de contingencias del lugar, enfatizando sus roles como trabajador según la emergencia.

- Mensualmente, revisa que los siguientes documentos estén en su respectivo lugar y debidamente actualizados.
  - Plan de contingencias.
  - Manual de primeros auxilios.
  - Hojas de seguridad.
  - Lista de números de emergencia.
- Informa a la supervisión, la disposición de los documentos descritos en el anterior párrafo, en el caso de faltar uno de estos, se solicita una copia.

### **Brigadista**

- Semanalmente, verifica que los siguientes elementos estén en su respectivo lugar, completos y funcionales:
  - Botiquín de primeros auxilios.
  - Sistema de alerta.
  - Equipos de combate contra incendios.
- Verifica que las vías y salidas de emergencia estén despejadas y visibles.

### **Trabajadores**

- Si identifica la falta de uno o varios de los elementos del plan de contingencias, tiene el derecho de informar de dicha falta y solicitar su reposición al encargado de seguridad y medio ambiente.

#### **3.3.1.3. Cadena de comunicación**

Dentro de la obra es necesario seguir la siguiente cadena de comunicación para informar de situaciones que se puedan presentar.

Tabla 3.1 Cadena de comunicación

Suceso	1er nivel de comunicación		2do nivel de comunicación	
	Cargo	Comunica a:	Comunica a:	Cargo:
Incendio-explosión	Residente de obra	Encargado de seguridad industrial y supervisión	Supervisor	Gerente del proyecto
Accidentes-evacuación médica				
Sismos y terremotos				
Convulsión social-toma de campamento y obra				

Fuente: Elaboración propia

#### **3.3.1.4. Equipos de combate contra incendio**

La obra tendrá a disposición extintores de polvo químico seco para incendios a, b y/o c cuya distribución y disposición se encuentren la figura 1

#### **3.3.1.5. Protocolo de alerta**

Cualquier persona que se encuentre dentro de la obra, repite y pasa la voz en tono alto, claro y diciendo: *“tenemos un... (incendio-accidente-secuestro-terremoto) ... por favor salir de la obra, con cuidado, pero rápidamente”*.

#### **3.3.1.6. Plan de evacuación**

En caso de ser necesaria la evacuación de la obra por incendio, desastre natural, accidente, realice lo siguiente:

- Desconecte los equipos electrónicos a su cargo (si es posible).
- No pierda el tiempo recogiendo objetos personales.
- No corra en ningún momento, evacúe el lugar con cuidado, pero rápidamente y sin gritar.
- Camine hacia la salida más cercana, la cual se encuentra señalizada.

- Una vez fuera del lugar, dirijase hacia el punto de encuentro asignado.
- En el punto de reunión repórtese al líder de brigada o brigadista.

### **3.3.1.7. Plano de evacuación y punto de encuentro**

En la figura a continuación se puede observar cuáles son claramente las vías de acceso al punto de encuentro en caso de accidentes que comprometan a toda la instalación.

**Figura 3.3 Plano de evacuación, punto de encuentro y ubicación de extintores**



Fuente: YPFB Corporación, 2018

### **3.3.1.8. Procedimiento de evacuación y punto de encuentro**

#### **3.3.1.8.1. Incendios y/o explosiones**

##### **Persona que identifique un incendio:**

- Identifica el lugar y características del incendio.

- Pide auxilio a sus compañeros y desconecta el equipo donde está el incendio.
- Si es posible, aplica el extintor para apagar el incendio.
- Si el fuego es muy grande (del tamaño de una mesa para seis personas y no se pudo contener con el uso del extintor) evacua el lugar.

***Personas en general:***

- Una vez que reciban la comunicación del incendio de alguno de sus compañeros, avisan inmediatamente el suceso al brigadista más cercano y el lugar del incendio.
- Se alejan del lugar del incendio.
- Al recibir el aviso de evacuación, se dirigen hacia el punto de encuentro.

***Brigadistas de emergencia:***

Líder de brigada

- Una vez recibida la comunicación, se dirige al lugar del incendio para evaluar la situación.
- Apoya a la extinción del incendio utilizando un extintor cercano al lugar.
- Si el fuego es muy grande y/o no se puede controlar decide la evacuación del lugar.
- Activa la chicharra y el sistema de alerta y da la orden de evacuación del lugar.
- Pide auxilio a bomberos 119, radio patrulla 110, y sigue la cadena indicada en el punto 3.3.1.4.
- Realiza el conteo de las personas que se encuentren en el punto de encuentro según conocimiento de las personas que se presentaron a trabajar en el día.

Brigadista

- Apoyan la extinción del incendio utilizando otros extintores cercanos.
- Desconectan la energía eléctrica del panel principal.
- Cierran válvulas de agua potable si es necesario.
- Cierran válvulas de gas licuado de petróleo, gas natural si corresponde.

Concluido el incendio, los brigadistas apoyan en:

- La clasificación de los residuos peligrosos, clasificándolos como peligrosos.
- La investigación del accidente que es necesario realizarlo para tomar acciones correctivas y evitar que este incidente ocurra de nuevo.

### **3.3.1.8.2. Accidentes y/o evacuación médica**

#### ***Persona que identifique un accidente***

- Identifica el lugar y características del accidente.
- Si la víctima sigue en situación de riesgo inminente, le da auxilio. Caso contrario lo tranquiliza y le dice que no se mueva y que ya viene ayuda.
- Pide auxilio a sus compañeros.

#### ***Personas en general***

- Una vez que reciban la comunicación de accidente de alguno de sus compañeros, avisan inmediatamente el suceso al brigadista más cercano, indicando el lugar donde ocurrió el accidente.
- Si el accidentado esta inconsciente o con posible fractura de espalda, no lo mueven.
- Si el accidente es menor, llevan a la víctima al hospital o posta sanitaria más cercana a la obra.

#### ***Brigadistas de emergencia***

Líder de brigada

- Una vez recibida la comunicación, se dirige hacia el accidentado (a)
- Atiende a la víctima conforme al manual de primeros auxilios, el cual se encuentra adjunto al presente plan de contingencias.
- Si el accidentado requiere atención médica, solicita al brigadista 1 ejecute el protocolo de llamadas.
- Recoge el botiquín y lo utiliza para brindar atención a la persona accidentada.

## Brigadista 1

- Para ejecutar el protocolo de llamadas, según teléfonos de emergencia llama por teléfono al servicio de salud correspondiente (indicando: número de personas accidentadas, tipo accidente, y dirección exacta), no corta la comunicación, hasta que haya dado los datos que le soliciten y/o hasta que la persona que le atendió del servicio de salud cuelgue.
- Avisa a los familiares de la persona accidentada.
- Se dirige a la salida más cercana para despejar la evacuación y esperar la llegada de ambulancia o radio patrulla.
- Prepara a la víctima si se requiere evacuación externa.
- Concluida la emergencia, los brigadistas apoyan en la disposición de los residuos, clasificándolos como peligrosos.

### **3.3.1.8.3. Sismos y terremotos**

#### ***Personas en general***

- Advierte a sus compañeros sobre el sismo y apague el equipo que está utilizando si es posible.
- Si el sismo continúa e intensifica, se acuesta y se pone en posición fetal.
- Identifica posibles daños materiales y personales.
- En caso de existir visitas ayuda a su evacuación, siguiendo las rutas de emergencia, dirigiéndose al punto de encuentro más cercano, posteriormente evacua el lugar.
- Si queda atrapado entre estructuras y escombros siga las siguientes recomendaciones:
  - Mantenga la calma y ahorre sus energías.
  - Es probable que el espacio en el que quede confinado esté oscuro y con polvo: trate de cubrir su boca y nariz con cualquier tipo de tela y reconozca con el tacto lo que lo rodea.
  - Lance una señal sonora periódicamente con su voz o golpeando rítmicamente (con un objeto) los escombros que lo cubren.

### **Líder de brigada**

- Una vez concluido el sismo y las réplicas, define si avisa una evacuación.
- Recoge la lista del personal asistente al día de trabajo para controlar presencia en el punto de trabajo.
- Realiza el conteo de personas asistentes en el punto de encuentro asignado a la obra.

### **Brigadista**

- Si recibe el aviso de evacuación, activa la chicharra o alarma de evacuación.
- Pide auxilio a bomberos 119, radio patrulla 110 y/o a los números de emergencia indicados en la tabla siguiente.
- Apoya el proceso de evacuación de los trabajadores al punto de encuentro.
- Desconecta la energía eléctrica del panel principal si es posible.
- Cierran válvulas de gas licuado de petróleo, gas natural si corresponde.

**Tabla 3.2 Números de emergencia**

El alto	
Código de teléfono:	010 306-xxxxxxx
Bomberos	119-2823119-800140257
Radio patrulla	110-2860110-800140245
Sar Bolivia fuego	112
Ham emergencias	114
Búsqueda y salvataje	128
Red de ambulancias	120
Cruz roja boliviana	222-7818-220-4121
Sar Illimani – FAB	284-4040
Policía caminera	2211214
Tránsito la paz	2371230
Tránsito el alto	2840202

#### Centros médicos cercanos

Dr. Abdel Dávila García (coordinador técnico de la red rural de salud 5, pucarani)  
Cel: 74919134

**Fuente: Policía boliviana, 2018**



### 3.3.2. Plan de seguridad ocupacional e higiene laboral

#### 3.3.2.1. Política

Establecer lineamientos de seguridad, salud ocupacional y medio ambiente, para poder controlar los riesgos e impactos ambientales asociados a las actividades a desarrollarse en las obras de instalación de la estación modular de regasificación, salvaguardando la seguridad de los trabajadores, personas externas, equipos, infraestructura que intervienen en el proyecto y medio ambiente de la obra.

#### 3.3.2.2. Metas

Aplica a todas las situaciones que conlleven un riesgo o impacto vinculados a seguridad, salud ocupacional y medio ambiente: emergencias, incidentes de trabajo, trabajos de riesgo mayor, incidentes ambientales y todo lo referido a la gestión de seguridad, salud ocupacional y medio ambiente durante la ejecución del proyecto.

#### 3.3.2.3. Descripción de las actividades de construcción

Tabla 3.3 Actividades de construcción de ESR

Tipo de actividad	Construcción de estación de regasificación
<b>Estudio geotécnico y levantamiento topográfico</b>	: el estudio geotécnico se realiza para saber si el terreno seleccionado es el idóneo para la construcción de la ESR. Se refiere a las perforaciones someras (6 m) que se deben hacer al suelo previamente localizado para obtener muestras y así determinar sus propiedades en laboratorio.  El levantamiento topográfico es para determinar cotas y coordenadas de los vértices.
<b>Movilización y desmovilización:</b>	consiste en el movimiento de personal, maquinaria pesada, herramientas medias y necesarias para el desarrollo

	de la actividad además de herramientas menores.
<b>Instalación de faenas:</b>	es la implementación de ambientes cómodos y funcionales en el interior del terreno, pero ubicados fuera del sector donde se realizarán las obras civiles.
<b>Replanteo:</b>	Es contemplar el replanteo de los vértices y de los límites del terreno, mismo que debe ser realizado por un topógrafo, con una estación total y en coordinación con todos los involucrados, Y.P.F.B., empresa constructora, supervisora, personeros del G.A.M. de la población y vecinos
<b>Movimiento de suelos:</b>	Se refiere al desbroce del área de construcción, limpieza y compactado de los materiales orgánicos de 0,40m para la construcción de la plataforma con relleno de material a4 a una altura de 0,80m con material de algún banco de préstamo cercano al terreno. Asimismo, la construcción de alcantarillas en los canales que crucen al camino de acceso a al terreno.
<b>Fundaciones y plateas:</b>	se trata desde las vigas de arriostre, la fundación y pedestales de H°A°, para soporte de los tanques de almacenaje de gnl 80m3, además de las plataformas de H°A° para los equipos mecánicos.
<b>cubeto:</b>	la losa del cubeto consiste en una losa armada con malla electro soldada en toda el área interior 0del cubeto donde no se encuentran las plateas y las bases de los tanques de almacenaje, que se encuentra en un nivel más bajo que el nivel de las plateas muro del cubeto.
<b>Tuberías de conducción:</b>	este ítem se refiere a la construcción del muro de borde que rodea a los tanques y a los equipos principales de la ESR. Desde los bordes de la losa se levantan las armaduras tipo espiga

	<p>para la construcción de los muros de bloques de cemento de 20 x 20 x 40 cm. Se instalará sobre el muro tubería de acero galvanizado de 4" como soporte de la malla de alambre amarrado tipo olímpico, además complementando a este cercado se realiza dos escaleras de H°A° en lados opuestos del cubeto, con sus respectivas puertas que sirven de ingreso y salida al cubeto en la parte superior del muro de bloques de cemento.</p>
<p><b>Pavimentos peatonales:</b></p>	<p>están localizados en el sector de descarga del GNL y en el sector de las escaleras de ingreso al cubeto, son de H°A°25 con una malla de fierro electro soldada en la parte superior del vaciado, sobre la plataforma preparada para la construcción.</p>
<p><b>Pavimentos vehiculares:</b></p>	<p>sirven para la circulación de los tracto camiones y cisternas desde el ingreso al terreno y considerando las maniobras necesarias para estacionarse de frente a la salida y finalmente ubicarse para la descarga de GNL. Dicha plataforma tendrá un acabado a4 sirve como base para el vaciado de hormigón h30 con fierro corrugado de alta resistencia.</p>
<p><b>Cámaras:</b></p>	<p>las cámaras son empleadas para realizar las interconexiones del cableado y las tuberías de servicios mediante 2, 4 y 12 ductos conductores de distintos diámetros que se encuentran ubicadas: una en la sala de control, cuatro fuera de la sala de control y una al lado del cubeto; estas cámaras están construidas en hormigón armado, con tapa de plancha de fierro.</p>
<p><b>Caseta de control:</b></p>	<p>Este ítem se refiere a la construcción de dos ambientes destinados a la instalación del sistema eléctrico y de instrumentación, aunque en caso que la ESR esté ubicada en lugares muy fríos, se construye un tercer ambiente para las calderas de agua caliente para el sistema de regasificación forzada.</p>

	<p>La construcción de dichas salas consiste en una pequeña losa, encima de esa base una losa armada para luego construir los muros de bloque de cemento, siendo que la cubierta de dicha caseta es de losa de hormigón armado.</p>
<p><b>Instalación eléctrica en ESR:</b></p>	<p>Se deben realizar dos sistemas de suministro eléctrico diferenciados. El primero de acometida eléctrica con suministro de red a 380/220v y 50hz. El segundo de suministro de red estabilizada a través de un grupo de continuidad de 220 vca, 50hz. Se refiere a los trabajos de la toma de energía que deberá realizarse para la garantizar el funcionamiento del equipo eléctrico de la ESR. Asimismo, los trabajos de instalación de un transformador trifásico y su poste que sea alimentado de la línea de alta tensión.</p>

Fuente: Elaboración propia en base a documentación de YPFB Corporación 2018

### ***3.3.2.4. Plan de higiene y seguridad ocupacional***

#### ***3.3.2.4.1. Estructura y localidades de trabajo***

La construcción de la estación de regasificación consiste desde el estudio geotécnico hasta la instalación eléctrica del lugar.

#### ***3.3.2.4.2. Iluminación***

Debido a las características de la obra y como el horario de trabajo concluye a las 6 pm, la iluminación es de carácter natural.

En caso de existir trabajos nocturnos se realizará la conexión de reflectores en las zonas de trabajo para lo cual se utilizará generadores.

#### **3.3.2.4.3. Ventilación**

La ventilación es natural en todas las áreas de trabajo por el tipo de actividades que se realizan en la obra, no se tiene generación de gases u otros contaminantes atmosféricos.

#### **3.3.2.4.4. Vías de acceso y comunicación**

Por las características del proyecto, las vías de acceso serán la carretera a Copacabana.

#### **3.3.2.4.5. Vías de escape**

No aplica por las características del proyecto

#### **3.3.2.4.6. Vías de escape**

Se utilizarán generadores para el uso de herramientas eléctricas.

#### **3.3.2.4.7. Calor y humedad**

El proyecto se desarrollará en el municipio de batallas donde se cuenta con una temperatura media de 15°C y humedad relativa de 40%. Los trabajos en obra se realizarán en un solo tipo de ambiente:

- Al aire libre: si bien los obreros se encuentran expuestos a condiciones climáticas, los mismos desarrollan sus actividades en horarios los cuales la temperatura se mantiene dentro de un periodo de confort y contarán con los EPP's necesarios. Los obreros que se encuentren expuestos a radiación solar serán dotados del equipo de protección necesario. Asimismo, serán tomados en cuenta descansos periódicos.

#### **3.3.2.4.8. Servicios higiénicos**

En las actividades del proyecto se realizan contrataciones jornales de personal de trabajo de acuerdo a requerimiento, por ello se cuenta con un área de campamento de la obra, el mismo estará habilitado con un inodoro y lavamanos para el aseo personal.

#### **3.3.2.4.9. Vestuarios y casilleros**

No aplica para el proyecto debido a las características del proyecto.

#### **3.3.2.4.10. Sistema de alarma**

No aplica para el proyecto debido a las condiciones del mismo.

#### **3.3.2.4.11. Protección contra caídas de personas**

Para evitar la caída de personas se colocarán cintas de seguridad en todos los lugares que requieran un cavado del suelo. Al mismo tiempo se colocarán puentes de madera para que las personas puedan cruzar por zanjas y zonas de circulación constante.

#### **3.3.2.4.12. Orden y limpieza**

El orden y la limpieza son la primera regla en la prevención de accidentes y deberá ser una preocupación de todo el personal que se encuentre en el proyecto, esto debido a que la principal causa de incidentes es a falta de orden y limpieza en las obras. Por lo cual se deben tomar en cuenta las siguientes disposiciones:

- En todo momento se debe mantener el área de trabajo en condición ordenada, limpia y segura. Se asignará suficientes trabajadores dedicados a la limpieza.
- Todo escombros o chatarra se debe mantener fuera del área de trabajo durante el curso de la construcción.

- Los materiales y suministros se deben almacenar en sitios que no bloqueen las vías de acceso, y ser dispuesto de modo de permitir una limpieza fácil del área.
- Todas las mangueras, cables, alargadores y materiales similares serán ubicados, organizados y agrupados de manera que no bloqueen ninguna vía de acceso y permitan limpiar y mantener el área con facilidad.

Para lo cual se destinarán áreas para los equipos y materiales, además se destinarán áreas para la disposición de residuos generados de los diferentes tipos de trabajos realizados en la obra.

#### **3.3.2.4.13. Lugar de acumulación de desperdicios**

En el proyecto se contará con basureros para la disposición de los siguientes residuos

Los residuos son depositados en los basureros para después ser entregados al servicio de recojo municipal.

#### **3.3.2.4.14. Extintores de incendios**

La obra tendrá a disposición extintores de polvo químico seco para incendios a, b y/o c los cuales serán utilizados por el soldador y el ayudante de soldador. Al terminar la jornada estos se deberán guardar en la en el almacén de la obra.

#### **3.3.2.4.15. Primeros auxilios**

El proyecto contará con un botiquín de primeros auxilios debidamente equipado y señalizado que se encontrará en el almacén de la obra. En los anexos n° 1 se adjunta un manual de primeros auxilios, y será aplicado por personal capacitado.

### **3.3.2.4.16. Señalización**

Se colocará durante el transcurso de la obra y cuando corresponda la señalización necesaria y requerida, sin excepción alguna, de acuerdo a la resolución administrativa n° 849-14 en la que se indica lo siguiente:

Se presenta la necesidad de señalar en los siguientes casos:

- Cuando como consecuencia de la evaluación de riesgos y las acciones requeridas para su control, no existan medidas técnicas u organizativas de protección colectiva de suficiente eficacia.
- Como complemento a cualquier medida implantada, cuando la misma no minimice el riesgo en su totalidad.

Es por esta razón que se cuenta señalización dentro de la obra considerando los siguientes aspectos:

- Los letreros, avisos y barricadas deben ser colocados y mantenidos adecuadamente y ser visibles en todo momento, estos serán retirados cuando el riesgo ya no exista.
- En las operaciones cercanas a las calles adyacentes que no se proporciona la protección adecuada con letreros, señales y barricadas, se deberá colocar banderilleros u otros controles de tráfico apropiados.
- En todas las excavaciones abiertas se colocarán barreras y luces (en caso de que se trabaje de noche) adecuadas en la medida que sea necesaria para proporcionar una protección apropiada al personal del proyecto.
- Cuando algún trabajo se realice de noche o donde no haya luz natural o ésta sea escasa o insuficiente, se proveerá de luz artificial suficiente como para permitir que el trabajo sea ejecutado en forma eficiente, satisfactoria y segura. Durante dichos periodos el acceso al lugar de trabajo también estará bien iluminado. Todo el cableado para luz y energía eléctrica será instalado y mantenido en óptimas condiciones.



#### **3.3.2.4.17. Resguardo de máquinas y equipos**

El equipo de soldadura cuenta con su guarda, la moto soldadora al momento de ser utilizada se hará uso de la guarda para evitar riesgos de atrapamiento mecánico.

#### **3.3.2.4.18. Protección a la salud y asistencia médica**

Todos los trabajadores que pertenezcan a la empresa que tome en cuenta el presente plan contarán con seguro social y aportes a la AFP.

#### **3.3.2.4.19. Ropa de trabajo y equipo de protección personal**

Todo el personal deberá contar con:

- En las áreas de construcción y otras áreas designadas deben usarse en todo momento *cascos de protección craneana*.
- En las áreas donde exista generación de polvo u otro tipo de partículas se requerirá el uso de lentes de seguridad.
- Para evitar lesiones en manos y dedos, se requiere de una protección apropiada para realizar las siguientes actividades:
  - Manipulación de materiales metálicos afilados.
  - Corte con cortadoras manuales.
  - Manipulación de maderas.
  - Corte de fierro.
  - Manipulación de sustancias peligrosas.
- En los casos en que se requiera, se usarán equipos de protección acústica y respiratoria, cumpliendo con las exigencias en cuanto a selección, ajuste y mantenimiento.
- Como mínimo, se debe proporcionar a cada trabajador, los siguientes elementos.
  - Casco de seguridad.
  - Lentes de seguridad
  - Botines de seguridad.

- Guantes de seguridad de acuerdo a la actividad.
- Overol de trabajo.

Todo el personal del proyecto utiliza su equipo de protección personal de manera apropiada para cada una de las actividades que vaya a realizar de acuerdo a las recomendaciones anteriormente desarrolladas.

Se adjuntarán los registros de dotación de EPP's y la evaluación de riesgos de las actividades que se desarrollan.

#### **3.3.2.4.20. Recomendación básica de seguridad**

##### **Obligaciones del empleado**

- No se permitirá sandalias, zapatillas de tenis u otro tipo de zapato de calle. Sólo se permitirá el uso de botas de trabajo de cuero y resistentes. Para ciertas actividades podrá requerirse calzado de seguridad con protección en la punta del pie.
- No utilizar ropa suelta, joyas, relojes, audífonos o elementos que pongan en riesgo a los trabajadores.
- El cabello largo debe ser recogido para evitar que quede atrapado en la maquinaria.
- Prohibido el ingreso a las áreas de trabajo bajo la influencia del alcohol o estupefacientes.
- Prohibido fumar dentro del área de trabajo.
- Prohibido el consumo de bebidas alcohólicas o drogas en el interior de la obra.
- Utilizar obligatoriamente los equipos de protección personal y cuidar de su conservación.
- Evitar la manipulación de equipos, maquinaria, aparatos y otros que no sean de su habitual manejo y conocimiento.
- Velar por el orden y la limpieza en sus lugares de trabajo.
- Someterse a la revisión médica previa a su incorporación al trabajo y a los exámenes periódicos que se determinen

- Informar inmediatamente a su jefe de toda avería o daño en las maquinarias e instalaciones, que puedan hacer peligrar la integridad física de los trabajadores o de sus propios centros de trabajo
- Seguir las instrucciones del procedimiento de seguridad, para cooperar en caso de siniestros o desastres que afecten a su centro de trabajo
- Abstenerse de consumir bebidas alcohólicas en su centro de trabajo, la ingestión de medicamentos o estupefacientes que hagan peligrar su salud y de sus compañeros de labor; así como de fumar en los casos en que signifique riesgo
- Denunciar ante el comité de higiene, seguridad ocupacional y bienestar y en su caso ante las autoridades competentes, la falta de dotación por parte del empleador de los medios para su protección personal
- Participar en la designación de sus delegados ante los comités de higiene, seguridad ocupacional y bienestar

### **Obligaciones de los empleadores**

- Prevenir, comunicar e instruir a sus trabajadores sobre todos los riesgos conocidos en su ambiente laboral y las medidas de prevención que deben aplicarse.
- Colocar y mantener en lugares visibles la señalización que indiquen medidas de higiene y seguridad.
- Promover la capacitación del personal en materia de prevención de riesgos en el proyecto.
- Analizar e investigar los accidentes de trabajo con objeto de evitar su repetición.
- Llevar un registro y estadísticas de enfermedades y accidentes de trabajo que se produzcan en el proyecto.
- Constituir las edificaciones con estructuras sólidas y en condiciones sanitarias, ambientales y de seguridad adecuadas.
- Mantener en buen estado de conservación, utilización y funcionamiento, las estructuras físicas, maquinarias, instalaciones y útiles de trabajo.

- Instalar los equipos necesarios para asegurar la renovación del aire, la eliminación de gases, vapores y demás contaminantes producidos, con objeto de proporcionar al trabajador y a la población circundante, un ambiente saludable.
- Usar la mejor técnica disponible en la colocación y mantenimiento de resguardos y protectores de maquinarias, así como en otro tipo de instalaciones.
- Instalar los equipos necesarios para prevenir y combatir incendios y otros siniestros
- Proveer a los trabajadores, equipos protectores de la respiración, cuando existan contaminantes atmosféricos en los ambientes de trabajo y cuando la ventilación u otros medios de control sean impracticables. Dichos equipos deben proporcionar protección contra el contaminante específico y ser de un tipo aprobado por organismos competentes
- Proporcionar iluminación adecuada para la ejecución de todo trabajo en condiciones de seguridad
- Prevención adecuada para la ejecución de todo trabajo en condiciones de seguridad; 11. Eliminar, aislar o reducir los ruidos y/o vibraciones perjudiciales para la salud de los trabajadores y la población circundante.
- Instalar y proporcionar medios de protección adecuados, contra todo tipo de radiaciones
- Adoptar medidas de precaución necesarias durante el desarrollo de trabajos especiales para evitar los riesgos resultantes de las presiones atmosféricas anormales
- Proveer y mantener ropa y/o equipos protectores adecuados contra los riesgos provenientes de las sustancias peligrosas, de la lluvia, humedad, frío, calor, radiaciones, ruidos, caldos de materiales y otros
- Procurar que todo equipo eléctrico o instalación que genere, conduzca o consuma corriente eléctrica, esté instalado, operado, conservado y provisto con todos los dispositivos de seguridad necesarios

- Proporcionar las facilidades sanitarias mínimas para la higiene y bienestar de sus trabajadores mediante la instalación y mantenimiento de servicios higiénicos, duchas, lavamanos, casilleros y otros
- Evitar en los centros de trabajo la acumulación de desechos y residuos que constituyen un riesgo para la salud, efectuando limpieza y desinfección en forma permanente

#### **3.3.2.4.21. Registros y estadísticas de accidentes de trabajo**

Se debe contar con una planilla de registro de incidentes.

#### **3.3.2.4.22. Trabajos al aire libre**

De acuerdo a las características del proyecto el personal trabajará al aire libre la mayor parte de tiempo. Cabe aclarar que, en condiciones extremas de temperatura y lluvia, se realiza la paralización de trabajos en obra hasta que estas mejoren.

Los trabajadores cuentan con periodos de descanso a media mañana y media tarde, además de la hora del almuerzo. En este periodo de descanso los trabajadores se rehidratarán y descansara.

#### **3.3.2.4.23. Intensidad de ruido y vibraciones**

Durante las actividades en que se genera ruidos elevados los trabajadores cuentan con sus protectores auditivos, estas actividades pueden ser: uso de amoladora, uso de computadora.

Cabe aclarar que estas actividades no se la realizan constantemente ni durante periodos largos de tiempo. Se adjuntan los registros de dotación e EPP's.

#### **3.3.2.4.24. Capacitación y entrenamiento de personal**

Todos los trabajadores deben asistir a un curso de orientación y capacitación sima previo a que puedan comenzar a desempeñar sus labores en el proyecto.

El director de obra tiene la responsabilidad de verificar que todos los empleados y trabajadores nuevos reciban el curso de capacitación sima del proyecto dictado por el encargado sima autorizado. Los contratistas tienen la misma responsabilidad respecto a sus trabajadores.

