

# Tecnológico de Costa Rica

Escuela de Ingeniería en Seguridad Laboral e Higiene Ambiental.



**Programa de Seguridad Laboral para el Laboratorio de Plasmas para Energía de Fusión y Aplicaciones en el Tecnológico de Costa Rica.**

Proyecto de Graduación para optar por el grado de Bachillerato en Ingeniería en Seguridad Laboral e Higiene Ambiental

**Realizado por:** María Gabriela Gómez Leiva.

**Profesor Asesor:** Ing. Jorge Chaves Arce

**Asesor Industrial:** Dr. Iván Vargas Blanco

Semestre I, 2014

**CONSTANCIA DE DEFENSA PÚBLICA DEL  
PROYECTO DE GRADUACIÓN.**

Proyecto de graduación defendido públicamente ante el tribunal examinador, integrado por los profesores: **Ing. Andrés Robles Ramírez, Ing. Ma. Gabriela Hernández Gómez.** Como requisito para optar al grado de Bachillerato en Seguridad Laboral e Higiene Ambiental, del Instituto Tecnológico de Costa Rica. La orientación y supervisión del trabajo desarrollado por el estudiante, estuvo a cargo del profesor asesor **Ing. Jorge Alfredo Chaves Arce.**



Profesor evaluador



Profesor evaluador



Profesor Asesor



Estudiante

18 de junio de 2014

**Agradecimiento:**

*Especialmente a José Alfredo Castro Arce,  
por ser mi apoyo, mi luz y mi amor,  
Gracias por esta loca aventura,  
Te amo.*

**Dedicatoria:**

*A mis hermanas, por ustedes y para ustedes.*

*Porque todo este tiempo sólo he querido  
demostrar que a pesar de las adversidades  
siempre es posible salir adelante,  
las amo infinitamente.*

*Porque sé quién soy y a dónde quiero llegar.  
Pero aún más importante se quién no quiero ser,  
Y a donde no debo ir.*

## RESUMEN

---

El presente proyecto fue desarrollado en el Laboratorio de Plasmas para Energía de Fusión y Aplicaciones en el Tecnológico de Costa Rica, el mismo cuenta con aproximadamente 25 colaboradores, entre los cuales destacan investigadores y estudiantes dedicados a proyectos diversos. Los principales procesos que se llevan a cabo están referidos a la investigación en fusión nuclear, dispositivos de confinamiento magnético, plasmas industriales y tratamiento de desechos.

Para llevar a cabo el proyecto se inició con una identificación de peligros detallada para cada proceso y equipos, luego una evaluación respectiva de cada grupo de riesgos y con la ayuda de diversas herramientas y reglamentos se creó un Programa de Seguridad Laboral, ya que el laboratorio durante aproximadamente siete años, ha desarrollado todas sus investigaciones sin un documento oficial donde se contemplen todas las características de seguridad relacionadas con cada uno de sus procesos.

Además, se establecieron alternativas de control ingenieril y administrativo que promuevan mejoras en los aspectos de seguridad laboral, todo esto con el propósito de concientizar en el tema de la prevención de accidentes, que posteriormente puedan incurrir en faltas graves que afecten el funcionamiento óptimo del Laboratorio de Plasmas.

**Palabras clave:** Riesgos, prevención, plasma, fusión nuclear, dispositivos de confinamiento magnético.

## ABSTRACT

---

This project was developed in the Laboratory of Plasma for Fusion Energy Applications at Tecnológico de Costa Rica, it has approximately 25 contributors, among which researchers and students engaged in various projects. The main processes that take place are referred to research nuclear fusion, magnetic confinement devices, plasmas and industrial waste treatment.

To carry out the project started with a detailed identification of hazards for each process and equipments, then a respective assessment of each risk group and with the help of various tools and regulations, Occupational Safety Program was created, since the laboratory for about seven years it has developed its investigations without a formal document that standards for all security features relating to each of its processes.

In addition, were established alternatives of control engineering and administrative, to promote improvements in the areas of job safety, all with the purpose of raising awareness on the issue of accident prevention, which subsequently can incur serious offenses that affect the optimum functioning of the Laboratory of Plasmas.

**Keywords:** Risk, prevention, plasma, nuclear fusion, magnetic confinement devices.

# ÍNDICE GENERAL

---

1	Introducción .....	1
1.1	Antecedentes Históricos: .....	1
1.2	Visión de la Organización: .....	1
1.3	Misión de la Organización:.....	1
1.4	Ubicación Geográfica:.....	2
1.5	Organización:.....	2
1.6	Procesos:.....	3
1.6.1	Investigación en fusión: .....	3
1.6.2	Investigación en dispositivos de confinamiento magnético: .....	3
1.6.3	Investigación en plasmas industriales: .....	3
1.6.4	Investigación en tratamiento de desechos: .....	3
1.7	Descripción del problema.....	3
1.8	Justificación del proyecto .....	4
1.9	Objetivos .....	5
1.10	Alcances: .....	5
1.11	Limitaciones:.....	6
2	Marco Teórico .....	7
3	Metodología .....	11
3.1	Tipo de Investigación .....	11
3.2	Fuentes de Información .....	11
3.2.1	Fuentes Primarias .....	11
3.2.2	Fuentes Secundarias.....	11
3.2.3	Fuentes Terciarias.....	12
3.3	Población y Muestra:.....	12
3.4	Operacionalización de Variables.....	12
3.4.1	Objetivo Específico 1 .....	13
3.4.2	Objetivo Específico 2.....	14
3.4.3	Objetivo Específico 3.....	15
3.5	Descripción de Instrumentos y Métodos de Investigación .....	16

3.6	Plan de Análisis .....	20
3.6.1	Explicación del plan de análisis: .....	22
4	Análisis de la Situación Actual .....	23
4.1	Fuente de Alta Tensión-Corriente Continua: .....	24
4.2	Fuente de Radiofrecuencia: 13.56MHz a 600W. ....	27
4.3	Microondas: 2.45 GHz-5000W .....	28
4.4	Fuente Corona: 20kHz-60kHz Potencia 200W .....	31
4.5	Análisis General de la situación actual:.....	33
4.5.1	Locales de Trabajo: .....	33
4.5.2	Electricidad y Gases Comprimidos:.....	35
4.5.3	Seguridad contra incendios: .....	36
4.5.4	Agentes Ambientales:.....	37
4.5.5	Factores Ergonómicos:.....	39
4.6	Evaluación de Riesgos:.....	40
4.7	Ficha de Identificación de Deficiencias: .....	44
4.8	Entrevista al Personal del Laboratorio: .....	45
4.9	Procedimientos de Trabajo Seguro.....	49
5	Conclusiones .....	50
6	Recomendaciones .....	51
2	Generalidades:.....	55
2.1	Objetivos .....	55
2.2	Objetivo General .....	55
2.3	Objetivos específicos .....	55
2.4	Metas .....	55
3	Requerimientos Estipulados .....	56
3.1	Información de Seguridad: .....	56
3.2	Evaluación de Riesgos:.....	56
3.3	Consultas con los empleados: .....	56
3.4	Sistema de respuesta: .....	56
3.5	Revisión Periódica: .....	57
3.6	Procedimientos Operativos: .....	57

3.7	Información Proporcionada: .....	57
3.8	Contratistas: .....	57
3.9	Garantía de Calidad: .....	57
3.10	Mantenimiento Preventivo: .....	58
3.11	Verificación: .....	58
3.12	Gestionar Cambios: .....	58
3.13	Investigaciones .....	58
4	Asignación de Responsabilidades: .....	58
4.1	Coordinación General del Laboratorio: .....	58
4.2	Unidad de Gestión Integral de Ambiente, Calidad y Seguridad (UGI): .....	59
4.3	Supervisores: .....	59
4.4	Colaboradores: .....	59
5	Seguridad de Procesos: .....	59
5.1	Productos químicos: .....	59
5.1.1	Responsables: .....	60
5.1.2	Recomendaciones: .....	60
5.2	tecnología del proceso: .....	61
5.2.1	Responsables: .....	61
5.2.2	Recomendaciones: .....	61
5.3	Equipos: .....	62
5.3.1	Responsables: .....	63
5.3.2	Recomendaciones: .....	63
6	Análisis de Riesgos de los Procesos .....	64
6.1	Responsables: .....	64
6.2	Recomendaciones: .....	65
7	Procedimientos de Operación: .....	65
7.1	Responsables: .....	66
7.2	Recomendaciones: .....	66
8	Capacitaciones: .....	67
8.1	Capacitación Inicial: .....	67
8.2	Capacitación para Actualizar: .....	67

8.3	Documentar la Formación:.....	67
8.4	Responsables: .....	68
8.5	Recomendaciones: .....	68
9	Contratistas.....	68
9.1	Responsabilidades del empleador: .....	68
9.2	Responsabilidades del patrono contratista: .....	69
10	Revisión de Seguridad-Pre Inicio: .....	69
10.1	Responsables: .....	70
10.2	Recomendaciones: .....	70
11	Integridad Mecánica: .....	70
11.1	Responsables: .....	71
11.2	Recomendaciones: .....	72
12	Permisos de Trabajo en Caliente .....	72
12.1	Responsables: .....	72
12.2	Recomendaciones: .....	72
13	Gestión del Cambio.....	73
13.1	Responsables: .....	73
13.2	Recomendaciones: .....	73
14	Investigación de Incidentes: .....	74
14.1	Responsables: .....	74
14.2	Recomendaciones: .....	74
15	Planificación y Respuesta a Emergencias .....	75
15.1	Responsables: .....	76
15.2	Recomendaciones: .....	76
16	Las auditorías de cumplimiento.....	76
16.1	Responsables: .....	76
17	Los secretos comerciales.....	77
17.1	Responsable:.....	77
18	Matriz de Responsables:.....	78
19	Controles Ingenieriles y Administrativos.....	79
19.1	Etiquetado para sustancias Químicas: .....	79

19.1.1	Acetona y Alcohol Isopropílico: .....	80
19.2	Análisis de Riesgos: .....	80
19.3	Procedimientos de Trabajo Seguro: .....	83
19.4	Formato Inspección de Equipos: .....	85
19.5	Ficha de Investigación de Incidentes: .....	86
19.6	Ampliación del Laboratorio: .....	87
20	Anexo 1: Hojas de Seguridad de las Sustancias: .....	91
20.1	Etileno:.....	91
20.2	Hidrógeno: .....	98
20.3	Oxígeno: .....	107
20.4	Argón: .....	116
20.5	Helio: .....	126
20.6	Metano:.....	136
20.7	Alcohol Isopropílico:.....	145
20.8	Acetona:.....	151
21	Bibliografía .....	157
21.1	Libros.....	157
21.2	Normativas y Reglamentos.....	159
21.3	Internet.....	159
22	Apéndice 1: Herramientas.....	161
22.1	Lista de Verificación.....	161
22.2	Ficha de Identificación de Deficiencias por puesto/actividad/Proceso .....	173
22.3	Entrevista para el Personal.....	174
22.4	Entrevista no Estructurada.....	176
22.5	Evaluación de Riesgos: .....	177
22.6	Matriz Análisis de Procedimiento de Trabajo Seguro .....	182

## ÍNDICE DE TABLAS

---

Tabla 1. Operacionalización Objetivo 1.....	13
Tabla 2. Operacionalización Objetivo 2.....	14
Tabla 3. Operacionalización Objetivo 3.....	15
Tabla 4. Características de la Cámara de Vacío.....	23
Tabla 6. Evaluación de Riesgos.....	41
Tabla 7. Identificación de Deficiencias.....	44
Tabla 8. Matriz de Responsables.....	78
Tabla 9. Rubros INSHT.....	81

## ÍNDICE DE FIGURAS

---

Figura 1. Organigrama.....	2
Figura 2. Plan de Análisis.....	21

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

---

Ilustración 1. Recopilación de gráficas: Entrevista al Personal del Laboratorio.....	46
--	----

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

---

Gráfico 1. Implementación del proceso de nitruración .....	24
Gráfico 2. Caracterización de plasmas. ....	25
Gráfico 3. Esterilización mediante descargas de plasma.....	26
Gráfico 4. Deposición de capas delgadas. ....	27
Gráfico 5. Aplicaciones de plasmas en la Industria Textil: Deposición de cobre mediante sputtering RF sobre algodón con fines médicos.....	27
Gráfico 6. Deposición de capas delgadas.....	28
Gráfico 7. Diseño y construcción de un Stellarator modular pequeño para el confinamiento magnético de plasmas. ....	29
Gráfico 8. Tokamak-MEDUSA en Costa Rica.....	30
Gráfico 9. Modificación de Propiedades de especies locales de madera, mediante la aplicación de plasma de baja temperatura.....	31
Gráfico 10. Desarrollo de reactor tipo Plasma-JET para descargas a presión atmosférica con potenciales aplicaciones Biomédicas.....	32
Gráfico 11. Porcentaje de Cumplimiento: Locales de Trabajo .....	33
Gráfico 12. Porcentaje de Cumplimiento: Electricidad y Gases Comprimidos .....	35
Gráfico 13. Porcentaje de Cumplimiento: Seguridad Contra-Incendios .....	36
Gráfico 14. Porcentaje de Cumplimiento: Condiciones Ambientales .....	37
Gráfico 15. Porcentaje de Cumplimiento: Factores Ergonómicos .....	39
Gráfico 16. Porcentaje de deficiencias encontradas. ....	44

# 1 INTRODUCCIÓN

---

## 1.1 ANTECEDENTES HISTÓRICOS:

El Laboratorio de Plasmas para Energía de Fusión y Aplicaciones fue fundado en setiembre de 2008 como iniciativa del científico costarricense Dr. Iván Vargas Blanco, experto en Física de Plasmas y Fusión Nuclear. Inició mediante un convenio ejecutado por el Tecnológico de Costa Rica y el Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas de España (CIEMAT).

En octubre del 2008 el laboratorio propuso a un grupo de estudiantes del Tecnológico de Costa Rica iniciar la construcción de un Stellarator modular para el confinamiento magnético de plasmas. Desde este momento el proyecto involucró más participación estudiantil hasta que en enero del 2011 pasó a formar parte de un proyecto financiado e inscrito en la Vicerrectoría de Investigación y Extensión del Tecnológico de Costa Rica. Desde finales del 2008 se inició un proceso de compra de equipos especializados para implementar lo que hoy en día es el Laboratorio de Plasmas para Energía de Fusión y Aplicaciones del Tecnológico de Costa Rica.

## 1.2 VISIÓN DE LA ORGANIZACIÓN:

El Laboratorio de Plasmas busca ser un laboratorio líder en investigación en plasmas y sus aplicaciones en Latinoamérica, mediante un equipo numeroso de investigadores de alta productividad y calidad, este grupo está conformado por estudiantes, profesores y personal adjunto al Tecnológico de Costa Rica.

## 1.3 MISIÓN DE LA ORGANIZACIÓN:

Como resultado de las investigaciones, el laboratorio pretende formar recurso humano para desarrollar y explotar las tecnologías del plasma, orientados al mejoramiento de la sociedad y el medio ambiente, manteniendo así altos estándares de calidad y seguridad.

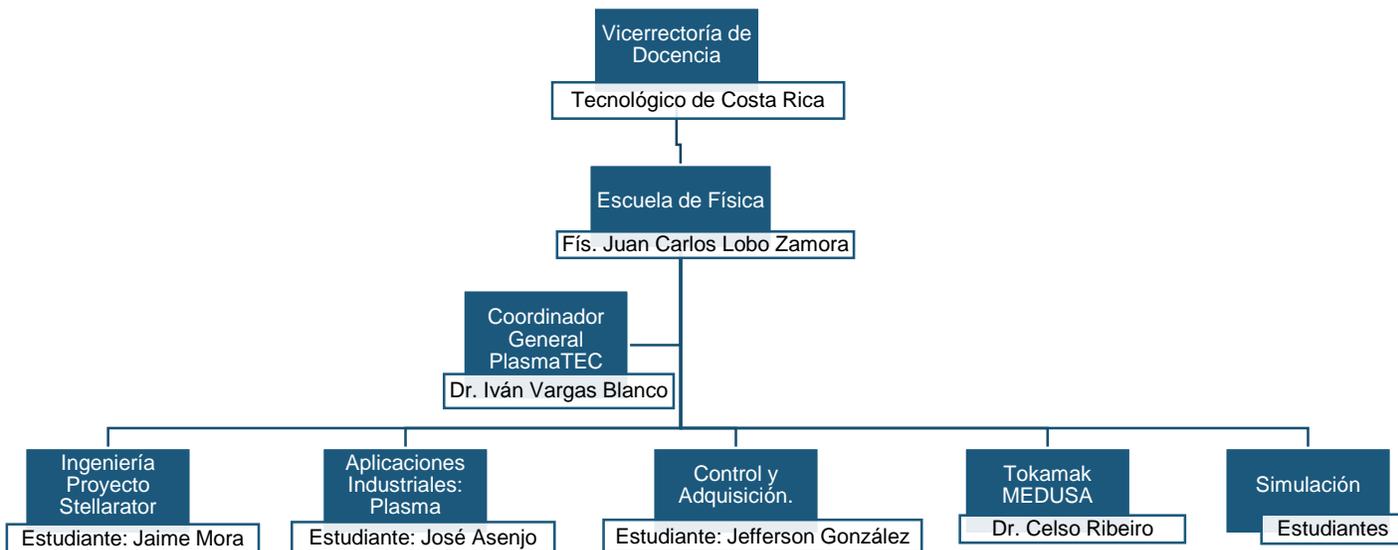
#### 1.4 UBICACIÓN GEOGRÁFICA:

El Laboratorio de Plasmas para Energía de Fusión y Aplicaciones es parte de las instalaciones de la Sede Central del Tecnológico de Costa Rica, se encuentra ubicado específicamente en el edificio de la Escuela de Ingeniería Electrónica destinado para proyectos de investigación, aun

#### 1.5 ORGANIZACIÓN:

El laboratorio cuenta con aproximadamente 25 miembros, entre quienes destacan estudiantes, profesores e investigadores. En el siguiente organigrama se muestran los diversos procesos y el personal encargado de los mismos, así como las entidades del Tecnológico de Costa Rica a las cuales se debe reportar el Laboratorio de Plasmas:

**Figura 1. Organigrama**



*Fuente: Tecnológico de Costa Rica, 2014.*

## **1.6 PROCESOS:**

### **1.6.1 Investigación en fusión:**

Se realiza investigación en plasmas de altas temperaturas conjuntamente con la Asociación EURATOM/CIEMAT de España y el Instituto de Ciencias Nucleares de la UNAM de México. Se tiene acceso desde el Tecnológico de Costa Rica a toda la base experimental de la máquina de plasmas española TJ-II, esto permite realizar investigación de punta en el tema.

### **1.6.2 Investigación en dispositivos de confinamiento magnético:**

Está en construcción lo que será el primer dispositivo de confinamiento magnético para plasmas de tipo Stellarator modular en Latinoamérica y el segundo en el mundo, para el estudio de plasmas de 180 000 grados Celsius. Este proyecto, en el que participan activamente todos los miembros de PlasmaTEC, sin duda dará aportes importantes a la comunidad científica mundial principalmente relacionados con la física e ingeniería de estos dispositivos.

### **1.6.3 Investigación en plasmas industriales:**

Se implementan tecnologías de plasmas en la industria costarricense que respectan al tratamiento de metales y la limpieza de superficies.

### **1.6.4 Investigación en tratamiento de desechos:**

Investigación que busca desarrollar un prototipo para el tratamiento de basura utilizando tecnología de plasmas en Costa Rica.

## **1.7 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

El Laboratorio de Plasmas para Energía de Fusión y Aplicaciones del Tecnológico de Costa Rica, se ha desarrollado en el campo de la investigación en temas de fusión, confinamiento magnético, plasmas industriales, entre otros procesos. Durante los últimos siete años el Tecnológico de Costa Rica ha venido trabajando en estas tecnologías de punta para un país como Costa Rica, sin que se haya realizado una evaluación de riesgos que permita tener claridad sobre las medidas de prevención y

control de riesgos que aplican a laboratorios de este naturaleza. Tampoco existe algún documento formal de la instancia institucional con competencia en esta materia que es la Unidad de gestión Integrada de Ambiente, Calidad y Seguridad.

### **1.8 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

El Laboratorio de Plasmas mantiene dentro de sus instalaciones un conjunto de equipos destinados para la experimentación e investigación en energías de fusión y diversas aplicaciones industriales, por lo que es importante destacar que en este tipo de procesos los riesgos tecnológicos se encuentran presentes. En el documento *Propuesta metodológica para caracterizar las áreas expuestas a riesgos tecnológicos mediante SIG: aplicación en la comunidad de Madrid*, se hace referencia al riesgo tecnológico como a la probabilidad de sufrir daños o pérdidas económicas, ambientales y humanas como consecuencia del funcionamiento deficiente o accidente de una tecnología aplicada en una actividad humana (Varios, 2009). Debido a lo anterior, la seguridad y la higiene en el trabajo se vinculan con la salud de los trabajadores. Se trata de dos términos tradicionales, que durante largo tiempo han dado nombre a la disciplina que trata de los medios de prevención para evitar los daños ocasionados a los trabajadores por accidente (seguridad), y los provocados por enfermedades (higiene). (Babace. H, 2009)

Las fallas de seguridad e higiene industrial se traducen en sucesos repentinos que no dan tiempo a reaccionar, por lo cual es indispensable aplicar, con antelación, medidas preventivas en el momento en que se detecta el peligro. La consecuencia negativa de la falta de seguridad e higiene industrial, materializada en el accidente o la enfermedad, es el indicador más utilizado para la evaluación de un programa de gestión preventiva y por consiguiente, factor decisivo para calificar la eficiencia de dichos programas. (Mancera. M, 2012)

Por lo tanto, se demuestra la importancia de mantener vigente un Programa de Seguridad Laboral para el Laboratorio de Plasmas que esté enfocado en los procesos que allí se desarrollan y así se fomente una cultura de prevención para todo el equipo de trabajo.

## **1.9 OBJETIVOS**

### **General:**

- Proponer un Programa de Seguridad Laboral para el Laboratorio de Plasmas para Energía de Fusión y Aplicaciones en el Tecnológico de Costa Rica.

### **Específicos:**

- Evaluar los riesgos asociados al desarrollo de los diversos procesos que se llevan a cabo en el Laboratorio de Plasmas.
- Establecer alternativas de control ingenieril y administrativo que promuevan mejoras en los aspectos de seguridad del Laboratorio de Plasmas.
- Crear un programa de seguridad laboral para el laboratorio donde se contemplen todas las condiciones de riesgo encontradas.

## **1.10 ALCANCES:**

El presente proyecto ofrece un Programa de Seguridad Laboral para el Laboratorio de Plasmas para Energía de Fusión y Aplicaciones en el Tecnológico de Costa Rica, el mismo se desarrolló durante el semestre en curso y está dirigido al personal del laboratorio que se encuentre vinculado con los procesos que allí se llevan a cabo. Será otorgado al Laboratorio de Plasmas con el fin de establecer mejoras en cuestiones de seguridad que implican los procesos de fusión, confinamiento magnético, plasmas industriales, entre otros. Además se busca fomentar una cultura prevencionista en el equipo de trabajo y así disminuir la probabilidad de que ocurra algún accidente o enfermedad laboral.

La propuesta de programa deberá ser entregada por el Coordinador del Laboratorio de Plasmas a la Unidad de Gestión Integrada de Ambiente, Calidad y Seguridad, para que de manera conjunta establezcan las pautas a seguir y los plazos para cumplirlo.

El análisis de riesgos realizado en el presente proyecto constituye una valoración inicial de riesgos, tal y como lo establece la norma OSHA 3132, es necesario que los encargados del Laboratorio de Plasmas realicen análisis de riesgos más profundos, preferiblemente usando la metodología HAZOP y luego de realizados estos análisis se proceda a la redacción de nuevos procedimientos de operación.

#### **1.11 LIMITACIONES:**

Durante del período de desarrollo del proyecto las gestiones de salud y seguridad en la Institución se encontraban en un proceso de transición, pues pasaron a formar parte de una nueva estructura institucional denominada Unidad de Gestión Integral de Ambiente, Calidad y Seguridad (UGI) y todavía a la fecha de finalización del proyecto dicha unidad no contaba con Coordinador(a), por tal razón en el documento no se establece cómo esta propuesta encaja dentro de la actual gestión de salud y seguridad en el ITCR, esto le corresponderá al Coordinador del Laboratorio y al Coordinador de la UGI, cuando sea nombrado(a).

## 2 MARCO TEÓRICO

---

La puesta en práctica de normas de seguridad en los lugares de trabajo resulta importante, tanto para el trabajador como para la empresa, en la prevención continua de accidentes y enfermedades del trabajo, así como para lograr óptimos niveles de calidad y productividad. El disponer de lugares y de superficies de trabajo seguros evitará exponer al trabajador a condiciones laborales molestas e incómodas, producto de la presencia de diversos peligros, como falta de seguridad de la estructura física de la empresa, trabajar en espacios reducidos por una deficiente distribución de la planta física, posibilidad de caídas y golpes por mal estado de los pisos y otros. (Chinchilla. R, 2002)

Cuando se habla de trabajo, debe tenerse en cuenta que éste ha variado a lo largo de la historia, el progreso tecnológico y social ha mejorado notablemente la calidad de vida de la sociedad en general, así como las condiciones en que se realiza. No obstante, el problema de los riesgos para los trabajadores se mantiene, si bien éstos pueden ser de distinta índole, eliminados unos, incrementándose otros o apareciendo otros nuevos. De ahí que sea necesario identificar, evaluar y controlar dicho problema. (Vértice, 2011)

Según Mario Mancera (2012), en su libro Seguridad e Higiene Industrial: Gestión de Riesgos, el objetivo principal de la seguridad es detectar, analizar, controlar y prevenir los factores de riesgo específicos y generales existentes en los lugares de trabajo, que contribuyen como causa real o potencial a producir accidentes de trabajo. Por esta razón, es importante reconocer el tipo de riesgos que existen, José Soria (2010), en su libro denominado Manual para la Formación en Prevención de Riesgos Laborales, a muy grandes rasgos habla de riesgos provocados por factores técnicos (riesgos objetivos) y riesgos provocados por factores humanos (riesgos subjetivos); como también, desde el punto de vista de la responsabilidad, se habla de riesgos imputables a la empresa y riesgos imputables al trabajador. Pero atendiendo a la naturaleza u

origen de los agentes y factores de riesgo se han distinguido tradicionalmente diversas categorías, así:

- a) Riesgos provocados por agentes mecánicos.
- b) Riesgos ocasionados por agentes físicos.
- c) Riesgos provocados por agentes químicos.
- d) Riesgos originados por agentes biológicos.
- e) Riesgos provocados por la carga de trabajo.
- f) Riesgos ocasionados por factores psicológicos y sociales.

Por otra parte, una metodología importante es la evaluación de riesgos, ésta viene usándose desde hace varias décadas, tanto por obligación legislativa, como por motivos técnicos con el fin de ayudar a los profesionales de la seguridad en la toma de decisiones. Así, los métodos de evaluación de riesgos han estado unidos al estudio de la fiabilidad de los sistemas, los subsistemas y los componentes, además del estudio del comportamiento humano, siendo su objetivo fundamental anticiparse a los posibles sucesos no deseados, con el fin de tomar las medidas oportunas previamente. (Rubio. J, 2006)

El Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, estableció una metodología de evaluación de riesgos la cual es considerada como la base para la gestión activa de la seguridad y la salud en el trabajo. El Real Decreto 39/1997, Reglamento de los Servicios de Prevención, indica que la evaluación de los riesgos laborales es el proceso dirigido a estimar la magnitud de aquellos riesgos que no hayan podido evitarse, obteniendo la información necesaria para que el empresario esté en condiciones de tomar una decisión apropiada sobre la necesidad de adoptar medidas preventivas y en tal caso, sobre el tipo de medidas que deben adoptarse.

La ejecución del trabajo experimental requiere la utilización de un espacio suficiente que permita una adecuada atmósfera de trabajo para disponer los materiales y aparatos de forma ordenada, ayuda a evitar errores en la manipulación, accidentes, agobio del personal, etc. El trabajo debe organizarse en las máximas condiciones de

seguridad personal, por lo que el centro debe disponer de lo necesario que exigen las normas de seguridad. Ello es importante en laboratorios de investigación que se utilizan productos tóxicos o inflamables, etc., y en laboratorios o talleres mecánicos o eléctricos en donde es necesario que existan las salvaguardias necesarias para evitar accidentes. Estos aspectos deben tenerse muy presentes en la instalación de un centro o laboratorio de investigación, ya que repercuten en la seguridad del personal y en su mejor rendimiento en el trabajo. (Cegarra. J, 2011)

Es importante mencionar, que debido a los procesos especiales que se desarrollan en el Laboratorio de Plasmas es posible que los riesgos encontrados sean igualmente exclusivos, por lo tanto es realmente significativo explicar el tipo de actividades que allí se llevan a cabo, ya que numerosos experimentos de plasma relacionados con la fusión nuclear emplean confinamiento magnético para contener el plasma. Un aparato en forma de toroide, llamado tokamak, creado primero en Rusia, para confinar y estabilizar el plasma, se utiliza una combinación de dos campos magnéticos: un intenso campo toroidal producido por la corriente en los devanados toroidales que rodean una cámara de vacío en forma de rosquilla y un campo “poloidal” más débil producido por la corriente toroidal. Además de confinar el plasma, la corriente toroidal se emplea para evaluar su temperatura. Las líneas de campo magnético helicoidal resultantes se enrollan alrededor del plasma e impiden que éste toque las paredes de la cámara de vacío (si el plasma toca las paredes, su temperatura se reduce y las impurezas pesadas que son expulsadas de las paredes lo “envenenan” y se tienen grandes pérdidas de potencia). (Serway. R, 2009)

Es importante mencionar, que según la European Fusion Development Agreement (2011), la fusión es intrínsecamente un proceso seguro, ya que sólo afectará a crear energía cuando la temperatura y la presión están en un delicado equilibrio, pues la fusión no es una reacción en cadena, a diferencia de la fisión. Sin embargo, en este tipo de procesos tan complejos es común que los riesgos involucrados sean muy diversos, por ejemplo el factor de riesgo eléctrico que está presente, se refiere a los sistemas eléctricos de las máquinas y los equipos que al entrar en contacto con las

personas o las instalaciones y materiales pueden provocar lesiones a las personas y daños a la propiedad. (Hernao. F. 2011).

Los recursos principales que deberán utilizarse para poder prevenir y evitar de manera efectiva los accidentes eléctricos, serán la correcta formación del trabajador, el buen conocimiento de los procedimientos de trabajo adecuados, las medidas preventivas específicas en cada caso y las medidas de protección, tanto colectivas como individuales. El objetivo último es la gestación de un marco de trabajo seguro, fiable y viable (Lara. F, 2012).

También, la exposición a ondas electromagnéticas es un riesgo probable, pues tienen su origen en fenómenos de radiactividad natural o en procesos de radiactividad artificiales: Fisión nuclear, Fusión Nuclear y reacciones de transmutación (Contreras. A, 2009). Éstas se producen al hacer oscilar campos magnéticos y eléctricos (González. F, 2008).

La evolución en el diseño y la experiencia operativa han reducido los niveles de riesgo a lo largo de los años. Los enfoques globales cada vez son más habituales y se presenta más atención a la reducción del riesgo de impacto ambiental a largo plazo así como los daños graves para la salud y los bienes materiales provocados por los accidentes. Sin embargo, sigue existiendo un riesgo latente que debe gestionarse del modo más adecuado en todo momento. (Jaquenod. S, 2004)

Finalmente, es importante resaltar que la seguridad es un recurso con el que se debe contar dentro de una organización y ésta no debe entenderse simplemente como la ausencia de peligro, sino como un estado completo del bienestar físico, mental y social que permite el desarrollo del ser humano; todo individuo tiene derecho a la vida, a la libertad y a la seguridad en su trabajo. Entonces, pues, es una obligación preocuparse por la salud integral de los trabajadores, así como por su protección. (Meza. S, 2010)

## 3 METODOLOGÍA

---

### 3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación se considera aplicada, pues por medio de la utilización de los conocimientos adquiridos es que se busca brindar una solución al problema encontrado, a través de una propuesta que involucra un Programa de Seguridad Laboral, para el Laboratorio de Plasmas para Energía de Fusión y Aplicaciones.

### 3.2 FUENTES DE INFORMACIÓN

A continuación se aprecian las diversas fuentes de información utilizadas para el desarrollo de la investigación:

#### 3.2.1 Fuentes Primarias

##### 3.2.1.1 *Sujetos de Información:*

- Coordinador del Laboratorio de Plasmas para Energía de Fusión y Aplicaciones.
- Coordinador Unidad Civil del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

##### 3.2.1.2 *Fuentes Bibliográficas:*

- Cortés, J. Seguridad e Higiene del trabajo: técnicas de prevención de riesgos laborales. Novena Edición.
- Hernández, R. Metodología de la Investigación.
- Menéndez, F. Higiene industrial. Manual para la formación del especialista. Octava Edición.

#### 3.2.2 Fuentes Secundarias

- Base de datos sobre tesis, estudios de investigación y proyectos de graduación de la Escuela de Ingeniería en Seguridad Laboral e Higiene Ambiental.

- Bases de datos suscritas en la biblioteca digital del Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- INTECO: Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica.
- Normativas diversas.
- Notas Técnicas de Prevención (NTP).

### **3.2.3 Fuentes Terciarias**

Sitios web:

- INSHT: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo
- INTECO: Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica
- NFPA: National Fire Protection Association
- OIT: Organización Internacional de Trabajo
- OSHA: Occupational Safety and Health Administration

### **3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA:**

En el Laboratorio de Plasmas actualmente participan aproximadamente 25 personas que se desarrollan en el campo de la investigación y proyectos académicos, los principales procesos están basados en el tratamiento de metales y la limpieza de superficies, comprobando la aplicación del plasma a nivel industrial.

Debido a que el tamaño de la población es considerablemente pequeño, no fue necesario determinar un número de muestra para realizar las entrevistas y cuestionarios. Por lo que se aplicaron todas las herramientas de diagnóstico establecidas a todos los miembros del Laboratorio.

### **3.4 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES**

Define la conceptualización, indicadores, herramientas o instrumentos que aseguren el cumplimiento de cada uno de los objetivos planteados, esta caracterización se presenta a continuación:

### 3.4.1 Objetivo Específico 1

*Evaluar los riesgos asociados al desarrollo de los diversos procesos que se llevan a cabo en el Laboratorio de Plasmas.*

**Tabla 1. Operacionalización Objetivo 1**

Variable	Conceptualización	Indicadores	Herramientas/Instrumentos
<b>Riesgos asociados al desarrollo de los procesos que se llevan a cabo.</b>	Posibilidad de que un daño ocurra debido a los peligros presentes en los procesos que se lleva a cabo en el Laboratorio de Plasmas.	Severidad del daño.  Posibilidad de que ocurra el daño.  Prioridad del Riesgo.  Comparación gráfica de Riesgos encontrados.	Entrevistas no Estructuradas  Lista de Verificación  Ficha de Identificación de Deficiencias por puesto o actividad  Entrevistas Estructuradas para el personal  Evaluación Riesgos según INSHT

*Fuente: Gómez. G, 2014*

### 3.4.2 Objetivo Específico 2

*Establecer alternativas de control ingenieril y administrativo que promuevan mejoras en los aspectos de seguridad del Laboratorio de Plasmas.*

**Tabla 2. Operacionalización Objetivo 2**

Variable	Conceptualización	Indicadores	Herramientas/Instrumentos
<p><b>Alternativas de control ingenieril y administrativo que promuevan mejoras en los aspectos de seguridad.</b></p>	<p>Acciones orientadas en aconsejar algo que resulte bueno o conveniente para el Laboratorio por medio de propuestas que apoyadas en la investigación permitan controlar un problema.</p>	<p>Alternativa de control ingenieril: Diseño de ampliación del laboratorio. Alternativas de control administrativo: Herramientas de Valoración.</p>	<p>AutoCAD</p> <p>Reglamento de Seguridad e Higiene en el trabajo. MTSS</p> <p>Real Decreto 486/1997: Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en los Lugares de Trabajo</p> <p>Real Decreto 485/1997: Señalización de Seguridad y Salud en el Trabajo.</p>

*Fuente: Gómez. G, 2014*

### 3.4.3 Objetivo Específico 3

*Crear un programa de seguridad laboral para el laboratorio donde se contemplen todas las condiciones de riesgo encontradas.*

**Tabla 3. Operacionalización Objetivo 3**

Variable	Conceptualización	Indicadores	Herramientas/Instrumentos
<p><b>Programa de Seguridad Laboral según condiciones de riesgo encontradas.</b></p>	<p>Documento que contiene una descripción de las actividades o tareas que se realizan para un trabajo establecido, donde se le incorpora a dichas actividades las medidas de seguridad con que se deben realizar las tareas contemplando en este caso, las condiciones necesarias para mantener el bienestar del trabajador durante sus labores en el Laboratorio.</p>	<p>Matrices de cumplimiento o herramientas de valoración que aseguren la implementación correcta de los componentes del programa.</p>	<p>Normas NFPA</p> <p>Reglamento de Seguridad e Higiene en el trabajo. MTSS</p> <p>Matriz Análisis de Procedimientos de Trabajo</p> <p>Real Decreto 486/1997: Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en los Lugares de Trabajo</p> <p>OSHA (3132): Process Safety Management</p>

*Fuente: Gómez. G, 2014*

### 3.5 DESCRIPCIÓN DE INSTRUMENTOS Y MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

*Variable: Riesgos asociados al desarrollo de los diversos procesos que se llevan a cabo en el Laboratorio de Plasmas.*

**Instrumento:** Lista de Verificación.

Instrumento donde se consideraron criterios o indicadores a partir de los cuales fue posible determinar la forma más objetiva de identificar todos aquellos peligros que se encontraban involucrados con tareas, actividades o procesos que se llevaban a cabo en el Laboratorio de Plasmas.