Todo el personal asignado a un proyecto u obra recibirá capacitación sobre los siguientes temas:

- Inducción sobre seguridad, salud y medio ambiente previa incorporación a la obra.
- Reglamento interno de obra.
- Utilización de elementos de protección personal.
- Información de incidentes y condiciones inseguras.
- Emergencias y tratamiento de eventuales incidentes de trabajo.
- Orden y limpieza.
- Prevención de incendios.

Charlas de 5 minutos en temas de seguridad se realizarán todos los días en las áreas de trabajo. Los temas a tocar serán los referidos a preservar la salud y la integridad física de los trabajadores, así también de las personas que transitan cerca de la obra.

Los temas a tratar serán definidos de acuerdo a las necesidades del proyecto. Las actividades de capacitación charlas de seguridad serán documentadas y archivadas en obra.

#### **3.3.2.4.25. Posiciones de trabajo**

Debido a las características del proyecto los trabajadores están en constante movimiento y cambiando sus posiciones de trabajo, además cada día son designados a diferentes trabajos por lo que existe una rotación constante.

#### **3.3.2.4.26. Apilamiento de materiales**

El material para la construcción es almacenado en el almacén de la obra, debidamente acomodado seleccionado.

#### **3.3.2.4.27. Manipulación de carga**

La carga pesada, es manipulada por un camión grúa, el cual es manejado por un operador autorizado.

#### **3.3.2.4.28. Evaluación e identificación de riesgos**

Antes de comenzar las actividades en el lugar de trabajo, se realizó una identificación de peligros, evaluación de riesgos y determinación de controles para cada actividad. Se identificaron los peligros para las personas, los equipos y el medio ambiente.

Al establecer los controles o considerar cambios en los controles existentes se debe considerar la reducción de los riesgos de acuerdo con la siguiente jerarquía.

- a) Eliminación.
- b) Sustitución
- c) Controles de ingeniería.
- d) Señalización/advertencias y/o controles administrativos.
- e) Equipos de protección personal.

#### **3.3.2.4.29. Plan de contingencias y primeros auxilios**

Una emergencia es una situación derivada de un suceso extraordinario que ocurre de forma repentina e inesperada y que puede llegar a producir daños muy graves a personas e instalaciones, por lo que requiere de una actuación inmediata y organizada

Los factores causantes de una emergencia pueden ser de diversos tipos:

- Fallas humanas.
- Fallas técnicas.
- Defectos en el diseño de las instalaciones.
- Catástrofes naturales.

Y que pueden causar situaciones de emergencia:

- Incidente.
- Incendio.
- Derrames de hidrocarburo.

En caso de un accidente se debe seguir lo descrito en el plan de contingencias del acápite 3.3.1

#### **3.3.2.4.30. Primeros auxilios**

Toda lesión o enfermedad ocupacional será informada de inmediato por el empleado al encargado sima.

Todas las lesiones y enfermedades profesionales (relacionadas con el trabajo) tratadas o informadas (reales o supuestas), deben ser ingresadas en un registro diario de primeros auxilios. Este registro deberá contener información en cuanto al nombre del empleado, su número de identificación, naturaleza y causa de la lesión tratamiento administrado, fecha, hora y nombre del encargado de primeros auxilios.

El encargado de primeros auxilios (sima) deberá tratar al empleado lesionado tan a menudo como sea necesario para asegurar una recuperación completa, o se tomará la decisión de solicitar un tratamiento médico.

En los anexos se presenta el manual de primeros auxilios. (parte 8.5)

#### **3.3.2.4.31. Registros e inspecciones**

*Registros de capacitación.* - en este registro se utilizarán cuando se realicen las capacitaciones y charlas de 5 minutos al personal de la obra. Dicho registro se adjunta al final del documento.



*Registros de dotaciones.* - este registro se utilizará cuando se realicen la entrega o reposición de los equipos de protección personal y ropa de trabajo.

*Inspección de extintores.* - se la realizará una vez al mes utilizando el registro adjunto al final del documento.

*Inspección de botiquín.* - se lo realizará una vez al mes utilizando el registro adjunto en el anexos.

### **3.3.2.5. Tratamiento de incidentes**

Todos los incidentes con o sin pérdidas de días serán investigados y analizados de acuerdo al procedimiento específico.

La línea operativa confeccionará los informes correspondientes, debiendo participar en ellos el director de obra, el encargado de sima y el personal que participa en la misma.

Se notificará a la supervisión y fiscalización todo incidente que afecte a personas, equipos, materiales o instalaciones.

### **3.3.3. Plan de medio ambiente**

A toda el área donde se ejecutará el proyecto.

Personal de la obra y externos.

#### **3.3.3.1. Desarrollo**

##### **3.3.3.1.1. Estado actual en que se encuentra Actividad Obra o Proyecto AOP**

Debido a que la zona donde se ejecuta el proyecto se encuentra dentro de un área concurrida se realizarán los trabajos con el mayor cuidado para evitar la alteración de los ecosistemas que se tienen, cumpliendo con la autorización emitida por la

dirección de áreas protegidas del gobierno autónomo municipal de batallas, la cual se deberá adjuntar una vez se la obtenga.

### **3.3.3.1.2. Datos generales**

- Nombre del área de operación AOP: trabajos de obras civiles y mecánicas para la construcción de la estación de regasificación de la población de batallas.
- Etapa de la AOP: finalización de la estación de regasificación.
- Periodo al que pertenece el informe: 87 días de construcción desde que se dicte la orden de proceder.

### **3.3.3.1.3. Descripción de la AOP**

- Ciudad y/o municipio: la paz, batallas
- Departamento: la paz

El proyecto se encuentra en municipio de batallas del departamento de la paz.

### **3.3.3.1.4. Detalle de actividades a realizar en el periodo**

La construcción de estación de regasificación con alrededor de 10000 m2 de área de trabajo.

### **3.3.3.1.5. Medidas ambientales a realizar en el proyecto**

**Tabla 3.4 Medidas ambientales**

<b>Impacto ambiental</b>	<b>Medida de mitigación</b>	<b>Fecha de cumplimiento inicial</b>	<b>Fecha de cumplimiento final</b>	<b>Desarrollo de la medida</b>	<b>Respaldo s</b>
Residuos sólidos	Disposición adecuada de residuos sólidos	Según programa y fecha de construcción	Según programa y fecha de construcción	A realizar	Se contará con registro de generación de residuos
Sustancias peligrosas	Almacenamiento, manejo y uso	Según programa y	Según programa y	A realizar	Se contará con hojas de

	de sustancias peligrosas	fecha de construcción	fecha de construcción		seguridad y respaldos fotográficos
Ruido	Dotación de equipos de protección auditiva	Según programa y fecha de construcción	Según programa y fecha de construcción	A realizar	Se contará con registros de dotación
Agua de prueba	El agua será desechada al alcantarillado pluvial. Monitoreo de agua al salir de la tubería	Según programa y fecha de construcción	Según programa y fecha de construcción	A realizar	Informe de monitoreo

Fuente: Elaboración propia, 2019

### 3.3.3.1.6. Análisis de resultados por factores

Tabla 3.5 Resultados por factores

Factor ambiental	Medida de mitigación	Respaldos
Residuos sólidos	Disposición adecuada de residuos sólidos	Se contará con registro de generación de residuos
Sustancias peligrosas	Almacenamiento, manejo y uso de sustancias peligrosas	se contará con hojas de seguridad y respaldos fotográficos
Ruido	Dotación de equipos de protección auditiva	Se contará con registros de dotación
Agua de prueba	El agua será desechada al alcantarillado pluvial. Monitoreo de agua al salir de la tubería	Informe de monitoreo

Fuente: Elaboración propia, 2019

### 3.3.3.2. Autorizaciones y registros

- Autorización de la alcaldía.
- Registro de generación de residuos sólidos.
- Registro de vehículos.
- Registro de dotación de equipo de protección auditiva.
- Hojas de seguridad.

- Informe de monitoreo de agua.

### **3.3.4. Plan de restauración de áreas intervenidas**

Durante la ejecución de las actividades de construcción de estación de regasificación de la población de batallas se realizarán inspecciones con la alcaldía de la localidad de batallas donde se verificará cuáles serán las plantas y animales afectados puesto que, si existiese el caso de que en el lugar seleccionado se encuentren sembradíos de algún tipo o crianza de ganado, se tendrá que programar una relocalización del este previo consenso con los propietarios. Asimismo, determinar si esta área es protegida y de ser necesaria la construcción de un puente con tubos para la vía de acceso a la estación será menester la utilización de tuberías de material antioxidante para una contaminación mínima al agua que pasa por debajo de dicho puente.

Por otro lado, la responsabilidad que tendrá la empresa constructora será la de reponer todas las áreas que fueron afectadas por la construcción.

#### **3.3.4.1. Descripción**

Los sistemas, de ser afectados se encuentran esas coordenadas -16.297014,-68536704.

En la inspección con personal que la alcaldía de la población designe como capacitado se realizará la inspección visual, y se verificará el estado del sector que se trabajará

Las posibles especies de flora a afectarse serán papa, oca, cebolla, porque se tomará la acción de los posibles productos que se esté cultivando en esa zona.

### **3.3.5. Procedimiento de gestión de seguridad radiográfica industrial**

#### **3.3.5.1. Propósito**

Definir un sistema de protección radiológica para el uso y manipuleo seguro de fuentes de radiación gamma (Ir 192) durante los servicios de inspección radiográfica, recepción y despacho de fuentes de Ir 192 a los proveedores.

Este procedimiento tiene como objetivo el delimitar la exposición del personal ocupacionalmente expuesto (POE) y público en general a los valores establecidos en la ley de protección y seguridad radiológica n° 19172 para la aplicación de permisos de trabajo durante la realización de trabajos, así como las condiciones de seguridad son necesarias dentro de las obras que ejecuten la empresa de construcción.

#### **3.3.5.2. Responsabilidades**

Es de responsabilidad del encargado de la seguridad radiológica, revisar aprobar y monitorear el cumplimiento de lo establecido en este procedimiento.

El cumplimiento del presente reglamento es de carácter estrictamente obligatorio. Su no- cumplimiento, acarreará la imposición por parte de MALDINI END, de sanciones disciplinarias, las cuales constarán en la carpeta personal del empleado.

Todo personal licenciado por el IBTEN deberá cumplir con lo establecido en el reglamento de conducta que se anexa al final de este proyecto. En el apartado 3.3.13

Es responsabilidad de los encargados de seguridad radiológica de la empresa, licenciados por el IBTEN, hacer cumplir y auditar en cumplimiento de la seguridad radiológica.

### **3.3.5.3. Desarrollo**

#### **3.3.5.3.1. Definición de condiciones de seguridad**

Este procedimiento consta de cuatro partes principales:

- A) protección personal.
- B) principios de operación.
- C) mantenimiento.
- D) plan de emergencia.

**a) Protección personal. -**

Todo trabajo que involucre fuentes radioactivas, deberá ser ejecutado por personal autorizado (radiólogos nivel i y ii) con licencia individual otorgada por IBTEN; es responsabilidad del personal: protección personal, la de sus compañeros de trabajo y del público en general.

Las exposiciones a la radiación deben tener como objetivo cumplir el concepto alara. Los medios de protección contra la radiación son el tiempo, la distancia y el blindaje.

Sistema de protección personal:

Tiempo. - el tiempo de exposición personal deberá ser mínimo compatible con el trabajo, y estar siempre por debajo de la dosis de absorción permisible en la legislación boliviana.

Distancia. - la distancia fuente-persona deberá ser la máxima razonable. Deberá claramente limitarse a la zona restringida (área controlada y área supervisada). Colocando las señales luminosas y los avisos que indiquen el peligro de radiación. El área no restringida deberá tener un nivel de radiación menor a 2.5 mrem/hr. Cuando la fuente esté en posición de irradiación, los operadores se retirarán fuera del área controlada, pero sin perder de vista la zona de exclusión, para tener la seguridad de que ningún extraño se acerque a la fuente.

Delimitación de áreas. - en función de la carga de trabajo estimada para el mismo, la delimitación para trabajadores será hecha con 2.5 mrem/h. Esta zona será demarcada con los letreros de precaución.

Para área controlada 7.5  $\mu$ sv/h (0.75 mr/h). Para área supervisada 2.5  $\mu$ sv/h (0.25 mr/h). Las radiografías en lo posible serán expuestas cuando no haya personal trabajando. Se emplearán colimadores (material de tungsteno o plomo) para disminuir la radiación.

- Aislar el área y coloque avisos de radiación.
- Una persona se ubicará en cada extremo del área controlada, para asegurar que ningún trabajador traspase los límites establecidos por cintas y letreros.

Blindaje: durante cualquier exposición en que se utilicen fuentes de más de 110 curies para ir-192, la toma se efectuará colocando la pieza dentro del bunker blindado, operando el control desde dentro del bunker. En caso de radiografía en ductos e instalaciones se utilizarán colimadores y la actividad de la fuente deberá ser menor a 110ci.

Uso de elemento de protección personal: el personal ocupacionalmente expuesto deberá portar siempre sus elementos de seguridad radiológica mientras esté realizando actividades con fuentes de ir-192, como ser: alarma sónica, dosímetro de lectura directa y dosímetro TLD del IBTEN, el cual se leerá en laboratorios del mismo IBTEN.

Diariamente se tomará la lectura del dosímetro de bolsillo (de lectura directa) y se lo registrará en el reporte de control de exposición, colocando; n° de serie del dosímetro, fecha, dosis recibida. Trimestralmente se hará la entrega de estos reportes al IBTEN.

Los dosímetros de película (TDL) se remitirán trimestralmente al IBTEN para su control.

El radiólogo deberá revisar diariamente la dosis recibida por medio del dosímetro de lectura directa, cualquier dosis diaria superior a 100mrem, o en caso de incidente, accidente, o donde se presuma una elevada absorción de dosis, será informada inmediatamente al superior de seguridad radiológica por escrito, con los datos mínimos que se listan a continuación:

- Lugar:
- Fecha:
- Cliente:
- N° permiso de trabajo por el cliente debidamente firmado
- Datos de equipo contenedor y fuente radioactiva involucrada.
- Nombre del operador, n° de licencia individual.
- Tipo y n° de serie de dosímetro personal y demás equipos de protección radiológica incluidos y lecturas tomadas del dosímetro de lectura directa.
- Personal involucrado en el área del evento, incidente o accidente.
- Croquis indicando las distancias entre personal (POE y público presente) y la fuente implicada, incluyendo todas las barreras y obstáculos que se ubicaron en el área del incidente o accidente.
- Descripción en forma cronológica de los hechos.

#### Uso del dosímetro:

Se verificará que todo el POE se haya colocado todo el dosímetro TLD. Los dosímetros TLD serán suministrados por la autoridad nacional competente IBTEN, el cual es el único ente autorizado para realizar las lecturas de los dosímetros.

Dosímetros de lectura directa: se deberá bajar o descargar a cero, si es necesario, los dosímetros y anotar el valor antes de cada exposición, para para leerlo posteriormente después de la exposición. Los certificados de calibración emitidos por el IBTEN de los dosímetros de lectura estarán vigentes.



Los registros de lectura de dosímetro serán registrados de acuerdo al registro de “lectura dosimétrica de personal”

#### Uso de la alarma sonora:

Verificar que el operador se haya colocado la alarma sonora, que las pilas estén colocadas y en buen estado y que se lo tenga encendido antes del inicio de cualquier trabajo, igualmente su certificado de calibración emitido por el IBTEN deberá estar vigente.

#### Verificación y uso del monitor GEIGER:

Deberá usarse, por lo menos un monitor GEIGER por cada fuente, el cual se pondrá a funcionar antes de iniciar la extracción de la fuente, y solamente se apagará cuando exista la certeza de que dicha fuente se encuentre en un recipiente de blindaje. El certificado de calibración emitido por el IBTEN deberá estar vigente.

Verificar el estado de las baterías, comprobar su funcionamiento con la misma fuente que se va a operar haciendo mediciones en la superficie del contenedor (sin sacar la fuente) en las diferentes escalas que posea el monitor GEIGER.

El contador GEIGER debe ser el adecuado para medir el rango de energía y de tipo de radiación de interés, se debe realizar las diferentes verificaciones.

- Verificación de las baterías
- Calibración. \_\_\_\_

#### Monitoreo durante la exposición

- El operador debe verificar el medidor de radiación. El nivel de radiación debe aumentar rápidamente cuando la fuente está expuesta. Después, la misma debe disminuir cuando la fuente llega a su posición de retorno.

- La medición de radiación debe ser hecha después de cada exposición para garantizar que la fuente ha vuelto a su posición blindada o el haz de rayos x ha sido apagado.
- Las mediciones deben, también ser realizadas en el aparato cuando se coloca en el almacenamiento y al final del turno de trabajo.

#### Monitoreo pos-exposición

- Si los niveles de radiación no disminuyen a la radiación de fondo, indica un problema potencial.
- El operador debe determinar por qué los niveles de radiación no disminuyeron, por ejemplo, si la fuente está trancada en el colimador o en el tubo guía.
- Si la fuente no volvió a su posición blindada la situación debe ser tratada como un accidente.

Se debe realizar las siguientes mediciones de monitoreo del sitio al empezar la jornada de trabajo:

- Mediciones de radiación de las fronteras del área controlada.
- Mediciones de radiación de las fronteras del área supervisada.
- Monitoreo del proyector al recibirlo.

Asegúrese que está establecida apropiadamente dentro de los límites establecidos.

- Uso del colimador.
  - Se deberá usar un colimador en las exposiciones radiográficas.
  - Revisar aquellos que se usarán en la inspección radiográfica.

#### **b) Principios de operación. -**

Antes de operar el equipo de gammagrafía industrial ir-192, se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones.

### Verificadores antes de la exposición. -

Antes de iniciar la exposición que no haya dentro de las zonas delimitadas y que los instrumentos de medición (monitor GEIGER y alarma sónica) permanezcan encendidos.

Posicione y asegure el conducto de salida en el sitio a radiografiar, procurando que no queden curvas demasiado pronunciadas (radios menores de 20"). Radios pequeños restringen el movimiento del cable de control. Nunca opere el sistema con más de tres conductos de salida (incluyendo el tope).

Revisar los conductos de salida y observar en ellos que no presenten aplastamiento o daños que puedan ocasionar bloqueo de la fuente, hacer mediciones con el monitor GEIGER sobre el conducto.

Remueva el tapón de almacenamiento de la fuente y conecte el conducto de salida a la fuente, verificando que quedó correctamente asegurado.

Extienda la unidad de control tan lejos como sea posible del punto de exposición o preferiblemente detrás de algún blindaje, procurando que no queden curvas con radios menores de 20". Verificar que no haya aplastamiento o daños en los conductos.

### Verificaciones en la operación:

- Verifique la fuente seleccionada, tubos guías, telemando y accesorios del equipo.
- Mida los niveles de exposición del proyector a efecto de controlar que el medidor funciona.
- Conecte el telemando al extremo de la fuente, luego de desbloquear la cerradura. Posteriormente quitar el tapón frontal del equipo y proceder a conectar los tubos guías necesarios y el tubo terminal con colimador (según correspondiere)

- Use el colimador a efectos de minimizar los riesgos de la radiación emergente durante el proceso de exposición, programar en lo posible la utilización de colimadores del haz de radiación.
- Delimite el área de trabajo de acuerdo al anexo 1, utilizando tales efectos los elementos de señalización necesarios (carteles, luces, cinta de aviso, etc).
- Avise al público antes de dar comienzo a la exposición, dar aviso al personal circundante y al responsable de los operarios que se encuentran en la zona de exposición, a efecto que ordene a su personal mantenerse alejado de la zona de riesgo.
- Verifique las condiciones de seguridad necesarias: verificar la posición del seguro de anillo selector del proyector, abrir el cierre para desbloquear totalmente la fuente radioactiva y dar inicio a la exposición gammagráfica. Verificar con el medidor, la salida correcta de la fuente radioactiva.
- Monitoree la zona con la fuente expuesta, corroborar que fuera de las zonas cercadas se manifiesten los valores de exposición recomendados para el POE y público.
- Mantenga atenta vigilancia sobre la zona de irradiación a efectos de evitar el ingreso de cualquier persona a la misma; si se trabaja de noche se dispondrá de linternas manuales de alta intensidad.
- Verifique el retorno de la fuente con el medidor de radiación, si la fuente reingresa al recipiente de blindaje en forma total. Monitorear el frente de la cámara.
- Realice la desconexión con la fuente bloqueada dentro del proyector, proceder a desconectar los tubos y guías y colocar el tapón frontal del proyector.

- Proceda a la desconexión de todos los accesorios del proyector a efectos de realizar el transporte del mismo.

#### Cambio de fuente. -

Antes de efectuar el cambio de una fuente nueva por una fría (de baja actividad), se deberán tener en cuenta los puntos anteriores sobre los principios de operación.

#### Procedimiento de operación. -

- En el cuerpo del contenedor, viene en un sobre la llave para abrir el candado; ábralo y proceda a romper los sellos de seguridad.
- Abra y levante la tapa con cuidado; en esta tapa se encuentra la carta de decaimiento radiactivo de la fuente, sellos de seguridad y etiquetas para el retorno del contenedor y los elementos para realizar la prueba de fuga.
- En uno de los conductos del contenedor aparece una plaqueta de aluminio que identifica el isótopo, la actividad inicial y la fecha de carga; en este conducto está ubicado el isótopo. El otro conducto está vacío, allí se almacena la fuente fría.
- Conecte, un cable del conducto de salida (roscado por ambos lados) al terminal del conducto vacío del contenedor (modelo 880); el otro extremo se conectará al terminal del conductor de la fuente fría, habiendo removido previamente el tapón de almacenamiento. Se deben evitar curvas excesivas en este conducto.
- Extienda el cable de la unidad de control lo suficientemente lejos o detrás de un buen blindaje.
- Quite el seguro del conducto vacío para posibilitar el ingreso de la fuente fría.
- Remueva la tapa del proyector girando el anillo selector de la posición de conexión.

- Empuje hacia atrás con la uña el pin de la fuente (hembra), e introduzca la punta de la unidad de control (macho) y verifique la correcta conexión.
- Extienda las mandíbulas y ciérrelas, deslice el collar del conector sobre las mandíbulas, introdúzcalo en el anillo selector y gire en el sentido de las manecillas del reloj hasta la posición de lock.
- Para sacar la fuente fría del conector, gire el anillo selector a la posición de exposición.
- Retírese hasta la unidad de control y accione el mando para que la fuente fría sea traspasada del contenedor de embarque (contenedor de recambio).
- Con el monitor geiger verifique que ha sido almacenado correctamente. Accione el seguro de la unidad de control.
- Ponga el seguro y después desconecte la cánula del conducto de salida del terminal del contenedor asegurándose de no extraer la fuente fría.
- Agarre la cola de la fuente y tire hacia atrás con la uña el pin y saque la punta de la unidad de control.
- Quite la placa de identificación del isótopo nuevo. Tome la cola de la fuente nueva y tire hacia atrás con la uña el pin e introduzca la punta de la unidad de control, asegurándose de no extraer la fuente.
- Conecte la cánula del conducto de salida al terminal del contenedor en donde está la fuente nueva (activa) y libere el seguro de la fuente.
- Retírese hasta la unidad de control, y retraiga la fuente nueva al contenedor de trabajo.
- Verifique con el monitor geiger el traspaso y que además el índice de transporte sea mayor de 2msv/h ó 200mr/h en la superficie.
- Mueva el anillo selector hasta la posición de lock.
- Quite la cánula de los contenedores.
- Ponga el tapón de almacenamiento en el contenedor de trabajo.

- Gire el anillo selector hasta la posición de conexión, retire el collar conector, abra las mandíbulas, tire hacia atrás, con la uña, el pin de la fuente, saque la punta del cable de control, introduzca la tapa en el anillo selector y gírelo hacia la posición de lock.
- Al contenedor de trabajo quítele la plaqueta de identificación que se encuentre localizada en la parte inferior trasera del anillo selector y reemplácela por la placa que trajo la fuente nueva (activa).
- En el contenedor de transporte, en el conducto en donde está la fuente fría ponga la placa que trajo ponga la placa de identificación que se removi6 del conector de trabajo.
- Asegúrese con el candado las dos partes del contenedor tal como llegó.
- Al contenedor de transporte para devolución de fuente fría, remuévale la etiqueta de categoría iii y adhiérole las etiquetas sin usar que llegaron, indicando en las mismas el is6topo, la actividad y el índice de transporte. Estas etiquetas son de categoría i y ii, dependiendo del índice en la superficie que marque la fuente fría, así:
  - Categoría i.- blanca, para bultos cuyo nivel máximo de radiación en la superficie no rebasa 0.005 msv/h y requieren manipulación especial.
  - Categoría i.- amarilla. Para bulto cuyo nivel máximo de radiación en la superficie no excede de 0.5 msv/h y requieren poca o ninguna manipulación especial.
  - Categoría ii.- amarilla. Para bultos cuyo nivel de radiación en la superficie no sobrepasa 2msv/h, así como para los bultos cuyo nivel de radiación y de otras clases que requieren manipulación especial.

Debe determinarse el índice de transporte (it) será deducida con el siguiente procedimiento:

- a) Se determinará el nivel de radiación máximo en unidades milisievert por hora (mmsv/h) a una distancia de 1m de las superficies externas del bulto, sobre envase, contenedor o bae-1 y xxx sin embalar. El valor determinado se multiplicará por 100 y la cifra obtenida es el índice de transporte.
- b) En el proyector con la fuente cargada coloque las chapas identificadoras del radio isótopo en el proyector y en el contenedor para su transporte.

#### Transporte. -

Los vehículos que trasladen material radiactivo, deberán cumplir con los siguientes requisitos.

- La señalización del vehículo siempre deberá ser visible con el símbolo de radiación y el número 7 (clasificación de naciones unidas).
- El sitio de embalaje, deberá estar bien anclado.

El límite de dosis para ocupantes del vehículo (chofer, operador y ayudante) deberá ser el límite para el público. En los vehículos de MALDINI END, que transportan fuentes radioactivas sólo debe viajar personal del servicio de gammagrafía, los que portarán sus respectivos dosímetros.

- Alrededor del vehículo el índice no será mayor de 2 nsv/h.
- El conductor debe poseer una copia del plan de emergencia.
- Las llaves correspondientes a los equipos no se transportarán en el mismo bulto que las fuentes, sino que deben permanecer en poder de los operadores.

#### **c) Almacenamiento. -**

El objetivo principal es el de mantener un control adecuado de las fuentes de radiación ionizante cuando no se encuentren en uso.

Se deben tomar las precauciones necesarias de tal manera que la probabilidad de un accidente en el área de almacenamiento sea mínima.



### Instrucciones. -

Lugar de almacenamiento:

Cuando no estén en uso, las fuentes radiactivas se deben guardar en un depósito destinado exclusivamente para este fin.

El lugar de almacenamiento debe estar resguardado con un sistema de alarma y cámaras de vigilancia. Debe estar señalizado, y designarse a una persona competente para que lo tenga a su cargo.

Únicamente el personal autorizado puede introducir o retirar material radiactivo del lugar de almacenamiento. Este lugar debe estar protegido contra el posible ingreso de toda persona intrusa al lugar.

El lugar de almacenamiento debe elegirse de modo que el riesgo de inundación o incendio sea mínimo.

- Condiciones de almacenamiento.
- Se deberán marcar claramente todas las fuentes de radiación, indicando su actividad y naturaleza.
- La tapa del bunker de almacenamiento de fuentes, debe estar cerrada con candado.

### Operaciones de almacenamiento. -

- Deben llevarse registros de todas las fuentes radioactivas almacenadas.
- En los registros deben indicarse claramente el tipo de fuente, actividad y cantidad reamente.
- Deben hacerse inventarios periódicos.
- Deben usarse recipientes que puedan abrirse fácilmente.
- Protección física de proyectores en lugares de trabajo temporales.

## Blindaje. -

Controlar en toda la prefería del blindaje, monitoreando el proyector con una fuente radiactiva colocada dentro, para detectar posibles pérdidas en el mismo.

- Revise las chapas de identificación,
- Verifique la existencia y legibilidad de las chapas de identificación laterales y la identificación de la fuente radioactiva.

## Mantenimiento de elementos de seguridad. -

### a) Medidores de radiación (monitores GEIGER)

- i. Verifique el control del estado de las pilas, y su nivel de carga, limpieza de los contactos.
- ii. Verifique la respuesta ante un campo de radiación.

### b) Monitores de radiación sónicos

- i. Verifique el control del estado de las pilas y su nivel sonoro y limpieza de los contactos.
- ii. Verifique la detección de niveles de radiación por sobre los límites, con una fuente de referencia (por el IBTEN y su correspondiente certificado de calibración).

### c) Monitores de radiación con alarma luminosa (en el caso de utilizar el crawler).

- i. Verifique el control del estado de las pilas, y su nivel de carga.
- ii. Limpie los contactos.
- iii. Verifique el funcionamiento de la lámpara.

### d) Dosímetros de lectura directa.

- i. Limpie el contacto central, lente y rosca de conexión al cargador.
- ii. Verifique la posible existencia de humedad en la cámara.
- iii. Ponga a cero el dosímetro en cada inicio de mes (o después de cada jornada de trabajo si fuera necesario).

- iv. Verifique la carga del dosímetro con un nivel de radiación conocido, y de acuerdo a la unidad horaria empleada. (este procedimiento lo hace el IBTEN, y certifica el dosímetro).
- e) Cargadores de dosímetros.
  - i. Verificar el estado de las pilas y verificar el funcionamiento de la lámpara.
  - ii. Limpieza de los contactos, compruebe el funcionamiento.

#### **3.3.5.4. Gestión del sistema de permisos de trabajo**

- Los autorizantes y responsables del llenado de los permisos de trabajo dentro de las obras, pueden ser los siguientes:
  - Supervisores en caso de que existan.
  - Encargado de seguridad industrial y medio ambiente de la empresa.
  - residente de obra
- En caso de ser necesario los responsables de llenado de permisos de trabajo, realizan la verificación de condiciones de seguridad de acuerdo al trabajo que se esté realizando. Durante la verificación va chequeando las casillas correspondientes en el registro de trabajo.
- Una vez llenado el permiso de trabajo, convoca a los trabajadores participantes de la actividad y da una recomendación de seguridad industrial antes de realizar el trabajo, indicándolas condiciones de seguridad indicadas en el permiso de trabajo.
- Las personas participantes del trabajo, colocan su nombre y firman el permiso de trabajo en conformidad a la charla anteriormente dada en el registro de capacitaciones.
- Una vez firmado el permiso de trabajo, el mismo necesita ser autorizado, por lo que el responsable del trabajo líder de equipo, firma la casilla de solicitante y el responsable del llenado y autorizante firma la casilla de autorizante.

**Tabla 3.6 Autorización de prueba radiográfica**

	<b>Solicitado:</b>	<b>Autorizado por:</b>
<b>Nombre</b>		
<b>Fecha</b>		
<b>Firma</b>		

**Fuente: Elaboración propia, 2019**

- Solamente se autoriza el trabajo, cuando todas las condiciones de seguridad existen, el responsable de estas condiciones será la persona que firma como autorizante el correspondiente permiso de trabajo.
- Una vez concluida la actividad, la persona autorizante firma la casilla de cerrado por, dando por concluida la actividad realizada.
- En caso de ser necesario, cuando la actividad se prolongue por más días el permiso de trabajo necesita ser revalidado de manera diaria, indicando la fecha y siendo firmada por la persona autorizante.

### **3.3.5.5. Plan de emergencia**

#### **3.3.5.5.1. Procedimiento de emergencia radiológica**

Ante la posibilidad de una emergencia de carácter radiológico en fuentes gamma, se hace necesario establecer un plan para los radiólogos que cubra todas las posibles eventualidades, aun la menos probable de ocurrir.

En primer lugar, se debe cercar la zona en forma efectiva hasta tanto se evalúe la situación y así establecer el motivo de la emergencia, a efecto de saber cuáles serán los movimientos a seguir.

#### **Preliminares**

Con el fin de estar preparado para una eventual emergencia se debe contar con lo siguiente:

- a) Cintas y avisos para delimitar el área afectada.
- b) Plan de emergencia disponible.
- c) Pinza de 2 metros.

- d) Pantalla protectora.
- e) Equipo de protección personal.
- f) El listado de personas a la que se les debe avisar:
  - Monitor de calidad.
  - Jefe de cuadrilla.
  - Superintendente de obra o servicio.
  - Encargado de seguridad radiológica.
  - IBTEN
- g) El personal que ha sido entrenado y ejercitado por medio de simulacros y emergencias.
- h) Sistemas de señales para avisar que el área está en emergencia (luces, señales acústicas, cuerda de longitud suficiente para delimitar la zona).
- i) Tener establecida la ruta de evacuación.

### **Riesgos potenciales**

Ante posibles riesgos o accidentes físicos que pueden ser causa de sobre dosis, tenga en cuenta lo siguiente:

- Mantenga la calma.
- No abandone el equipo.
- Señalice el lugar y establezca un lugar de emergencia.
- Evacúe el sitio.
- Dé aviso a las personas indicadas.
- Planee el procedimiento de cambio de contenedor.
- Monitoreo del área para controlar los cambios de intensidad.

### **Comunicaciones**

El personal licenciado por el IBTEN deberá notificar de cualquier incidente o accidente en el cual se presuma una sobre exposición de radiación al POE o al público en general en los siguientes casos:

- Incidentes

- Accidentes
- Cuando se presuma absorción de dosis elevadas.

La metodología a seguir en caso de incidentes o accidentes será la siguiente:

- Informe escrito del incidente o evento dentro de las 48 hrs de ocurrido el mismo, en el registro de incidente o accidente radiológico, el nivel ii a cargo será responsable de realizar con todos los involucrados la reconstrucción del evento y/o recaudar toda la información requerida en este documento debidamente firmada por todos los involucrados y el responsable en campo.
- El responsable de seguridad radiológica.
- Descripción del evento.
- Acciones tomadas para corregir o disminuir las consecuencias.
- Acciones tomadas para prevenir ocurrencias similares.
- Causas del evento, análisis de causa raíz.
- Detalles del personal involucrado.
- Será la responsabilidad del nivel ii y/o personal certificado por el IBTEN realizar un informe escrito dirigido al responsable de seguridad radiológica, de acuerdo al formato establecido en el ítem xxx (registro de incidente o accidente radiológico). El informe será emitido dentro de las 48 horas de haberse identificado el incidente o accidente de acuerdo a la gravedad del mismo.
- El responsable de seguridad radiológica registrará el incidente de acuerdo al anexo 6 (informe responsable de seguridad radiológica). Dentro de las 48hr de notificado el mismo.
- La responsable seguridad radiológica realizará un análisis de los informes para determinar las causas y acciones correctivas, de acuerdo al anexo 7 informe causa raíz. El informe será emitido al IBTEN dentro de las 48 hrs de la emisión del informe del responsable de seguridad radiológica anexo 6.
- El responsable de seguridad radiológica velará por el cumplimiento de las recomendaciones de las acciones a implementar de acuerdo al anexo 8 registros de acciones correctivas.

- Comunicar la situación de inmediato al responsable de la obra, a efectos de obtener toda la ayuda necesaria para el control efectivo de la zona y restricción de accesos.

### **Mediciones de seguridad**

Se debe monitorear la zona de incidente o accidente y delimitar el área controlada y área supervisada.

Se debe calcular los tiempos de exposición para combatir las dosis de tal manera no sobrepasen los límites establecidos y controlar las dosis recibidas.

#### **dosimetría**

Verifique la lectura en los dosímetros de lectura directa y en los posible llevarlos a 0.

De contarse con dosímetros extra de lectura indirecta, utilizarlos exclusivamente para el evento, a efectos de evaluar exactamente la radiación que pueda quien actúe en el caso.

#### **Monitoreo de la zona de radiación**

Verifique el nivel de radiación medido en el área controlada y área supervisada.

#### **Demarcación de área**

Establezca un encintado en la zona de acuerdo a las lecturas surgidas del monitoreo del área controlada y colocar los letreros respectivos en el área supervisada.

#### **Blindajes existentes**

Se debe utilizar al máximo el uso de los blindajes provistos por la geometría del lugar, como ser máquinas, estructuras de acero y/o concreto, tuberías, etc.

Mediante alargador, caño, madera u otro elemento de buena longitud, coloque los blindajes disponibles, como ser: escudo con municiones de plomo, granalla, blindajes de concreto y/o acero.

### **Tele-pinzas**

Se utilizará tele-pinzas en los siguientes casos:

- Fuente desenganchada.
- Fuente cortada.
- Fuente que no ingreso totalmente.
- Tubo abollado.
- Telemando que no arrastra la fuente.

Si la fuente está expuesta fuera del contenedor o el sistema de exposición ha sido interrumpido por atascamiento o liberación del sistema de sujeción, se tomará la fuente con las telepinzas por la parte del terminal de enganche, introduciéndola mediante el embudo en el contenedor de recuperación.

En caso de que el porta fuente esté libre dentro de uno de los tubos guía, se debe conectar el tubo guía al extremo roscado del contenedor de recuperación. Posteriormente se quitará el escudo y se levantará el extremo del tubo guía, a efectos que el porta fuente caiga por gravedad dentro del contenedor.

Se debe recuperar el porta fuente mediante el cable telemando y una extensión haciendo el acople y retrayendo la fuente dentro del proyector de almacenamiento. Si no tiene conocimiento y entrenamiento sobre el control de emergencia, no dé inicio a ninguna operación de control.

### **Transporte**

En el caso que en el transporte del equipo el vehículo sufra un accidente, se debe seguir el siguiente procedimiento.

- Mantenga la calma y evalúe la situación.
- Asegúrese que no permanezca ninguna persona a menos de 30 m.



- Proceda a alejarse sin perder de vista el equipo.
- Avise a la policía del siniestro, aclarando que se transporta material radiactivo.

Tratar de apreciar visualmente el estado físico de los bultos. Si se dispone de medidores de radiación, evaluar las fugas que pudieran existir, la tasa de exposición. Y colocar las cintas y señales y protección según lo indicado por el monitor GEIGER con un valor menor a 2.0 mrem/h.

### **Absorción de dosis en condiciones de emergencia radiológica**

Los límites de dosis recibida en el caso de accidentes deben evaluarse bajo los siguientes parámetros:

La exposición debe estar limitada bajo el concepto Alara. Debe compartirse la exposición del rescate de la fuente expuesta en un caso de emergencia con todos los operadores certificados y entrenados. Debe excluir a todo el personal del público o no entrenado se las operaciones de rescate de la fuente expuesta en un caso de emergencia. La absorción de dosis no debe ser mayor a la establecida en el límite anual.

#### **3.3.5.6. Registros**

Estos están destinados a realizar un control diario de ciertos equipos, herramientas y personal con el fin de verificar su buen estado. Se encuentran en los anexos 2 a 4.

### **3.3.6. Levantamiento de preventivas ambientales**

#### **3.3.6.1. Descripción**

La obra a ejecutarse, se encuentra en la zona de la población de batallas en el departamento de la paz. Se realizará una inspección al lugar para verificar las condiciones ambientales, para poder prevenir cualquier tipo de contratiempos durante la ejecución de la obra.

TIPO DE MATERIAL A REPONER: Tierra. Básicamente los materiales a reponer serían necesarios si la estación fuera una instalación subterránea. Si existen cuerpos de agua en la locación se utilizarán puentes para la construcción de vías de acceso a la estación. De existir tierras destinadas a la actividad agrícola será necesario relocalizar estos de tal manera no se perjudique a la producción de los propietarios, y se preserve la producción agropecuaria.

Observaciones: se tomarán en cuenta: Cuerpos de agua, sembradíos, Tierra.

### 3.3.6.2. Registros de incidentes

Es de necesidad de todas las personas involucradas en la obra realizar un registro de incidentes, si es que suceden, en la obra, para realizar el correspondiente estudio de este y, de esta manera, aplicar las acciones correctivas en actividades del mismo sentido.

**Tabla 3.7 Registro de incidentes**

LIBRO DE REGISTRO DE ACCIDENTES				
Mes de:				
FECHA	INCIDENTE/ACCIDENTE	CAUSA	MEDIDA PREVENTIVA AUSENTE	OBSERVACIONES
1				
2				
...				
30				

Fuente: Elaboración propia, 2019

### 3.3.7. Gestión de residuos sólidos

#### 3.3.7.1. Introducción

Según las normas y especificaciones para la gestión de los residuos sólidos generados por las diversas actividades durante la Construcción de la Estación de Regasificación de Batallas, se desarrolló un plan de manejo, como una herramienta mediante la cual se describe todos los procedimientos operacionales y ambientales para la gestión de residuos sólidos.

### **3.3.7.2. Ejecución del plan de manejo**

#### **3.3.7.2.1. Áreas de depósito**

Como parte de las actividades que deben ser cumplidas por el contratista, con el propósito de realizar una adecuada gestión de residuos sólidos, están:

- Política de compra y reutilización.
- Recolección y Disposición final de Residuos.

Cada uno de ellos se describe a continuación.

#### **3.3.7.2.2. Política de compra, reutilización y reducción de residuos**

Se deberán tomar en cuenta las siguientes condiciones:

- Se minimizará la compra de bebidas en envases no retornables, o botellas PET en general se producirá la compra de estas bebidas en botellas de vidrio, las cuales son devueltas al proveedor, de manera de reducir la generación de residuos sólidos.
- Siempre que sea posible los envases de cartón, plástico, vidrio y otros, serán reusados en varias actividades.
- En relación a la disminución de residuos de papel, se pueden implementar una serie de actividades, tales como:
  - Fomentar el uso de medios electrónicos, para la comunicación interna y externa de la empresa, evitando la impresión de documentos innecesariamente.
  - Disminuir las fotocopias, fomentando el uso de medios electrónicos para la revisión de documentos y empleando papel usado por una cara para las fotocopias que se deben realizar sólo en caso indispensable.
  - Transmisión de información, entregar copia de cartas sólo en caso de suma importancia.

- Uso de papelería por ambos lados, uso de cuadernos, blocks u hojas para notas con papel reutilizado.
- Mantener el papel usado libre de grapas o clips para su reutilización, colocándolo en cajas próximas a la fotocopidora e impresoras.

### 3.3.7.2.3. *Recolección y disposición final*

La infraestructura destinada a la disposición de los residuos sólidos será:

- Basureros ligeros constituidos por estructuras móviles, preferentemente metálicas, dispuestas en el campamento y en áreas donde se realizan faenas (áreas de depósito).

El manejo de desechos sólidos se implementará basándose en los siguiente:

- Minimizando la generación de desechos.
- Maximizando el reciclado y el re-uso de desechos.
- La recolección apropiada de desechos.

Los desechos serán vaciados de los contenedores cada dos días y entregados a los camiones de las empresas recolectoras del Gobierno Municipal de la Localidad de Batallas.

Asimismo, será inevitable la presentación de la siguiente tabla reporte semanal de la disposición de los residuos sólidos:

**Tabla 3.8 Registro de residuos sólidos**

Obras civiles y mecánicas para la construcción de Estación Satelital de Regasificación en la Localidad de Batallas	Reporte Semanal de Disposición de Residuos							
	Papel (kg)	Botellas pet (kg)	Residuos Metálicos (kg)	Maderas (kg)	Colillas de Soldaduras (kg)	Paños y Trapos Contaminados (kg)	Esponjas (kg)	Restos de comida (kg)
Saldo Anterior								
Generada								
Eliminada								
Saldo Actual								

Fuente: Elaboración propia, 2019

### **3.3.7.3. Charlas de 5 minutos**

Entre los temas más comunes a Desarrollar para este tipo de obras son:

- Recomendaciones e inducciones en Trabajos de Soldadura.
- Reacondicionamiento del recurso Agua.
- Concientización Ambiental.
- Gestión de Redes Sociales.
- Recomendaciones de Ergonomía.
- Uso correcto de las EPP's.
- Cuidado del Medio Ambiente.
- Recomendaciones de Orden y Limpieza.
- Uso de EPP's.
- Forestación.
- Uso adecuado del Protector de oídos
- Recomendaciones con Caídas a Mismo Nivel.
- Recomendaciones en la P.H. (Aparentemente es Propiedad Horizontal)
- Salud Ocupacional.
- Descarga de equipos pesados.
- Gestión de residuos Sólidos.
- Riesgo de caídas.
- Atrapamiento Mecánico.
- Comunicación Laboral.
- Posturas inadecuadas.
- Inicio de Obra y SySO.

### **3.3.8. Control de alcoholemia**

#### **3.3.8.1. Propósito**

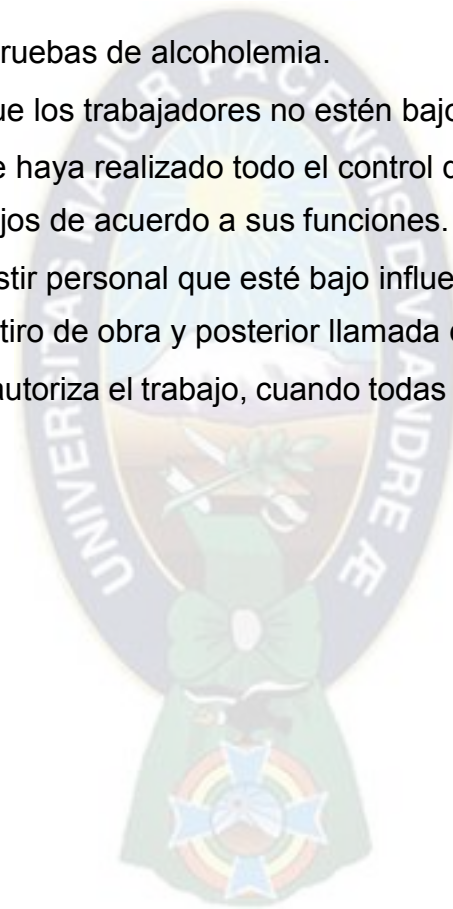
Establecer los lineamientos para el control del personal respecto al uso de alcohol y drogas durante el trabajo y/o ingresar a trabajo bajo influencia de estupefacientes.

### **3.3.8.2. Alcance**

Aplica a todo el personal que estará en la construcción de la estación de regasificación de la localidad de Batallas.

### **3.3.8.3. Desarrollo**

- Todas las mañanas durante las charlas de 5 minutos se realizará el control del personal.
- Se realizarán pruebas de alcoholemia.
- Se verificará que los trabajadores no estén bajo la influencia de drogas.
- Una vez que se haya realizado todo el control del personal, se autoriza a iniciar los trabajos de acuerdo a sus funciones.
- En caso de existir personal que esté bajo influencia de alcohol o drogas se procederá al retiro de obra y posterior llamada de atención.
- Solamente se autoriza el trabajo, cuando todas las condiciones de seguridad existen.



## CAPITULO IV

### APLICACIÓN PRÁCTICA

#### PLAN DE CONTINGENCIA Y EVALUACIÓN DE RIESGOS PARA LOS TRABAJOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA ESTACIÓN DE REGASIFICACIÓN

##### 4.1. Descripción de componentes de la estación de regasificación

La tabla a continuación está generada del proyecto de Ingeniería procura y construcción de la ampliación del sistema de gas virtual, los datos que se especifican están dados por los cálculos ejecutados para el proyecto anterior a este; sin embargo, estos son referenciales y podrían cambiar una vez que se proceda con la obra de construcción y operación de las diferentes estaciones de regasificación a establecerse.

**Tabla 4.1 Datos técnicos de componentes de estación de regasificación de la población de batallas**

Componente	Cantidad	Datos Técnicos
Tanque de almacenamiento 1	1	60m <sup>3</sup> , 7 bar
Tanque de almacenamiento 2	1	60 m <sup>3</sup> , 20 bar
Botellones de GNC	2	250 bar
Regasificador Forzado	1	1000 m <sup>3</sup> /h , 20 bar
Regasificador Ambiental 1	2	2000 Sm <sup>3</sup> /h , 20 bar
Regasificador Ambiental 2	2	750 Sm <sup>3</sup> /h , 250 bar
Bombas para GNL con By pass AP/BP	1	2000 Sm <sup>3</sup> /h *
Bombas para GNL con AP/BP 1500	2	
Puente de Regulación y medición	2	2000 Sm <sup>3</sup> /h

\*Sm<sup>3</sup> = Standart metro cúbico

Fuente: Fuente: (Y.P.F.B., 2015)

Habiendo aclarado esta situación, continuemos pues, con la descripción de los equipos más importantes que están involucrados en la operación de la estación de regasificación de la población de Batallas.

#### 4.1.1. Depósito criogénico de GNL

El Depósito Criogénico de GNL de la estación estará compuesto por dos depósitos verticales de 60m<sup>3</sup> con las características que se tienen en la tabla 9. Esto garantiza un almacenamiento superior a la producción de 6 días a la capacidad nominal de la estación. El tanque de almacenamiento de GNL dispone de entradas de llenado por la parte superior e inferior, dos salidas de GNL para la alimentación a las líneas de alta y baja presión un sistema de puesta de presión rápida para evitar el efecto Boíl off gas y una línea de que va a venteo para evitar sobre presiones aún mayores; asimismo posee una línea de rebose que no permite que el tanque se llene a más de 95 % de su capacidad.

Podríamos decir que, de manera referencial, el depósito criogénico de la estación, será de 80 m<sup>3</sup> por la cantidad de población que se tiene en la localidad, además, es menester mencionar que se suministrará desde esta, gas natural comprimido a las localidades de Huarina y Colquiri.

Figura 4.1 Tanque de 60 m<sup>3</sup>



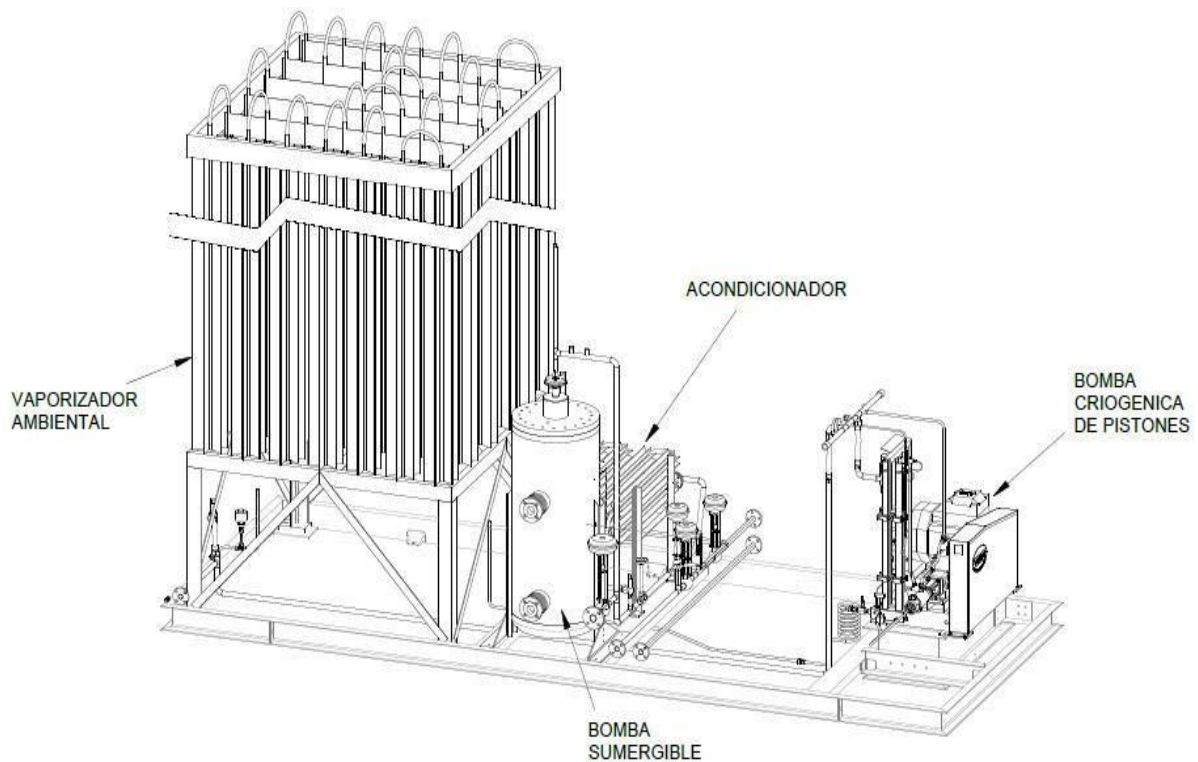
Fuente: (Lapesa LNG, 2017)



#### 4.1.2. Skid de GNL

El skid de GNL delimita y soporta a través de una bancada metálica los equipos necesarios para tratar el GNL. Se ubica al aire libre encima de una bancada de hormigón dentro del cubeto de seguridad. En la Figura 10 se puede ver un esquema de un skid GNL.

Figura 4.2 Esquema de Skid de GNL



##### 4.1.2.1. Vaporizador ambiental

Los vaporizadores serán tres; uno de alta presión y dos de baja, como lo indica la tabla 9, siendo el material de construcción de estos Aluminio 6063 T5 para baja presión y acero inoxidable para la línea de alta, resistentes a la corrosión y con una base soldada de alta resistencia; máximo, el diseño de temperatura de salida deberá ser máximo de 6 a 10 grados por debajo de la temperatura ambiente. De igual modo la válvula de alivio debe ser del 150 % de la capacidad máxima del vaporizador

además los calentadores no deben sobrepasar una temperatura de 0°C, pues se debe garantizar la integridad física de los vaporizadores. Una vista del vaporizador ambiental se encuentra en la figura a continuación.

**Figura 4.3 Vaporizador ambiental**



**Fuente:** (Lapesa LNG, 2017)

#### Acondicionador línea de GNL

Pequeño vaporizador que se incorpora entre el tanque de GNL y el dispensador de GNL que va a servir para acondicionar el producto cuando sea necesario ya que cada camión trabaja a una temperatura de suministro diferente. Una vista del acondicionador se puede observar en la figura a continuación.

**Figura 4.4 Acondicionador de línea de GNL**



**Fuente:** (Lapesa LNG, 2017)

#### **4.1.2.2. Bomba criogénica recíproca**

El NSPH de esta debe ser de un mínimo de 1 m para asegurar la operatividad de esta y mantener un mínimo de nivel de GNL en el tanque. Los ángulos para evitar cavitación serán de 5° y 10°, las válvulas automáticas que se requiera deberán estar aptas para realizarse un trabajo de bajo presiones de 20 bar para evitar daños a la bomba; Sin embargo, ésta debe estar instalada lo más próxima posible a depósito de GNL de esta manera lograr un dimensionamiento correcto de mangueras y accesorios.

Estas bombas cuentan con sondas de temperatura en línea de retorno de gas (para garantizar correcto funcionamiento), en la línea de descarga para evitar la cavitación y en la pieza intermedia para detección de fugas. Un sistema de purga, y venteo que es automático para evitar sobre presiones y una caja de conexiones para paros de emergencia.

**Figura 4 Bomba criogénica de pistones**



Fuente: (Lapesa LNG, 2017)

#### **4.1.2.3. Bomba criogénica centrífuga sumergible**

El GNL va a ser bombeado a través de esta bomba que se muestra en la Figura 3.8 para la recirculación del mismo. Se encarga principalmente de impulsar el líquido desde el tanque hasta el dispensador de GNL. Dicha bomba se sitúa totalmente sumergida en un tanque y herméticamente encapsulada.

**Figura 5 Bomba criogénica sumergible**



Fuente: (Vanzetti, 2017)

#### 4.1.3. Dispensador de GNL

El dispensador suministra GNL a una temperatura de entre  $-140\text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $-110\text{ }^{\circ}\text{C}$  y a una presión entre 5 bar y 18 bar. Las características del emplazamiento y sistema de anclaje del dispensador de GNL son equivalentes al de GNC. Este dispensador cuenta con dos mangueras, una para suministrar líquido (carga) y otra para el gas de recuperación. (Welldone Machine, 2016). La figura 12 muestra un nuevo modelo de este dispositivo.

Figura 6 Dispensador de GNL

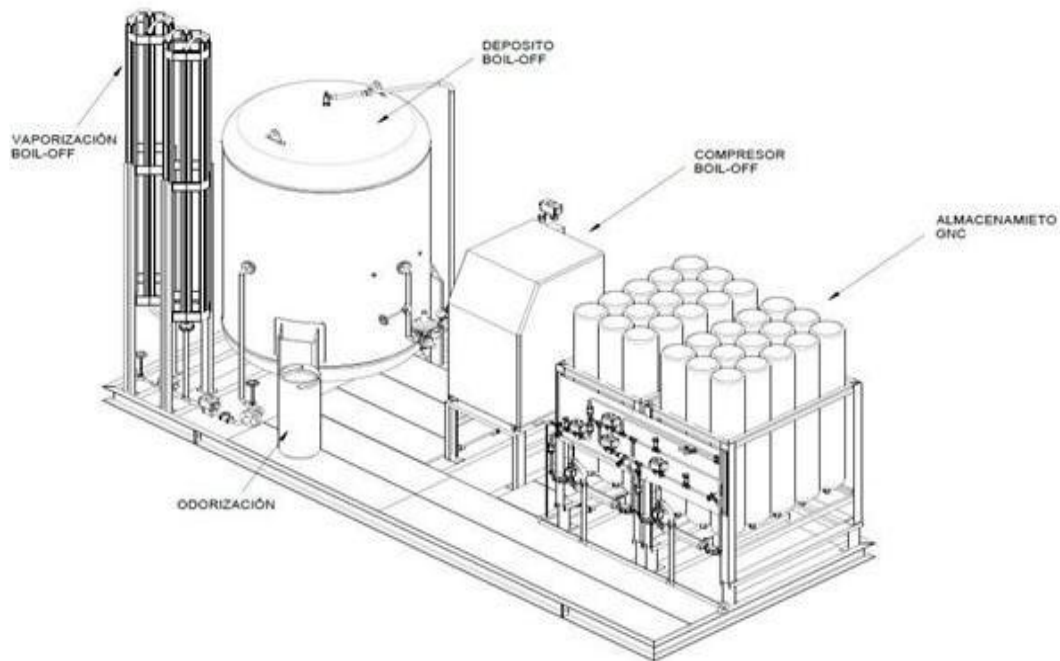


#### 4.1.4. Skid de GNC

El skid de GNC y boil-off que se muestra en la figura 13 delimita y soporta a través de una bancada metálica todos los equipos necesarios para tratar el GNC antes de su suministro en el surtidor. Esta bancada estará situada dentro del cubeto de seguridad.