La lista de verificación se basó una serie de preguntas cerradas, específicas en el campo de la seguridad, higiene, ergonomía y aspectos psicosociales (Ver apéndice 20.1).

**Instrumento:** Ficha de Identificación de Deficiencias por puesto o actividad.

En esta ficha se identificaron las deficiencias de cada uno de los procesos que podrían incurrir en un accidente, luego de identificadas fue necesario definir si dicha deficiencia era evitable o no, esto permitió determinar si la ocurrencia de un posible accidente dependía del trabajador o de una condición propia del proceso. (Ver apéndice 20.2)

**Instrumento:** Entrevistas para el personal

Herramienta utilizada para recolectar información, mediante una reunión con cada uno de los integrantes del laboratorio, en donde se realizó una serie de preguntas previamente planteadas. El principal fin de las entrevistas era profundizar en aquellos aspectos que se consideraron anteriormente, con el objetivo de lograr información más específica. (Ver apéndice 20.3)

**Instrumento:** Entrevistas no estructuradas:

Entrevistas realizadas de manera informal preguntando asuntos referentes a las actividades y diversas situaciones que resultaron durante la visita. (Ver apéndice 20.4)

**Instrumento:** Evaluación Riesgos según INSHT

Esta herramienta estuvo dirigida a estimar la magnitud de aquellos riesgos que no han podido evitarse, obteniendo la información necesaria para poder tomar una decisión apropiada. Por lo que se preparó una lista de actividades de trabajo, y se agrupó en forma racional y manejable, luego de hacer los grupos de riesgo fue necesario determinar la potencial severidad del daño, pues se consideraron las partes del cuerpo que se verían afectadas y la naturaleza del daño, graduándolo desde ligeramente dañino a extremadamente dañino. (Ver apéndice 20.5)

También se estableció una probabilidad de ocurrencia, la misma se definió desde baja hasta alta, con el siguiente criterio:

- *Probabilidad alta:* El daño ocurrirá siempre o casi siempre
- *Probabilidad media:* El daño ocurrirá en algunas ocasiones
- *Probabilidad baja:* El daño ocurrirá raras veces

Además, se consideró si se requería mejorar los controles existentes o implantar unos nuevos así como la temporización de las acciones, donde se determinó el riesgo como trivial, tolerable, moderado, importante e intolerable. Finalmente, el resultado de la evaluación de riesgos fue útil para hacer un inventario de acciones, con el fin de diseñar, mantener o mejorar los controles de riesgos.

*Variable: Alternativas de control ingenieril y administrativo que promuevan mejoras en los aspectos de seguridad.*

**Instrumento:** Real Decreto 486/1997: Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo

Reglamento español donde se establecen las condiciones de seguridad que viene marcadas por los espacios de trabajo y los espacios higiénicos, la circulación de personas, orden y limpieza, iluminación, entre otras condiciones.

**Instrumento:** Real Decreto 485/1997: Señalización de Seguridad y Salud en el Trabajo.

En este decreto se especifican y aclaran las generalidades del título y su campo de aplicación, estableciendo un criterio técnico para determinar donde se debe señalar, independientemente de la naturaleza del lugar de trabajo. También indica los contenidos relativos al diseño de las dimensiones, colores, formas, luminancia, entre otras características que las señales deben tener en función de la distancia a la que deben ser reconocidas.

**Instrumento:** Reglamento de Seguridad e Higiene en el trabajo. MTSS

Se buscó utilizar este reglamento con el fin de reconocer la obligación y la responsabilidad de garantizar y adoptar las medidas necesarias para mantener la integridad física de los trabajadores, considerar los distintos factores que inciden en la conservación de la integridad mental, física y moral, con motivo de la ejecución de sus labores en los centros de trabajo; y que asimismo, se vigile el fiel cumplimiento de las normas que aseguren la previsión de accidentes, así como las obligaciones que deben cumplir, tanto patronos como trabajadores, con el fin de lograr un alto coeficiente de seguridad e higiene en el trabajo.

**Instrumento:** Auto CAD:

Es un software de diseño asistido por computadora para realizar dibujos en dos y tres dimensiones. Actualmente es desarrollado y comercializado por la compañía Autodesk, el software es reconocido a nivel internacional por sus amplias capacidades de edición, que hacen posible el dibujo digital.

*Variable: Programa de Seguridad Laboral según condiciones de riesgo encontradas.*

**Instrumento:** Normas NFPA

La *National Fire Protection Association* (NFPA) es la entidad asesora mundial en seguridad contra incendios, eléctrica y edificación. La revisión de las normas busca mantener los requisitos mínimos para la prevención contra incendio, capacitación, instalación y uso de medios de protección en el laboratorio.

**Instrumento:** Matriz Análisis de Procedimientos de Trabajo.

Es un documento donde se detalló la forma en que el laboratorio desarrolla sus procesos y actividades. Esta herramienta permitió determinar los procedimientos adecuados para la operación de todos los equipos del laboratorio, permitiendo una descripción detallada del proceder para desarrollar una tarea de manera correcta y segura. (Ver apéndice 9.6)

**Instrumento:** OSHA 3132: Gestión de la Seguridad de Procesos.

Norma que busca mejorar los sistemas y optimizar el rendimiento de los mismos, destaca el manejo de riesgos mediante un programa extenso ya establecido, donde se integran las tecnologías, los procedimientos y las prácticas administrativas. Ejecuta un análisis de riesgos del proceso basado en una recopilación de la información de seguridad, también exige procedimientos operativos por escrito, la capacitación y participación de los empleados, evaluaciones de seguridad antes de poner a funcionar un equipo, entre otras consideraciones. Esta norma se caracteriza por enfatizar que el control de seguridad en el proceso lo tienen los operadores y los dueños del proceso.

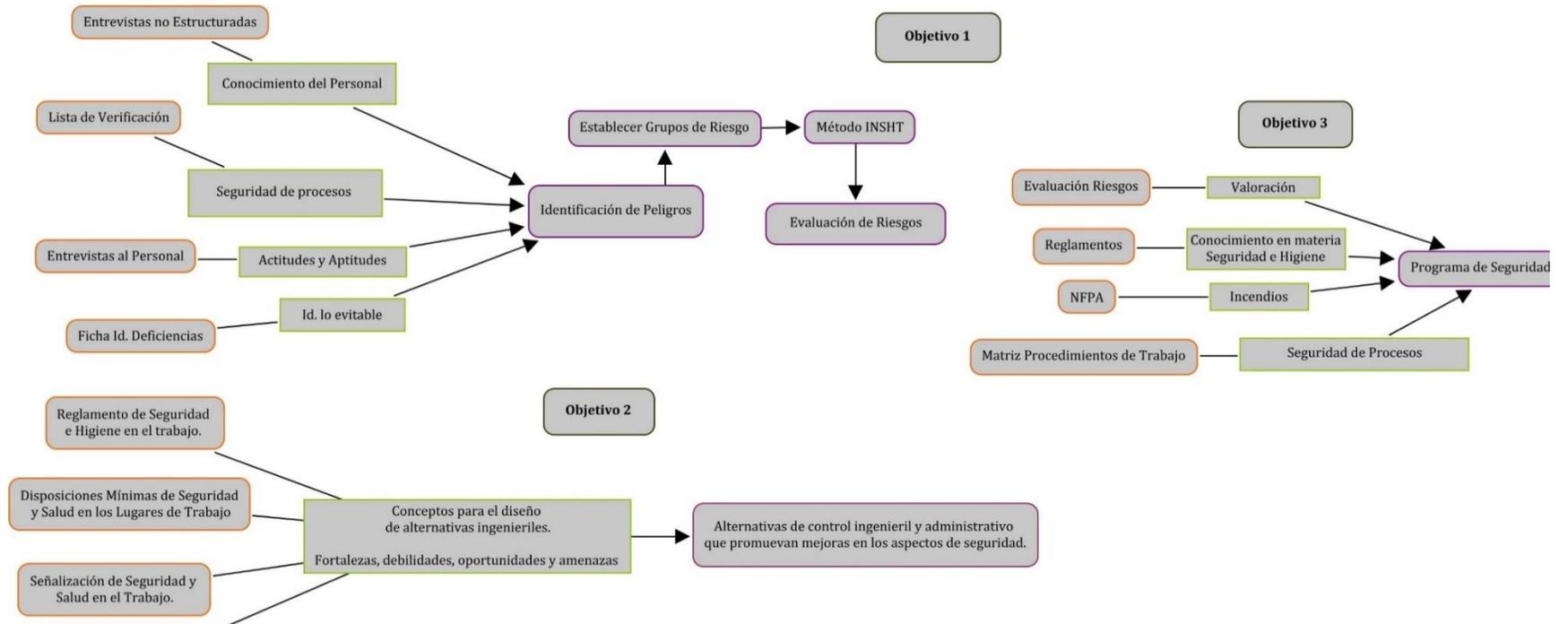
**Instrumento:** Manual de disposiciones técnicas generales sobre seguridad humana y protección contra incendios.

Guía que establece los requerimientos básicos para la reducción del riesgo de incendio que debe cumplir toda edificación de modo tal que proporcione a los ocupantes una adecuada y razonable protección en caso de emergencia.

### **3.6 PLAN DE ANÁLISIS**

La forma en que las herramientas se utilizaron se describe en el plan de análisis, de esta manera se identifica todo aquello que la herramienta brindó a cada uno de los objetivos planteados, en forma de esquema se representa el plan de análisis y posteriormente la explicación del mismo:

Figura 2. Plan de Análisis



Fuente: Gómez. G, 2014

### **3.6.1 Explicación del plan de análisis:**

En la figura anterior fue posible apreciar las herramientas y lo que las mismas buscaron aportar al proyecto en cuestión, por lo que después de realizar la identificación de los peligros y esclarecer la cultura o comportamiento del personal dentro del laboratorio, fue que resultó posible una evaluación de los riesgos, la misma se realizó con ayuda de la Metodología de Evaluación del Instituto de Seguridad e Higiene en el Trabajo, así se determinó la severidad, posibilidad, valoración y controles de los grupos de riesgos fijados. También se establecieron alternativas de control ingenieril y administrativo que promuevan mejoras en los aspectos de seguridad, esto con ayuda de diversos reglamentos.

Finalmente, el tercer objetivo se logró desarrollar los dos primeros, pues consideró la creación de un Programa de Seguridad Laboral para el Laboratorio de Plasmas, en el mismo se integró la evaluación de riesgos, reglamentos y demás herramientas utilizadas, con el fin de valorar las condiciones y así determinar los rubros que debía contener el programa.

## 4 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

El Laboratorio de Plasmas para Energía de Fusión y Aplicaciones del Tecnológico de Costa Rica desarrolla diversos procesos en fusión nuclear para demostrar la viabilidad científica tecnológica de los reactores, como fuente de energía alternativa y como aplicar dicha tecnología a nivel industrial.

En el Laboratorio el principal equipo utilizado para llevar a cabo las investigaciones industriales es una Cámara cilíndrica polivalente para condiciones de vacío destinada para estudios de plasma de descarga luminiscente y la investigación en la física del plasma, la misma posee las siguientes características:

**Tabla 4. Características de la Cámara de Vacío**

<b>Características Generales</b>	<b>Características Fuente de Alimentación</b>
<b>Presión Mínima:</b> 10-6 Torr	<b>Energía de Entrada:</b> 2. kW a 220 voltios monofásico, 50/60 Hz.
<b>Tipo de Acero:</b> Indefinido	<b>Tensión de salida:</b> 0-7000 Volts DC o AC. 10.000 voltios de corriente continua sin carga.
<b>Tipo de Soldadura:</b> TIG Manual Refrigerado por aire Forzado	<b>Corriente de salida:</b> 1000 mA a 5000 volts (700mA en cortocircuito)
<b>Grosor:</b> 0.3 cm	<b>Medición:</b> 7,5 kV, 1.000 mA
<b>Dimensiones del Cilindro:</b> Longitud: 60 cm, Diámetro: 30 cm	<b>Disyuntor:</b> 15 Amperios.
<b>Volumen Estimado:</b> 0,042 m <sup>3</sup>	<b>Energía de Entrada:</b> 2. kW a 220 voltios monofásico, 50/60 Hz.

*Fuente: Plasma TEC, 2014*

Por otra parte, a continuación se describe cada proceso o actividad del laboratorio considerando la fuente energética requerida para la generación del plasma, así mismo se representan mediante gráficos los riesgos asociados a los procesos en cuestión:

#### 4.1 FUENTE DE ALTA TENSION-CORRIENTE CONTINUA:

Sistema eléctrico que permite la estabilidad del flujo de energía necesario, en el laboratorio se trabaja con un voltaje que va de 0-7000V y una corriente de 0 a 10mA.

- **Implementación del proceso de nitruración por plasma en aceros AISI 4140 en Costa Rica:** La nitruración por plasma es un tratamiento termoquímico que consiste en incorporar Nitrógeno en la superficie del acero por bombardeo iónico a presión reducida (sub-atmosférica). Los procesos de tratamiento de materiales por plasma representan un grupo de técnicas modernas que utilizan gas ionizado para modificar las propiedades superficiales de un material. No generan recubrimientos sino que difunden elementos, como el nitrógeno, dentro del material, quedando como intersticiales o formando compuestos (como nitruro de hierro) que proveen dureza y resistencia al desgaste y a la fatiga. (Varios, 1999 ) La investigación y el desarrollo de los experimentos se enfocan en el acero AISI 4140, esto debido a que es uno de los más utilizados en diversas aplicaciones en la industria de Costa Rica. Para desarrollar este proceso se utilizan los siguientes gases: Argón, Nitrógeno e Hidrógeno.

#### Riesgos asociados:

**Gráfico 1.Implementación del proceso de nitruración por plasma en aceros AISI 4140 en Costa Rica**



*Fuente: Gómez. G, 2014*

- **Caracterización de plasmas:** Pruebas realizadas mediante una sonda Langmuir para obtener más información sobre parámetros del plasma, tales como la densidad y temperatura. (Scientia et Technica, 2007). Dichas pruebas se realizan con los siguientes gases: Argón, Nitrógeno, Hidrógeno, Helio y Oxígeno.

**Riesgos asociados:**

**Gráfico 2. Caracterización de plasmas.**



*Fuente: Gómez. G, 2014*

- **Esterilización mediante descargas de plasma:** A partir del diseño de un experimento en la estación de plasmas industriales, se realiza esterilización sobre una hoja de bisturí con algún agente biológico que se desee eliminar. Se analiza estadísticamente el impacto de las variaciones en el proceso, determinando así si estas son aleatorias o bien sistemáticas. Para realizar esta experimentación se pueden utilizar los siguientes gases: Argón, Oxígeno, Nitrógeno.

## Riesgos Asociados:

**Gráfico 3. Esterilización mediante descargas de plasma**

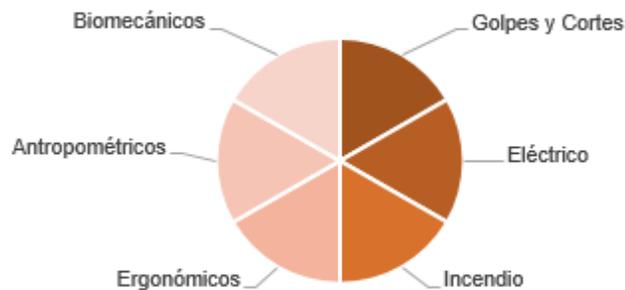


*Fuente: Gómez. G, 2014*

- **Deposición de capas delgadas:** Es un proceso de bombardeo iónico, que consigue la deposición en fase vapor del material bombardeado sobre un sustrato (vidrio). Los iones del plasma formado por gases del proceso (Argón, Oxígeno y Nitrógeno.) son campo eléctrico. El alto voltaje entre el cátodo y ánodo provoca que los iones del gas de proceso golpeen el cátodo con energía suficiente para arrancar átomos de la superficie del cátodo. Se produce una colisión en cascada, y las múltiples colisiones hacen posible que algunos átomos del material de estudio adquieran la suficiente energía para abandonar la superficie, alcanzar el sustrato (vidrio) y adherirse a él. Esta deposición se realiza con materiales conductores.

## Riesgos Asociados:

Gráfico 4. Deposición de capas delgadas.



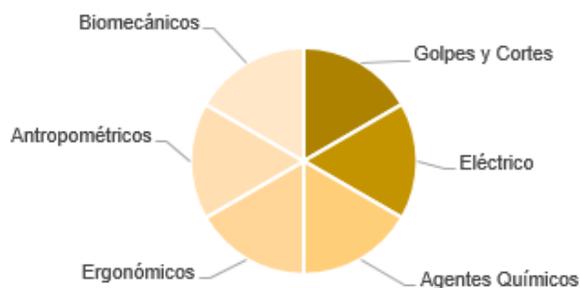
Fuente: Gómez. G, 2014

### 4.2 FUENTE DE RADIOFRECUENCIA: 13.56MHZ A 600W.

- **Aplicaciones de plasmas en la Industria Textil: Deposición de cobre mediante sputtering RF sobre algodón con fines médicos:** Proceso que pretende enfocar esfuerzos en estudiar los efectos de capas delgadas de este metal sobre fibras de textiles como algodón, implementando para esto técnicas de deposición mediante sputtering. Con el fin de aprovechar las propiedades bactericidas, fungicidas y, en cierta medida, antiviral del cobre, y de sus compuestos y aleaciones. Para este proceso se utiliza el Argón.