Los equipos de vaporización, compresor, odorización y almacenamiento de GNC, disponen de ventilación natural al situarse al aire libre.

**Figura 7 Skid de GNC**



Fuente: (Ingbc.eu)

#### **4.1.4.1. Almacenamiento de GNC**

El almacenamiento de GNC incorpora 2 packs de 15 botellas de 80 l que dan lugar a 2.400 l de almacenaje de GNC a 290 bar.

El almacenaje de GNC es de tipo vertical. Los cilindros están interconectados con tuberías de acero inoxidable y cuentan con sus respectivas válvulas de cierre con los dispositivos de seguridad correspondientes. El conjunto está debidamente asegurado 40 sobre un bastidor de acero, de manera que los cilindros no tengan contacto con el suelo evitándose focos corrosivos.

Este almacenamiento está equipado con válvulas de alta presión que aíslan los almacenajes del suministro a los surtidores. Cuenta además con válvulas de seguridad, exceso de flujo y bloqueo manual además de un manómetro de presión con rango de 0 bar a 430 bar y un presostato para cada pack.

**Figura 8 Racks de Botellas de Almacenamiento GNC**



Fuente: [www.Kompressoren.es](http://www.Kompressoren.es), 2019

#### **4.1.5. Sistema de boil –off**

Dentro del skid de GNC se encuentra la línea del sistema de recuperación de boil-off con su vaporizador ambiental (fijo a la misma estructura), el depósito de boil-off que se muestra en la figura 14, los equipos de regulación y medida además el compresor de boil-off que se muestra la figura 15 cuyas características principales son la velocidad de carga de 400 l/min y una presión de trabajo de 200 bar.

La transferencia de calor en el tanque de GNL hace que se forme gas en el mismo aumentando considerablemente la presión. Este gas ha de ser expulsado enviándose al depósito de boil-off, donde después de ser llenando se comprimirá a 290 bar y será conducido posteriormente a las botellas de almacenamiento de GNC.

**Figura 9 Depósito de almacenamiento boil-off**



Fuente: coltrsub.it, 2019

**Figura 10 Compresor de boil-off**



Fuente: coltrsub.it



#### **4.1.5.1. Sistema de odorización**

El gas natural es inodoro y por este motivo precisa ser odorizado adecuadamente para que pueda ser detectado inmediatamente en caso de fuga. Para ello se utiliza THT (tetrahidrotiofeno), un líquido incoloro con un olor característico que es inflamable y su vapor es más denso que el aire. Es peligroso para el medio ambiente y por tanto no debe entrar en contacto con el agua. En esta planta no se utiliza agua ni tampoco se dispone de ninguna toma ni desagüe.

El proceso de odorización puede hacerse a la entrada del depósito de boil-off mediante contacto con el gas (zona de baja presión) o entre el vaporizador y las botellas de almacenamiento a través de una bomba que inyectará el mismo a su paso por la línea (zona de alta presión).

**Figura 11 Odorizador**



**Fuente:** (Arribas, 2015)

#### **4.1.5.2. Vaporizador depósito de boil-off**

Este vaporizador que se muestra en la Figura 17 se encarga de gasificar una parte de GNL e introducirlo en el depósito de boil-off cuando sea requerido. El gas venteado del tanque de GNL al depósito de boil-off está compuesto por la parte más ligera del gas natural y por este motivo se inyecta cuando sea necesario GNL a

través de este vaporizador en el depósito de boil-off para equilibrar la composición del gas si se da este caso excepcional.

**Figura 12 Vaporizador de depósito boil off**



**Fuente: Enagas.es**

#### **4.1.6. Dispensador de GNC**

El dispensador se va a situar sobre una isleta de hormigón elevada sobre la pista de circulación, para así protegerlo de impactos de vehículos. El surtidor consta de dos mangueras con bocas de carga NGV-1. El transductor de alta presión permite que la carga del depósito pueda hacerse a 200 bar. Cuenta también con conectores para recuperar los vapores. El sistema de anclaje del surtidor es de fácil instalación y sus conexiones al sistema de alta presión de gas se efectúan por medio de tuberías de acero inoxidable con acoplamientos de doble virola de compresión. La instalación eléctrica y las tuberías de gas irán enterradas hasta sus correspondientes arquetas.

El dispensador dispone de un medidor másico robusto ante variaciones de temperatura y/o presión del gas, de forma que no existan desviaciones en la medición ni a favor ni en contra del usuario o la estación. Además, presenta un

sistema de seguridad que limita el caudal máximo con el que se puede asegurar el buen funcionamiento y bloqueo en caso de emergencia.

**Figura 13 Dispensador de GNC**



**Fuente:** (CNG SOURCE MEXICO, 2017)

#### **4.1.7. Líneas de GNL**

Las líneas de GNL se fabrican con tubo SCHEDULE 10 s de ½”, 1” y 1½”. También se utiliza una tubería de alta presión como la descrita en el apartado anterior entre la bomba de pistones y el vaporizador ambiental. Se comprenden los siguientes tramos:

- Tanque-Bombas criogénicas
- Bomba sumergida -Dispensador de GNL
- Dispensador de GNL-Tanque
- Bomba de pistones-Vaporizador ambiental

#### **4.1.8. Líneas de GNC**

La línea que conduce el GNC está compuesta de tubería de acero inoxidable con un diámetro exterior de 16,0 mm y 2,0 mm de espesor. La tubería se une mediante racores de acero al carbono Parker o Swagelok Triple Lok, acorde a las presiones requeridas. Las ramificaciones a los dispensadores se compondrán de acero

inoxidable de 12,7 mm x 1,25 mm, con accesorios Parker o Swagelok Triple Lok para su conexionado.

Las uniones de los puntos mediante racores han de ser accesibles para su inspección y verificación.

Las líneas de GNC comprenden los siguientes tramos:

- Vaporizador ambiental – Almacenamiento de GNC
- Almacenamiento de GNC – Dispensador de GNC.

#### **4.1.9. Líneas de Recuperación de boil-off**

Los conductos que van desde el tanque criogénico hasta el compresor de GNC se realizan con tubo SCHEDULE 10 S. Sin embargo, a partir del compresor hasta las botellas se utiliza tubería de alta presión.

#### **4.1.10. Instalación de Aire Comprimido**

Esta planta está dotada de dos compresores de aire de 1,5 kW y 50 L y una red de distribución del aire, incluyendo las válvulas de derivación y accesorios, para alimentación a las válvulas de corte con accionamiento neumático de toda la planta. La red de distribución del aire se realiza mediante tubería de PVC con racores de acople rápido. La válvula de seguridad se encuentra tarada a una presión máxima de 12 bar.

#### **4.1.11. Instalación de Drenajes y Venteos**

Hay varias situaciones en la instalación por las que pueden producirse venteos. Una de ellas se tiene en el tanque, debido a la transferencia de calor al interior del mismo. Esto genera una vaporización paulatina del líquido situándose en la parte alta del depósito aumentando la presión en el tanque.

En condiciones de consumo bajo de GNL, se producirán venteos, como mecanismo de regulación de la presión del depósito, si el depósito de GNL y las botellas de

GNC no fueran capaces de asumir dicho volumen. También es común que se produzcan pequeños venteos en fracciones de tuberías comprendidas entre dos válvulas en las que se haya podido quedar atrapado GNL.

Finalmente, se producirán venteos debido al gas que queda en la punta del dispositivo de carga, que necesariamente debe despresurizarse antes de desconectarlo del vehículo. Esta despresurización se lleva a cabo automáticamente a través de un venteo que incorpora el acoplamiento y se conduce a un punto de emisión segura.

Los escapes de las válvulas de seguridad están igualmente conducidos al mismo punto de emisión segura (parte más alta del tanque).

Se incorpora una línea que parte de cada equipo (tanque, bombas, almacenamiento GNC y aparatos suministradores) que conduce todos los venteos y drenajes que se produzcan a un colector común con el fin de evitar fugas de aire. Este conjunto de fugas se conduce a un punto de salida que se ubica en la parte más alta del tanque.

Los venteos se producen por posibles descargas de las válvulas de seguridad que llevan incorporadas los equipos, así como los drenajes se producen por posibles condensados en las botellas de almacenamiento y en las bombas.

A la salida de este depósito se incorpora otra tubería de venteo de 2" de diámetro, asegurando que todos los venteos se conduzcan a este punto y desemboquen al aire libre, a una altura superior a 3 m. El extremo de la tubería de ventilación adopta una forma de T mirando hacia el suelo con el fin de no poder introducirse el agua en el interior del mismo, en zona suficientemente aireada.

## **4.2. Procedimiento de descarga de cisterna en estación de regasificación**

### **4.2.1. Procedimientos previos a la descarga de cisterna**

a) Envío Información del Cisterna/Usuario al Operador de Estación (Antes de la partida).

Cuando el Cisterna parta de la planta de Separación de líquidos y de carga informará al Operador de la Estación de regasificación por correo electrónico / fax de lo siguiente:

- Fecha y hora de partida.
- Día y Hora estimada de llegada.

b) Comunicación Cisterna-Operador del Terminal.

La comunicación Cisterna-Estación debe ser continua, debiendo existir medios de comunicación de reserva en caso de fallo.

c) Operaciones para garantizar los parámetros de Presión y Temperatura adecuados previos a la descarga. Previa entrada y conexión de manguera, el Cisterna habrá realizado las operaciones pertinentes para garantizar que los parámetros de presión en tanques y temperatura en las líneas y el manifold de descarga del mismo no requieran el venteo de gas a atmósfera, de manera que la descarga se desarrolle de manera ágil y eficiente, evitando retrasos.

#### **4.2.2. Recepción de gas natural:**

Durante la carga del depósito de GNL es necesaria la presencia de un operador.

- Procedimiento de conexión:
  - Situar el vehículo en el punto de descarga, con el freno de parking.
  - Conectar la toma de tierra para activar el permisivo de apertura de las válvulas.
  - Conexión de Manguera.
  - Activar el (marcha/paro descarga cisternas) pulsando el botón de solicitud de carga.

- Una vez confirmado que las válvulas estén abiertas y que el nivel del depósito sea inferior al 83%, se dará la señal al piloto verde.
- Procedimiento de desconexión:
  - Apagado de la señal luminosa (tras el paro de la bomba)
  - Cierre de la válvula (Mantener la abierta para evitar sobrepresión en la línea de descarga).
  - Mojar la tubería entre el acople y la válvula check para vaporizar el GNL y conducirlo al venteo.
  - Despresurizar la cisterna
  - Desconexión de las mangueras.
  - Cierre de la válvula
  - Eliminar el enclavamiento que mantiene cerrada la válvula de la cisterna.

Paros durante la descarga

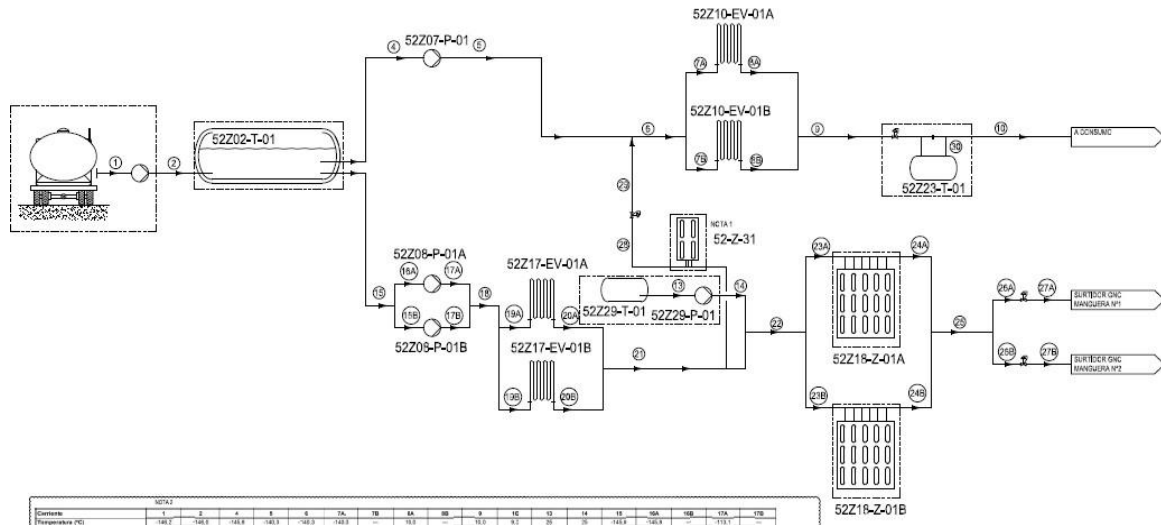
Se parará el proceso de la descarga, bien desde el Terminal o bien desde el barco, en caso de que:

- Haya tormenta con fuerte aparato eléctrico en las proximidades del Terminal.
- Siempre que el Operador de la Estación lo consideren necesario.

#### **4.3. Análisis HAZOP del procedimiento de regasificación**

Para el análisis este podemos utilizar un esquema como el de la figura a continuación, de la cual se puede denotar como nudos a la conexión cisterna-Depósito Criogénico, al depósito criogénico.

**Figura 14 Esquema para análisis Hazop**



Fuente: (Y.P.F.B., 2015)

#### 4.3.1. Consideraciones técnicas y simulación HYSYS V9 del proceso de regasificación

En este proyecto el GNL será bombeado desde los tanques de almacenamiento a través de las bombas primarias a “presión de consumo” (681 kPa), esto por razones de simplicidad en el proceso de regasificación y de distribución final del GN, además de disminuir costos operativos., se empleará a la entrada del regasificador una presión de 681 kPa y una temperatura de 112 K (-161,6 °C). Ello implica que la vaporización será a baja presión y por debajo del punto crítico.

Como la tecnología elegida son los intercambiadores de calor tipo Vaporizador de bastidor abierto, la construcción del mismo no requiere de una carcasa, sino solamente el diseño de los tubos por los cuales circulará el gas natural licuada transformándose en gas natural.

Para determinar los valores correspondientes a cada término de la ecuación, es necesario explicar el comportamiento termodinámico del GNL y el GN.

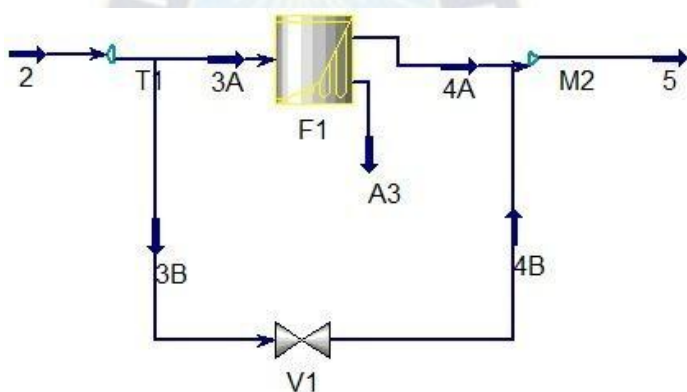
Inicialmente para poder trabajar en el diseño hay que establecer claramente la densidad del GNL, a partir de las condiciones de composición del fluido, presión y



temperaturas a las cuales se encuentra a la entrada de los vaporizadores. La densidad del GNL define el caudal másico a vaporizar y a su vez esta es una variable de gran peso para determinar el calor requerido en el intercambiador para la vaporización.

Empleando estas mismas condiciones termodinámicas, se define la temperatura de vaporización o de burbujeo del GNL asociada a la presión de trabajo del intercambiador (681 kPa), la cual es de 140 K (-133 °C). Este valor se obtiene a partir de una simulación del diagrama Presión - Temperatura propia para esta mezcla ya caracterizada, empleando el Software HYSYS de Aspen.

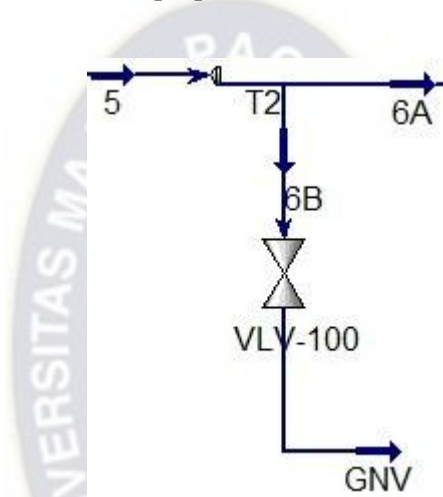
#### 4.3.1.1. Simulación Aspen HYSYS V9



	<i>Unit</i>	1	2	3
<b>Vapour Fraction</b>		1	0	0
<b>Temperature</b>	<i>C</i>	-1,24E-09	-13,6	-1,24E-09
<b>Pressure</b>	<i>bar</i>	39,7	250	39,7
<b>Molar Flow</b>	<i>m3/h_(gas)</i>	1500	1500	0
<b>Mass Flow</b>	<i>kg/h</i>	1078,1392	1078,1392	0
<b>Liquid Volume Flow</b>	<i>m3/h</i>	3,51746646	3,51746646	0
<b>Heat Flow</b>	<i>kW</i>	- 1356,91496	- 1431,79812	0
<b>3A</b>	<b>3B</b>	<b>4A</b>	<b>4B</b>	<b>5</b>
0	0	0	0	0

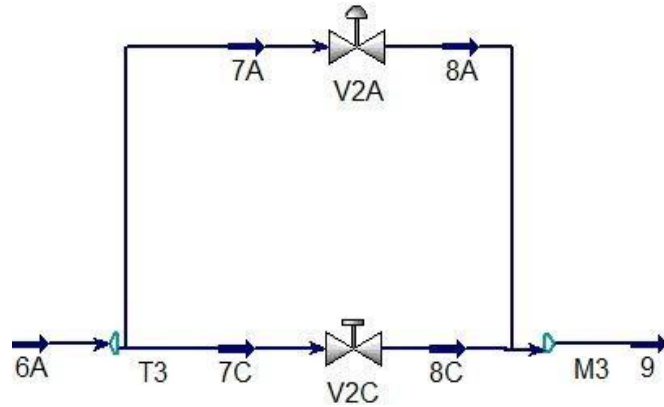
-13,6	-13,6	-13,6	-	-
			13,6342373	13,6342373
<b>250</b>	250	250	249,5	249,5
<b>1500</b>	0	1500	0	1500
<b>1078,1392</b>	0	1078,1392	0	1078,1392
<b>3,51746646</b>	0	3,51746646	0	3,51746646
-	0	-	0	-
<b>1431,79812</b>		1431,79812		1431,79812

Fuente: propia (ASPEN HYSYS V9)



	<b>Unit</b>	<b>5</b>	<b>6A</b>
<b>Vapour Fraction</b>		0	0
<b>Temperature</b>	<i>C</i>	-13,6342373	-13,6342373
<b>Pressure</b>	<i>bar</i>	249,5	249,5
<b>Molar Flow</b>	<i>m3/h_(gas)</i>	1500	1500
<b>Mass Flow</b>	<i>kg/h</i>	1078,1392	1078,1392
<b>Liquid Volume Flow</b>	<i>m3/h</i>	3,51746646	3,51746646
<b>Heat Flow</b>	<i>kW</i>	-1431,79812	-1431,79812

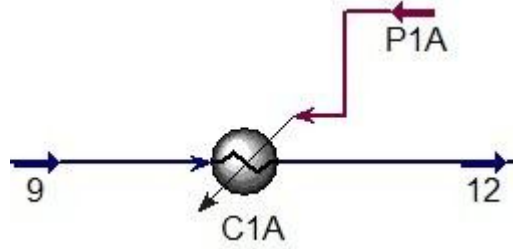
Fuente: propia (ASPEN HYSYS V9)



	Unit	6A	6B	7A
Vapour Fraction		0	0	0
Temperature	C	-13,6342373	-13,6342373	-13,6342373
Pressure	bar	249,5	249,5	249,5
Molar Flow	m <sup>3</sup> /h_(gas)	1500	0	1500
Mass Flow	kg/h	1078,1392	0	1078,1392
Liquid Volume Flow	m <sup>3</sup> /h	3,51746646	0	3,51746646
Heat Flow	kW	-1431,79812	0	-1431,79812

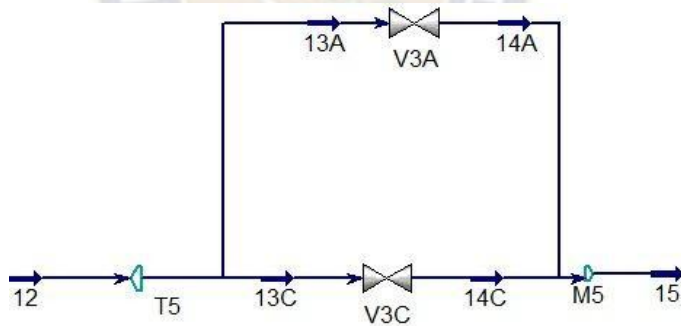
7C	8A	8C	9
0	1	1	1
-	-	-	-
13,6342373	38,4968417	38,4968417	38,4968417
249,5	100	100	100
0	1500	0	1500
0	1078,1392	0	1078,1392
0	3,51746646	0	3,51746646
0	-	0	-
	1431,79812		1431,79812

Fuente: propia (ASPEN HYSYS V9)



	<b>Unit</b>	<b>9</b>	<b>12</b>
<b>Vapour Fraction</b>		1	1
<b>Temperature</b>	<i>C</i>	-38,4968417	27,5884336
<b>Pressure</b>	<i>bar</i>	100	99,9
<b>Molar Flow</b>	<i>m3/h_(gas)</i>	1500	1500
<b>Mass Flow</b>	<i>kg/h</i>	1078,1392	1078,1392
<b>Liquid Volume Flow</b>	<i>m3/h</i>	3,51746646	3,51746646
<b>Heat Flow</b>	<i>kW</i>	-1431,79812	-1356,91496

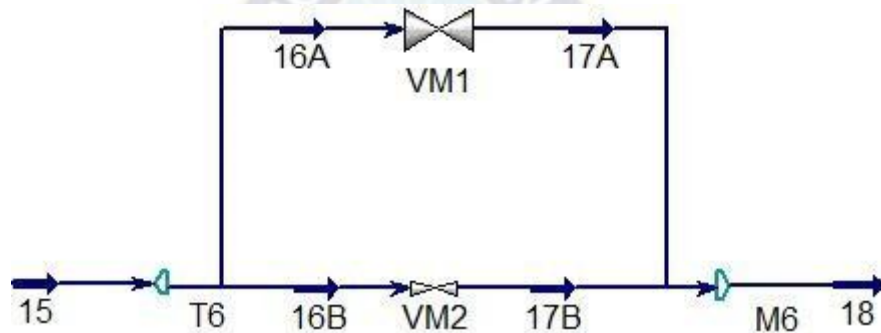
Fuente: propia (ASPEN HYSYS V9)



	<b>Unit</b>	<b>12</b>	<b>13A</b>
<b>Vapour Fraction</b>		1	1
<b>Temperature</b>	<i>C</i>	27,5884336	27,5884336
<b>Pressure</b>	<i>bar</i>	99,9	99,9
<b>Molar Flow</b>	<i>m3/h_(gas)</i>	1500	1500
<b>Mass Flow</b>	<i>kg/h</i>	1078,1392	1078,1392
<b>Liquid Volume Flow</b>	<i>m3/h</i>	3,51746646	3,51746646
<b>Heat Flow</b>	<i>kW</i>	-1356,91496	-1356,91496

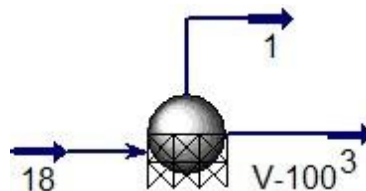
13C	14A	14C	15
1	1	1	1
27,5884336	0,11593725	0,11593725	0,11593725
99,9	39,9	39,9	39,9
0	1500	0	1500
0	1078,1392	0	1078,1392
0	3,51746646	0	3,51746646
0	-1356,91496	0	-1356,91496

Fuente: propia (ASPEN HYSYS V9)



15	16A	16B	17A	17B	18
1	1	1	1	1	1
0,11593725	0,11593725	0,11593725	-1,55E-10	-1,55E-10	0
39,9	39,9	39,9	39,7	39,7	39,7
1500	1500	0	1500	0	1500
1078,1392	1078,1392	0	1078,1392	0	1078,1392
3,51746646	3,51746646	0	3,51746646	0	3,51746646
-1356,91496	-1356,91496	0	-1356,91496	0	-1356,91496

Fuente: propia (ASPEN HYSYS V9)



18	A3	GNV
1	0	0
0	-13,6	-
		13,6343746
39,7	250	249,498
1500	0	0
1078,1392	0	0
3,51746646	0	0
-	0	0
1356,91496		

Fuente: propia (ASPEN HYSYS V9)

#### 4.3.1.2. Balance de materia y energía

Teniendo en cuenta que la ecuación general del balance de masas es:

$$\square\square\square\square\square\square + \square\square\square\square\square\square\square\square\square - \square\square\square\square\square\square - \square\square\square\square\square\square = \square\square\square\square\square\square\square\square\square$$

$$\square\square\square\square\square\square = \square\square\square\square\square\square$$

Por tanto se toma en cuenta esta expresión para realizar el balance de materia para un proceso continuo como es el caso de la planta de producción de acetato de etilo y poder desarrollar las ecuaciones de balance dentro del proceso.

Una vez calculados los flujos másico y molar del etileno, agua y ácido acético que ingresan a la alimentación del proceso se realiza el balance de materia y energía.

Los balances de energía tienen gran importancia y utilización amplia en procesos industriales donde es preciso, calentar, enfriar o aislar térmicamente, lo que ocurre en la mayoría de los casos. A partir de la ecuación de conservación de energía se analizan las diferentes formas de energías que un sistema puede poseer, así como también distintas formas en que éstas se pueden transferir, a continuación se plantea el balance de energía para el sistema:

En cuanto a términos de energía en los procesos químicos tanto la energía potencial y la energía cinética son valores despreciables que la mayoría de las veces es igual a cero a diferencia de los valores del trabajo y calor.

Por lo que en la ecuación de balance de energía tendremos términos que tenderán a cero, debido a que la planta estará regida a un proceso de estado estacionario.

**Entrada de calor + Calor generado + Salida de calor**

Por tanto se tendrá:

$$\text{Calor} = \text{Entalpia (1)} - \text{Entalpia (2)}$$

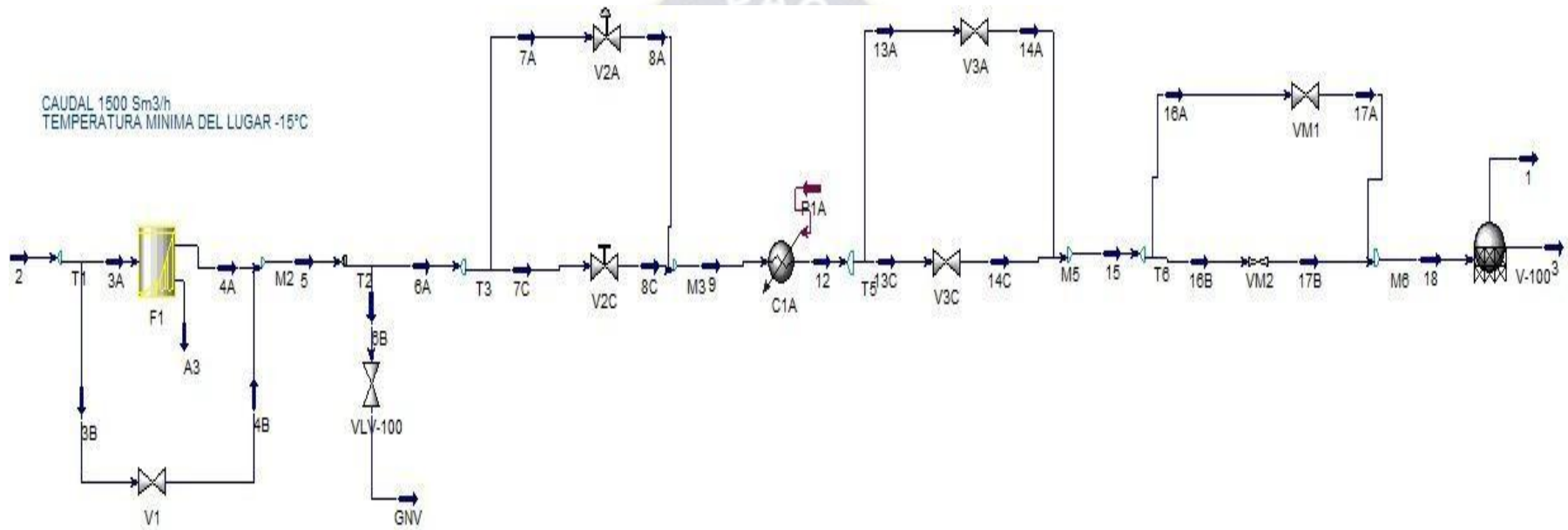
$$Q = H_1 - H_2$$

Por tanto se tendrá la ecuación principal para el balance de energía:

$$\sum_{i=1}^n \dot{m}_i h_i(T_i) + \dot{Q}_{gen} = \sum_{j=1}^m \dot{m}_j h_j(T_j)$$

### 4.3.1.3. Diagrama de flujo del proceso

Figura 15 Diagrama de flujo del proceso



Fuente: propia (ASPEN HYSYS V9)



#### 4.4. Estudio de eventos peligrosos para Estación modular de regasificación de Gas Natural

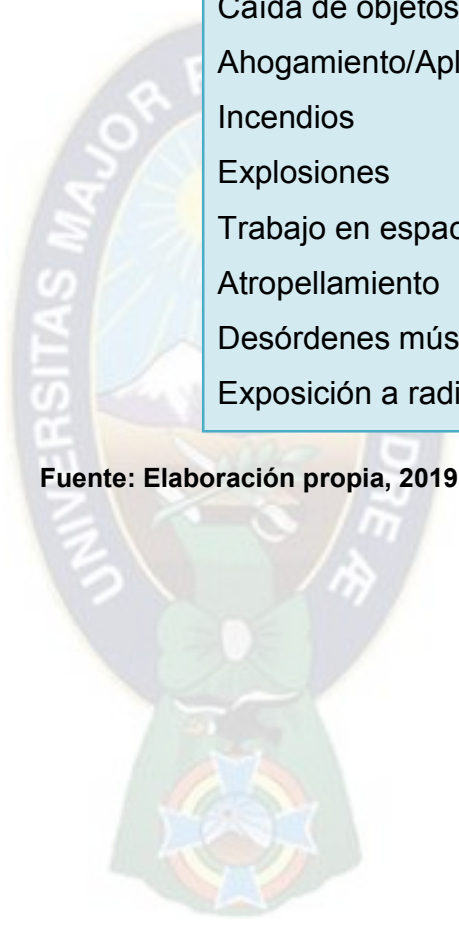
Se realizó un amplio estudio de los eventos peligrosos inmersos en la actividad laboral del ESR, tomando en cuenta las categorías generales de eventos peligrosos identificados en la NORMA ISO 45001:2018.

El análisis es realizado en cuanto a condiciones de seguridad, condiciones de higiene, condiciones hergonométricas y psicosociales

##### 4.4.1. Características del ambiente de trabajo

Tabla 9 Características del ambiente de trabajo

<b>Personas</b>	
<b>Equipos/Maquinaria</b>	Herramientas
<b>Materiales/Energías</b>	Gas licuado de petróleo GLP
<b>Infraestructura/ambiente</b>	Trabajo en planta Tráfico vehicular
<b>Condiciones de Seguridad</b>	Áreas delimitadas Uso de EPP Incumplimiento Personal capacitado
<b>Condiciones de Higiene</b>	Exposición al sol Exposición a ruido Exposición a gases y vapores
<b>Condiciones Ergonómicas</b>	Ejecución en posturas inadecuadas Ejecución de movimientos repetitivos Ejecución de sobre esfuerzo físico Monotonía Trabajo bajo presión
<b>Eventos peligrosos potenciales</b>	Caída a distinto nivel




Caída al mismo nivel  
Contactos eléctricos  
Contacto con gases fríos  
Contacto con partes calientes/frías  
Contacto con temperaturas extremas  
Proyección de partículas  
Golpes por herramientas  
Caída de objetos menores  
Ahogamiento/Aplastamiento  
Incendios  
Explosiones  
Trabajo en espacio confinado  
Atropellamiento  
Desórdenes músculo esqueléticos  
Exposición a radiación no ionizante (sol)

**Fuente: Elaboración propia, 2019**

#### 4.4.2. Categorización y descripción de eventos peligrosos

Tabla 10 Descripción de peligros



Nº	CONDICIÓN	PELIGRO	CATEGORIA DE RIESGO	CAUSA	CONSECUENCIA MAS PROBABLE	MEDIDAS DE CONTROL
1	Condiciones de seguridad	Piso y materiales	Caídas al mismo nivel	<p>Piso resbaladizo por la existencia de aceites y grasas, herramientas que dificultan el paso, desechos de materiales.</p>	<p>Pequeñas lesiones (Contusión, heridas, luxaciones, torceduras, conmociones, esguinces)</p>	<p>Mantener el área de trabajo libre de cables, aceites y desechos.</p>
2	Condiciones de seguridad	Instalación eléctrica	Contactos eléctricos directos	<p>Mala conexión, cables pelados de herramientas manuales eléctricas, cables expuestos de tomas de corriente y del interruptor, conexiones clandestinas.</p> 	<p>Golpes, quemaduras, paro cardiaco, asfixia, paro respiratorio, tetanización muscular</p>	<p>El área de mantenimiento con permiso de trabajo de SySO, debe realizar mantenimiento preventivo en las instalaciones de la planta</p>

3	Condiciones de seguridad	Soldadura	Contactos con temperaturas extremas	<p>Aporte de gran cantidad de calor generada por soldadura (eléctrica, arco eléctrico, autógena), partes calientes de piezas metálicas soldadas, uso de herramientas eléctricas (taladros, arco eléctrico, esmeril, amoladoras), falta de uso de guantes protectores.</p> 	Quemaduras de primer, segundo y tercer grado, calambres, fatiga.	Se debe utilizar el EPP adecuado de manera estricta para labores de soldadura y de este modo disminuir riesgos
4		Golpe de piezas y uso de equipos eléctricos	Proyección de partículas.	<p>Proyección de chispas de piezas metálicas soldadas, proyección de la pieza reparada por desgaste y rotura, uso de esmeriles, amoladoras, falta de uso de lentes de seguridad.</p> 	Lesiones en el ojo, irritación en el ojo, pérdida del ojo, irritación en la piel, quemaduras tipo térmico, queratitis, cataratas.	Se debe utilizar el EPP adecuado de manera estricta para labores con equipos eléctricos de este modo disminuir riesgos
5		Condiciones de seguridad	Piezas con elementos de transmisión de fuerzas.	Riesgos mecánicos (partes móviles)	Contacto con partes móviles de vehículos (motores, correas de transmisión de garrapas). No uso de guantes de seguridad. Partes sueltas del overol.	Aplastamiento, fracturas, mutilaciones, laceraciones.

6	Condiciones de seguridad	Herramientas manuales y equipos	Caída de objetos.	Caída de garrapas, caída de piezas reparadas, o en reparación, caída de herramientas manuales (martillos, destornilladores, sierras, alicates, cinceles, limas, juego de llaves) herramientas eléctricas (amoladoras, esmeril, taladros) contenedores de aceites y grasas, que se encuentran en la mesa de trabajo. Falta de orden y limpieza	Golpes en el pie, fracturas, contusiones, mutilaciones, laceraciones.	El uso de casco y botines de punta de acero es de suma importancia para evitar este tipo de incidentes
7	Condiciones de seguridad	Herramientas manuales y equipos eléctricos	Cortes y mutilaciones.	<p>Uso de herramientas con partes filosas (sierras mecánicas, destornilladores, alicates, cinceles, martillos) Uso de herramientas eléctricas (amoladoras, esmeriles, sierras circulares)</p> 	Cortaduras de distinta consideración, desgarros, laceraciones, escoriaciones, muerte.	Se debe utilizar el EPP adecuado de manera estricta para labores con equipos eléctricos de este modo disminuir riesgos

8	Condiciones de seguridad	Partes de vehículos	Golpes por objetos inmóviles o partes salientes.	<p>Mesas de trabajos, partes de la movilidad, piezas grandes de movilidad, falta de uso de casco.</p> 	Golpes, lesiones, contusiones, heridas, rozaduras.	El uso de casco y botines de punta de acero es de suma importancia para evitar este tipo de incidentes
9	Condiciones de seguridad	Equipos de elevación de cargas.	Aplastamientos	<p>Trabajos efectuados debajo de las movilidades, mal posicionamiento de equipos de elevación (gatas y lagartos hidráulicos, tecles).</p> 	Golpes, fracturas, contusiones, rozaduras, torceduras, parálisis, conmociones, atrapamientos, amputación de miembros, muerte.	Es necesario contar con permiso de trabajo para este tipo de labores para evitar riesgos ocupacionales, así como también el uso del EPP apropiado
10	Condiciones de seguridad	Explosión	Explosiones	<p>Algún tipo de chispa en áreas de almacenamiento de hidrocarburo donde hay gran flujo de gas y válvulas de alivio.</p> 	Desastres materiales, quemaduras, traumatismos por caídas, proyección de materiales o aplastamiento por derrumbes, muerte.	El área de esferas y cilindros de GLP es de acceso restringido, se debe usar EPP apropiado y para el ingreso se debe contar con el permiso del área de SySO




11	Condiciones de seguridad	Herramientas manuales y equipos eléctricos	Incendios	<p>A. Por el uso de material sólido (cajas de madera, cartones, trapos, papeles) B. Líquidos combustibles (gasolina, diésel, lubricantes, grasas). C. Instalaciones eléctricas clandestinas, generación de chispas (por soldadura de piezas, uso de amoladoras, esmeriles, sierras circulares) cerca de líquidos combustibles.</p> 	Desastres materiales, quemaduras, lesiones múltiples, muerte, asfixia, intoxicaciones por absorción de humo.	El uso de EPP adecuado es fundamental para evitar chispa, la indumentaria es 100 algodón para evitar electricidad en áreas de gas y líquidos volátiles
12	Condiciones de seguridad	Elevaciones gradas	Caídas a distinto nivel	<p>Gradas, elevaciones entre 0.3 y 1.8 m de altura</p> 	Golpes, contusiones, fracturas, rozaduras, muerte.	Las áreas de descenso deben estar libres de cualquier herramienta o residuos para evitar caídas
13	Condiciones de seguridad	Áreas de limpieza	Trabajo en espacios confinados		Golpes, fracturas, contusiones, ahogamiento, asfixia, muerte.	Para el trabajo en espacio confinado se debe contar con el permiso de trabajo expreso del área SySO y control de emisiones

14	Condiciones de Seguridad	Contacto con partes Calientes/Frías	Quemaduras de primer y segundo grado	Exposición a temperaturas extremas sin la protección adecuada, peligros de quemaduras por contactos con tuberías recién soldadas. 	Quemaduras y lesiones de incapacidad, principalmente en manos y brazos, necesidad de atención inmediata dependiendo del grado de la quemadura	Se debe utilizar el EPP adecuado de manera estricta para labores con equipos de soldadura y el permiso de trabajo del área de SySO
15	Condiciones de Seguridad	Mantenimiento sobre los equipos	Caídas menores a distinto nivel	Trabajos de montaje y desmontaje de piezas.	Golpes, contusiones menores, rasmilladuras	Se debe contar con permiso de trabajo y tomar en cuenta las medidas preventivas para trabajo en altura
16	Condiciones de Seguridad	Herramientas desgastadas	Cortes, golpes, penetraciones por herramientas	Uso de herramientas desgastadas para realizar actividades de mantenimiento 	Daño físico al personal	El área de seguridad debe realizar inspecciones a las herramientas del personal de mantenimiento para evitar que sean hechizas o que ya hayan cumplido su ciclo de vida útil.



17	Condiciones de Higiene	Soldadura	Contacto o ingestión con sólidos peligrosos	<p>Generación de cenizas, residuos metálicos (hierro fundido, aluminio, cobre, barras de níquel), resinas plásticas recubiertas de los vehículos, por soldadura eléctrica o de resistencia, de arco eléctrico y autógeno de piezas de vehículos.</p> 	Irritación en la piel, en los ojos, problemas dérmicos.	Se debe utilizar el EPP adecuado de manera estricta para labores con equipos de soldadura y el permiso de trabajo del área de SySO
18	Condiciones de Higiene	Soldadura	Exposición a material particulado.	<p>Material particulado en el ambiente (varios tipos de óxidos: monóxido de carbono, dióxido de carbono) después de la soldadura de piezas metálicas (cobre, níquel, aluminio, hierro fundido).</p> 	Problemas respiratorios, sequedad en la garganta.	Se debe utilizar el EPP adecuado de manera estricta para labores con equipos de soldadura y el permiso de trabajo del área de SySO
19	Condiciones de Higiene	Soldadura	Exposición a gases tóxicos.	<p>Inhalación de humos CO, CO<sub>2</sub>, NO y NO<sub>2</sub> contenidos en el aire por soldadura de piezas metálicas. No uso de protector respiratorio. Inhalación de GLP prolongadamente</p>	Irritación ocular, vías respiratorias, mucosas, intoxicación, mareos, vómitos, dificultades respiratorias, fiebre.	El uso de máscara y gafas de protección es fundamental para evitar riesgos

20	Condiciones de Higiene	Uso de equipos eléctricos.	Exposición a ruido.	<p>Uso de máquinas (compresor de planta, máquina de soldadura eléctrica), uso de herramientas de desgaste (esmeriles, amoladoras). No uso de protectores auditivos.</p> 	Enfermedades profesionales, pérdida gradual de la audición, estrés, interferencia en la comunicación y en la percepción de señales de alarma.	Se debe utilizar el EPP adecuado de manera estricta para labores con exposición a ruido (auditivos de copa) y el permiso de trabajo del área de SySO
21	Condiciones de Higiene	Soldadura.	Exposición a radiaciones no ionizantes.	<p>Exposición a rayos ultravioleta generados por soldadura de piezas metálicas, generalmente notado en la soldadura de piezas de aluminio.</p> 	Lesiones en la piel, quemaduras en la piel, irritación ocular, inflamación de la córnea, cataratas, lagrimeo, queratitis.	Se debe utilizar el EPP adecuado de manera estricta para labores con equipos de soldadura y el permiso de trabajo del área de SySO
22	Condiciones de Higiene	Exposiciones a Ruido	Riesgo de enfermedad ocupacional	Incremento de ruido y decibeles al operar el equipo de generación eléctrica portátil para la operación de soldadura, durante los trabajos desarrollados en campo	Enfermedad progresiva, produciendo la pérdida auditiva en el trabajador u operarios.	Se debe utilizar el EPP adecuado de manera estricta para labores con exposición a ruido (auditivos de copa) y el permiso de trabajo del área de SySO

23	Condiciones de Higiene	Exposiciones a Inadecuada Iluminación	Riesgo de enfermedad ocupacional	<p>La exposición constante podría derivar en enfermedad ocupacional tal como pérdida progresiva de la visión.</p> 	Enfermedad progresiva, produciendo la pérdida de visión en el trabajador u operarios.	El uso de mascarara y gafas de protección es fundamental para evitar riesgos
24	Condiciones de Higiene	Exposiciones a Deslumbramientos	Riesgo de posible accidente a causa del deslumbramiento, posible enfermedad ocupacional	<p>El uso no adecuado del Epp podría desencadenar en un accidente producto de deslumbramiento al realizar el trabajo.</p> 	Posible accidente por deslumbramiento. Enfermedad progresiva, produciendo la pérdida de visión en el trabajador u operarios.	El uso de mascarara y gafas de protección es fundamental para evitar riesgos
25	Condición Ergonómica	Reparación de vehículos.	Posturas inadecuadas.	<p>Reparación, ajuste y desajuste de piezas de vehículos en posiciones incómodas por espacios reducidos o de difícil acceso en las movilidades.</p> 	Problemas de columna, hernias, lumbalgias, daños en la parte lumbar.	Es fundamental el rote de personal respecto a una tarea para evitar problemas de lesiones musculares

26	Condiciones de Ergonometría	Levantamiento de piezas y equipo.	Manejo manual de cargas.	<p>Manejo y transporte de equipo de soldar, manejo y transporte de piezas vehiculares.</p> 	Problemas de columna, hernias de disco, daño articular, desgarros y dolores musculares.	Es fundamental el rote de personal respecto a una tarea para evitar problemas de lesiones musculares, las cargas pesadas deben hacerse con equipo adecuado (montacargas)
27	Condiciones de Ergonometría	Engarrafado	Ejecución de movimientos repetitivos	<p>Flexión prolongada de la muñeca y brazos</p> 	Fatiga muscular, cansancio, problemas musculo esqueléticos	Es fundamental el rote de personal respecto a una tarea para evitar problemas de lesiones musculares
28	Condiciones de Ergonometría	Soldadura	Exposición a sobre esfuerzo visual	<p>Minuciosidad, falta de contraste entre el objeto a observar y el fondo</p> 	Fatiga ocular, disminución de la visión	El uso de mascara y gafas de protección es fundamental para evitar riesgos

29	Condiciones Psicosociales	Extensión de la jornada laboral	Inadecuados horarios	<p>Extensión del tiempo de trabajo entre 3 a 6 horas extras en mantenimiento después de finalizar su jornada.</p> 	Estrés y desgaste físico	<p>El horario de trabajo del área operativa debe ser respetado ya que de superar el mismo existe riesgo por descuido y agotamiento de los operarios.</p>
30	Condiciones Psicosociales	Trabajo repetitivo	Monotonía	<p>Falta de incentivos de su operación laboral.</p>	Estrés, Falta de atención en el trabajo, desgaste físico	<p>El rote de tareas es crucial para evitar problemas asociados a la falta de atención y agotamiento.</p>

Fuente: Elaboración propia, 2019

#### 4.5. Identificación de peligros y evaluación de riesgos (IPER)

La IPER es una de las actuaciones más importantes en materia de seguridad y salud ocupacional, a partir de la cual se planificará toda la política preventiva de la organización y se tomarán las decisiones.

##### ❖ Identificación de Peligros

Es proceso mediante el cual se reconoce que existe un peligro y se definen sus características.

##### ❖ Evaluación de Riesgos

Corresponde al proceso de evaluar el riesgo o riesgos que surgen de uno o varios peligros, teniendo en cuenta lo adecuado de los controles existentes, y decidir si el riesgo o riesgos son o no aceptables.

A continuación se construye la matriz IPER, misma que representa el corazón fundamental del sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional para Estación modular de regasificación de la localidad de Batallas.

##### 4.5.1. Factores de probabilidad

Tabla 11. Factores de probabilidad

Factores de Probabilidad	Máximo Valor de NP	Peso de Importancia
Frecuencia y Duración de la Exposición	100%	40%
Cantidad de Trabajadores Expuestos		25%
Existencia de Estándares y/o Procedimientos		25%
Competencia del Trabajador		10%

Fuente: Elaboración propia, 2018

#### 4.5.1.1. Análisis de los factores de probabilidad

Tabla 12 Análisis de factores de probabilidad

<b>Frecuencia y Duración de la Exposición</b>		
<b>Categoría</b>	<b>Puntaje (Evaluar hasta 40%)</b>	<b>Peso de Importancia</b>
Algunas veces en un turno de trabajo	2	0,8
Hasta 2 horas en un turno de trabajo	5	2
Hasta 5 horas en un turno de trabajo	10	4
Un turno de 8 horas	20	8
Más de un turno de 8 horas de trabajo	40	16
<b>Cantidad de Trabajadores Expuestos</b>		
<b>Categoría</b>	<b>Puntaje (Evaluar hasta 25%)</b>	<b>Peso de Importancia</b>
Un trabajador	5	1,25
De 2 a 5 trabajadores	10	2,5
De 5 a 10 trabajadores	15	3,75
Más de 10 trabajadores	25	6,25
<b>Existencia de Estándares y/o Procedimientos</b>		
<b>Categoría</b>	<b>Puntaje (Evaluar hasta 25%)</b>	<b>Peso de Importancia</b>
Existen	5	1,25
No existen	25	6,25
<b>Competencia del Trabajador</b>		
<b>Categoría</b>	<b>Puntaje (Evaluar hasta 10%)</b>	<b>Peso de Importancia</b>
Trabajador competente	1	0,1
Trabajador no competente	10	1

Fuente: Elaboración propia, 2018

#### 4.5.1.2. Intervalos de los factores de probabilidad

Tabla 13.6 Intervalos de factores de probabilidad

<b>Probabilidad</b>			
<b>Categoría</b>	<b>Peso de Importancia</b>		
<b>Probabilidad Baja</b>	3,4	-----	12,1
<b>Probabilidad Media</b>	12,2	-----	20,8
<b>Probabilidad Alta</b>	20,9	-----	29,5
	<b>Valor del intervalo</b>		<b>8,7</b>

Fuente: Elaboración propia, 2018

#### 4.5.2. Factores de consecuencia

Tabla 14 Factores de consecuencia

<b>Factores de Consecuencia</b>	<b>Máximo Valor de NP</b>	<b>Peso de Importancia</b>
<b>Consecuencia en Trabajadores</b>	100	70%
<b>Consecuencia en Productos e Instalaciones</b>		20%
<b>Consecuencias en el Medio Ambiente</b>		10%

Fuente: Elaboración propia, 2018

#### 4.5.2.1. Análisis de los factores de consecuencia

Tabla 15 Análisis de los factores de consecuencia

<b>Consecuencia en Trabajadores</b>		
<b>Categoría</b>	<b>Puntaje (Evaluar hasta 70%)</b>	<b>Peso de Importancia</b>
Sin consecuencias humanas	1	0,7
Incapacidad temporal Parcial	5	3,5
Incapacidad temporal total	14	9,8
Incapacidad permanente parcial	30	21
Incapacidad permanente total	50	35
Muerte	70	49



<b>Consecuencia en Productos e Instalaciones</b>		
<b>Categoría</b>	<b>Puntaje (Evaluar hasta 20%)</b>	<b>Peso de Importancia</b>
Sin consecuencias materiales	1	0,2
Menos de 500 Bs	3	0,6
Entre 501 Bs y 1000 Bs	6	1,2
Entre 1001 Bs y 5000 Bs	9	1,8
Entre 5001 Bs y 10000 Bs	15	3
Más de 10000 Bs	20	4
<b>Consecuencias en el Medio Ambiente</b>		
<b>Categoría</b>	<b>Puntaje (Evaluar hasta 10%)</b>	<b>Peso de Importancia</b>
Sin consecuencia para el ambiente	1	0,1
Solo contamina el ambiente de trabajo	5	0,5
Se generan impactos ambientales	10	1

Fuente: Elaboración propia, 2018

#### 4.5.2.2. Intervalos de los factores de consecuencia

Tabla 16 Intervalos de los factores de consecuencia

<b>Consecuencia</b>			
<b>Categoría</b>	<b>Peso de Importancia</b>		
<b>Probabilidad Baja</b>	1,0	-----	18,7
<b>Probabilidad Media</b>	18,8	-----	36,3
<b>Probabilidad Alta</b>	36,4	-----	54
	<b>Valor del intervalo</b>		<b>17,7</b>

Fuente: Elaboración propia, 2018

### 4.5.3. Matriz de evaluación de riesgos

Tabla 17 Matriz de evaluación de riesgos

		PROBABILIDAD		
		Bajo	Medio	Alto
CONSECUENCIA	Bajo	Trivial	Tolerable	Moderado
	Medio	Tolerable	Moderado	Importante
	Alto	Moderado	Importante	Intolerable

Fuente: Elaboración propia, 2018

### 4.6. Nivel de significancia

Será evaluado tomando en cuenta la probabilidad y consecuencia de los resultados de la matriz IPER, desde un nivel bajo hasta uno alto como se ve en la tabla anterior, de acuerdo a su relevancia podrán ser triviales, tolerable, moderado, importante e intolerable.

Tabla 18 Nivel de significancia

Nº	CONDICION	PELIGRO	CATEGORIA DE RIESGO	CONDICION	CONSECUENCIA MAS PROBABLE	PROBABILIDAD				VALOR	CONSECUENCIA			VALOR	NIVEL DE SIGNIFICANCIA	SIGNIFICATIVO
						FRECUENCIA Y DURACION DE LA EXPOSICION	CANTIDAD DE TRABAJADORES	EXISTENCIA DE ESTANDARES Y/O R C D N	COMPETENCIA DEL TRABAJADOR		CONSECUENCIA EN TRABAJADORES	CONSECUENCIA EN PRODUCTOS E INSTALACIONES	CONSECUENCIAS EN EL MEDIO AMBIENTE			
1	Condiciones de seguridad	Piso y materiales	Caídas al mismo nivel	Rutinaria	Pequeñas lesiones (Contusión, heridas, luxaciones, torceduras, conmociones, esguinces)	0,8	2,5	6,25	0,1	Bajo	3,5	0,2	0,1	Bajo	Trivial	NO
2	Condiciones de seguridad	Instalación eléctrica	Contactos eléctricos directos	Rutinaria	Golpes, quemaduras, paro cardiaco, asfixia, paro respiratorio, tetanización muscular.	0,8	2,5	6,25	0,1	Bajo	21,0	0,6	0,1	Medio	Tolerable	NO
3	Condiciones de seguridad	Soldadura	Contactos con temperaturas extremas	Rutinaria	Quemaduras de primer, segundo y tercer grado, calambres, fatiga.	4,0	2,5	6,25	0,1	Medio	21,0	0,2	0,5	Medio	Moderado	SI

4	Condiciones de seguridad	Golpe de piezas y uso de equipos	Proyección de partículas.	Rutinaria	Lesiones en el ojo, irritación en el ojo, pérdida del ojo, irritación en la piel, quemaduras tipo térmico, queratitis, cataratas.	4,0	2,5	6,25	0,1	Medio	21,0	0,6	0,5	Medio	Moderado	SI
5	Condiciones de seguridad	Piezas con elementos de transmisión de	Riesgos mecánicos (partes móviles)	No Rutinaria	Aplastamiento, fracturas, mutilaciones, laceraciones.	0,8	2,5	6,25	0,1	Bajo	21,0	0,2	0,1	Medio	Tolerable	NO
6	Condiciones de seguridad	Herramientas manuales y equipos	Caída de objetos.	Rutinaria	Golpes en el pie, fracturas, contusiones, mutilaciones, laceraciones.	0,8	2,5	6,25	1,0	Bajo	21,0	0,6	0,5	Medio	Tolerable	NO
7	Condiciones de seguridad	Herramientas manuales y equipos eléctricos	Cortes y mutilaciones	Rutinaria	Cortaduras de distinta consideración, desgarros, laceraciones, escoriaciones, muerte.	0,8	2,5	6,25	0,1	Bajo	49,0	0,6	0,5	Alto	Moderado	SI
8	Condiciones de seguridad	Partes de vehículos	Golpes por objetos inmóviles o partes salientes.	Rutinaria	Golpes, lesiones, contusiones, heridas, rozaduras.	0,8	2,5	6,25	0,1	Bajo	3,5	0,2	0,1	Bajo	Trivial	NO

9	Condiciones de seguridad	Equipos de elevación de cargas.	Derrumbamientos.	No Rutinaria	Golpes, fracturas, contusiones, rozaduras, torceduras, parálisis, conmociones, atrapamientos, amputación de miembros, muerte.	0,8	2,5	6,25	0,1	Bajo	49,0	1,8	0,1	Alto	Moderado	SI
10	Condiciones de seguridad	Explosión	Explosiones	Rutinaria	Desastres materiales, quemaduras, traumatismos por caídas, proyección de materiales o aplastamiento por derrumbes, muerte.	4,0	2,5	6,25	0,1	Medio	49,0	4,0	1,0	Alto	Importante	SI
11	Condiciones de seguridad	Herramientas manuales y equipos	Incendios	Rutinaria	Desastres materiales, quemaduras, lesiones múltiples, muerte, asfixia, intoxicaciones por absorción de humo.	8,0	2,5	6,25	0,1	Medio	49,0	4,0	1,0	Alto	Importante	SI
12	Condiciones de seguridad	Movimiento de vehículos	Choques de vehículos en movimiento	Rutinaria	Golpes, contusiones, fracturas, rozaduras, muerte.	2,0	2,5	6,25	0,1	Bajo	49,0	1,2	0,1	Alto	Moderado	SI
13	Condiciones de seguridad	Vuelcos vehiculares	Vuelcos vehiculares	No Rutinaria	Golpes, fracturas, contusiones, muerte.	0,8	2,5	1,25	0,1	Bajo	49,0	4,0	0,1	Alto	Moderado	SI