#### Riesgos del Proceso:

Gráfico 5. Aplicaciones de plasmas en la Industria Textil: Deposición de cobre mediante sputtering RF sobre algodón con fines médicos



Fuente: Gómez. G, 2014

- **Deposición de capas delgadas:** Funciona de la misma forma que la deposición de capas delgadas que se realizan por Fuente de Alta Tensión-Corriente Continua, solo que para la misma no solo se pueden utilizar los materiales conductores sino también los no conductores, los gases utilizados son: Argón, Oxígeno y Nitrógeno.

**Riesgos del Proceso:**

**Gráfico 6. Deposición de capas delgadas**



*Fuente: Gómez. G, 2014*

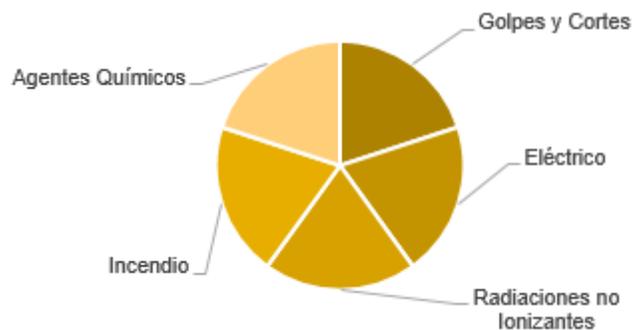
**4.3 MICROONDAS: 2.45 GHz-5000W**

- **Diseño y construcción de un Stellarator modular pequeño para el confinamiento magnético de plasmas:** El dispositivo, llamado Stellarator de Costa Rica 1 (SCR-1) contará con una cámara de vacío de aluminio 6061-T6 en forma toroidal con un radio mayor de 238 mm y un radio de sección transversal de 188.8mm. El plasma tendrá un radio menor de 42.2 mm y un volumen de 13.76 litros (0.01 m<sup>3</sup>). El campo magnético resonante será de 0.0878 T y será generado por medio de 12 bobinas modulares, cada una de ellas compuesta de 6 vueltas, con una corriente eléctrica de 4600 A (767.8 A por vuelta). La corriente será alimentada por un banco estacionario de baterías, el cual brindará 767.8 A por pulso para cada descarga, donde cada pulso tendrá una duración de 2 s a 4 s. El plasma será calentado por ECRH a través de dos magnetrones de 2 kW y 3 kW, en el primer armónico a 2.45 GHz. La temperatura

y densidad electrónica esperada es de 15 eV (174000 K) y  $10^{16} \text{ m}^{-3}$  respectivamente con un tiempo de confinamiento estimado en  $5.70 \times 10^{-4} \text{ ms}$ . Los diagnósticos iniciales del SCR-1 serán una sonda de Langmuir, un interferómetro heterodino de microondas, un espectrómetro óptico, y un sistema de mapeo del campo magnético utilizando Argón, Helio o Hidrógeno. Es importante mencionar que el SCR-1 se encuentra en construcción, sin embargo en el laboratorio ya se cuenta con equipo que complementa su funcionamiento, por lo que se debe considerar este como equipo del laboratorio.

### Riesgos del Proceso:

**Gráfico 7. Diseño y construcción de un Stellarator modular pequeño para el confinamiento magnético de plasmas.**



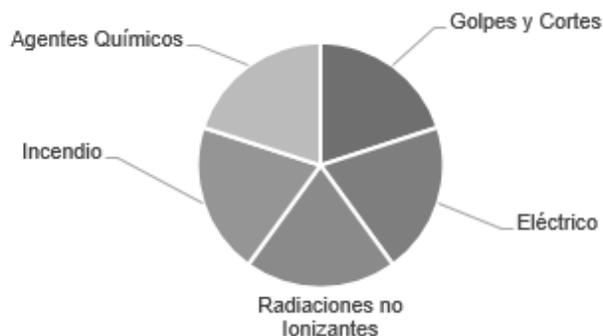
*Fuente: Gómez. G, 2014*

- **Implementación para investigación en plasmas como futura fuente de energía del dispositivo de confinamiento magnético de tipo Tokamak esférico llamado MEDUSA en Costa Rica:** El tokamak esférico anteriormente llamado MEDUSA (Madison EDUcation Small Aspect ratio tokamak) es un dispositivo de confinamiento magnético pequeño, ya construido y se encuentra en la Universidad de Wisconsin en Madison. Fue construido para realizar investigación en plasmas como futura fuente de energía (investigación en fusión) y puede utilizarse como un experimento altamente sinérgico con el proyecto “Diseño y construcción de un Stellarator modular pequeño para el confinamiento magnético de plasmas” (Proyecto SCR-1) actualmente en

ejecución, ya que puede utilizar las mismas fuentes de alimentación, diagnósticos, sistemas de control y adquisición de datos, además de las instalaciones del Laboratorio de Plasmas y sus Aplicaciones así como su personal. El propósito de este proyecto de investigación, llamado ahora MEDUSA-CR es llevar a cabo varias tareas en paralelo; entre ellas la puesta a punto de la máquina, el desarrollo de diagnósticos, desarrollo de sistemas adicionales y modelos computacionales. El programa científico preliminar pretende aclarar varias cuestiones de física relevantes para los tokamaks en general y los tokamaks esféricos en particular. Los temas más importantes incluyen transporte, calentamiento y conducción de corriente por medio de ondas Alfvén. El proyecto MEDUSA-CR también permitirá la formación de estudiantes en ingeniería y física de plasmas así como temas técnicos necesarios también para el proyecto SCR-1. Para este proceso se utilizaría Argón, Helio o Hidrógeno. Sin embargo MEDUSA aún no se encuentra en el país y el laboratorio desconoce en cierta medida el equipo completo que está enviando la Universidad de Wisconsin, es importante mencionar que MEDUSA también viene con un banco de capacitores, el cual va a complementar su funcionamiento.

### Riesgos del Proceso:

**Gráfico 8. Tokamak-MEDUSA en Costa Rica**



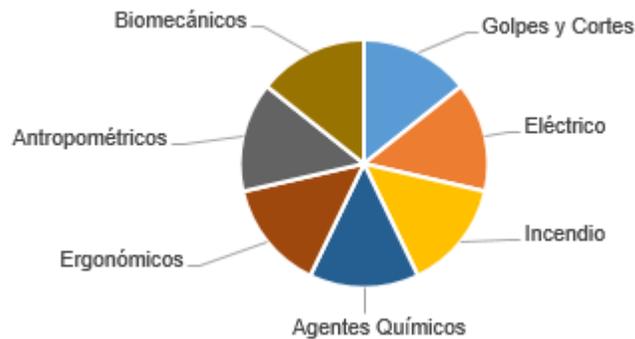
*Fuente: Gómez. G, 2014*

#### 4.4 FUENTE CORONA: 20KHZ-60KHZ POTENCIA 200W

- **Modificación de Propiedades de especies locales de madera, mediante la aplicación de plasma de baja temperatura:** Los plasmas de baja temperatura han sido utilizados en la modificación de las propiedades superficiales de la madera. Esto, con el fin de buscar nuevas propuestas, que mejoren el rendimiento de dicho material. Algunos de los resultados obtenidos es comportamiento hidrofóbico, aumento en la resistencia a la fractura y mejor adhesividad, para este proceso se han utilizado los siguientes gases: Argón, Metano y Etileno.

##### **Riesgos del Proceso:**

**Gráfico 9. Modificación de Propiedades de especies locales de madera, mediante la aplicación de plasma de baja temperatura**

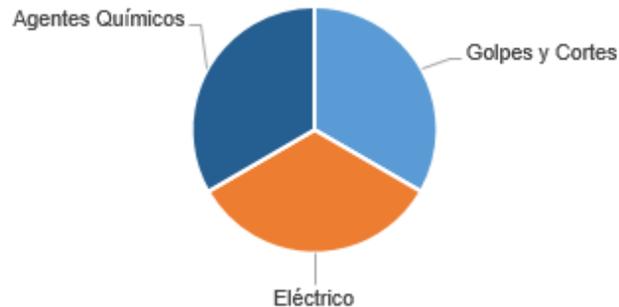


*Fuente: Gómez. G, 2014*

- **Desarrollo de reactor tipo Plasma-JET para descargas a presión atmosférica con potenciales aplicaciones Biomédicas:** Proceso mediante el cual se busca la interacción Plasma-Células mediante el desarrollo de un reactor tipo Plasma-Plume para descargas atmosféricas de plasma, para el cual se utiliza Argón como gas.

## Riesgos del Proceso:

### Gráfico 10. Desarrollo de reactor tipo Plasma-JET para descargas a presión atmosférica con potenciales aplicaciones Biomédicas



Fuente: Gómez. G, 2014

Es importante mencionar que los procesos o actividades que se desarrollan en el laboratorio implican riesgos similares, pues los mismos no difieren significativamente en sus procedimientos, por lo tanto se caracterizaron las situaciones encontradas de forma generalizada. Dentro de las aclaraciones más importantes que deben realizarse con respecto a los gráficos anteriores, son los riesgos referentes a cortes y golpes, electricidad, agentes químicos, ergonomía, antropometría y factores biomecánicos, ya que son condiciones presentes en todos los procesos del laboratorio, esto pues las tareas poseen diversos factores en común:

1. Manipulación de equipos y herramientas.
2. Cableado eléctrico expuesto.
3. Manipulación de gases comprimidos.
4. Posturas incómodas durante la programación de los experimentos, así como movimientos incorrectos, esto vinculado principalmente al espacio disponible en el laboratorio para mantener dentro de sus instalaciones todos los equipos y a los colaboradores.

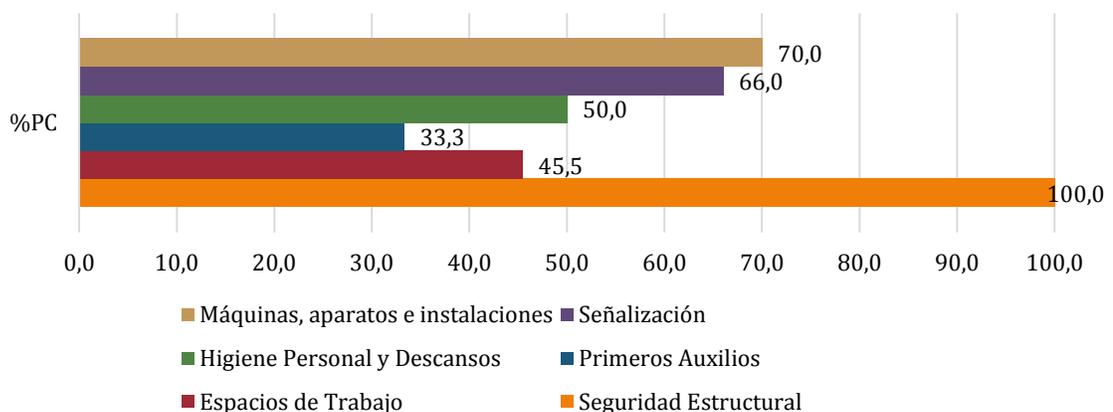
#### 4.5 ANÁLISIS GENERAL DE LA SITUACIÓN ACTUAL:

Con ayuda de una Lista de Verificación fue posible recopilar diversa información que se clasificó en 5 apartados: *Locales de trabajo, Electricidad y Gases Comprimidos, Seguridad contra incendios, Condiciones Ambientales y Factores ergonómicos*. Para realizar dicha lista se consideraron diferentes normativas y reglamentos, entre ellos las Normas NFPA, el Reglamento de Seguridad e Higiene en el Trabajo, el Real Decreto de Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en los lugares de Trabajo y el Real Decreto de Señalización de Seguridad y Salud en el Trabajo.

Por lo que, considerando los aspectos calificados de manera positiva (aquellos con los que cumple el laboratorio) se representa cada apartado de manera gráfica determinando un **Porcentaje de Cumplimiento (%PC)**, sin embargo se hace mayor referencia en los aspectos negativos que no permitieron que se cumplieran los rubros en un 100%, a continuación se aprecian los resultados:

##### 4.5.1 Locales de Trabajo:

**Gráfico 11. Porcentaje de Cumplimiento: Locales de Trabajo**



Fuente: Gómez. G, 2014

Como se aprecia en el gráfico anterior, según la lista de verificación en el aspecto de *Máquinas, aparatos e instalaciones* se consideró un Porcentaje de Cumplimiento del 70%, ya que el laboratorio brinda mantenimiento preventivo con procedimientos documentados a todo el equipo, el mismo no se utiliza para tareas contrarias previstas por el fabricante, además como parte de los procedimientos de trabajo que mantiene el laboratorio para cada proceso, se enfatiza en el uso de lentes de seguridad como medida preventiva para el momento de acercarse a las ventanillas de la cámara de vacío.

Sin embargo no existen dispositivos de accionamiento de parada total de emergencia y la zona de operación de los equipos son accesibles directamente con el cuerpo o partes del cuerpo de los colaboradores, esto pues el área disponible para los equipos no permite la correcta distribución de los mismos. Con respecto a la *Señalización* (PC 66%) en el laboratorio existen señales de advertencia, prohibición, salvamento y lucha contra incendios, pero no hay señales que indiquen el uso de Equipo de Protección Personal como una medida obligatoria, ni una señal específica de advertencia para el riesgo eléctrico existente, el cual se retomará más adelante. Es importante mencionar que la señalización es comprensible, además de que se encuentra en buen estado.

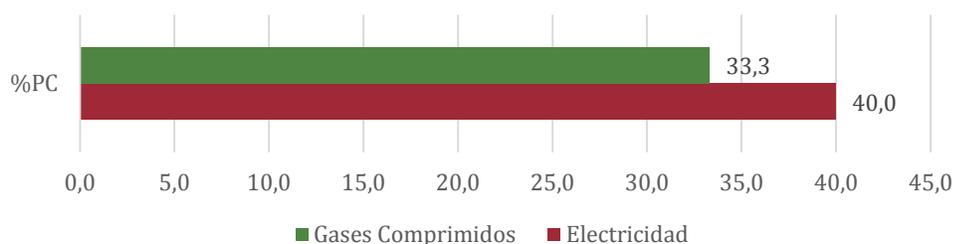
En el aspecto de *Higiene Personal y Descansos* (PC 50%) se consideró como cumplimiento que el personal cuenten con un lugar de descanso, además de servicios sanitarios, sin embargo en el laboratorio no hay disponibilidad de agua potable, ni armarios que puedan utilizarse para almacenar las pertenencias de los trabajadores. En el tema de *Primeros Auxilios* (PC 33.3%) no se dispone de un botiquín portátil ni el equipo apto para la atención de algún accidente, además, de que sólo un miembro del equipo (estudiante) se encuentra capacitado para brindar asistencia en el caso de un eventual accidente.

En relación a los *Espacios de Trabajo* (PC 45.5%), los pisos no presentan características deslizantes, la anchura de las puertas de acceso es de un metro y las paredes y el suelo se encuentran en excelente estado, pero se incumple con los 4.6 m<sup>2</sup> de espacio libre por colaborador en el momento que se operan los equipos, que

establece la Norma NFPA 101 para espacios de trabajo en laboratorios, los pasillos no se encuentran demarcados, por lo tanto no se respeta el ancho de los mismos, además de que falta el orden y la limpieza en las áreas de trabajo. Finalmente, con respecto a la *Seguridad estructural* la misma se cumple al 100% pues se considera que el edificio mantiene una solidez adecuada para el tipo de procesos que se llevan a cabo, y el sistema de sujeción de la estructura al piso es completamente estable.

#### 4.5.2 Electricidad y Gases Comprimidos:

**Gráfico 12. Porcentaje de Cumplimiento: Electricidad y Gases Comprimidos**



Fuente: Gómez. G, 2014

Como se representa en el Gráfico 2, el cumplimiento en el rubro de *Electricidad* fue de 40%, pues no existe el riesgo de contactos eléctricos indirectos, se ejecutan revisiones frecuentes y existe un certificado de instalación eléctrica por parte de la empresa instaladora, pero en la Cámara de Vacío existe un elemento de tensión accesible por falta de protección lo que generaría un contacto eléctrico directo, por lo que se han hecho modificaciones inadecuadas a las instalaciones.

También se analizaron los aspectos relacionados con Gases Comprimidos (PC 33.3%) que se manipulan en el laboratorio, (Helio, Hidrógeno, Argón, Metano, Etileno, Oxígeno) los mismos llegan a la cámara de vacío por medio de tuberías especiales desde el cilindro, es importante mencionar que en el laboratorio hay presencia de detectores de gases, pero solamente de hidrógeno y oxígeno. Los cilindros deben almacenarse en un cuarto especial fuera del laboratorio que cumple con todas las

características de seguridad necesarias, para evitar la manipulación de personal ajeno al mismo, sin embargo ya no hay espacio suficiente, por lo que los cilindros se encuentran almacenados dentro del edificio sin ninguna medida de seguridad que permita evitar la caída o el golpe de los mismos. Además, para transportarlos no se cuenta con una carretilla especial.

#### 4.5.3 Seguridad contra incendios:

**Gráfico 13. Porcentaje de Cumplimiento: Seguridad Contra-Incendios**



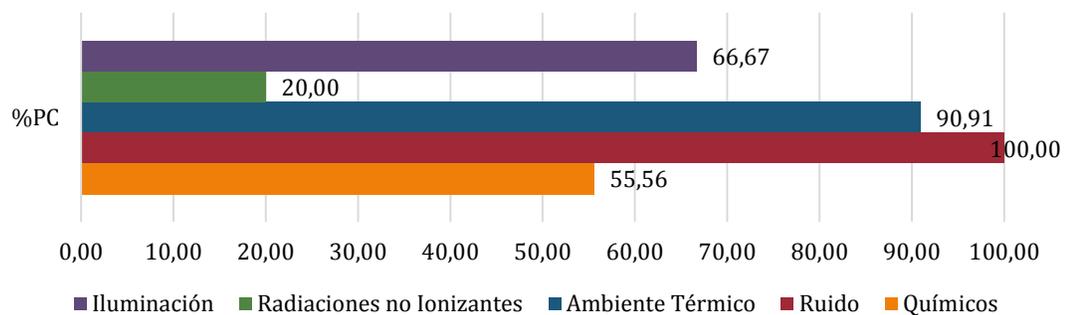
Fuente: Gómez. G, 2014

Con respecto a *Incendios* (PC 53.85%) en el laboratorio se respeta la prohibición de fumado en las zonas de almacenamiento y manipulación de productos combustibles y/o inflamables, se cuenta con un extintor tipo ABC (4,5 kg de capacidad), adecuado para el tipo de fuego esperado. En relación a las revisiones reglamentarias de los equipos de lucha contra incendios las mismas se encuentran documentadas por el Departamento de Mantenimiento del Tecnológico de Costa Rica. En el laboratorio hay elementos para la detección y alarma de incendios. Sin embargo, no hay señalización que advierta sobre la presencia de elementos productores de llamas, chispas o incandescencias, hay presencia de focos de ignición (instalación eléctrica fuera de normas). El extintor disponible se encuentra obstaculizado en ocasiones y no hay suficiente personal con formación teórica y práctica para utilizar el mismo. Además, no hay sistemas de extinción automática contra incendios. En el tema de *Evacuación de Emergencia* (PC 36.36%) el laboratorio cuenta con una salida de emergencia que cumple con lo estipulado por la normativa nacional, el tipo y sentido de abertura de la

puerta es el apropiado y la edificación cumple con las condiciones de accesibilidad para los bomberos y sus equipos. Pero desde el punto de vista negativo no se han llevado a cabo simulacros de emergencia y evacuación por lo que no se han previsto medidas ante riesgos graves e inminentes, además no hay alumbrado de emergencia.

#### 4.5.4 Agentes Ambientales:

**Gráfico 14. Porcentaje de Cumplimiento: Condiciones Ambientales**



*Fuente: Gómez. G, 2014*

El laboratorio posee fuentes de luz artificial y natural, sin embargo la luz natural no puede controlarse, pues no hay presencia de cortinas, sólo hay un tipo de lámpara y no hay iluminación localizada para tareas específicas, las paredes, pisos y techos tienen colores claros, lo que generó un Porcentaje de Cumplimiento del 66.67%. También, existen focos de radiación electromagnética no ionizante (PC 20%) dentro del lugar de trabajo y se forman focos de radiación en diversas frecuencias, es importante mencionar que el laboratorio no implementa las evaluaciones médicas a los trabajadores para determinar si existen complicaciones a nivel de su salud, ni se utiliza ningún equipo de protección personal para este agente.

Con respecto al *Ambiente Térmico* (PC 90.91%) no existen focos de calor que creen un ambiente térmico que pueda suponer un riesgo a la salud, no se llevan a cabo situaciones que involucren esfuerzo físico intenso con temperaturas elevadas, no hay

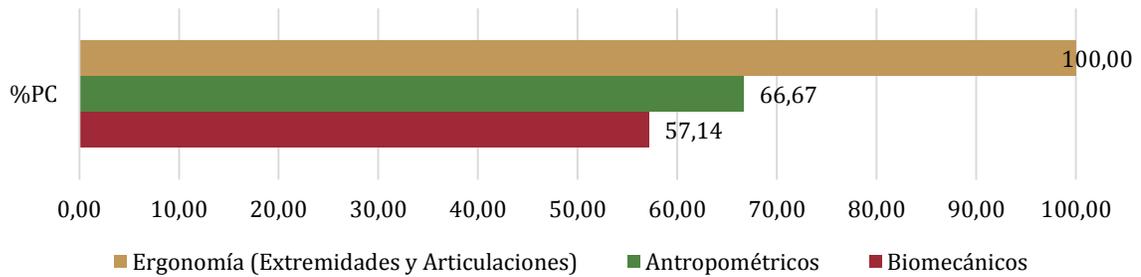
trabajadores que manifiesten síntomas de sobre carga térmica y tampoco se trabaja en condiciones de frío intenso, en general las condiciones de temperatura y humedad son normales, pues no hay ningún proceso que implique cambiar dichas condiciones. Sin embargo, ciertos trabajadores han expresado molestias con respecto al calor, esto debido a las dimensiones del laboratorio que no permiten la permanencia confortable de varios colaboradores a la vez.

En cuanto al agente ambiental *Ruido* (PC 100%) no se considera como significativo, pues no hay maquinaria o equipos que produzcan ruido intenso o de impacto, ningún trabajador ha presentado problemas auditivos como producto de una posible exposición en el lugar de trabajo.

Finalmente, con relación a los Agentes Ambientales Químicos (PC 55.56 %) se dispone en forma digital de la ficha de seguridad de todas las sustancias utilizadas y todas están debidamente identificadas. Sin embargo el laboratorio no cuenta con procedimientos de trabajo escrito para la manipulación y la utilización de las mismas, además no se dispone de medios específicos para limpiar los derrames de los químicos, y no hay presencia de sistemas de duchas y lavaojos, asimismo el uso de Equipo de Protección Personal (guantes, lentes o mascarilla) no es obligatorio cuando manipulan alguna sustancia química (Alcohol Isopropílico y Acetona, principalmente).

#### 4.5.5 Factores Ergonómicos:

**Gráfico 15. Porcentaje de Cumplimiento: Factores Ergonómicos**



Fuente: Gómez. G, 2014

En el tema de Ergonomía (PC 100%) se consideraron las implicaciones de los procesos y la tareas con las posturas físicas de los colaboradores por lo que se determinó que no hay problemas que conciernen a brazos, hombros, manos, muñecas, cuello, piernas y rodillas. Sin embargo, con respecto a los *Factores Biomecánicos* (PC 57.14%) se contempla que los trabajadores no realizan tareas a ritmos muy intensos y tampoco requieren de esfuerzo físico, pero es importante mencionar que no se mantiene la postura neutra cuando se llevan a cabo las tareas y se realizan torsiones a nivel de la columna vertebral, además se ejecuta el trabajo durante periodos largos con posturas estáticas.

Finalmente, desde el punto de vista *Antropométrico* (PC 66.67%), no influyeron las características personales (edad, sexo o fisiología) para realizar la tarea, no se levantan objetos con un peso mayor a los 25 kilogramos, pero el entorno de trabajo si se considera inadecuado por el problema de orden y limpieza que se mencionó anteriormente, lo que podría incurrir en golpes o caídas.

#### 4.6 EVALUACIÓN DE RIESGOS:

Se llevó a cabo una evaluación de los riesgos identificados en el Laboratorio de Plasmas, por lo que se determinaron los posibles factores generadores y la severidad del daño que causaría si los mismos llegaran a materializarse, de igual forma se estableció una probabilidad de ocurrencia, con esto fue posible ubicar cada uno de los riesgos en las siguientes categorías:

Riesgo Trivial	Riesgo Tolerable	Riesgo Moderado	Riesgo Importante	Riesgo Intolerable
----------------	------------------	-----------------	-------------------	--------------------

En el Apéndice 20.5 de este documento es posible apreciar con detalle el cuadro de estimación de los niveles de riesgo de acuerdo a la probabilidad estimada y a las consecuencias esperadas, además de los criterios precisos para el control de los riesgos y la urgencia con que deben adoptarse medidas de control. A continuación se observan los resultados de la evaluación en la siguiente tabla:

**Tabla 5. Evaluación de Riesgos**

Grupo de Riesgo	Riesgo	Condiciones	Severidad	Probabilidad	Resultado
Riesgos Físicos	Exposición a Calor	Uso de Ropa Inadecuada	Ligeramente Dañino	Baja	Riesgo Trivial
		Condiciones del Local de Trabajo	Ligeramente Dañino	Media	Riesgo Tolerable
		Equipos	Ligeramente Dañino	Baja	Riesgo Trivial
	Exposición a Ruido	Ruido Producido por Equipos	Ligeramente Dañino	Baja	Riesgo Trivial
	Exposición a Radiaciones No Ionizantes	Microondas	Dañino	Alta	Riesgo Importante
Riesgos Químicos	Exposición a Solventes	Derrame	Ligeramente Dañino	Baja	Riesgo Trivial
	Escape de Gases Comprimidos	Daño en las válvulas	Extremadamente Dañino	Baja	Riesgo Moderado
		Golpes en los cilindros	Extremadamente Dañino	Media	Riesgo Importante
Riesgos Eléctricos	Contacto Directo -Eléctrico	Contacto con Cableado Eléctrico	Extremadamente Dañino	Alta	Riesgo Intolerable
		Cables dañados	Extremadamente Dañino	Media	Riesgo Importante
		Manipulación del Sistema Eléctrico de Equipos	Extremadamente Dañino	Baja	Riesgo Moderado
		Obstáculos	Dañino	Alta	Riesgo Importante
Riesgos Mecánicos	Caídas a un mismo Nivel	Derrames	Dañino	Baja	Riesgo Tolerable
		Falta de Orden y Limpieza	Dañino	Alta	Riesgo Importante
		Mal almacenamiento	Ligeramente Dañino	Alta	Riesgo Moderado
	Caída de Objetos	Objetos no asegurados a pared o piso	Dañino	Alta	Riesgo Importante
		Falta de Orden y Limpieza	Dañino	Alta	Riesgo Importante
		Problemas Personales	Ligeramente Dañino	Baja	Riesgo Trivial
Riesgos asociados a la Organización del Trabajo	Distracciones	Trabajo Rutinario	Ligeramente Dañino	Baja	Riesgo Trivial
		Exceso de Confianza	Ligeramente Dañino	Baja	Riesgo Trivial
		Falta de Personal	Ligeramente Dañino	Baja	Riesgo Trivial
	Tareas No Correspondientes	Falta de Capacitación	Dañino	Baja	Riesgo Tolerable
		Exceso de Confianza	Ligeramente Dañino	Baja	Riesgo Trivial
		Falta de Capacitación	Dañino	Baja	Riesgo Tolerable
	Uso Inadecuado de Herramientas	Negligencia	Dañino	Baja	Riesgo Tolerable
		Herramientas en mal estado	Ligeramente Dañino	Baja	Riesgo Trivial
		Carga Mental	Ligeramente Dañino	Media	Riesgo Tolerable
	Estrés	Carga Física de Trabajo	Ligeramente Dañino	Baja	Riesgo Trivial
		Posturas Inadecuadas	Dañino	Media	Riesgo Moderado
		Levantamiento de Cargas	Dañino	Baja	Riesgo Tolerable
Riesgos Ergonómicos	Afectaciones a la salud	Conexiones Eléctricas	Extremadamente Dañino	Alta	Riesgo Intolerable
Riesgos Antropogénicos	Incendio	Incendios Adyacentes	Extremadamente Dañino	Baja	Riesgo Moderado
		Fallo en Máquinas	Dañino	Baja	Riesgo Tolerable
		Vandalismo	Extremadamente Dañino	Baja	Riesgo Moderado

Fuente: Gómez. G, 2014

En la tabla anterior, se aprecian los resultados de la evaluación de riesgos, aquellos calificados como **Riesgos Triviales** no requieren de una pronta acción específica, pues no generarían un daño considerable y la probabilidad de que ocurran es baja. Se considera la exposición a calor dentro de esta clasificación pues los trabajadores que fueron entrevistados (aproximadamente 8 de 20) lo mencionaron, sin embargo es una condición que no es generada por ningún proceso en particular. Con respecto al ruido, de igual forma no se consideró como parte de algún proceso, por lo que no resulta necesaria una pronta acción. También como parte de esta categoría, entran los riesgos asociados a la organización del trabajo, donde se consideraron las distracciones, ya sean por problemas personales o exceso de confianza, la realización de tareas que no corresponden a cierto trabajador y el estrés que pueda ser resultado de las actividades diarias.

Por otra parte, para los **Riesgos Tolerables** no es necesario tomar acciones preventivas, sin embargo no está de más considerar soluciones o alternativas de control rentables donde pueda comprobarse de manera periódica su eficacia, en esta categoría se considera el riesgo a la exposición de calor debido a las condiciones del local de trabajo, pues las dimensiones del mismo ya no permiten que la permanencia de los equipos y el personal sea confortable.

Los **Riesgos Moderados** deben corregirse para reducir el impacto de los mismos, cuando se asocian con consecuencias extremadamente dañinas se precisa determinar las correctas medidas de control. En esta categoría se han tomado en cuenta el daño en las válvulas de los gases comprimidos, donde es importante resaltar que se encuentran en buen estado, sin embargo la permanencia de los cilindros en el laboratorio aumenta la probabilidad de que las mismas se dañen, también se consideró la manipulación del sistema eléctrico de equipos, pues ningún trabajador está autorizado para realizar alguna maniobra eléctrica. También se consideran los riesgos asociados a la organización del trabajo, como falta de capacitación, exceso de confianza o negligencia que podrían generar un daño severo, pero fueron de probabilidad baja, ya que los trabajadores del laboratorio se encuentran

comprometidos con cada uno de los procesos y siempre se hallan en compañía de otros colaboradores, lo que facilita la organización del trabajo.

Con respecto a los **Riesgos Importantes** deben corregirse antes de iniciar con el trabajo y puede que se necesiten recursos considerables para controlar el riesgo, estos están asociados a la exposición a radiaciones no ionizantes, a la probabilidad de que los cilindros de gases comprimidos resulten golpeados o abollados debido a que se encuentran almacenados dentro del laboratorio y esto pueda incurrir en el escape de algún gas e inclusive la proyección de un cilindro. También se consideró dentro de esta categoría el riesgo eléctrico generado por el cableado principal que provee energía a la cámara de vacío, el mismo no se encuentra aislado y está al alcance de cualquier colaborador. Además, se consideró la falta de orden y limpieza como una condición que necesita corregirse pues puede generar golpes y caídas en los trabajadores y visitantes del laboratorio.

Finalmente, los **Riesgos Intolerables** deben corregirse antes de iniciar cualquier tarea, sin embargo si esto no es posible se debe prohibir el trabajo, hasta su pronto control, en esta categoría nuevamente se consideró el riesgo eléctrico presente en la cámara de vacío antes mencionado.

#### 4.7 FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE DEFICIENCIAS:

Se consideraron aquellos riesgos evaluados con la Herramienta del INSHT que forman parte de las 2 categorías que representan mayor urgencia para adoptar las medidas de control, se determinaron las deficiencias que provocaban los mismos y de esta forma se estableció si pueden evitarse, a continuación se presenta una tabla donde se resume lo antes mencionado:

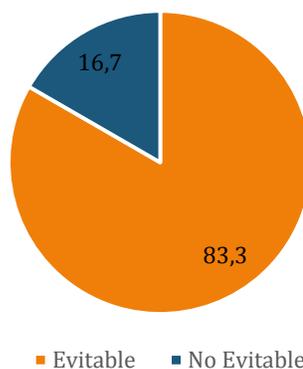
**Tabla 6. Identificación de Deficiencias**

Deficiencia	Evitable	
	Si	No
Elementos de Tensión Accesibles	✓	
Desorden y Falta de Limpieza	✓	
Gases Comprimidos en el Laboratorio	✓	
Exposición a Radiaciones No Ionizantes		✓

*Fuente: Gómez. G, 2014*

A partir de la tabla anterior, fue posible graficar dichos resultados de la siguiente manera:

**Gráfico 16. Porcentaje de deficiencias encontradas.**



*Fuente: Gómez. G, 2014*

Como se puede apreciar, la exposición a radiaciones no ionizantes fue la única deficiencia que se consideró no evitable y representa un 16,7% en la gráfica, ya que dicha exposición es el producto de un proceso en específico y no es posible eliminarla o evitar que aparezca.

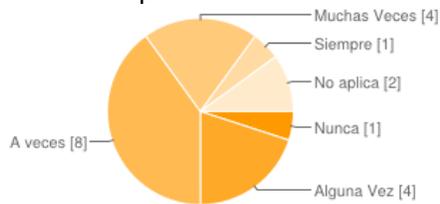
Las otras deficiencias se consideran evitables, pues las mismas generan riesgos antropogénicos, lo cual significa que pueden corregirse y así disminuir la probabilidad de materializar algún riesgo en particular.

#### **4.8 ENTREVISTA AL PERSONAL DEL LABORATORIO:**

A continuación se presenta en detalle las gráficas obtenidas de las entrevistas realizadas a todos los colaboradores, se entrevistaron 20 personas, que constituyen la opinión de estudiantes, funcionarios del Laboratorio de Plasmas para Energía de Fusión y Aplicaciones del Tecnológico de Costa Rica, estas personas fueron las que se encontraban involucradas con el laboratorio en el presente semestre:

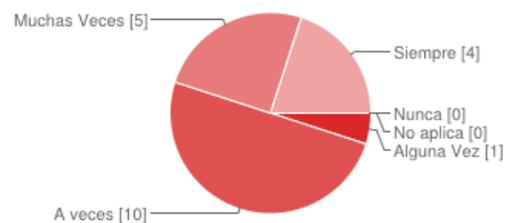
## Ilustración 1. Recopilación de gráficas: Entrevista al Personal del Laboratorio.

1. ¿Su trabajo requiere un alto nivel de precisión?



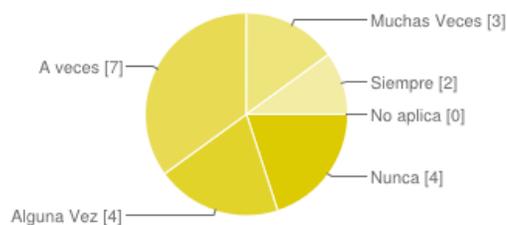
Fuente: Gómez. G, 2014

2. ¿Su trabajo requiere mucha concentración?



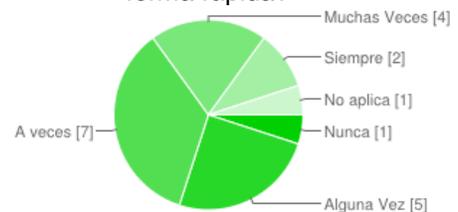
Fuente: Gómez. G, 2014

3. ¿Su trabajo requiere memorizar muchas cosas?



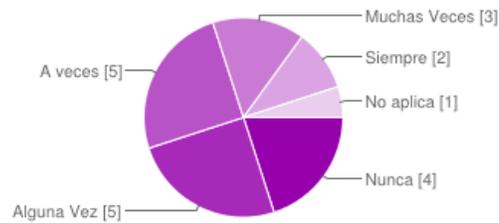
Fuente: Gómez. G, 2014

4. ¿Su trabajo requiere que tome decisiones de forma rápida?



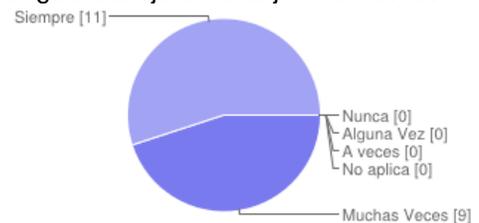
Fuente: Gómez. G, 2014

5. ¿Su trabajo requiere que tome decisiones difíciles?