14	Condiciones de Seguridad	Contacto con partes Calientes/Frias	Quemaduras de primer y segundo grado	Rutinaria	Quemaduras y lesiones de incapacidad, principalmente en manos y brazos, necesidad de atención inmediata dependiendo del grado de la quemadura	0,8	2,5	6,25	0,1	Bajo	3,5	0,6	0,1	Medio	Tolerable	NO
15	Condiciones de Seguridad	Mantenimiento sobre los equipos	Caídas menores a distinto nivel	Rutinario	Golpes, contusiones menores, rasmilladuras	0,8	2,5	6,25	0,1	Bajo	3,5	0,2	0,1	Bajo	Trivial	NO
16	Condiciones de Seguridad	Herramientas desgastadas	Cortes, golpes, penetraciones por herramientas	Rutinario	Daño físico al personal	0,8	2,5	6,25	0,1	Bajo	3,5	0,6	0,1	Bajo	Trivial	NO
17	Condiciones de Higiene	Soldadura	Contacto o ingestión con sólidos peligrosos	Rutinaria	Irritación en la piel, en los ojos, problemas dérmicos.	2,0	2,5	6,25	1,0	Bajo	21,0	0,2	0,5	Medio	Tolerable	NO
18	Condiciones de Higiene	Soldadura	Exposición a material particulado.	Rutinaria	Problemas respiratorios, sequedad en la garganta.	2,0	2,5	6,25	0,1	Bajo	21,0	0,2	0,5	Medio	Tolerable	NO

19	Condiciones de Higiene	Soldadura	Exposición a gases tóxicos.	Rutinaria	Irritación ocular, vías respiratorias, mucosas, intoxicación, mareos, vómitos, dificultades respiratorias, fiebre.	2,0	2,5	6,25	1,0	Bajo	21,0	0,2	0,5	Medio	Tolerable	NO
20	Condiciones de Higiene	Uso de equipos eléctricos.	Exposición a ruido.	Rutinaria	Enfermedades profesionales, pérdida gradual de la audición, estrés, interferencia en la comunicación y en la percepción de señales de alarma.	4,0	2,5	6,25	1,0	Medio	21,0	0,2	1,0	Medio	Moderado	SI
21	Condiciones de Higiene	Soldadura.	Exposición a radiaciones no ionizantes.	Rutinaria	Lesiones en la piel, quemaduras en la piel, irritación ocular, inflamación de la córnea, cataratas, lagrimeo, queratitis.	4,0	2,5	6,25	0,1	Medio	21,0	0,2	0,5	Medio	Moderado	SI
22	Condiciones de Higiene	Exposiciones a Ruido	Riesgo de enfermedad ocupacional	Rutinaria	Enfermedad progresiva, produciendo pérdidas auditivas en el trabajador u operarios.	4	2,5	6,25	0,1	Medio	21	0,2	0,5	Medio	Moderado	NO

23	Condiciones de Higiene	Exposiciones a Inadecuada Iluminación	Riesgo de enfermedad ocupacional	Rutinaria	Enfermedad progresiva, produciendo la pérdida de visión en el trabajador u operarios.	2	2,5	1,25	0,1	Bajo	21	0,2	0.5	Medio	Tolerable	NO
24	Condiciones de Higiene	Exposiciones a Deslumbramientos	Riesgo de posible accidente a causa del deslumbramiento, posible enfermedad ocupacional	Rutinaria	Posible accidente por deslumbramiento. Enfermedad progresiva, produciendo la pérdida de visión en el trabajador u operarios.	4	2,5	6,25	0,1	Medio	9.8	1,2	0,1	Bajo	Tolerable	NO
25	Condiciones de Ergonomía	Reparación de vehículos.	Posturas inadecuadas	No Rutinaria	Problemas de columna, hernias, lumbalgias, daños en la parte lumbar.	2,0	2,5	6,25	0,1	Bajo	21,0	0,2	0,1	Medio	Tolerable	NO
26	Condiciones de Ergonomía	Levantamiento de piezas y equipo.	Manejo manual de cargas.	Rutinaria	Problemas de columna, hernias de disco, daño articular, desgarros y dolores musculares.	2,0	2,5	6,25	0,1	Bajo	21,0	1,2	0,1	Medio	Tolerable	NO
27	Condiciones de Ergonomía	Engarrafado	Ejecución de movimientos repetitivos	Rutinaria	Fatiga muscular, cansancio, problemas musculo esqueléticos	2,0	2,5	6,25	0,1	Bajo	21,0	1,2	0,1	Medio	Tolerable	NO



28	Condiciones de Ergonomía	Soldadura	Exposición a sobre esfuerzo visual	Rutinaria	Fatiga ocular, disminución de la visión	2	2,5	1,25	0,1	Bajo	21	0,2	0.5	Medio	Tolerable	NO
29	Condiciones Psicosociales	Extensión de la jornada laboral	Inadecuados horarios	Rutinario	Estrés y desgaste físico	8,0	3,8	6,25	0,1	Media	0,7	0,2	0,1	Bajo	Tolerable	NO
30	Condiciones Psicosociales	Trabajo repetitivo	Monotonía.	Rutinario	Estrés, Falta de atención en el trabajo, desgaste físico	8,0	2,5	6,25	0,1	Media	0,7	0,2	0,1	Bajo	Tolerable	NO

Fuente: Elaboración propia, 2019

## 4.7. Plan de seguridad ocupacional e higiene laboral

### 4.7.1. Descripción de las operaciones

Tabla 19 Descripción operacional

TIPO DE ACTIVIDAD	OOPERACIONES EN ESTACIÓN MODULAR DE REGASIFICACIÓN
NUMERO DE PROCESOS	2
TIPO DE PROCESOS	<b>Descarga de Cisterna:</b> Se refiere a las actividades de conexión Cisterna-tanque de almacenamiento de GNL. Se necesita un operador en esta actividad. Asimismo, a las tareas que se deben realizar para la desunión de los mismos  <b>Almacenamiento de GNL:</b> Está actividad está dedicada al llenado del tanque de GNL y de Vaciado hacia las líneas de baja y alta presión.
Otros	

Fuente: Elaboración propia en base a datos de YPFB, 2018

Esencialmente, del plan de higiene y seguridad ocupacional de la fase de construcción de la Estación de Regasificación se tienen las mismas medidas de seguridad en cuanto a los siguientes ítems:

- Estructura y localidades de Trabajo,
- Iluminación
- Ventilación
- Vías de acceso y comunicación
- Vías de escape
- Instalación Eléctrica
- Calor y humedad
- Servicios Higiénicos Vestuarios y Casilleros
- Protección contra caídas de personas
- Orden y Limpieza
- Lugar de acumulación de desperdicios

- Señalización
- Protección a la salud y asistencia médica
- Recomendación Básica de seguridad
- Registros y estadística de accidentes de Trabajo
- Trabajos al aire Libre
- Intensidad de Ruido y Vibraciones
- Capacitación y Entrenamiento del Personal
- Posiciones de Trabajo
- Evaluación e Identificación de Riesgos
- Plan de Contingencias y Primeros Auxilios
- Registros e Inspecciones
- Tratamiento de Incidentes

#### **4.7.2. Medidas de lucha contra incendios**

En caso de incendio, cortar la alimentación de gas

##### **4.7.2.1. Medios de extinción**

Material extintor adecuado: Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), Producto químico en polvo, ABC-polvo, agua pulverizada, espuma.

Medios de extinción que no deben utilizarse por razones de seguridad: Chorro de agua potente

##### **4.7.2.2. Peligros específicos derivados de la sustancia o la mezcla**

Peligro de Incendio: Gas extremadamente inflamable.

Peligros específicos: Los vapores pueden formar con el aire una mezcla explosiva.

Los vapores son más pesados que el aire y pueden expandirse a lo largo del suelo. Los vapores se pueden extender sobre grandes distancias y por la fuente de ignición se pueden inflamar, retroceso de la llama y explotar. El fuego o el calor intenso

pueden provocar la ruptura violenta de los embalajes. El envase puede estallar si es calentado. Durante un incendio, se pueden formar gases de combustión que son peligrosos para la salud, (CO, H<sub>2</sub>O y CO<sub>2</sub>).

#### **4.7.2.3. Recomendaciones para el personal de lucha contra incendios**

Recomendaciones para el personal de lucha contra incendios: Evacuar la zona. Equipo especial de protección en caso de incendio. En caso de incendio, utilizar un aparato de respiración autónomo. En caso de incendio, enfriar los depósitos con proyección de agua. El agua de extinción debe recogerse por separado, no debe penetrar en el alcantarillado

#### **4.7.3. Sistema de alarma**

El sistema de Alarmas será del tipo electrónico. Se contará con alarmas para cada sector del procesamiento. La estación contará con Detectores de llama, frío, gas, y humo en áreas determinadas por el diseño de la misma. Estos pueden ser de la manera que se ilustran en las siguientes imágenes.

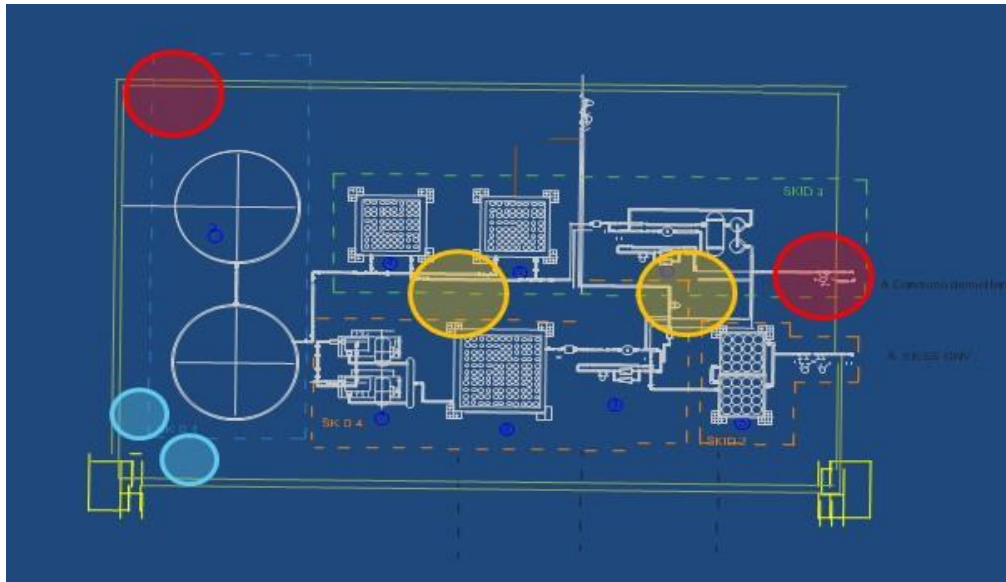
- Los detectores de fuego (Color Rojo) que tengan un alcance de 30 metros haciendo un ángulo de 90° por eso pondríamos dos en esquinas opuestas, cubriendo prácticamente toda la superficie de la ESR por los dos.
- Los detectores de frío (Color celeste) estarán en el cubeto que hay en una esquina de la ESR, donde se supone que van a ir los derrames si los hubiera. De estos serán dos.
- Los detectores de gas (Amarillo) son tres y están colocados en las zonas potenciales de fugas de gas. Estos detectores solo detectan el gas si entra en contacto con el detector.
- Los detectores de humo (Plomo) solo detectan el humo si entran en contacto. En este caso tenemos tres: Sala de compresores de aire, Sala de Control y en el foso

#### 4.7.4. Primeros auxilios

En caso de:

- Inhalación: Transportar a la víctima a un lugar bien ventilado, proporcionar respiración artificial y oxígeno si no respira, manteniéndola en reposo y abrigada.
- Ojos: Lavarlos con grandes cantidades de agua o disolución salina por al menos 15 min asegurándose de abrir los párpados y consultar a un médico.
- Piel: En caso de congelamiento En caso de congelamiento aclarar con mucha agua. No quitar la ropa. Sumergirse en agua fresca/aplicar compresas húmedas. Mantener al afectado tranquilo, tapado y caliente, Consultar a un médico
- Ingestión: Lavar la boca con agua y dar a beber agua para diluir, no inducir el vómito. Consultar a un médico. Primer socorrista: ¡Prestar atención a autoprotección! Nunca dar por la boca algo a una persona que estén sin conocimiento o tenga contracciones espasmódicas. Mostrar esta ficha de seguridad al doctor que esté de servicio En todos los casos de duda o si existen síntomas, solicitar asistencia médica.

Figura 16 Disposición de alarmas en planta

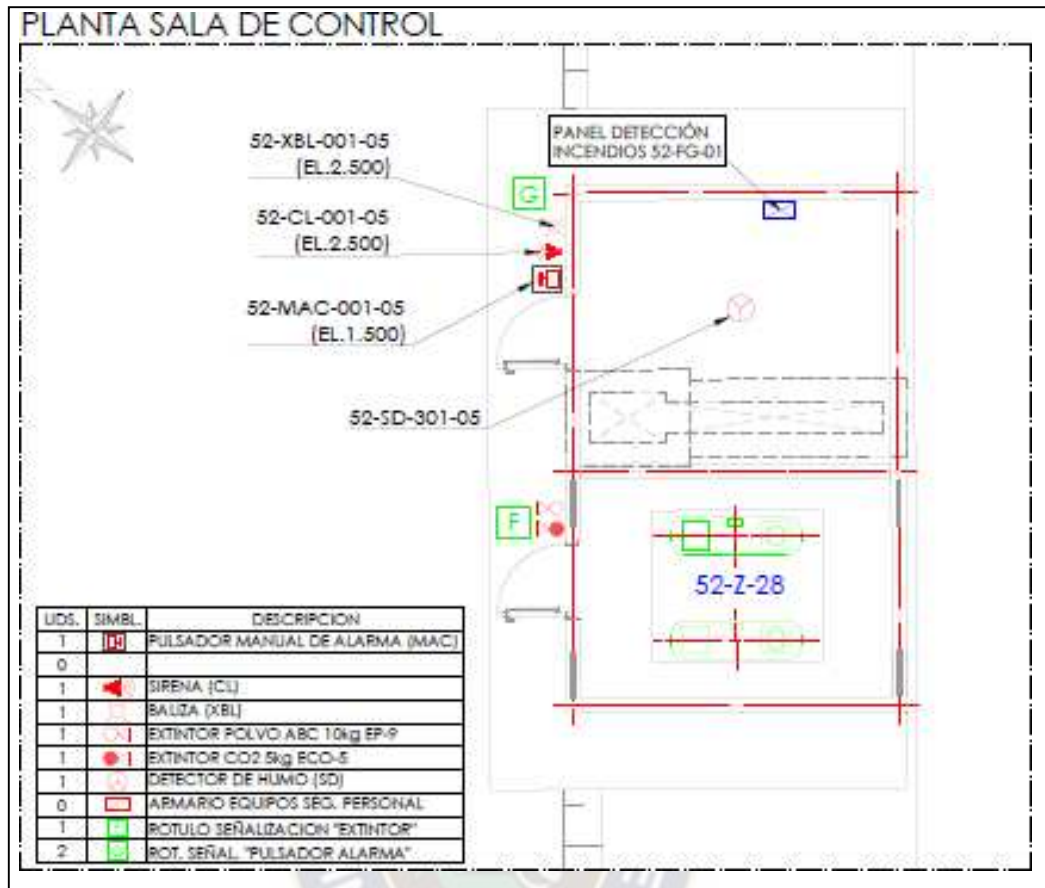


Fuente: Elaboración propia en base a (Y.P.F.B., 2015)

#### 4.7.5. Ropa de trabajo y equipo de protección personal

- **Protección personal:** El nivel de protección y los tipos de controles necesarios variaran dependiendo de las potenciales condiciones de exposición. Seleccionar controles basados en una valoración de riesgos de las circunstancias locales. Las medidas a tomar apropiadas incluyen las relacionadas con: Ventilación adecuada, controlando las concentraciones suspendidas en el aire por debajo de las directrices/límites de exposición evitando las explosiones.

Figura 17.18 Disposición de alarmas de humo



Fuente: (Y.P.F.B., 2015)

- **Protección respiratoria:** Para trabajos de salvamento y mantenimiento en los depósitos de almacenamiento usar un aparato respiratorio independiente del aire circulante. Aparato respiratorio autónomo de circuito abierto de aire comprimido (UNE-EN 137:2007). O<sub>2</sub>-deficiencia: llevar un respirador equipado con presión positiva.
- **Protección de las manos:** Para la selección de guantes específicos hay que tener en cuenta las aplicaciones determinadas y el tiempo de uso en el área de trabajo. También deben de tenerse en cuenta otros factores en el espacio de trabajo; por ejemplo, otros productos químicos que se puedan utilizar, requisitos físicos (protección contra cortes/perforaciones, técnicas, protección térmica) y las instrucciones y especificaciones del

proveedor de guantes. Guantes de protección contra el frío: guantes que aíslen del frío (UNE-EN 511) (caucho nitrilo).

- **Protección ocular:** Gafas de seguridad ajustadas al contorno del rostro (UNE- EN 166), pantalla facial (UNEEN 166). Llevar un equipamiento de protección apropiado.
- **Protección de la piel y del cuerpo:** Utilice equipamientos especializados.
- **Protección peligros térmicos:** Sistema cerrado. Asegurar una ventilación adecuada.
- **Medidas técnicas de control:** Utilizar solamente en áreas provistas de ventilación y extracción apropiadas. Asegúrese de que las estaciones de lavado de ojos y las duchas de seguridad estén localizadas cerca del sitio de trabajo. Adoptar la acción necesaria para evitar la descarga de la electricidad estática (que podría ocasionar la inflamación de los vapores orgánicos). Proporcione precauciones adecuadas, como tierra eléctrica y vínculos, o atmósferas inertes. Utilícese únicamente equipo eléctrico antideflagrante. Medidas organizadoras para evitar/limitar la puesta libre, extensión y exposición.
- **Controles de la exposición del medio ambiente:** Evite que el producto penetre en el alcantarillado. Cumple con la legislación comunitaria relativa a la protección del medio ambiente.

#### **4.7.6. Manipulación y almacenamiento**

##### ***4.7.6.1. Precauciones para manipulación segura***

###### ***4.7.6.1.1. Manipulación***

- ¡Precaución! Gas y líquido extremadamente frío bajo presión. Causa graves quemaduras por congelación.
- Asegurar una ventilación adecuada.
- Antes de usar comprobar la hermeticidad/opacidad.



- Utilizar el equipo de protección individual obligatorio.
- Ver igualmente 4.2.5
- No respirar los aerosoles. Evitar el contacto con la piel, los ojos, y la ropa.
- Mantener alejado del calor, de superficies calientes, de chispas, de llamas abiertas y de cualquier otra fuente de ignición.
- Mantener el recipiente bien cerrado.
- No fumar.
- Asegurarse que todo el equipamiento tenga una toma de tierra y esté conectado a tierra antes de empezar las operaciones de traspaso.
- Ver igualmente la sección 4.1.6.6.2.

#### **4.7.6.1.2. Medidas de higiene**

- Utilizar instalaciones, aparatos, instalación de aspiración, equipos, etc. Protegido contra explosiones.
- Utilizar únicamente herramientas que no produzcan chispas.
- Manipular con las precauciones de higiene industrial adecuadas, y respetar las prácticas de seguridad.
- No comer, ni beber, ni fumar durante su utilización.
- Lavarse las manos y la cara antes de las pausas e inmediatamente después del handling del producto.
- Quitarse las prendas contaminadas y lavarlas antes de volver a usarlo.

#### **4.7.6.2. Condiciones de almacenamiento seguro, incluidas posibles incompatibilidades**

##### **4.7.6.2.1. Almacenamiento**

- Conectar a tierra cualquier elemento que contenga o transporte Gas Natural Licuado.
- Condiciones de almacenamiento seguro, recipiente a presión a temperatura inferior a la del punto crítico.

- Mantener el envase cerrado en un lugar seco, fresco y bien ventilado.
- Mantener alejado del calor, de superficies calientes, de chispas, de llamas abiertas y de cualquier otra fuente de ignición.
- No fumar.
- No almacenar con ningún material enumerado en el apartado 10 ni en las proximidades de dichos materiales.
- Almacenar a temperatura inferior a 30°C.
- No deje que la temperatura rebase 45°C.
- Mantener alejado de la luz directa del sol.

#### **4.7.6.2.2. Ficha técnica de GNL**

Se hizo necesario generar este tipo de tabla para el GNL en base al ejemplo de la tabla para embalaje de la Gasolina Conservar/almacenar únicamente en el recipiente original la cual se encuentra el anexo 1.

### **4.8. Seguridad, problemas de almacenamiento de GNL**

Envejecimiento:

El envejecimiento se puede limitar de acuerdo a:

- Un aislamiento más eficaz del tanque
- Aporte de GNL fresco para restablecer la composición
- Re licuación de las evaporaciones.
- El fenómeno “flash” se produce especialmente en instalaciones de transporte y almacenamiento de GNL. Es generado cuando el GNL que se encuentra en su punto de ebullición a una presión relativamente alta, reduce la presión bruscamente lo que genera una vaporización súbita de una parte del líquido que se denomina FLASH. Aunque la masa relativa evaporada es pequeña, el volumen específico del gas es mucho mayor, generando incrementos de presión incontrolables en el depósito que pueden suponer un riesgo para la

instalación. El sistema más propenso a presentar este fenómeno en las ESRs en la recirculación de las bombas.

- Los rombos para manejo del GNL se sirven de la base de la figura 25 para la descripción dada a la derecha.

Podemos apreciar que sigue las normas colores e indicaciones de peligros que conlleva esta sustancia específicamente según la figura 26 de peligros de la NFPA. Colocada abajo.

**Figura 18 Rombos NFPA para manejo de GNL**



Fuente: (Y.P.F.B., 2015)

**Figura 4.19 Información de Sustancias Peligrosas**



Fuente: (NFPA, 2016)

#### 4.9. Procedimiento en caso de emergencias

En situación de emergencia en la estación se actuará de acuerdo con el Plan de Emergencia previsto para estos casos. Si la emergencia afectara a las operaciones de descarga, se llevarán a cabo inmediatamente las siguientes acciones:

- Activar parada de emergencia/Shut-down).
- Notificar la emergencia a la sala de control de estación.
- Activar las medidas de lucha contra incendios (en el caso de que no hayan sido activadas automáticamente).
- Activar el Plan de Emergencia Interior. A partir de este momento, el Operador de la estación personalmente informará al conductor del cisterna y encargado de la sala de control y, coordinará las acciones necesarias, manteniéndose en todo momento en contacto con las autoridades de la dirección de Gas Virtual.

##### - Respuestas ante una emergencia

a) En caso de fuego en Camión Cisterna o en las bridas de conexión: Si el fuego aparece en la cubierta del buque, se aplicarán el siguiente procedimiento:

- Detener la descarga (en caso de que no se haya activado automáticamente).
- Informar de la localización del fuego.
- Utilizar Extintores.
- Se activará el Plan de Emergencia Interior.

El encargado de la conexión coordinará las operaciones de lucha contra incendios en la Cisterna, pudiendo solicitar del Operador del Terminal que ponga a su disposición los medios de lucha contra incendio disponibles en la estación.

b) En caso de fuego en el Tanque de Almacenamiento:

Si se produjera fuego en esta parte de la estación, cesará inmediatamente cualquier operación, incluso de descarga (en caso de que no se haya detenido automáticamente). Inmediatamente, se activará el Plan de Emergencia Interior.

c) En caso de fuga de GNL en Cisterna:

Si ocurre una fuga de GNL, el Encargado del Camión coordinará todas las operaciones de emergencia, pudiendo solicitar del Operador de la estación que ponga a su disposición los medios de lucha disponibles en el terminal. La dirección será notificada acerca del incidente.

d) En caso de fuga de GNL en el tanque de Almacenamiento:

Si se produce una fuga en el Tanque de Almacenamiento, incluidas las bridas de conexión, todas las operaciones de descarga se detendrán inmediatamente, y se activará el paro de operación, si aún no se ha activado de forma automática. Se notificará al Buque adecuadamente.

Si la fuga de GNL afectara a la estructura de la Cisterna, se activarán los sistemas de ayuda para intentar que la estructura no se vea afectada por la fuga.

Si la fuga de GNL afectara a la estructura del Tanque, se activarán los sistemas necesarios para evitar que se produzcan daños.

- Salida del punto de atraque en condiciones de emergencia

La salida de la Cisterna del punto de Descarga la decidirán conjuntamente el Encargado de la cisterna y el operador de la estación, teniendo en cuenta que ello no implique un riesgo mayor para La estación. Si el Buque tiene que realizar necesariamente una salida de emergencia, el Conductor del camión Cisterna requerirá del Operador de la estación

#### **4.10. Pruebas de seguridad en la estación**

- El acceso a la estación ha de ser seguro. Para garantizar una salida lo más rápida posible de la cisterna en condiciones de emergencia.

- La Cisterna debe estar lista para maniobrar por sus propios medios.
- A bordo debe haber personal de guardia efectivo y adecuada supervisión en la estación.
- Han de describirse y entenderse perfectamente las señales de emergencia a utilizar en la estación.
- Se establecen los procedimientos de parada de emergencia.
- Las mangueras y equipo contra incendios deben estar dispuestas para ser usadas
- Los imbornales deben estar tapados y colocadas en su lugar y las bandejas de recogida de drenaje de las mangueras.
- Todas las tapas de los tanques de carga y combustible deben permanecer cerradas
- Las linternas deben ser de un tipo aprobado.
- Los cables del equipo eléctrico portátil deben estar desconectados de la red
- Las unidades de aire acondicionado tipo ventana deben estar desconectadas
- Se cumplen las instrucciones relativas a la prohibición de fumar
- Se observan las instrucciones relativas al uso de la cocina y aparatos para cocinar
- Se cumple la prohibición de usar luces de llama desnuda.
- Se debe prever la posibilidad de escape en caso de emergencia
- Debe existir a bordo y en tierra personal suficiente para hacer frente a una emergencia
- En la conexión Cisterna/Tanque deben estar colocados los medios de aislamiento eléctrico adecuados.
- Hay que disponer de bandejas criogénicas debajo de las conexiones buque/terminal
- Debe haber planes para el control de incendios de emergencia.
- El sistema de agua pulverizada debe estar listo para su uso.
- El equipo de protección (incluido el de respiración autónoma) y el traje protector para su uso debe estar disponible.
- Las válvulas de control remoto deben estar en condiciones de operar.

- Las bombas de carga y compresores deben encontrarse en buenas condiciones.
- El equipo de control de re licuación o gasificación debe estar en buenas condiciones.
- Las sondas y alarmas de los tanques de carga deben estar correctamente ajustadas y en buenas condiciones
- El sistema de parada de emergencia debe funcionar correctamente
- Las válvulas de seguridad del depósito de carga deben estar ajustadas correctamente y los valores reales del ajuste de las válvulas deben presentarse con claridad.



## CAPITULO V

### EVALUACIÓN FINANCIERA

#### 5.1. Introducción

Cuando se desea realizar y ejecutar un proyecto es necesario incluir los costos en los que se incurren; en este caso la implementación de un sistema de Gestión de riesgos y Seguridad y Salud Ocupacional para la estación modular de regasificación de gas natural de Batallas.

Los costos se agruparon y clasificaron por áreas de trabajo:

- Costos de aseguramiento de seguridad industrial
- Costos de administración
- Costos de recurso humano
- Costos de compra

Como los costos abarcan diferentes áreas es necesario un compromiso de toda la organización, y para ello se aplicarán la siguiente metodología:

Se clasificarán las diferentes actividades por áreas.

Cotizar un salario básico de 6000 Bs, igual a 200 Bs diarios para un administrador de empresas que se encargue de la planeación e implementación del proyecto (Salario mensual estipulado por la empresa)

**Tabla 20 Costos para asegurar el SG-SySO en el ESR en bolivianos**

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>COSTOS</b>	<b>SUBTOTAL Bs</b>
<b>Organizar y controlar los diferentes registros.</b>	30 días x 100/día	3.000,00
<b>Diseñar un manual de seguridad y salud ocupacional y medio ambiente, el cual incluya una caracterización, estandarización de los mismos y la filosofía corporativa.</b>	60 días x 100/día	6.000,00



<b>Organizar la información y asignar los recursos necesarios para el apoyo y seguimiento de estos procesos de acuerdo a los requisitos de la norma ISO 45001:2018, 14001:2015</b>	15 días x 100/día	1.500,00
<b>Establecer un proceso de control, revisión, actualización y aprobación, vigencia y disponibilidad de documentos</b>	15 días x 100/día	1.500,00
<b>Diseñar un manual de funciones donde se estipule tipos, medios y procedimientos de comunicación requeridos por el SG-SySO, Medio ambiente.</b>	30 días x 100/día	1.500,00
<b>Capacitar al comité en las actividades que deba cumplir en cuanto la implementación de SG-SySO, Medio ambiente.</b>	30 días x 100/día	3.000,00
<b>Documentar cada proceso de acuerdo a los requisitos exigidos por la norma</b>	90 días x 100/día	9.000,00
<b>Diseñar e implementar instructivos de trabajo e informativos de las características de operación de la ESR.</b>	30 días x 100/día	3.000,00
<b>Establecer los criterios para la revisión, aprobación de los procesos y calificación del personal</b>	30 días x 100/día	3.000,00
<b>Diseñar e implementar los programas de auditoria al SG-SySO, Medio ambiente.</b>	60 días x 100/día	6.000,00
<b>Diseñar, implementar e incluir las acciones correctivas y preventivas en el manual de Seguridad y Salud Ocupacional, medio ambiente</b>	15 días x 100/día	1.500,00

<b>Definir las políticas y objetivos de la Seguridad y Salud Ocupacional para la estación modular de regasificación</b>	15 días x 100/día	1.500,00
<b>TOTAL COSTOS</b>		<b>42.000,00</b>

Fuente: Elaboración propia en base a Consultora Boliviana Sysolam

Tabla 21 Costos de administración en bolivianos

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>COSTOS</b>	<b>SUBTOTAL Bs</b>
<b>Elaborar los indicadores de</b>	30 días x 100/día	3.000,00
<b>Escoger y nombrar la persona que se encargara de conformar el comité mixto.</b>	2 días x 100/día	200,00
<b>Capacitar al comité mixto en cuanto a la implementación del SG-SySO, Medio ambiente.</b>	30 días x 100/día	3.000,00
<b>Designar los recursos físicos y económicos para su funcionamiento</b>	5 días x 100/día	500,00
<b>Presupuestar el costo de la capacitación</b>	15 días x 100/día	1.500,00
<b>TOTAL COSTOS DE ADMINISTRACION</b>		<b>16.400,00</b>

Fuente: Elaboración propia en base a Consultora Boliviana Sysolam

Tabla 22 Costos de producción en bolivianos

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>COSTOS</b>	<b>SUBTOTAL Bs</b>
<b>Establecer los criterios y métodos para ejercer control sobre los procesos</b>	15 días x 200/día	1.500,00

Diseñar e implementar los formatos para un mayor control de la trazabilidad.	10 días x 200/día	1.000,00
Documentar e implementar los procedimientos transformación, entrega, características de calidad del servicio, manipulación de materiales, duración y demás requisitos.	30 días x 200/día	3.000,00
<b>TOTAL COSTOS DE PRODUCCION</b>		<b>5.500,00</b>

Fuente: Elaboración propia en base a Consultora Boliviana Sysolam

Tabla 23 Costo de recurso humano en bolivianos

ACTIVIDAD	COSTOS	SUBTOTAL Bs
Difundir el manual de Seguridad y Salud Ocupacional y medio ambiente.		15.000,00
Elaborar el diseño de cargos.	15 días x 100/día	1.500,00
Planear una evaluación del desempeño.		1.500,00
<b>TOTAL COSTOS DE RECURSO HUMANO</b>		<b>18.000,00</b>

Fuente: Elaboración propia en base a Consultora Boliviana Sysolam

Tabla 24 Costo de compra en bolivianos

ACTIVIDAD	COSTOS \$US	SUBTOTAL Bs
Adquirir la norma ISO 45001:2018	5.000,00	34.750,00
<b>TOTAL COSTOS DE COMPRAS</b>		<b>34.750,00</b>

Fuente: Elaboración propia en base a Consultora Boliviana Sysolam

Tabla 25 Total costos de implementación del SG-SySO

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>TOTAL Bs</b>
<b>Costos de Aseguramiento de Calidad</b>	<b>42.000,00</b>
<b>Costos de Administración</b>	8.200,00
<b>Costos de Producción</b>	5.500,00
<b>Costos de Recursos Humano</b>	18.000,00
<b>Costos de Compras</b>	34.750,00
<b>Total Costos de Implementación antes de Pre auditoría</b>	<b>116.950,00</b>

Fuente: Elaboración propia en base a Consultora Boliviana Sysolam



### 5.1.1. Flujo de caja

Tabla 26 Flujo de caja para el proyecto

Flujo de Caja	Año base	2019	2020	2021	2022	2023
<b>Ingresos</b>						
Ingresos por ventas		2040000	2080800	2122416	2164864	2208162
IT 3%		61200	62424	63672	64946	66245
<b>Costos Operativos</b>						
Gastos de personal		282000	287640	293393	299261	305246
Gastos generales		78420	78420	78420	78420	78420
Materiales		17005	17005	17005	17005	17005
Gastos de alquiler		66720	68054	69415	70804	72220
<b>Depreciación</b>						
Depreciación activo fijo		11415	11415	11415	11415	11415
<b>Utilidad antes de Impuestos</b>		<b>1523240</b>	<b>1555841,6</b>	<b>1589095,232</b>	<b>1623013,937</b>	<b>1657611,015</b>
Impuesto a las utilidades (IUE) 25%		380810	388960	397274	405753	414403
IVA 13%		198021	202259	206582	210992	215489
Utilidad después de impuestos		944409	964622	985239	1006269	1027719
<b>Inversión</b>	116.950					
<b>Flujo de caja de utilidad neta</b>	<b>-116.950</b>	<b>944409</b>	<b>964622</b>	<b>985239</b>	<b>1006269</b>	<b>1027719</b>

Fuente: Elaboración propia, 2019

### 5.1.2. Valor actual neto VAN

También llamado Valor Presente Neto (VPN), Valor Neto Descontado (VND), Beneficio Neto Actual (BNA) y en varias calculadoras financieras como Net Present Value (NPV), se calcula como:

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t} \quad (1)$$

Dónde:

$-I_0$  = Inversión inicial

$CF_t$  = Flujo de caja en el instante

$n$  = Último flujo de caja

$r$  = Costo de oportunidad del capital

$$VAN = 116950 + \frac{944409}{1+r} + \frac{964622}{(1+r)^2} + \frac{985239}{(1+r)^3} + \frac{1006269}{(1+r)^4} + \frac{1027719}{(1+r)^5} = 1655761.55$$

El VAN mide la riqueza equivalente que aporta el proyecto medido en dinero del período inicial ( $t=0$ ), calculando el valor presente de los flujos futuros de caja proyectados para el presente proyecto., nos permite determinar si el flujo proyectado a 5 años es rentable.

El resultado del VAN para el proyecto considerando los flujos de efectivo a 5 años, proporciona un valor de **Bs. 165.5761.55** indicando que la implementación del Proyecto es factible.

### 5.1.3. Tasa interna de retorno TIR

La Tasa Interna de Retorno de un proyecto mide la rentabilidad promedio anual que genera el capital que permanece invertido en él, esta tasa iguala el valor presente de los flujos (VAN) a cero.

Si la TIR es mayor que el coste de oportunidad del capital, entonces el capital del proyecto evaluado genera una rentabilidad mayor que la que puede ser generada por la mejor alternativa de inversión. En ese caso es recomendable apostar por el proyecto.

$$NPV = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t} = 0 \quad (2)$$

Para el proyecto el valor de la **TIR es de 81%** lo que implica que es altamente rentable.

### 5.1.4. Índice de rentabilidad Razón beneficio/costo (B/C)

La relación Beneficio/Coste permite comparar el valor actual de los beneficios (VAB) del proyecto con el valor actual de los costes del mismo (VAC) y la inversión inicial ( $I_0$ ).

$$\frac{B}{C} = \frac{VAB}{VAC + I_0} \quad (3)$$

La regla de decisión en este caso es que si la relación beneficio/coste es mayor que uno se recomienda ejecutar el proyecto, ya que el valor actual de los beneficios supera el valor actual de los costes (incluida la inversión).

$$\frac{B}{C} = \frac{10616242}{7948802 + 116950}$$

$$\frac{B}{C} = 1.32$$

De tal modo la relación con costo beneficio para el Presente proyecto evaluado a 5 años será de 1.32 bs.





## CAPITULO VI

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6.1. Conclusiones

- Se aplicó un análisis de riesgos en las actividades de construcción y operación de la estación de regasificación de GNL que se construirá en la localidad de Batallas.
- Se ha establecido un plan de contingencias adecuado a las actividades de construcción y operación de la estación de regasificación.
- Se cuenta con una estrategia operativa funcional que sea aplicable a los eventos de emergencia y las actividades necesarias para atenderlos y con personal capacitado para una adecuada respuesta ante emergencias.
- Se dispone de medios suficientes para una respuesta segura y sostenida ante una emergencia, minimizando los daños a las personas, la propiedad, el medio ambiente, y la imagen de la organización, a partir del establecimiento de procedimientos a seguir, definiendo roles del personal dentro de la obra, en caso de producirse una emergencia.
- Con todos los procedimientos formulados para posibles contingencias se garantiza el apoyo interno y externo, así como el flujo adecuado de la información.
- En los lugares en donde se desarrolla la inspección radiográfica, se contará con equipos, personal entrenado e instrucciones precisas para controlar o minimizar una emergencia radiológica.
- Para la aplicación de un Sistema de prevención de riesgos y Seguridad y Salud Ocupacional se realizó un estudio profundo de Identificación de Peligros y Evaluación de riesgos (IPER), misma que determina la probabilidad y la consecuencia que un evento peligroso que se identificado pueda ocurrir, de este modo poner énfasis en la superación de obstáculos para llegar a la mejora continua.
- Se cuenta con un documento que describa los procedimientos operacionales y las medidas de mitigación ambientales previstas para la adecuada gestión

de residuos sólidos, De esta manera se generará el mínimo de impacto ambiental en la locación.

- Se hizo conocer el estado medio ambiental de la locación correspondiente a los trabajos de obras civiles y mecánicas para la construcción de estación satelital de regasificación en la población de batallas y las medidas preventivas que se realizarán para generar el mínimo de impacto ambiental.



## 6.2. Recomendaciones

El presente proyecto se puede detallar las siguientes recomendaciones:

- Se debe tomar muy en cuenta los procedimientos y planes que se establecen, ya que estos son de vital importancia para la obtención de resultados positivos y de óptima conclusión, tanto de construcción como de operación y mantenimiento. Asimismo, para mantener un mejoramiento continuo, se debe permanecer haciendo estudios de manera periódica de más posibles riesgos.
- Darle la seriedad necesaria a los simulacros que se programen, organizando al personal para su función en momentos de emergencia, de tal manera que, en situaciones reales, todos los funcionarios permanezcan en calma sepan manejar la situación.
- Se recomienda a la empresa, proporcionar los recursos necesarios para la satisfactoria implementación del diseño de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional, que conllevará a la mejora de las actividades realizadas en el proceso de trabajo.
- Identificar continuamente los peligros, la evaluación de los riesgos, e implementar medidas de control necesarias incluyendo las actividades rutinarias y no rutinarias de todo los operarios que tenga acceso al lugar de trabajo.
- Realizar los programas de capacitación y formación a todo el personal involucrado, para crear la competencia del capital humano en el sistema de gestión, con la finalidad de lograr la sensibilización y comprensión en los trabajadores.

## BIBLIOGRAFÍA

- 16998, D. L. (1979). *Ley General de Higiene y Seguridad Ocupacional*.
- Arribas, J. M. (2015). *Estación de Servicio de Gas Natural Licuado y Comprimido para Vehículos*. Madrid.
- Association, I. C. (2007). *standards.globalspec.com*. Obtenido de Engineering 360:  
<http://standards.globalspec.com/std/1385962/cga-gas-cga-341>
- BOFORT. (2016). Rental services of 40 ft Cryogenic iso tank Containers.
- CNG SOURCE MEXICO. (2017). *Dispensadores de GNC*. Obtenido de  
<http://mexico.cngsource.com/CNG-dispensers>
- Confederación D'Associacions Empresariales de Balears. (2017). *Guía Práctica para la Elaboración de Plan de prevención de Riesgos Laborales*.
- Criogenia, N. (2017). *Planta satélite de GNL*. Obtenido de novagascriogenia.com:  
<http://novagascriogenia.com/portfolio/laoreet-mattis-quam-4/>
- Epíscopo, D. (2010). *Riesgos en la Construcción parte III*. Obtenido de seguridadyambiente.wordpress.com:  
<https://seguridadyambiente.wordpress.com/2010/04/22/riesgos-en-la-construccion-parte-3/>
- Fenosa, G. N. (7 de Enero de 2004). *www.gasnaturalfenosa.es*. Obtenido de Ficha de Datos de Seguridad Gas Natural Licuado:  
<https://www.gasnaturalfenosa.es/servlet/ficheros/1297142900701/FichaGasNaturalLicuado.pdf>
- FREMAP, I. S. (2009). *www.inge.es*. Obtenido de <http://www.inge.es/wp-content/uploads/EVALUACION-DE-RIESGOS-TOPOGRAFIA.pdf>
- Gobierno, d. E. (2014). *Gafas de protección de montura integral*. Obtenido de <http://www.insht.es>:  
<http://www.insht.es/EPI/Contenidos/Promocionales/Proteccion%20ocular%2>

0y%20facial/Promocional%20a%20Contenido/Fichas%20seleccion%20y%20  
0%20y%20uso%20de%20equipos/ficheros/Gafasmonturaintegral.pdf

Hernán, A. (2016). *ASTM D 3080 Ensayo de Corte Directo*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=80NiHUrrfjw>

Hernandez, S. (2006). *Metodología de la Investigación*. Mexico.

Herrera Herrera, G. (2011). *Cómo Llevar a Cabo un estudio de Seguridad*.  
WWW.emagister.com: Emagister.

Higiene en el trabajo, I. N. (1982). <http://www.insht.es>. Obtenido de Estadísticas de  
accidentabilidad en la empresa.

Ingbc.eu. (s.f.).

Instituto Nacional de Higiene en el Trabajo de España. (2000). *Evaluación de  
Riesgos Laborales*.

Instituto nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España. (2015). *Sector  
Gasista: Riesgos Laborales en instalaciones de Almacenamiento, Transporte  
y Distribución de Gas*.

Instituto, N. d. (2014). *Guantes de Protección. Requisitos generales*. Obtenido de  
<http://www.insht.es>:  
<http://www.insht.es/EPI/Contenidos/Promocionales/Ropa%20y%20guantes%20de%20proteccion/Promocional%20a%20Contenido/Fichas%20seleccion%20y%20uso%20de%20equipos%20nivel%202/ficheros/Guantesrequisitogenerales.pdf>

ISSUU. (2013). Obtenido de [https://issuu.com/biliovirtual/docs/proyecto\\_original.docx](https://issuu.com/biliovirtual/docs/proyecto_original.docx)


Lapesa LNG. (2017). 3000 V. *Static for LNG Storage*, 19-21.

NFPA. (2016). *59A Standart for the Production, Storage, and Handling of Liquefied  
Natural Gas*.

- Organización Iberoamericana de Seguridad Social. (2016). *Gestión de Seguridad y Salud Laboral en las PYMES*. Andalucía.
- Parrado, V. C. (2017). *Taller de seguridad Física*.
- Reglamento Técnico para el Diseño, Construcción, Mantenimiento y Abandono de Plantas de Gas Natural Licuado-GNL y Estaciones de regasificación. (Gaceta Oficial de Bolivia 23 de oct 2014 ). *Decreto Supremo N°2159*; . La Paz: [www.lexivox.org](http://www.lexivox.org).
- SPE. (2013). *Society of Petroleum Engineers* . Obtenido de SPE: <http://www.spe.org>
- TenarisSiderca. (2004). *Manual de selección de casing* .
- Tirenti, J. (2015). Recipientes a Presión Parte I: Diseño de Equipos, Envolvente, Cabezales, Conexionesy Bridas, Notas de Estudio, . En J. Tirenti, *Recipientes a Presión* (págs. 1-22).
- Universidad Industrial de Santander. (2008). *Procedimiento para la identificación de Peligros, Evaluación y Valoración de Riesgos y establecimiento de Controles*.
- Vanzetti. (2017). <http://www.vanzettiengineering.com/it/>. Obtenido de <http://www.vanzettiengineering.com/it/>
- WCI. (2007). *Well Control International*. Obtenido de <http://www.wellcontrol.la/WC-manual.html>
- Welldone Machine. (2016). [wdmachine.com](http://www.wdmachine.com). Obtenido de <http://www.wdmachine.com/showproduct.aspx?id=1947>
- Y.P.F.B. (2015). *Estudio de ingeniería Conceptual, Ampliación del sistema de Gas Virtual*. La Paz.

# ANEXOS


## Anexo 1. Tabla de manejo y riesgos de sustancias

N° CAS: XXXXX-XX-X		<p style="text-align: center;">GASOLINA</p> <p style="text-align: center;">Mezcla de Hidrocarburos</p> <p style="text-align: center;">n-butano/n-dodecano</p> <p style="text-align: center;">Destilados C4-C12</p> <p style="text-align: center;">Masa Atómica: No disponible</p>		No interno de Hoja de Seguridad: XXXX	
TIPOS DE PELIGRO/EXPOSICIÓN	PELIGROS/SÍNTOMAS AGUDOS	PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN	PRIMEROS AUXILIOS/LUCHA CONTRA INCENDIOS		
<b>INCENDIO</b>	Altamente Inflamable	Evitar llama abierta, no producir chispas y NO fumar.	Polvo, espuma, dióxido de carbono, NO usar Agua		
<b>EXPLOSIÓN</b>	Las mezclas vapor/ aire son Explosivas.	Sistema cerrado, ventilación, equipo eléctrico y de alumbrado a prueba de explosiones. Evitar la generación de cargas electrostáticas (por ejemplo, mediante conexión a tierra). NO utilizar aire comprimido para llenar, vaciar o manipular. Utilícese herramientas manuales de chispa reducida.	En caso de incendio: manténgase fríos los bidones y demás instalaciones por regado de agua. No echar agua al fuego.		
<b>EXPOSICIÓN</b>		HIGIENE ESTRICTA			
<b>INHALACIÓN</b>	Náusea, dolor de cabeza, somnolencia, vertido, confusión mental, dificultad respiratoria	Ventilación	Aire limpio, reposo, posición de semiincorporado y someter a atención médica Respiración artificial si estuviera indicada.		
<b>PIEL</b>	Piel seca, enrojecimiento	Guantes Protectores	Quitar las ropas contaminadas, aclarar la piel con agua abundante o ducharse		
<b>OJOS</b>	Enrojecimiento, dolor	Gafas protectoras	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (Quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad), después consultar a un médico		
<b>INGESTIÓN</b>	Vómitos	No comer, ni beber ni fumar durante el trabajo	NO Provocar el vómito, no dar nada de beber y someter a atención médica.		
DERRAMES Y FUGAS		ALMACENAMIENTO	ENVASADO, ETIQUETADO Y ROMBO NFPA		
Evacuar la zona de peligro. Ventilación. Recoger en la medida de lo posible el líquido que se derrama y el derramado en los recipientes herméticos. Absorber el líquido residual en arena o absorbente inerte y trasladarlos a un lugar seguro. NO Verter en el alcantarillado.		A prueba de incendio. Mantener en lugar frío. Ventilación al ras del suelo.	<p>CE: símbolo F+</p> <p>Símbolo Xn</p> <p>Símbolo N</p> <p>Clasificación de peligros NU: 3</p> 		
DATOS IMPORTANTES		ESTADO FÍSICO; ASPECTO	VÍAS DE EXPOSICIÓN		



	<p>Líquido incoloro, de olor característico</p> <p><b>PELIGROS FÍSICOS</b></p> <p>El vapor es más denso que el aire y puede extenderse en áreas del suelo; posible ignición en punto distante. Como resultado del flujo, agitación, etc., se puede generar cargas electrostáticas.</p> <p><b>PELIGROS QUÍMICOS</b></p> <p>Reacciona con oxidantes fuertes originando riesgo de incendio y explosión.</p> <p><b>LÍMITES DE EXPOSICIÓN</b></p> <p>TLV (como TWA): 300 PPM; 1400 MG/m<sup>3</sup></p> <p>( Valor medio 8hrs)</p>	<p>La sustancia se puede absorber por inhalación y por ingestión</p> <p><b>RIESGO DE INHALACIÓN</b></p> <p>En la evaporación de esta sustancia a 20°C se puede alcanzar bastante lentamente una concentración nociva en el aire</p> <p><b>EFFECTOS DE LA EXPOSICIÓN DE CORTA DURACIÓN</b></p> <p>La sustancia irrita los ojos, la piel y el tracto respiratorio. Por deglución puede pasar a los pulmones con riesgo de neumonitis química. La exposición a altas concentraciones del vapor podría causar disminución de la conciencia.</p> <p><b>EFFECTOS DE EXPOSICIÓN PROLONGADA O REPETIDA.</b></p> <p>El contacto prolongado o repetido con la piel puede producir dermatitis.</p>
<b>PROPIEDADES FÍSICAS</b>	<p><b>Punto de ebullición:</b> 125.7°C</p> <p><b>Punto de fusión:</b> -56.8°C</p> <p><b>Densidad relativa (agua=1):</b> 0.70</p> <p><b>Límite de explosividad, % en volumen en el aire:</b> 1.0-6.5</p>	<p><b>Solubilidad en agua:</b> Ninguna</p> <p><b>Densidad Relativa e Vapor (aire =1):</b> 3.94</p> <p><b>Punto de inflamación:</b> 13°C</p> <p><b>Temperatura de Auto ignición:</b> 206°C</p>
<b>DATOS AMBIENTALES</b>	No derramar a sustancias o lagos. es tóxica para organismos acuáticos	
<b>NOTAS</b>		
<p>No llevar a casa la ropa de trabajo</p> <p>Según el reglamento ambiental para el sector industrial manufacturero para las siguientes actividades se debe:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Suministro:</b> El envase y embalaje debe seguir las normas específicas del fabricante señalizándose de acuerdo a las características de peligrosidad de las sustancias.</li> <li>• <b>Transporte:</b> Está prohibido el transporte de combustibles, aceites y grasas junto con explosivos.</li> <li>• <b>Almacenamiento:</b> Deben ser almacenados en lugar seco, Alejados por los menos 300 metros de edificaciones e instalaciones de importancia; se debe disponer de extintores que tengan la capacidad de cubrir posibles incendios en los diferentes recintos del almacén.</li> <li>• <b>Uso:</b> Se debe contar con un equipo, dispositivos y procedimiento de emergencia, para casos de accidentes; el área debe contar con instrucciones y advertencias visibles que indiquen los métodos de manejo y preparación de sustancias.</li> <li>• <b>Tratamiento de residuos y envases:</b> Se debe tratar los residuos mediante sistemas que eliminen, neutralicen o reduzcan su peligrosidad; Los envases de las sustancias peligrosas, una vez vaciados, no podrán ser utilizados para propósitos si no se extrae de los mismos los remanentes; no se puede utilizar los envases para almacenamiento de alimentos, agua para consumo y quehaceres domésticos.</li> <li>• <b>Confinamiento:</b> Cumplimiento del artículo 55 al 59 para el reglamento de actividades con sustancias peligrosas.</li> </ul>		
<b>INFORMACIÓN ADICIONAL</b>		
<p>CAS: Chemical Abstracts Service: Servicio de Química Abstracta.</p> <p>CE: Comunidad Europea.</p> <p>UN Naciones Unidas.</p> <p>TLV: Threshold Limit Value; Valor Límite Umbral</p>		

NFPA: National Fire Protection Association: Asociación Nacional de Protección de Incendios.			
Nº CAS: 8006-14-2	Gas Natural Licuado Mezcla de Hidrocarburos Metano + Masa Molecular: 16		No interno de Hoja de Seguridad:XXXX
TIPOS DE PELIGRO/EXPOSICIÓN	PELIGROS/SINTOMAS AGUDOS	PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN	PRIMEROS AUXILIOS/LUCHA CONTRA INCENDIOS
<b>INCENDIO</b>	Gases extremadamente Inflamable	Evitar llama abierta, no producir chispas y NO fumar.	Polvo, espuma, dióxido de carbono, NO usar Agua
<b>EXPLOSIÓN</b>	Las mezclas vapor/ aire son Explosivas.	Sistema cerrado, ventilación, equipo eléctrico y de alumbrado a prueba de explosiones. Evitar la generación de cargas electrostáticas (por ejemplo, mediante conexión a tierra). NO utilizar aire comprimido para llenar, vaciar o manipular. Utilícese herramientas manuales de chispa reducida.	En caso de incendio: manténgase fríos los tanques de almacenamiento y demás instalaciones por regado de agua. No echar agua al fuego.
<b>EXPOSICIÓN</b>		HIGIENE ESTRICTA	
<b>INHALACIÓN</b>	Náusea, doler de cabeza, somnolencia, vertido, confusión mental, dificultad respiratoria	Ventilación	Aire limpio, reposo, posición de semiincorporado y someter a atención médica Respiración artificial si estuviera indicada.
<b>PIEL</b>	Piel seca, enrojecimiento	Guantes Protectores	Quitar las ropas contaminadas, aclarar la piel con agua abundante o ducharse
<b>OJOS</b>	Enrojecimiento, dolor	Gafas protectoras	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos( Quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad), después consultar a un médico
<b>INGESTIÓN</b>	Vómitos	No comer , ni beber ni fumar durante el trabajo	NO Provocar el vómito, no dar nada de beber y someter a atención médica.
<b>DERRAMES Y FUGAS</b>	<b>ALMACENAMIENTO</b>	<b>ENVASADO, ETIQUETADO Y ROMBO NFPA</b>	

<p>Evacuar la zona de peligro. Ventilación. Recoger en la medida de lo posible el líquido que se derrama y el derramado en los recipientes herméticos. Absorber el líquido residual en arena o absorbente inerte y trasladarlos a un lugar seguro. NO Verter en el alcantarillado.</p>	<p>A prueba de incendio. Mantener en lugar frío. Ventilación al ras del suelo.</p>	<p>CE: símbolo F+ Símbolo Xn Símbolo N Clasificación de peligros NU:1972</p> 
<p><b>DATOS IMPORTANTES</b></p>	<p><b>ESTADO FÍSICO; ASPECTO</b> Líquido incoloro, de olor característico</p> <p><b>PELIGROS FÍSICOS</b> El vapor es más denso que el aire y puede extenderse en áreas del suelo; posible ignición en punto distante. Como resultado del flujo, agitación, etc., se puede generar cargas electrostáticas.</p> <p><b>PELIGROS QUÍMICOS</b> Estable</p> <p><b>LÍMITES DE EXPOSICIÓN</b> 1000 PPM; No aplica</p>	<p><b>VÍAS DE EXPOSICIÓN</b> La sustancia se puede absorber por inhalación y por ingestión</p> <p><b>RIESGO DE INHALACIÓN</b> En la evaporación de esta sustancia a -150°C se puede alcanzar bastante lentamente una concentración nociva en el aire</p> <p><b>EFFECTOS DE LA EXPOSICIÓN DE CORTA DURACIÓN</b> La sustancia irrita los ojos, la piel y el tracto respiratorio. Por deglución puede pasar a los pulmones con riesgo de neumonitis química. La exposición a altas concentraciones del vapor podría causar quemaduras por temperaturas criogénicas.</p> <p><b>EFFECTOS DE EXPOSICIÓN PROLONGADA O REPETIDA.</b> El contacto con la piel puede producir dermatitis y Quemaduras.</p>
<p><b>PROPIEDASDES FÍSICAS</b></p>	<p><b>Punto de ebullición:</b> -161°C <b>Punto de fusión:</b> --183°C <b>Densidad relativa (agua=1):</b> 0.70-85 <b>Límite de explosividad,% en volumen en el aire:</b> 4.14-17</p>	<p><b>Solubilidad en agua:</b> Ninguna <b>Densidad Relativa e Vapor (aire =1):</b> &gt;1 <b>Punto de inflamación: Es</b> -188°C <b>Temperatura de Auto ignición:</b> 600°C</p>
<p><b>DATOS AMBIENTALES</b></p>	<p>No derramar a sustancia a río s o lagos. es tóxica para organismos acuáticos</p>	
<p><b>NOTAS</b></p>		
<p>No llevar a casa la ropa de trabajo</p> <p>Según el reglamento ambiental para el sector industrial manufacturero para las siguientes actividades se debe:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Suministro:</b> El envase y embalaje debe seguir las normas específicas del fabricante señalizándose de acuerdo a las características de peligrosidad de las sustancias.</li> <li>• <b>Transporte:</b> Está prohibido el transporte de combustibles, aceites y grasas junto con explosivos.</li> <li>• <b>Almacenamiento:</b> Deben ser almacenados en lugar seco, Alejados por los menos 300 metros de edificaciones e instalaciones de importancia; se debe disponer de extintores que tengan la capacidad de cubrir posibles incendios en los diferentes recintos del almacén.</li> <li>• <b>Uso:</b> Se debe contar con un equipo, dispositivos y procedimiento de emergencia, para casos de accidentes; el área debe contar con instrucciones y advertencias visibles que indiquen los métodos de manejo y preparación de sustancias.</li> </ul>		

- **Tratamiento de residuos y envases:** Se debe tratar los residuos mediante sistemas que eliminen, neutralicen o reduzcan su peligrosidad; Los envases de las sustancias peligrosas, una vez vaciados, no podrán ser utilizados para propósitos si no se extrae de los mismos los remanentes; no se puede utilizar los envases para almacenamiento de alimentos, agua para consumo y quehaceres domésticos.
- **Confinamiento:** Cumplimiento del artículo 55 al 59 para el reglamento de actividades con sustancias peligrosas.