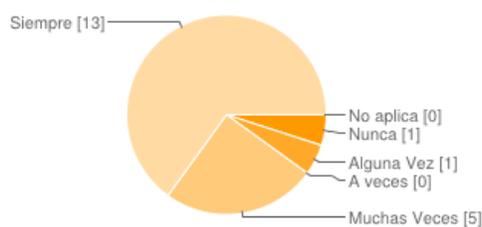
Fuente: Gómez. G, 2014

6. ¿Su trabajo tiene objetivos claros?



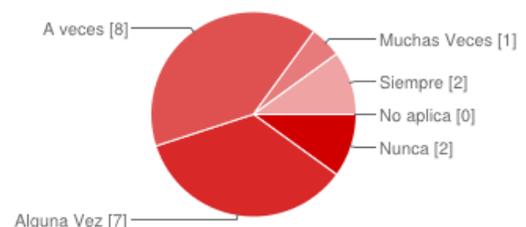
Fuente: Gómez. G, 2014

7. ¿Sabe exactamente qué tareas son de su responsabilidad?



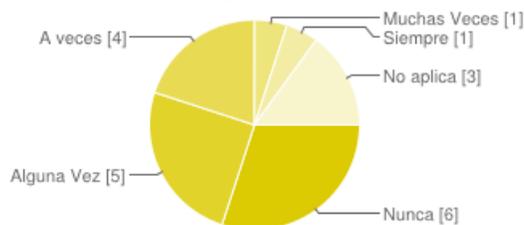
Fuente: Gómez. G, 2014

8. ¿Se siente estresado debido a sus labores?



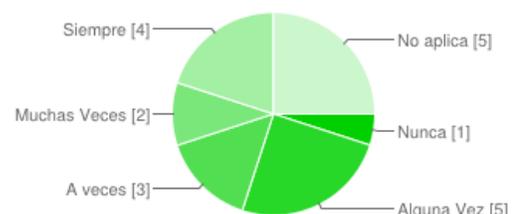
Fuente: Gómez. G, 2014

9. ¿Tiene que hacer tareas que cree deberían hacerse de otra forma?



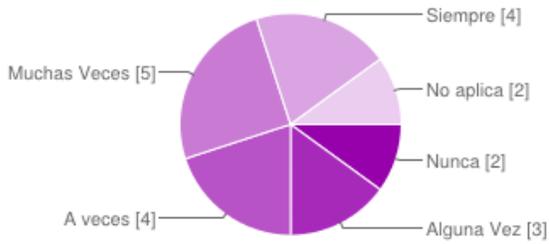
Fuente: Gómez. G, 2014

10. ¿Se le informa con suficiente antelación de los cambios que pueden afectar sus tareas?



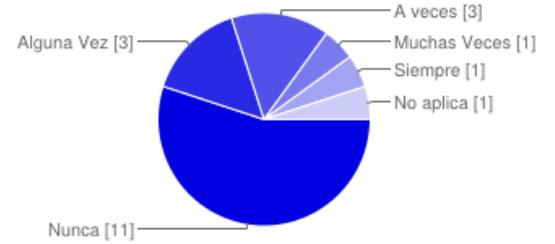
Fuente: Gómez. G, 2014

11. ¿Recibe toda la información necesaria para hacer bien su trabajo?



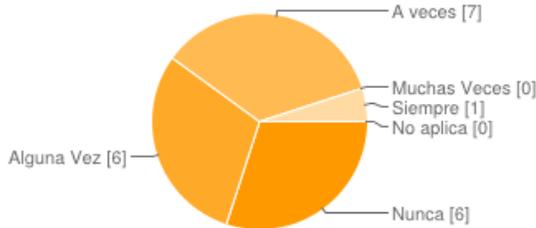
Fuente: Gómez. G, 2014

12. ¿Tiene que hacer tareas que le parecen innecesarias?



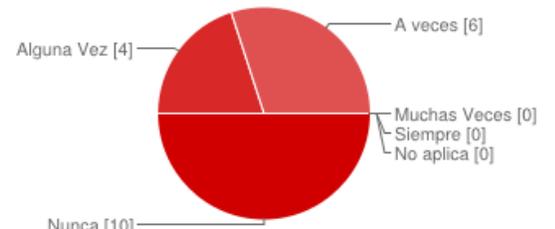
Fuente: Gómez. G, 2014

13. ¿Tiene que hacer tareas que le parecen riesgosas?



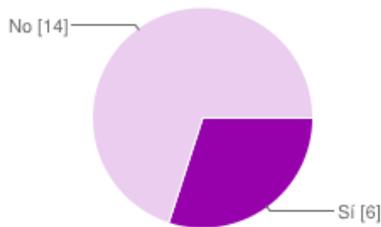
Fuente: Gómez. G, 2014

14. ¿Realiza las labores que le corresponden a otro compañero(a) de trabajo?



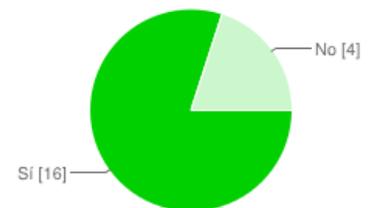
Fuente: Gómez. G, 2014

15. ¿Ha realizado usted en su trabajo actos que considere inseguros, los cuales hayan puesto en peligro su salud y la de sus compañeros?



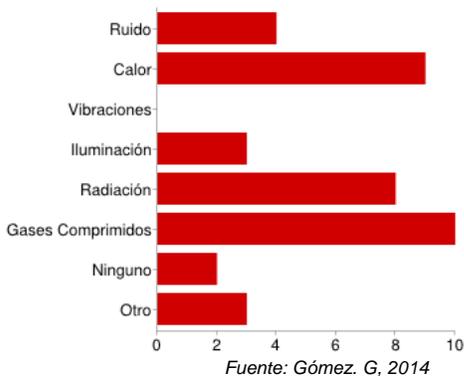
Fuente: Gómez. G, 2014

16. ¿Cree usted que esos riesgos pueden evitarse?



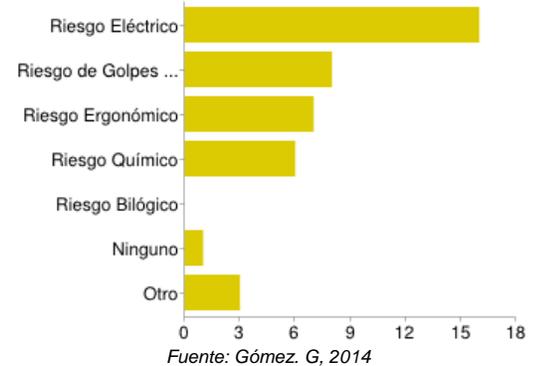
Fuente: Gómez. G, 2014

17. ¿Considera usted que en el Laboratorio existen problemas con los siguientes agentes?



Fuente: Gómez. G, 2014

18. ¿Qué riesgos usted considera se encuentran presentes en el laboratorio, relacionados con los procesos que allí se llevan a cabo?



Fuente: Gómez. G, 2014

En la ilustración anterior se buscó representar una recopilación de las respuestas de todo el personal del laboratorio por medio de gráficas. La mayoría de las preguntas estuvieron basadas en Factores Psicosociales que pueden enfrentar los colaboradores durante su jornada laboral, además de condiciones o actos inseguros en los cuales alguna persona haya participado, también se cuestionó acerca de su conocimiento en materia de seguridad laboral y los riesgos que consideran que están presentes en el laboratorio.

Con respecto a los Factores Psicosociales, una de las preguntas que se consideró de mayor importancia era la *número 4 que se refiere a la toma de decisiones de forma rápida*, en la misma 5 personas respondieron que alguna vez y 7 respondieron que a veces deben tomar decisiones inmediatas que quizás no les permiten considerar las situaciones que se desarrollan a su alrededor, como por ejemplo, las condiciones de riesgo o actos inseguros.

En la pregunta *número 8 se consultó si el colaborador se siente estresado debido a sus labores*, de las 20 personas entrevistadas sólo dos respondieron *nunca*, el resto por lo menos *alguna vez*, es importante considerar este tema, pues el estrés se puede definir como un proceso de relación entre el sujeto y el entorno, y se produce cuando dicha relación se percibe como amenazante y desbordante de los propios recursos y pone en peligro el bienestar o la salud personal. (Fuertes. J, 2004)

Con respecto a las condiciones de riesgo la pregunta número 13 donde se consulta *si tiene que hacer tareas que le parecen riesgosas*, una persona respondió siempre, seis alguna vez y siete a veces, además en la pregunta número 15 se consulta sobre *actos inseguros los cuales hayan puesto en peligro la salud de algún trabajador*, en la misma sólo seis personas respondieron que sí y de las 20 entrevistadas 16 consideraron que los riesgos implicados a tareas y actos individuales de los colaboradores pueden evitarse.

Por lo que se consultó específicamente cuáles agentes, ya sean físicos, químicos o biológicos han presentado problemas, así como los riesgos que han logrado identificar. Los resultados se aprecian en los gráficos de las preguntas 17 y 18, respectivamente. Claramente, consideraron que existe un problema con el calor, la radiación y los gases comprimidos y de la misma forma identificaron el riesgo eléctrico como principal factor presente en los procesos que desarrollan en el Laboratorio de Plasmas.

#### **4.9 PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO SEGURO**

En el Laboratorio, se mantienen procedimientos de trabajo en forma digital, donde se consideran aspectos relacionados con ciertos procesos en específico, donde sólo se suponen los parámetros de descarga, el equipo a utilizar y demás características que están vinculadas a la cámara de vacío, los mismos no son consultados frecuentemente, pues el personal involucrado ya conoce con detalle los procesos. Esto se considera riesgo, pues crea un exceso de confianza en el personal, sin embargo es necesario que se consulten para identificar si necesitan actualizarse, además es necesario que se encuentren impresos a la disponibilidad de otros colaboradores o personal nuevo.

En el laboratorio se aplica una lista de verificación que incluye aspectos básicos en seguridad laboral, pero principalmente la lista contiene rubros que califican la preparación de equipos, el arranque y operación del sistema de vacío y del sistema de Radiofrecuencias, regulación de presión, entre otras condiciones. Es importante mencionar que dicha lista se encuentra en formato digital y no se consulta a menudo.

Por lo que claramente, no se encuentran organizados desde el punto de vista de Seguridad Laboral y de los procesos que desarrollan, además es importante mencionar que algunos de ellos no mantienen algún procedimiento documentado.

## 5 CONCLUSIONES

---

- Las condiciones en las que se desarrollan los procesos son deficientes debido a la ausencia de procedimientos de seguridad.
- Los escenarios que requieren mayor atención y medidas de control ingenieril y administrativo son las relacionadas con electricidad, gases comprimidos, orden y limpieza y exposición a radiaciones no ionizantes.
- Todos los procesos que se desarrollan en el Laboratorio de Plasmas están vinculados con los mismos riesgos, exceptuando el riesgo a exposición de microondas que sólo se presenta con los procesos propios de SCR-1 y MEDUSA-CR.
- El Laboratorio de Plasmas no posee las dimensiones adecuadas para el almacenamiento de todos los equipos y la presencia del personal, esto sin considerar el SCR-1 y MEDUSA-CR que aún no se encuentran en el laboratorio.
- La ausencia de capacitación de los colaboradores en aspectos de seguridad en los procesos incrementa la posibilidad de sufrir accidentes e incidentes en cada operación.
- La mayoría de colaboradores son estudiantes que no se encuentran certificados bajo los estándares requeridos para la operación del equipo presente en el laboratorio, por lo que las medidas de seguridad deben ser lo más estrictas posibles.
- En el laboratorio no existe un programa que capacite a los miembros nuevos en temas de uso de equipos, procesos y consideraciones de seguridad.
- En el Laboratorio de Plasmas nunca se ha realizado un análisis de riesgos general, donde se consideren los procesos, equipos, tecnologías y sustancias utilizadas y así se refleje la situación que enfrentan todos los trabajadores en el tema de riesgos.

## 6 RECOMENDACIONES

---

- Implementar un Programa de Orden y Limpieza en el Laboratorio de Plasmas que involucre la participación de todos los trabajadores.
- Considerar una ampliación significativa en la edificación del Laboratorio que permita la optimización de los procesos, así como la estancia confortable del personal.
- Diseñar una distribución de los equipos de trabajo, estableciendo distancias de seguridad, ancho de pasillos y considerando los riesgos intrínsecos de cada proceso, sin embargo el espacio es reducido por lo que la recomendación no puede ajustarse a la normativa.
- Mantener un espacio específico para el desarrollo de actividades de oficina, que no están vinculadas con la manipulación de herramientas y equipos.
- Brindar al personal una capacitación específica en la Seguridad de los Procesos que se desarrollan en el laboratorio.
- Crear un Equipo de Trabajo que se encuentre capacitado en dar respuesta a emergencias, donde se incluyan aspectos básicos de primeros auxilios, evacuación y uso de equipo específico de lucha contra incendios.
- Establecer como política realizar una inducción completa a todo el personal nuevo que pase a formar parte del laboratorio.
- Mantener al alcance en forma impresa y en idioma español todas las hojas de seguridad de los gases comprimidos, así como aquellas sustancias químicas que se utilicen dentro del Laboratorio.
- Documentar procedimientos de seguridad específicos en forma impresa y en idioma español para cada uno de los procesos que se llevan a cabo, de la misma forma en el momento que se considere desarrollar un proceso nuevo, no debe efectuarse hasta crear el procedimiento que le corresponda.
- Realizar un análisis de riesgos completo en el Laboratorio, donde se involucre parte del personal, de preferencia los colaboradores más influyentes y que tiene mayor experiencia en los procesos.

- Construir una bodega de almacenamiento de gases comprimidos de mayor tamaño fuera del Laboratorio de Plasmas, que cumpla con la normativa y requerimientos existentes para este tipo de instalaciones.
- Habilitar el servicio de agua potable en el Laboratorio.
- Corregir con ayuda de profesionales capacitados el cableado expuesto en la cámara de vacío, para evitar que algún trabajador entre en contacto con el mismo.
- Crear para el Laboratorio un Programa de Seguridad Laboral que incluya todos los aspectos necesarios que deben cumplirse para asegurar la ejecución óptima de los procedimientos y la seguridad de los colaboradores.

# Programa de Seguridad Laboral para el Laboratorio de Plasmas para Energía de Fusión y Aplicaciones en el Tecnológico de Costa Rica.



## Tecnológico de Costa Rica

Escuela de Ingeniería en Seguridad Laboral e Higiene Ambiental.

*Elaborado por: María Gabriela Gómez Leiva.*

Semestre I, 2014

*Todo programa de seguridad laboral debe ser adaptado a las condiciones y realidades de cada centro de trabajo; sin embargo la organización debe comprometerse, con esfuerzo y voluntad, a cumplir con las acciones que se haya propuesto.*

*Cada integrante de la organización, desde la gerencia hasta los colaboradores, debe asistir con la puesta en práctica de normas y lineamientos para realizar las tareas de forma segura, incorporándolas paulatinamente dentro de sus funciones hasta convertirlas en parte de las actividades mismas de la organización. (Chinchilla. R, 2003)*

*El presente programa está basado en la Norma OSHA 3132 la cual hace hincapié en la gestión de riesgos asociados con químicos altamente peligrosos y busca establecer un programa de gestión integral que combina las tecnologías, equipos, procedimientos y prácticas de gestión.*

## 2 GENERALIDADES:

---

### 2.1 OBJETIVOS

### 2.2 OBJETIVO GENERAL

- Brindar alternativas de control ingenieril y administrativas para el Laboratorio de Plasmas para energías de Fusión y Aplicaciones que permitan mejoras en aspectos de salud y seguridad.

### 2.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Plantear una propuesta basada en documentos referidos a procedimientos de trabajo, mantenimiento preventivo e investigación de accidentes.
- Especificar los mecanismos pertinentes para el seguimiento del programa.

### 2.4 METAS

- Incrementar la seguridad mediante la implementación de procedimientos de trabajo donde se prevengan accidentes por los peligros derivados de los procesos que se desarrollan en el laboratorio.
- Capacitar a la población del Laboratorio de Plasmas con el objetivo de incrementar los conocimientos en aspectos de seguridad laboral e incentivar una cultura de prevención.

## 3 REQUERIMIENTOS ESTIPULADOS

---

### 3.1 INFORMACIÓN DE SEGURIDAD:

El Laboratorio de Plasmas debe desarrollar y mantener al alcance de todos sus colaboradores información completa que respete a cada una de las sustancias químicas utilizadas en los procesos, así como los riesgos intrínsecos de cada actividad y de la misma forma debe especificar el equipo y la tecnología utilizados.

La redacción de estos procedimientos debe ser especialmente clara, debido a que en el laboratorio trabajan estudiantes del Tecnológico de Costa Rica.

### 3.2 EVALUACIÓN DE RIESGOS:

Es necesario realizar una evaluación de riesgos de proceso que sirva de complemento a la valoración de riesgos laborales con que se cuenta actualmente. En esta evaluación deben participar los encargados del laboratorio y el personal de la Unidad de Gestión Integral de Ambiente, Calidad y Seguridad (UGI), se debe incluir la identificación de energía que pueda liberarse accidentalmente, así como cualquier situación que tenga consecuencias catastróficas en el lugar de trabajo y la estimación de los efectos sobre la salud y la seguridad del personal que pueda resultar expuesto a los riesgos encontrados.

### 3.3 CONSULTAS CON LOS EMPLEADOS:

Se debe consultar con los empleados del laboratorio el desarrollo y la realización de evaluaciones de riesgo y la creación de planes de prevención de accidentes, donde se facilite el acceso a estos.

### 3.4 SISTEMA DE RESPUESTA:

Establecer un sistema para responder a la evaluación de riesgos laborales, donde se logre implementar la prevención, mitigación y medidas de emergencia para poder enfrentarlos.

### **3.5 REVISIÓN PERIÓDICA:**

Revisar periódicamente la evaluación de riesgos laborales y el sistema de respuesta.

### **3.6 PROCEDIMIENTOS OPERATIVOS:**

Desarrollar e implementar procedimientos operativos escritos para los procesos que involucren sustancias químicas, además se debe incluir los procedimientos de cada fase de funcionamiento, así como las consideraciones, limitaciones operativas y de seguridad y salud. Dichos procedimientos deben ser diseñados por personal altamente calificado en el tema de Física de Plasmas y Fusión Nuclear.

### **3.7 INFORMACIÓN PROPORCIONADA:**

Suministrar los aspectos de seguridad por escrito y la información de operación del laboratorio para los colaboradores, de la misma forma se debe asegurar la formación en los procedimientos de operación, haciendo hincapié en los peligros y las prácticas de seguridad que deben ser desarrollados y puestos en práctica.