#### INFORMACIÓN ADICIONAL

CAS: Chemical Abstracts Service: Servicio de Química Abstracta.

CE: Comunidad Europea.

UN Naciones Unidas.

TLV: Threshold Limit Value; Valor Límite Umbral

NFPA: National Fire Protection Association: Asociación Nacional de Protección de Incendios.

## Anexo 2. Registro de vehículos

		PLANILLA DE CONROL DE MAQUINARIA PESADA		
		PLACA	MARCA	
		COLOR	TIPO	
		FIRMA	OPERADOR	
FECHA ÚLTIMO MANTENIMIENTO	FECHA PRÓXIMO MANTENIMIENTO	FECHA PRÓXIMO MANTENIMIENTO	FECHA PRÓXIMO MANTENIMIENTO	FECHA PRÓXIMO MANTENIMIENTO
DETALLE	FECHA ÚLTIMO CAMBIO	FECHA PRÓXIMO CAMBIO	COMENTARIOS	
CAMBIO DE ACIETE				
LÍQUIDO HIDRÁULICO				
LÍQUIDO DE FRENO				
FRENOS				
MANGUERAS				
LLANTAS				
CHECK LIST	SI/NO	COMENTARIOS		
EXTINTOR				
HERRAMIENTAS				
TRIÁNGULO				

GATA Y LLAVE CRUZ		
BOTIQUÍN		
RECOMENDACIONES PARA PRÓXIMO CONTROL		

### Anexo 3. Inspección de máquina de soldar

FECHA DE INSPECCIÓN

.../.../...

SI PASA

NO PASA

Nota:

Si uno de los puntos de inspección no cumple con el estándar, la inspección **no pasa**. Toda desviación de la realidad, deberá ser informada y reparada a la brevedad posible. Dudas consultar al experto en Prevención de Riesgos.

FRECUENCIA: SEMANAL			
MÁQUINA DE SOLDAR	SI	NO	OBSERVACIONES
Los cables del porta electrodos tierra y alimentación están completamente aislados.			
El porta electrodos está en buenas condiciones y aislado.			
Cuenta con carcasa metálica de protección.			
El swich de encendido funciona correctamente.			
La pinza del cable a tierra está correctamente adherido al cable de contacto.			
La manilla de regulación de amperaje funciona correctamente.			
El cableado de conexión se encuentra sin corte y en buen estado			
PLAN DE ACCIÓN O ACTIVIDAD	RESPONSABLE	STATUS	FECHA

NOTA: En este cuadro se deberá colocar el plan de acción para corregir la **condición insegura detectada**.

Inspeccionado por: .....

Cargo: .....

## Anexo 4. Extintores

Los parámetros a revisar para poseer un correcto funcionamiento y la total disponibilidad de los extintores en el proceso de construcción deben ser según indica la siguiente tabla; asimismo se debe indicar cuales son las áreas en las cuales será pertinente ubicar los mismos. Esta tabla tipo debe ser llenada antes de empezar los trabajos de inspección.

INSPECCIÓN DE EXTINTORES																			
			FECHA DE INSPECCIÓN								FECHA DE PRÓXIMA INSPECCIÓN								
			INSPECCIÓN								PROYECTO								
			INSPECTOR DE SySO								COMENTARIO								
			FIRMA																
N	CÓDIGO	UBICACIÓN	PINTURA		MANGUERA		BOQUILLA		MANOMETRIO		ABOLLADURAS		CORROSIÓN		SEÑALIZACIÓN		TRI INSPEC		OBSERVACIÓN
			B	M	B	M	B	M	B	M	B	M	B	M	B	M	B	M	
1																			
2																			
3																			
4																			



## Anexo 5. Relación de naturaleza de lesión y jornadas perdidas de trabajo

Naturaleza de la lesión	Jornadas trabajo perdidas
Muerte	6.000
Incapacidad permanente absoluta (I.P.A.)	6.000
Incapacidad permanente total (I.P.T.)	4.500
Pérdida del brazo por encima del codo	4.500
Pérdida del brazo por el codo o debajo	3.600
Pérdida de la mano	3.000
Pérdida o invalidez permanente del pulgar	600
Pérdida o invalidez permanente de un dedo cualquiera	300
Pérdida o invalidez permanente de 2 dedos	750
Pérdida o invalidez permanente de 3 dedos	1.200
Pérdida o invalidez permanente de 4 dedos	1.800
Pérdida o invalidez permanente pulgar y un dedo	1.200
Pérdida o invalidez permanente pulgar y dos dedos	1.500
Pérdida o invalidez permanente pulgar y tres dedos	2.000
Pérdida o invalidez permanente pulgar y cuatro dedos	2.400
Pérdida de una pierna por encima de la rodilla	4.500
Pérdida de una pierna por la rodilla o debajo	3.000
Pérdida del pie	2.400
Pérdida o invalidez permanente de dedo gordo o de 2 o más dedos del pie	300
Pérdida de la vista (un ojo)	1.800
Ceguera total	6.000
Pérdida de un oído (uno sólo)	600
Sordera total	3.000

## Anexo 6. Botiquín de primeros auxilios

INSPECCIÓN DE PRIMEROS AUXILIOS				
UBICACIÓN DEL BOTIQUÍN			Fecha de inspección	
PROYECTO	Construcción de Estación de Regasificación en la población de Batallas			
Nº	Descripción	Cantidad	Estado	Fecha de Vigencia
1	Venda de Gaza	2 Paquetes	Nuevo	
2	Compresa de Gaza	2 Paquetes	Nuevo	
3	Algodón	1 Bolsa	Nuevo	
4	Plástico Adhesivo	1 Rollo	Nuevo	
5	Yodopovidona	1 frasco de 25 ml	Nuevo	
6	Alcohol medicinal	1 frasco de 60 ml	Nuevo	
7	Agua oxigenada	1 frasco de 60 ml	Nuevo	
8	Alcohol Yodado	1 frasco de 60 ml	Nuevo	
9	Antiespasmódico	5 pastillas	Nuevo	
10	Analgésico adultos	5 pastillas	Nuevo	
11	Analgésico niños	3 pastillas	Nuevo	
12	Sal de rehidratación	2 sobres	Nuevo	
13	Guantes de Látex	2 Pares	Nuevo	
14	Barbijo	1	Nuevo	
15	Venda Triangular	1 Rollo	Nuevo	
16	Venda elástica	1 Rollo	Nuevo	
17	Termómetro	1	Nuevo	
18	Pinza	1	Nuevo	
19	Tijera	1	Nuevo	

## Anexo 7. Charlas de seguridad a los trabajadores

Las charlas y capacitaciones se las realizará según el cronograma de actividades de construcción previstos.

Registro de Capacitaciones y Charlas de 5 Minutos		
	Capacitación <input type="checkbox"/>	Charla de 5 minutos <input type="checkbox"/>
Nombre de la capacitación:		Fecha
Nombre del Facilitador:		
Obra:	Trabajos de obras Civiles y mecánicas para la construcción de la Estación de Regasificación de la Localidad de Batallas	
Nº	Nombres y Apellidos Paterno y Materno	Firma
1		
2		
3		
4		
5		

## Anexo 8. Lista de peligros

### LISTA DE PELIGROS

#### Lista Maestra de Categoría de Peligros (A aplicar en la identificación)

<b>Físicos</b>	A1	Caída de Personas al mismo nivel
	A2	Caídas de menores a distinto nivel
	A3	Caídas mayores a distinto Nivel
	A4	Contactos eléctricos
	A5	Contactos con partes o elementos calientes/Fríos
	A6	Proyección de Partículas, fragmentos
	A7	Proyección de gases, Polvo o líquidos a presión o calientes
	A8	Atrapamientos mecánicos
	A9	Cortes, Golpes, Penetraciones por herramientas
	A10	Cortes, Golpes, Penetraciones, excoriaciones de otra clase (no por herramientas)
	A11	Caída de objetos menores (menos de 5 kg) o herramientas
	A12	Aplastamiento/Ahogamiento (entre objetos por caída/deslizamiento de objetos mayores a 5 kg)
	A13	Golpes por objetos/Equipos móviles o atropellamiento por vehículos
	A14	Golpes por objetos inmóviles o partes salientes
	A15	Incendios
	A16	Explosiones/ Deflagraciones
	A17	Choques de Vehículos en Movimiento
	A18	Vuelcos Vehiculares o de Equipo
	A19	Exposición a Ruido
	A20	Exposición a vibraciones

	A21	Exposición a inadecuada iluminación
	A22	Exposición a temperaturas extremas (extremadamente mayor a la normal o menor a 0°)
	A23	Exposición a humedad Extrema
	A24	Exposición a radiaciones Ionizantes
	A25	Exposición a radiaciones No Ionizantes
<b>Químicos y Biológicos</b>	B1	Contacto o ingestión de sólidos/líquidos peligrosos
	B2	Exposición a fibras o polvos
	B3	Exposición a gases Vapores/tóxicos o asfixiantes
	B4	Derrames o Fugas Mayores de sustancias Peligrosas
	B5	Exposición a Insectos o Animales Peligrosos
	B6	Exposición a Bacterias, Virus u Hongos
<b>Ergonómicos</b>	C1	Ejecución de posturas inadecuadas
	C2	Ejecución de movimientos repetitivos
	C3	Ejecución de sobreesfuerzos físicos
	C4	Exposición a Sobreesfuerzo Visual
	C5	Exposición a Sobreesfuerzo Mental
<b>Naturales, Externos y Otros</b>	D1	Sismos
	D2	Inundaciones por Lluvia, Granizadas Intensas o Desborde de Ríos
	D3	Tormentas Eléctricas o Vientos Huracanados
	D4	Deslizamientos de Tierras
	D5	Incendio de Plantas Aledañas o Forestales
	D6	Convulsión social o Atentados
	D7	Desvío Comportamental
	D8	Otros (Describir)

## **Anexo 9. Menciones de seguridad en la normativa boliviana vigente**

Las siguientes citas fueron extraídas del Decreto supremo 2159 del 23 de octubre de 2014.

Lo que menciona el párrafo VII del Artículo del artículo 16 del Decreto Supremo 2159: Reglamento para el Diseño, Construcción, Operación, Mantenimiento y Abandono de Plantas de Gas Natural Licuado-GNL y Estaciones de Regasificación es lo siguiente:

*El predio de las Plantas de GNL y/o Estaciones de Regasificación debe ser de uso exclusivo para actividades hidrocarburíferas y relacionadas con el sector.*

A ésta se la puede nominar como la primera noción de seguridad que se genera en nuestro reglamento nacional con referencia al diseño y construcción de estaciones de Regasificación. Asimismo, podemos mencionar que, como medida de seguridad, se plantea la sólo actividad hidrocarburífera en las instalaciones de la estación de regasificación.

El párrafo IX del mismo artículo menciona:

*La Estación de Regasificación debe considerar las distancias mínimas de seguridad de acuerdo a la NFPA 59A u otra equivalente. Cuando no puedan cumplirse dichas distancias se podrán adoptar medidas de prevención debidamente justificadas, que permitan la reducción de las distancias requeridas, tales como pantallas u obstáculos.*

Igualmente, el siguiente artículo:

### **Artículo 18°. - (Sistema de almacenaje)**

*I. El sistema de almacenaje en las Plantas de GNL y en las Estaciones de Regasificación deberá:*

- a) Estar ubicado en áreas libres de inundaciones, deslizamientos, caída de piedras o fallas geológicas. En caso contrario deberán tomarse las medidas de prevención necesarias;*

- b) *Disponer de caminos de acceso, dentro del área de almacenaje, en todo tiempo y que estén habilitados permanentemente para el uso de equipo contra incendios instalado y ubicado en el sitio o en las cercanías de dichas instalaciones;*
- c) *Estar equipado de acuerdo a la norma EN 1473, NFPA 59A o equivalentes, con un sistema de protección contra fallas operativas con indicadores, alarmas, controles de nivel, presión, y en el caso de Plantas de GNL densímetros de alta exactitud y controles de temperatura;*
- d) *Considerar para el diseño de Tanques de Almacenaje el análisis de Cargas establecido en la norma API 625 o equivalente.*

Asimismo, del mismo artículo:

*II. Características del sistema de almacenaje:*

- a) *El diseño de área de tanques debe contemplar un Cubeto para recoger posibles derrames de GNL. El diseño del Cubeto debe estar en concordancia con la NFPA 59A, EN 1473 u otra equivalente;*

Otro importante Artículo:

**Artículo 19°. - (Sistema de transferencia)**

*II. La Seguridad en la transferencia de GNL deberá contemplar todos los requisitos establecidos en la NFPA 59A u otra equivalente.*

*III. En el caso de contar la Estación de Regasificación con un sistema de transferencia de GNC, la misma deberá contemplar los siguientes aspectos:*

- a) *El sistema de Carga de Contenedores Portátiles de GNC deberá contemplar en su diseño, la amplitud necesaria para el ingreso, circulación, posicionamiento y salida de los mismos;*
- b) *Los equipos e instalaciones eléctricas y electrónicas del área del sistema de transferencia, deberá cumplir con la NFPA 70 o norma equivalente;*
- c) *Todos los equipos y estructuras metálicas en el área del sistema de transferencia deberán contar con un sistema de puesta a tierra;*

- d) *El diseño del sistema de transferencia de GNC podrá contar con medidores de volumen de gas, debiendo tener un sistema de seguridad que permita iniciar y parar la transferencia de GNC;*
- e) *Durante la Carga, los vehículos de transporte de Contenedores Portátiles de GNC deberán estar dirigidos hacia la salida de la Estación de Regasificación Planta de GNC o Sistemas de Descarga.*

Además, los párrafos del siguiente artículo:

**Artículo 20° . - (Estación de regasificación)**

*IV. De acuerdo a las condiciones climatológicas de la localidad donde se instale una Estación de Regasificación, se debe considerar en el diseño la utilización de vaporizadores ambientales y/o vaporizadores forzados.*

*V. La Estación de Regasificación debe contar con un sistema automático de control, monitoreo y reporte de aspectos de operación en cuanto a los procesos, funcionamiento y estado de los componentes de la estación, del GNL y del Gas Natural regasificado, así como las condiciones del abastecimiento y aspectos que hacen a la seguridad del sistema. Para Estaciones de Regasificación con operación no presencial, el control y las alarmas deben transmitirse directamente al operador que pudiera estar en un lugar alejado y quedar asimismo registradas en el ordenador de control (Programmable Logic Controller - PLC) o cumplir lo estipulado en la NFPA 59A.*

*VI. El diseño de la Estación de Regasificación debe cumplir con los requisitos de la norma UNE 60210 y/o norma NFPA 59A u otra norma equivalente.*

*VII. La Estación de Regasificación debe tener un sistema de control volumétrico, el cual será el punto de transferencia de custodia y/o de propiedad. La medición de volúmenes de Gas Natural se realizará en Condiciones Estándar de temperatura y presión.*

Uno de los más importantes es el siguiente artículo:

**Artículo 21° . - (Sistema contra incendios y de seguridad)**



*Con el propósito de minimizar las consecuencias de derrames y fugas de GNL, refrigerantes inflamables, líquidos inflamables y gases inflamables, el equipamiento y procedimientos de protección contra incendios y de seguridad de las Plantas de GNL y Estaciones de Regasificación, deben estar diseñados cumpliendo los siguientes requisitos mínimos:*

*a) Sistema Contra incendios.*

- 1. Las Plantas de GNL y Estaciones de Regasificación deben contar con un sistema integral de protección contra incendios determinado por una evaluación basada en los principios de protección de alguna de las siguientes normas: NFPA 59A, el Código Internacional de Fuego o norma equivalente;*
- 2. Las Áreas Industriales deben contar con un sistema de monitoreo para la detección de fugas y derrames de GNL, refrigerantes, líquidos y gases inflamables;*
- 3. Las Plantas de GNL y Estaciones de Regasificación deben contar con una evaluación de seguridad que cubra los peligros, amenazas, vulnerabilidades y consecuencias.*

*b) Señalización.*

- 1. Las áreas de Carga y/o Descarga contarán como mínimo con un juego de carteles de seguridad visibles desde todas las posiciones de Carga y/o Descarga con las siguientes leyendas y su gráfico correspondiente:*
  - "PROHIBIDO FUMAR";*
  - "APAGUE EL MOTOR";*
  - "PELIGRO INFLAMABLE";*
  - "PROHIBIDO EL USO DE CELULARES";*
  - "PROHIBIDO EL USO DE EQUIPOS NO AUTORIZADOS".*
- 2. Todas las vías de circulación dentro del área de la Planta de GNL y Estación de Regasificación, deben estar adecuadamente señalizadas, a fin de organizar el ingreso, la permanencia y la salida de los vehículos que utilizan el sistema.*
- 3. En las áreas donde los equipos de la Planta de GNL y Estación de Regasificación generen riesgos ocupacionales se deberá:*
  - Señalizar los riesgos ocupacionales y de seguridad;*
  - Señalizar el equipo de protección obligatorio para esta área;*

- *Contar con el equipo de protección personal necesario;*
- *Especificar los puntos de reunión y rutas de evacuación para casos de emergencia.*

Y el siguiente artículo que igualmente se hace necesario para los fines de este proyecto:

***Artículo 23°. - (Capacitación del personal)***

I. La operación y ejecución de las actividades de recepción, licuefacción, almacenaje, transferencia, regasificación o cualquier combinación de estas actividades, deben ser realizadas por personal debidamente capacitado.

II. El personal debe conocer los peligros y las propiedades del GNL, los refrigerantes inflamables y en especial los procedimientos de actuación en caso de emergencia, así como propiedades de GNC en Estaciones de Regasificación que cuenten con estas facilidades.

De esta manera podemos aseverar que la norma boliviana está abierta a la utilización de las normas internacionales tanto europeas como americanas.

**GLOSARIO DE TÉRMINOS**

**Accidente:** Un acontecimiento no deseado que resulta en lesiones, daños o pérdida en el proceso de las operaciones de una organización.

**Accidente de trabajo:** Toda lesión corporal producida en el centro de trabajo o con ocasión sido contratado el trabajador, causada por una acción imprevista, fortuita (casual) u ocasional de una fuerza externa repentina y violenta que obra súbitamente sobre las personas, independientemente de su voluntad y que pueda ser determinada por los médicos de una manera cierta.

**Actos inseguros:** Comportamientos que podrían dar pasó a la ocurrencia de un accidente (siniestro). Se le conoce también como “actos erróneos” o “actos subastadores”. Por ejemplo, operar equipos sin autorización, usar equipos defectuosos, usar los equipos de manera incorrecta, levantar objetos en forma incorrecta, etc.

Atentar: Ejecutar una acción contra un orden legalmente establecido.

Catástrofe: Consecuencia que puede desaparecer parcial o totalmente el sistema.

Condiciones inseguras: Circunstancias que podrían dar paso a la ocurrencia de un accidente (siniestro). Se le conoce también como condiciones sub-estándares, incorrectas o inadecuadas. Por ejemplo, protecciones y resguardos inadecuados, equipos de protección insuficiente, herramientas, equipos o materiales defectuosos, orden y limpieza inadecuados, ventilación e iluminación excesiva o deficiente, etc.

Consecuencias: Es la medida absoluta de los resultados del siniestro. Las consecuencias se tipifican generalmente como:

Daños: Son aquellos que causan efectos negativos a los recursos materiales, económicos y al medio ambiente.

Lesiones: Son producidas a las personas. Ej.: heridas, contusiones, shock, asfixia, muerte, etc.

Control: Actividad para verificar el cumplimiento de las disposiciones establecidas.

Crisis: Cambio brusco en los acontecimientos en forma adversa. Es la “situación con potencial de generar desastres o catástrofes poniendo en peligro la supervivencia del sistema”. Es la pérdida de control sobre las variables críticas para el funcionamiento del sistema.

Deficiencia: Ausencia, carencia o instalación incompleta de un recurso o medio de seguridad para afrontar las amenazas.

Desastre: Desgracia grande. Impacto grave sobre el sistema. Consecuencia grave para un sistema ante la presentación de un siniestro.

Disuasión: Acción psicológica para desistir o hacer que se abandone un propósito.

Emergencia (hecho): Es una combinación imprevista de circunstancias que perturba el estado normal de un sistema y puede poner en riesgo su estabilidad.

Enfermedad profesional: Todo estado patológico que ocasione incapacidad temporal, permanente o muerte y que sobrevenga como consecuencia directa de la clase de labor que desempeña el trabajador.

Impacto: Es la medida relativa de como los siniestros afectan al sistema. Es una repercusión contra el prestigio, los antecedentes y la moral de la empresa. Puede afectar gravemente las relaciones comerciales.

Incidente: Un acontecimiento no deseado, el que bajo circunstancias ligeramente diferentes, podría haber resultado en lesiones o danos, o perdida en el proceso de las operaciones de una organización (es un casi-accidente).

Medidas de seguridad: Son las acciones (disposiciones, actitudes, consignas, normas, capacitación) que se adoptan para prevenir, neutralizar y/o minimizar un riesgo.

Medios de seguridad: Son los recursos (bienes materiales) que se emplean para afrontar riesgos.

Peligro: Es todo aquello que puede causar daño. Elemento o condición (conjunto de circunstancias) con potencial (capacidad, que puede o no puede) de generar consecuencias negativas en el sistema (no hay exposición del recurso). Ej.: el toro como animal, el fuego en sí, un perro con rabia, etc.).

Prevención: Es el conjunto de medidas de seguridad tendentes a la anticipación de ocurrencias de siniestros o para afrontar amenazas en forma adecuada.

La prevención está destinada a disminuir la frecuencia, lograr que aparezca u ocurra la menor cantidad de veces (ej. De prevención: la capacitación). La prevención prioriza básicamente su accionar en la educación, la supervisión y la tecnología.

Protección: Es resguardar un recurso de un posible daño o peligro. La protección está destinada a disminuir la gravedad del siniestro. La protección presta importancia prioritariamente a la siguiente secuencia: la tecnología, la supervisión y la educación. Se emplean fundamentalmente medios de seguridad.

Riesgo: Posibilidad de ocurrencia de una pérdida. Es la probabilidad de que ocurra daño. Probabilidad de que las amenazas presentes puedan materializarse en un siniestro con determinadas consecuencias. Es la “exposición de un recurso a un peligro con potencial de generar consecuencias”. ej.: el toro y el torero; el fuego y un almacén cercano con sustancias inflamables.

Siniestro: Acto, hecho o evento no programado con capacidad de generar efectos negativos en un sistema que lo sufre. Es la consumación o materialización de un riesgo. Por ejemplo, la caída de una pared.

Urgencia: Falta o necesidad apremiante de algo para afrontar o solucionar una determinada situación.

Vulnerabilidad: Que puede ser herido o recibir una lesión física o moral. Es la medida del impacto que un riesgo o un siniestro puede tener sobre un sistema. Grado de sensibilidad de un sistema ante un riesgo. Debilidad ante la exposición a un daño.

## TRABAJOS EN RADIOGRAFÍA INDUSTRIAL

Sistema de protección: Las dosis resultantes de las fuentes y prácticas que entrañen exposición a fuentes de radiación ionizante se restringirán mediante un sistema de protección radiológica, límites y restricciones de dosis. (Ley de protección radiológica Capítulo II Artículo I).

Seguridad radiológica: Es una rama de la Seguridad Industrial, Cuyo objetivo es que todas las acciones involucren fuentes de radiación ionizante, se ejecuten bajo normas y procedimientos de protección radiológica adecuados, para reducir las exposiciones ocupacionales y del público a valores tan bajos como razonablemente puedan lograrse.

Personal ocupacionalmente expuesto: Aquel que en ejercicio y con motivo de ocupación está expuesto a radiación ionizante.

Radiación ionizante: Toda radiación electromagnética o corpuscular capaz de producir iones, directa o indirectamente, debido a su interacción con la materia.

Fuente de radiación ionizante: Cualquier dispositivo o material que emita radiación ionizante en forma cuantificable.

Desintegración gamma (radiación gamma): Se llama radiación gamma a la radiación electromagnética generada espontáneamente en el núcleo de átomos inestables o radiactivos.

Ionización: La ionización es un proceso que consiste en extraer un electrón de la órbita de un átomo. Como el electrón tiene carga negativa, el átomo queda cargado positivamente. El átomo y el electrón así separados constituyen un par de iones; esto es, un ion positivo (el átomo) y un ion negativo (el electrón). La absorción de radiación en el medio resulta entonces en la producción de pares de iones. Por lo tanto, las partículas o fotones van perdiendo energía dentro del medio; normalmente los iones positivos y negativos se recombinan para formar átomos neutros y formar parte de la energía originalmente dada es transformada en calor.

Exposición: El concepto de esta magnitud radiológica se sustenta en concepto de ionización. Al incidir radiación electromagnética en un cierto volumen de masa ( $m$ ) de aire, se producen pares de iones. La exposición es el valor absoluto de la carga total de iones de un mismo signo, producidos en aire, cuando todos los fotones son completamente frenados en el aire.

Actividad: El número de transiciones nucleares espontáneas que ocurren por unidad de tiempo en una cantidad dada de material radiactivo. Formalmente, la actividad  $A$ , de una cantidad dada de material radiactivo, es el cociente de  $dN$  (número de transiciones nucleares espontáneas) en un intervalo de tiempo  $dT$ . La unidad de la actividad es el Becquerel (Bq), donde un Bq = 1 desintegración por segundo ( $1\text{Ci}=3.7\times 10^{10}$  desintegraciones /s).

Almacén temporal: La instalación radiactiva autorizada por la autoridad nacional competente (IBTEN) para almacenar fuentes de radiación ionizante por tiempo

limitado y que será necesariamente determinado en forma expresa en la autorización correspondiente.

**Emergencia:** Acto, omisión, situación o suceso que ocasiona un riesgo importante y, para cuyo control o eliminación es necesario emprender acciones correctivas inmediatas.

**Responsable de seguridad radiológica:** Es aquella persona responsable de la vigilancia y aplicación de todo lo relacionado con la protección radiológica en el centro de trabajo, la cual debe poseer la aprobación de la Autoridad Nacional Competente.

**Condición normal:** En la cual la ocurrencia de la exposición es previsible y puede ser limitada por control de la fuente y por aplicación del sistema de protección para las prácticas.

**Condición anormal:** En la cual la fuente no está sujeta a control de modo que la magnitud de toda exposición resultante sólo puede limitarse, eventualmente, por aplicación de medidas correctivas.

**Área controlada:** Todo lugar de trabajo donde se requiera, en condiciones normales de operación, que los trabajadores sigan procedimientos preestablecidos para controlar la exposición a la radiación o para la dispersión de la contaminación radiactiva. Todo lugar de trabajo donde se requieran medidas específicas de seguridad radiológica, para prevenir exposiciones potenciales.

**ÁREA SUPERVISADA:** Se define como tales los lugares de trabajo que no hayan sido designadas como áreas controladas y donde las condiciones radiológicas deben mantenerse bajo supervisión, aun cuando no se requiera rutinariamente procedimientos especiales.

**Alara:** Es el acrónimo de “tan bajo como sea razonablemente posible”, lo cual significa hacer un esfuerzo para mantener las exposiciones a la radiación lo más bajas posibles a los límites de dosis siempre que sea práctico.

Sievert: Unidad de cantidad de radiación, absorbida equivalente, estandarizada según ISO, equivalente a 1 sievert=100 rem.

Gray: Unidad de dosis absorbida estandarizada según ISO, equivalentes a 1 Gray = 100 rad = 100 roentgen.

Becquerel: Unidad de actividad (desintegración de la fuente ionizante) equivalente a una desintegración por segundo. Para casos prácticos: 1 Tera becquerel (TBq = 27.03 Curíes ó 1Ci=0.037Bq)

IBTEN: Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología Nuclear (Autoridad Nacional Competente)

Bulto: Es el embalaje con su contenido radiactivo tal como se presenta para su transporte.

Embalaje: Es el conjunto de todos los componentes necesarios para alojar con seguridad el contenido radiactivo.

Transporte: Comprende el diseño, la fabricación y el mantenimiento de embalajes y la preparación, expedición, manipulación, acarreo, almacenamiento en tránsito y recepción en el destino final de bultos.

Permiso de trabajo: Registro que se aplica para verificar las condiciones de seguridad, previa a la realización de trabajos radiografía industrial. Es llenado por el "solicitante" y autorizado/llenado por el autorizante.