### **3.8 CONTRATISTAS:**

Velar por que los contratistas y los empleados que sean contratados cuenten con la información y formación adecuada respecto a procedimientos de respuesta a emergencias, y seguridad laboral, de la manera más amplia y efectiva.

### **3.9 GARANTÍA DE CALIDAD:**

Establecer un programa de garantía de calidad para asegurar que los equipos relacionados con los procesos, los materiales de mantenimiento y piezas de repuesto que se fabrican e instalan, considerando las especificaciones de diseño.

### **3.10 MANTENIMIENTO PREVENTIVO:**

Establecer sistemas de mantenimiento de los equipos, donde se incluyan los procedimientos escritos, capacitación de los empleados, apropiadas inspecciones y pruebas a dichos equipos para asegurar su integridad mecánica.

### **3.11 VERIFICACIÓN:**

Demostrar una conducta de seguridad *pre-arranque* cada vez que los equipos vayan a utilizarse después de una instalación o modificación reciente.

### **3.12 GESTIONAR CAMBIOS:**

Establecer e implementar procedimientos escritos que gestionan los cambios en productos químicos, tecnologías, equipos e instalaciones.

### **3.13 INVESTIGACIONES**

Indagar todos los incidentes que pudieron resultar en un accidente grave en el lugar de trabajo, donde se revisen por el personal de operación y así se efectúen las modificaciones pertinentes.

## **4 ASIGNACIÓN DE RESPONSABILIDADES:**

---

### **4.1 COORDINACIÓN GENERAL DEL LABORATORIO:**

Debe aceptar la responsabilidad general por el *“Programa de Seguridad Laboral para el Laboratorio de Plasmas de Energía de Fusión y sus Aplicaciones en el Tecnológico de Costa Rica”* y le corresponde comprometerse a colaborar con las actividades dirigidas a la prevención de accidentes. Además necesita asegurarse de que todos los colaboradores se encuentren informados sobre la importancia que genera la seguridad en la coordinación general y el cumplimiento de todas las regulaciones establecidas. También debe encargarse de apoyar las regulaciones en asuntos de seguridad, por lo que proveer entrenamiento y financiamiento para implementar dichas regulaciones es esencial.

#### **4.2 UNIDAD DE GESTIÓN INTEGRAL DE AMBIENTE, CALIDAD Y SEGURIDAD (UGI):**

Entidad encargada de supervisar y asesorar la coordinación general en el Laboratorio de Plasmas para Energías de Fusión y Aplicaciones en Tecnológico de Costa Rica.

#### **4.3 SUPERVISORES:**

Son responsables por la seguridad laboral de sus colaboradores, ya que deben verificar el cumplimiento del programa de seguridad y las regulaciones establecidas. Debe coordinar atención médica en caso de una lesión y proveer un informe escrito sobre la investigación del accidente.

#### **4.4 COLABORADORES:**

Su responsabilidad es aprender y cumplir con las regulaciones que se implementen en cada proceso o actividad asignada. Deben reportar todos los accidentes y situaciones de peligro, además de realizar sus labores de la manera más segura posible, considerando su salud y la de sus compañeros de trabajo.

## **5 SEGURIDAD DE PROCESOS:**

---

En el Laboratorio de Plasmas se debe recopilar por escrito la información de seguridad requerida para cada uno de los procesos que se llevan a cabo, esto se logrará realizando un análisis de riesgos que le será útil a todos aquellos que se encuentren involucrados, pues identificarán y comprenderán los riesgos que se hallan inherentes en cada tarea desempeñada, por lo tanto es importante recopilar la información que respecta a químicos utilizados, tecnologías y equipos involucrados.

#### **5.1 PRODUCTOS QUÍMICOS:**

Para llevar a cabo los diversos procesos en el Laboratorio es indispensable el uso de sustancias químicas, ya sean gases comprimidos (Helio, Hidrógeno, Argón, Metano, Etileno, Oxígeno) o sustancias como Alcohol Isopropílico y Acetona. La información principal que debe conocerse de cada uno de estos productos utilizados en el

Laboratorio de Plasmas está contenida principalmente en la Hoja de Seguridad de cada uno de ellos, sin embargo las características más importantes que deben estar al alcance de los trabajadores son las siguientes.

- Toxicidad: Capacidad de cualquier sustancia química de producir alteraciones en un individuo por el contacto con agentes tóxicos en el puesto de trabajo. (CSIC, 2010)
- Límites de exposición permitidos: Según el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo son valores de referencia para la evaluación y control de los riesgos inherentes a la exposición, principalmente por inhalación, a los agentes químicos presentes en los puestos de trabajo y por lo tanto, para proteger la salud de los trabajadores y su descendencia (INSHT, 2011).
- Propiedades físicas y químicas: Presión de Vapor, Densidad, estado de agregación a temperatura ambiente, inflamabilidad en el aire, solubilidad en agua, entre otras características.
- Estabilidad térmica: Capacidad de una sustancia de permanecer inalterada cuando sufre de algún tipo de calentamiento.
- Efectos peligrosos al realizar mezclas de sustancias.

#### **5.1.1 Responsables:**

- Coordinación General del Laboratorio.
- Coordinador de UGI.
- Supervisores.

#### **5.1.2 Recomendaciones:**

- Mantener al alcance de los colaboradores las Hojas de Seguridad de todas las sustancias químicas utilizadas, las mismas deben encontrarse impresas y en idioma español.
- Las Hojas de Seguridad deben mantenerse en buen estado y las mismas deben actualizarse según lo indique el proveedor de las sustancias.

- Todas las sustancias químicas deben almacenarse y manipularse según lo establecido por la normativa nacional vigente.

## **5.2 TECNOLOGÍA DEL PROCESO:**

La información sobre las tecnologías utilizadas en los procesos del laboratorio debe incluir:

- Diagramas de flujo: Cada uno de los procesos que se llevan a cabo en el laboratorio, deben ser simplificados, donde se incluya una secuencia ordenada de las operaciones y se especifiquen los riesgos asociados y las regulaciones de seguridad establecidas para los mismos.
- Inventario de equipo utilizado.
- Límites de Seguridad (Máximos y Mínimos) para temperaturas, presiones, flujos o composiciones.
- Evaluación de las consecuencias de las desviaciones de los límites antes mencionados, incluyendo las que afectan a la seguridad laboral y salud de los colaboradores.

### **5.2.1 Responsables:**

- Coordinación General del Laboratorio.
- Coordinador de UGI.
- Supervisores.
- Colaboradores.

### **5.2.2 Recomendaciones:**

- Mantener al alcance de los colaboradores los procedimientos de cada una de las actividades que se llevan a cabo en el Laboratorio de Plasmas, los mismos deben encontrarse en forma impresa y en idioma español.
- Dichos procedimientos deben incluir las características que respectan a sustancias químicas, tecnologías y equipos de cada proceso.

### 5.3 EQUIPOS:

Se deben documentar las características principales de los equipos utilizados, donde se compruebe que el diseño es apto para las tareas desempeñadas y que su construcción fue realizada de acuerdo a códigos o normas que aprueban su utilización. Los equipos utilizados en el Laboratorio son los siguientes:

- Equipo de Alto Vacío:
  - Cámara de Vacío Cilíndrica.
  - Cámara de Vacío Toroidal.
    - Stellarator SCR-1
    - MEDUSA-CR
- Equipo de Almacenamiento de Energía y Potencia:
  - Banco Estacionario de Baterías.
  - Cargador de Baterías.
  - Banco de Capacitores.
- Equipo de Microondas de Alta Potencia.
  - Fuente de Potencia SM745G.
  - Magnetron TMA
- Sistema de Control y Adquisición de datos.
- Sistema de bobinas generadoras de campo magnético de alta magnitud.
- Instrumentación Electrónica:
  - Medidor de Ionización de vacío.
  - Manómetro controlador de vacío.

La información proporcionada para el Programa de Seguridad Laboral debe incluir lo siguiente:

- Materiales de construcción e instrumentos utilizados.
- Fuentes de energía utilizadas:
  - Fuente de Alta Tensión-Corriente Continua:
  - Fuente de Radiofrecuencia: 13.56MHz a 600W.
  - Microondas: 2.45 GHz-5000W
  - Fuente Corona: 20kHz-60kHz Potencia 200W
- Normas de diseño empleadas.
- Sistemas de seguridad (bloqueos, detección, supresión o sistemas).

#### **5.3.1 Responsables:**

- Coordinación General del Laboratorio.
- Coordinador de UGI.
- Supervisores.

#### **5.3.2 Recomendaciones:**

- Realizar mantenimiento preventivo a los equipos para asegurar su efectiva funcionalidad.
- El mantenimiento o revisiones periódicas debe realizarlo personal competente y calificado.
- Disponer en el Laboratorio de Plasmas de mayor espacio de trabajo que contribuya con el uso eficiente de los equipos y por lo tanto la seguridad de cada uno de los procesos.

La recopilación de la información que respecta a Seguridad de Procesos (Productos químicos, Tecnologías y Equipos) descrita anteriormente proporciona la base para la identificación de los peligros y la correcta evaluación de los riesgos que se encuentran involucrados con los procesos que se desarrollan en el Laboratorio de Plasmas, así mismo brinda un panorama de oportunidades que colaboran con la gestión del cambio y la prevención de accidentes.

## 6 ANÁLISIS DE RIESGOS DE LOS PROCESOS

---

Para realizar un análisis de los riesgos que involucra cada proceso es necesaria una investigación que se enfoque en identificar, evaluar y controlar los peligros que se encuentran inherentes en cada proceso, para esto es necesario considerar que:

- De acuerdo a los riesgos evaluados es necesario determinar el orden de prioridad que mantienen, donde se considere:
  - Número de empleados afectados.
  - Edad del proceso.
  - Historial de Funcionamiento.
- Se realicen los análisis tan pronto como sea posible.
- Los análisis de riesgo deben actualizarse en función a la fecha de finalización, por lo menos cada cinco años.
- Para realizar los análisis pueden implementarse las siguientes metodologías:
  - Lista de verificación.
  - Análisis del árbol de fallos.
  - Método FINE: Método de Índices de Peligrosidad.
  - Análisis Causa-Efecto.

Sin importar cuál sea la metodología utilizada es importante que siempre se consideren aspectos como: riesgos del proceso, identificación de incidentes previos, controles ingenieriles y administrativos que sean aplicables a proporcionar una alerta temprana de eventos dañinos o que solamente mitiguen el riesgo, por lo que también se deben considerar las consecuencias en el caso de que fracasen dichos controles.

### 6.1 RESPONSABLES:

- Coordinación General del Laboratorio.
- Coordinador de UGI.
- Supervisores.
- Colaboradores.

## 6.2 RECOMENDACIONES:

- Crear un equipo de trabajo con experiencia en los procesos, donde se incluyan representantes de cada uno de los puestos de trabajo establecidos y así realizar las evaluaciones de riesgos pertinentes.
- Se debe comunicar a todo el personal del Laboratorio de Plasmas las acciones a tomar, ya sean controles ingenieriles o administrativos que alteren los procesos.
- El análisis de riesgos de los procesos debe ser actualizado y revalidado por una reunión del equipo de trabajo, donde se garantice que dicho análisis es consistente con el proceso actual, en el caso de que no sea así debe desarrollarse nuevamente un análisis y aplicar medidas de control.

## 7 PROCEDIMIENTOS DE OPERACIÓN:

---

Como se ha mencionado anteriormente, el Laboratorio de Plasmas debe mantener de forma escrita los procedimientos de trabajo para cada uno de los procesos que llevan a cabo, por lo tanto se deben estipular las instrucciones de forma clara para facilitar la realización de actividades relacionadas con la seguridad de procesos. Al menos se deben abordar los siguientes elementos:

- Operación:
  - Puesta en marcha.
  - Operaciones normales.
  - Parada de emergencia ( se debe especificar las condiciones donde se requiera)
  - Parada Normal.
  - Puesta en marcha después de una parada de emergencia.
- Límites de funcionamiento:
  - Consecuencias de errores o desviaciones.
  - Pasos para corregir dichos errores o desviaciones.

- Seguridad y Salud:
  - Riesgos Involucrados.
  - Precauciones necesarias para evitar la exposición (Controles y Equipo de Protección Personal)
  - Medidas a tomar en el caso de que se produzca la exposición.
  - Sistemas de seguridad (sistemas de bloqueo o detección).

#### **7.1 RESPONSABLES:**

- Coordinación General del Laboratorio.
- Coordinador de UGI.
- Supervisores.

#### **7.2 RECOMENDACIONES:**

- Los procedimientos operativos deben ser revisados cuanto sea necesario para garantizar que se reflejan en el funcionamiento actual de los procesos.
- Se deben considerar cambios en los procesos químicos, la tecnología y equipos e instalaciones.
- Los procedimientos operativos deben ser diseñados por personal especializado en Física de Plasmas y Fusión Nuclear, el laboratorio cuenta con dos profesionales expertos: el señor Iván Vargas Blanco Doctor en Física de Plasmas y Fusión Nuclear, y el señor Celso Ribeiro Doctor en Física de Plasmas de la Energía de Fusión, Máster de las Ciencias en Física de Plasmas de la Energía de Fusión, entre otras titulaciones.

## 8 CAPACITACIONES:

---

### 8.1 CAPACITACIÓN INICIAL:

Las organizaciones en general deben dar las bases para que sus colaboradores tengan la preparación necesaria y especializada que les permita enfrentarse en las mejores condiciones a su tarea diaria y así se alcancen altos niveles de motivación, integración, compromiso y solidaridad. (Siliceo. A, 2004)

El entrenamiento para el Laboratorio de Plasmas debe estar enfatizado en los aspectos de seguridad y de salud específicos del proceso, las operaciones de emergencia (incluyendo el apagado), y otras prácticas seguras de trabajo que se apliquen a tareas que debe desempeñar el colaborador.

### 8.2 CAPACITACIÓN PARA ACTUALIZAR:

Se deben impartir cursos de actualización mínimo cada tres años o cada vez que los procesos cambien drásticamente. La coordinación general del Laboratorio debe acordar con su personal la frecuencia apropiada de los cursos de actualización.

### 8.3 DOCUMENTAR LA FORMACIÓN:

Es importante que se documente la participación del personal en dichas capacitaciones, para comprobar que se ha recibido y comprendido el adiestramiento requerido para los procesos del Laboratorio. Es importante establecer un acta que contenga:

- Nombre del Participante.
- Fecha en que se impartió la capacitación.
- Una serie de preguntas clave donde se compruebe que el participante comprendió la información suministrada a lo largo de la capacitación.

#### **8.4 RESPONSABLES:**

- Coordinación General del Laboratorio.
- Coordinador de UGI.
- Supervisores.
- Colaboradores.

#### **8.5 RECOMENDACIONES:**

- Realizar capacitaciones en el Laboratorio de Plasmas para aquel personal que se encuentra en calidad de estudiante y por lo tanto no cuenta con la formación académica apropiada para llevar a cabo los procedimientos de trabajo.
- Certificar por escrito aquellos colaboradores que tengan los conocimientos necesarios y habilidades para llevar a cabo con seguridad las tareas y responsabilidades especificadas en los procedimientos de operación.

## **9 CONTRATISTAS**

---

Las empresas que sean contratadas por el Laboratorio de Plasmas deben mantener una formación en la prevención de riesgos generales y específicos de sus actividades, pues la forma de reducir los índices de siniestralidad en la contratación y subcontratación radica en exigir por parte de las empresas contratantes que las contratadas sean calificadas como seguras y/o que sean certificadas en materia de seguridad y salud laboral.

#### **9.1 RESPONSABILIDADES DEL EMPLEADOR:**

- Evaluar el rendimiento de los programas que el contratista mantiene relativos a la seguridad.
- Debe informar los riesgos potenciales que respecten a fuego, explosión, o escape tóxico relacionados con el trabajo del contratista y el proceso.

- Explicar a patronos contratistas las disposiciones aplicables a la acción del plan de emergencia.
- Desarrollar e implementar prácticas de trabajo seguras para controlar la presencia, entrada y salida de los patronos de contrato y empleados, en las áreas del laboratorio donde se llevan a cabo los procesos.
- Evaluar periódicamente el desempeño de los patronos de contrato en el cumplimiento de sus obligaciones.
- Mantener un registro de las enfermedades relacionadas con el trabajo del contratista en las áreas de proceso.

## **9.2 RESPONSABILIDADES DEL PATRONO CONTRATISTA:**

- Asegurarse de que los empleados contratados se encuentren entrenados en prácticas de trabajo seguro.
- Documentar la identidad de sus empleados así como la fecha de la formación en seguridad laboral recibida y los medios que fueron utilizados y comprueban que la capacitación fue entendida por el empleado.
- Asegurarse de que todo empleado del contrato se ajusta a las reglas de seguridad del Laboratorio de Plasmas.
- Informar al empleado de cualquier peligro indicado en el contrato de trabajo.

## **10 REVISIÓN DE SEGURIDAD-PRE INICIO:**

Es necesario realizar una revisión de seguridad antes de introducir un nuevo producto a los procesos, específicamente antes de cambiar el procedimiento que ya ha sido establecido. Dicha revisión de seguridad de pre-arranque debe confirmar que:

- Los equipos se utilizan de acuerdo a los procedimientos ya diseñados.
- La seguridad, los procedimientos operativos, de mantenimiento y de emergencia son adecuados.

- Se ha realizado un análisis de riesgos del proceso que se busca modificar.
- Cada empleado se encuentra capacitado para involucrarse en la operación del nuevo proceso.

#### **10.1 RESPONSABLES:**

- Coordinación General del Laboratorio.
- Coordinador de UGI.
- Supervisores.
- Colaboradores.

#### **10.2 RECOMENDACIONES:**

- Informar al personal del Laboratorio de Plasmas inmediatamente se conozca o se opte por la modificación de un procedimiento o ya sea que se introduzca uno completamente nuevo al Laboratorio.
- Modificar o crear el nuevo procedimiento lo más pronto posible, involucrando a todo el personal.

## **11 INTEGRIDAD MECÁNICA:**

---

La integridad mecánica es una filosofía de trabajo que tiene por objeto garantizar que todo equipo de proceso sea diseñado, procurado, fabricado, construido, instalado, operado, inspeccionado, mantenido, y/o reemplazado oportunamente para prevenir fallas, accidentes o potenciales riesgos a personas, instalaciones y al ambiente. (Reliability & Risk Management, 2008)

Dichos requisitos es importante considerarlos para los siguientes equipos:

- Los recipientes de presión y tanques de almacenamiento.
- Los sistemas de tuberías (incluyendo componentes de tuberías (válvulas)).
- Sistemas de ventilación y dispositivos.
- Los sistemas de paro de emergencia.

- Controles (incluyendo dispositivos de control y sensores, alarmas, y enclavamientos).
- Bombas.

El coordinador general del Laboratorio debe establecer e implementar procedimientos escritos para mantener la integridad continua de los equipos de cada proceso y si se busca asignar tareas de mantenimiento de equipos a los colaboradores, es necesaria la capacitación para el mantenimiento de la integridad continua de los mismos.

La frecuencia de las inspecciones y las pruebas de equipos de proceso debe cumplir con las recomendaciones del fabricante y las buenas prácticas de ingeniería, o se pueden realizar con mayor frecuencia si se determina que es necesario por la experiencia operativa previa. Cada inspección y prueba de equipos de proceso debe ser documentada, identificando la fecha de la inspección o prueba, el nombre de la persona que realizó la misma, el número de serie u otro identificador del equipo, una descripción de la inspección o prueba realizada, y los resultados. Si se encuentran deficiencias en el equipo fuera de los límites aceptables definidos por la información de seguridad de proceso o del fabricante deben ser corregidas antes de su uso posterior.

En la construcción de nuevas edificaciones y equipos, el coordinador general del Laboratorio debe asegurar que el equipo que se fabrica es adecuado para el proceso al que se desea destinar. Se debe comprobar por medio de inspecciones que el equipo está instalado correctamente y es coherente con las especificaciones de diseño y las instrucciones del fabricante.

#### **11.1 RESPONSABLES:**

- Coordinación General del Laboratorio.
- Supervisores.

### **11.2 RECOMENDACIONES:**

- Mantener al alcance del personal en forma impresa y en idioma español los manuales de operación y características principales que brinda el fabricante de cada uno de los equipos.
- Implementar un documento oficial del Laboratorio de Plasmas para documentar los resultados de las inspecciones de los equipos.

## **12 PERMISOS DE TRABAJO EN CALIENTE**

---

Cuando se espera ejecutar un trabajo que involucre el trato con altas temperaturas, se debe solicitar un permiso especial, el mismo debe ser expedido por el supervisor o coordinador y debe documentar:

- Identificación del colaborador.
- Fecha y hora de ejecución.
- Identificación de equipo o proceso.
- Tipo de fuego posible.
- Requisitos de prevención y protección.

### **12.1 RESPONSABLES:**

- Coordinación General del Laboratorio.
- Supervisores.

### **12.2 RECOMENDACIONES:**

- Implementar un documento oficial del Laboratorio de Plasmas para redactar los permisos y los comprobantes de los mismos.
- Establecer la solicitud del permiso como una medida obligatoria, además de que para ejecutar este tipo de tareas el personal debe encontrarse capacitado.

## 13 GESTIÓN DEL CAMBIO

---

Los cambios en los diversos procesos del Laboratorio deben ser evaluados minuciosamente para determinar el impacto que pueda generar en la seguridad de los empleados y su salud.

Los procedimientos escritos para manejar los cambios, ya sean para procesar los productos químicos, la tecnología, equipos y procedimientos o el cambio a las instalaciones que afectan a los procesos específicamente, debe ser establecido e implementado. Estos procedimientos escritos deben asegurar lo siguiente:

- La base técnica para el cambio propuesto.
- El impacto del cambio en la seguridad y salud de los colaboradores.
- Las modificaciones a los procedimientos de operación.
- Período de tiempo necesario para el cambio.
- Requisitos de autorización para el cambio propuesto.

### 13.1 RESPONSABLES:

- Coordinación General del Laboratorio.
- Coordinador de UGI.
- Supervisores.

### 13.2 RECOMENDACIONES:

- En el caso de que cambie la información requerida para la seguridad del proceso, debe ser actualizada.
- De la misma forma si cambian los procedimientos o prácticas de funcionamiento necesarios, también deben ser actualizados.

## **14 INVESTIGACIÓN DE INCIDENTES:**

---

Una parte fundamental de un programa de seguridad es el proceso de investigación exhaustivo de los incidentes ocurridos para identificar la causa de los mismos y así desarrollar e implementar medidas correctivas.

La investigación de incidentes debe iniciarse tan pronto como sea posible, preferiblemente se espera antes de que transcurran 48 horas después de ocurrido el suceso. La investigación debe estar conformada por un equipo de trabajo que incluya al menos una persona con conocimientos en el proceso en cuestión, incluyendo un empleado por contrato si el incidente ocurrió en el trabajo de un contratista, y otra persona con conocimiento y experiencia adecuados para investigar y analizar el incidente a fondo. Seguidamente corresponde redactar un informe completo de la investigación realizada, el mismo debe contener:

- Fecha de los hechos.
- Fecha de la investigación.
- Descripción de los hechos.
- Factores que contribuyeron al incidente.
- Recomendaciones resultantes de la investigación.

El empleador debe conservar estos informes de investigación de incidentes durante 5 años.

### **14.1 RESPONSABLES:**

- Coordinación General del Laboratorio.
- Coordinador de UGI.
- Supervisores.

### **14.2 RECOMENDACIONES:**

- Realizar las investigaciones con un formato ya establecido, donde se consideren todas las características del incidente.

- Abordar y resolver con prontitud las conclusiones y recomendaciones del informe de incidente.
- Las resoluciones y acciones correctivas deben estar documentados y el informe debe ser revisado por todo el personal afectado.

## 15 PLANIFICACIÓN Y RESPUESTA A EMERGENCIAS

---

La planificación y respuesta a emergencias es esencial pues así los colaboradores conocen y son capaces de ejecutar las acciones apropiadas en el caso que se dé un incidente.

El plan de emergencia especifica procedimientos para manejo de situaciones súbitas inesperadas. El objetivo es reducir las posibles consecuencias de la emergencia:

- Previendo fatalidades y lesiones.
- Reduciendo el daño a los edificios, existencias y equipo.
- Acelerando la reanudación de las operaciones normales

El desarrollo del plan comienza con una evaluación de vulnerabilidad. Estos resultados del estudio mostrarán la posibilidad de ocurrencia, los medios disponibles para detener o prevenir la situación y lo necesario para la misma. A partir de este análisis se pueden establecer los procedimientos de emergencia apropiados.

En la etapa de planificación, es importante solicitar la participación de diferentes grupos, en ellos el comité conjunto de seguridad y salud ocupacional que esté asociado al Laboratorio puede brindar aportes valiosos y un medio para mayor participación del trabajador, también debe contar con disponibilidad de recursos adicionales como Bomberos y Cruz Roja, con esto la comunicación, capacitación y simulacros periódicos garantizarán el desempeño adecuado.

### **15.1 RESPONSABLES:**

- Coordinación General del Laboratorio.
- Coordinador de UGI.
- Supervisores.

### **15.2 RECOMENDACIONES:**

- Involucrar a todo el personal en la creación del plan de emergencias.
- Crear una brigada de emergencia conformada por parte del personal del Laboratorio.

## **16 LAS AUDITORÍAS DE CUMPLIMIENTO**

---

El Laboratorio de Plasmas debe asegurar que la gestión de la seguridad de sus procesos es eficaz, por lo que se debe certificar al menos cada tres años, donde se verificará los procedimientos y prácticas desarrolladas. La auditoría de cumplimiento debe llevarse a cabo por la Unidad de Gestión Integral de Ambiente, Calidad y Seguridad (UGI) del Tecnológico de Costa Rica y se debe crear un informe de los hallazgos de la auditoría donde se señalen deficiencias que se han encontrado en auditorías anteriores y que ya se han corregido. Los dos informes de las auditorías más recientes deben ser guardados en los archivos.

### **16.1 RESPONSABLES:**

- Coordinación General del Laboratorio.
- Coordinador de UGI.
- Supervisores.

## 17 LOS SECRETOS COMERCIALES

---

El personal del Laboratorio debe poner a disposición toda la información sobre seguridad de procesos, los responsables de desarrollar los procedimientos de operación, y los que realizan las investigaciones de incidentes, planes de emergencia y la respuesta, y auditorías de cumplimiento. Sin embargo, el empleador puede exigir a las personas firmar acuerdos de confidencialidad para no revelar la información.

### 17.1 RESPONSABLE:

- Coordinación General del Laboratorio.

# 18 MATRIZ DE RESPONSABLES:

**Tabla 7. Matriz de Responsables.**

Entregables	Coordinación Gnral del Laboratorio	Coordinador de UGI.	Supervisores	Colaboradores	VIE	Unidad Civil TEC
<b>Aprobación de Documentos (Seguridad)</b>	Dr. Iván Vargas Blanco-Dr. Celso Ribeiro	Entidades competentes Tecnológico de Costa Rica				
<b>Procedimientos de Trabajo</b>	Dr. Iván Vargas Blanco-Dr. Celso Ribeiro	Entidades competentes Tecnológico de Costa Rica	Estudiantes: José Asenjo, Jaime Mora, Jefferson González	Varios		
<b>Capacitaciones</b>	Dr. Iván Vargas Blanco-Dr. Celso Ribeiro	Entidades competentes Tecnológico de Costa Rica	Estudiantes: José Asenjo, Jaime Mora, Jefferson González			
<b>Actualizaciones de Procedimientos</b>	Dr. Iván Vargas Blanco-Dr. Celso Ribeiro	Entidades competentes Tecnológico de Costa Rica	Estudiantes: José Asenjo, Jaime Mora, Jefferson González			
<b>Investigación de Accidentes</b>		Entidades competentes Tecnológico de Costa Rica	Estudiantes: José Asenjo, Jaime Mora, Jefferson González	Varios		
<b>Mantenimiento Preventivo</b>	Dr. Iván Vargas Blanco-Dr. Celso Ribeiro		Estudiantes: José Asenjo, Jaime Mora, Jefferson González			
<b>Documentación de Mantenimiento Preventivo</b>	Dr. Iván Vargas Blanco-Dr. Celso Ribeiro	Entidades competentes Tecnológico de Costa Rica				
<b>Presupuestos</b>	Dr. Iván Vargas Blanco-Dr. Celso Ribeiro				Consejo Vicerrectoría de Docencia	Coordinador Unidad Civil
<b>Financiamientos</b>					Consejo Vicerrectoría de Docencia	Coordinador Unidad Civil

Fuente: Gómez. G, 2014

## 19 CONTROLES INGENIERILES Y ADMINISTRATIVOS

A continuación se presenta una recopilación de propuestas que se encuentran basadas en algunas de las recomendaciones realizadas a lo largo del documento, las mismas buscan facilitar la ejecución del Programa de Seguridad Laboral en el Laboratorio de Plasmas para Energías de Fusión y Aplicaciones en el Tecnológico de Costa Rica.

### 19.1 ETIQUETADO PARA SUSTANCIAS QUÍMICAS:

La norma NFPA 704 busca identificar por medio de etiquetas específicas, los productos químicos utilizados en los centros de trabajo, el principal objetivo de dicha rotulación es proporcionar una fácil identificación de la naturaleza del riesgo que se puede presentar durante la manipulación y almacenamiento de las sustancias.

A continuación se especifica la rotulación antes mencionada:

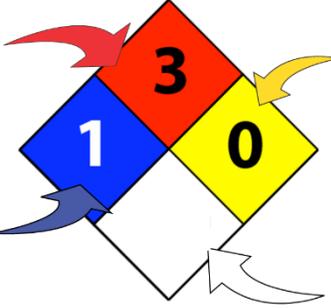
Figura 1: Rombo NFPA 704



Fuente: NFPA 704

Las sustancias químicas que principalmente se utilizan en el Laboratorio de Plasmas, se representan según la NFPA 704 de la siguiente manera:

### 19.1.1 Acetona y Alcohol Isopropílico:



 <b>Inflamabilidad (3):</b> Líquidos y sólidos que pueden encenderse en casi todas las condiciones de temperatura ambiental.
 <b>Salud (1):</b> Material que causa irritación, pero solo daños residuales menores.
 <b>Inestabilidad / Reactividad (0):</b> Materiales que por sí solos normalmente son estables aún en condiciones de incendio y que no reaccionan con el agua.
 <b>Riesgos Especiales:</b> No hay riesgo especial.

La especificación antes mencionada resulta importante, pues con ayuda de esta norma es posible etiquetar, y por lo tanto identificar cualquier sustancia química que ingrese al laboratorio como parte de un procedimiento, lo que contribuye con la seguridad en los procesos de trabajo. Las Hojas de Seguridad de todas las sustancias químicas y gases comprimidos que se utilizan en el laboratorio se adjuntan en el *Anexo 1* del presente programa.

### 19.2 ANÁLISIS DE RIESGOS:

Para realizar el estudio de las posibles causas y amenazas probables de aquellos eventos que se consideran no deseados en el Laboratorio, así como los daños y consecuencias que éstos puedan producir, es que resulta necesaria una herramienta versátil que resuma todos los requerimientos que la investigación o el análisis de riesgos requiere. Es importante mencionar que para efectos de este programa se utilizó la herramienta que plantea el Instituto de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), una herramienta genérica que resulta eficaz para lograr los resultados esperados. Sin embargo tal y como la norma OSHA 3132 lo menciona, es posible utilizar herramientas como: HAZOP, Análisis por medio de árboles de fallo, What if, entre otros.

Sin embargo es importante resaltar la herramienta utilizada para el presente programa:

**Tabla 8. Rubros INSHT**

Descripción del Proceso (Pasos)	Peligros Potenciales	Severidad			Probabilidad		
		Ligerament e dañino	Dañino	Extremadamente dañino	Alta	Media	Baja

*Fuente: INSHT*

El tipo de riesgo según la severidad y probabilidad del peligro descrito anteriormente se puede establecer con ayuda de los siguientes cuadros:

**Cuadro 1. Resultados (Tipos de Riesgos).**

		Consecuencia		
		Ligeramente Dañino	Dañino	Extremadamente Dañino
Probabilidad	Baja	Riesgo Trivial	Riesgo Tolerable	Riesgo Moderado
	Media	Riesgo Tolerable	Riesgo Moderado	Riesgo Importante
	Alta	Riesgo Moderado	Riesgo Importante	Riesgo Intolerable

*Fuente: INSHT*

## Cuadro 2. Acción y Temporización.

Fuente: INSHT

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

### 19.3 PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO SEGURO:

A continuación se presenta el formato recomendado para redactar los procedimientos de trabajo en el Laboratorio.

		Procedimientos de Trabajo Seguro					
		Nombre del Proceso:		Elaboró:			
		Fecha de Elaboración:		Revisó:			
		Fecha de Actualización:		Autorizó:			
Equipo Utilizado:		Procedimiento Adecuado:		Riesgos Inherentes:		Medidas de Seguridad:	
1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.
2.	2.	2.	2.	2.	2.	2.	2.
3.	3.	3.	3.	3.	3.	3.	3.
4.	4.	4.	4.	4.	4.	4.	4.
5.	5.	5.	5.	5.	5.	5.	5.
6.	6.	6.	6.	6.	6.	6.	6.
7.	7.	7.	7.	7.	7.	7.	7.
8.	8.	8.	8.	8.	8.	8.	8.
9.	9.	9.	9.	9.	9.	9.	9.
10.	10.	10.	10.	10.	10.	10.	10.
11.	11.	11.	11.	11.	11.	11.	11.
12.	12.	12.	12.	12.	12.	12.	12.
Diagrama del Proceso:				Equipo de Protección Personal Necesario:			
				Lentes de Seguridad <input type="checkbox"/>			
				Taponos Auditivos <input type="checkbox"/>			
				Guantes <input type="checkbox"/>			
				Protección Respiratoria <input type="checkbox"/>			
				Protección a Radiaciones <input type="checkbox"/>			
				Calzado de Seguridad <input type="checkbox"/>			
				Firma y Sello de Autorización:			
# Personal Necesario:		Tiempo Aproximado del Proceso:					

Tal y como se aprecia anteriormente, es necesario considerar aspectos como:

- **Equipo utilizado:** Se deben especificar todos los equipos necesarios para llevar a cabo el proceso, ya sea identificarlos por su nombre o algún código.
- **Procedimiento adecuado:** Es necesario especificar el paso a paso del proceso, sin dejar ninguna consideración de lado, se deben incluir todas aquellas características que faciliten la ejecución del proceso, y así mismo permita que algún trabajador que no se encuentra familiarizado con la tarea, pueda comprenderlo sin problemas.
- **Riesgos inherentes y Medidas de Seguridad:** Estas consideraciones deben especificarse para cada punto establecido en el procedimiento explicado anteriormente. Se incluirán los riesgos que involucran las acciones así como las medidas de seguridad a tomar en cuenta para prevenir la materialización de dichos riesgos.
- **Diagrama del Proceso:** Es necesario ejemplificar por medio de un diagrama de flujo el procedimiento descrito anteriormente.
- **Equipo de Protección Personal:** En la hoja de Procedimientos de Trabajo Seguro, se debe marcar el equipo de protección personal necesario para llevar a cabo el proceso.

Es importante mencionar que este documento debe crearse para cada uno de los procesos del laboratorio, con el fin de que pueda ayudar a identificar deficiencias y sirva de guía inicial para el personal nuevo que ingresa al laboratorio. De la misma forma es un respaldo efectivo en el tema de seguridad, donde se asegura que todo aquel que realice alguna tarea, debe apegarse a lo establecido en la Hoja de Procedimientos de Trabajo Seguro.

### 19.4 FORMATO INSPECCIÓN DE EQUIPOS:

A continuación se presenta el formato recomendado para realizar la evaluación e inspección de equipos en el Laboratorio de Plasmas:

Inspección de Equipos y Maquinaria				
Máquina/Equipo:		Ubicación:		
Fecha de Revisión:		Función:		
Partes Críticas	Revisiones	Revisado		Fecha de Próxima Revisión
		Sí	No	
Responsable de Revisión:				
Firma y Sello:				

En la tabla anterior se deben definir las partes críticas del equipo, luego las revisiones que éstas necesitan y si fue posible revisarlas o no, además de la fecha de la próxima revisión. Esto pues, como se ha mencionado a lo largo del programa se debe mantener una revisión periódica de los equipos, realizada por personal profesional y competente del Laboratorio.

### 19.5 FICHA DE INVESTIGACIÓN DE INCIDENTES:

En la siguiente tabla es posible apreciar los principales puntos que deben ser considerados durante la investigación:

Ficha de Investigación de Incidentes.							
Datos Personales							
Fecha		Primer Apellido		Segundo Apellido		Nombre	
Edad:		Sexo:		M	F	Proceso Ejecutado:	
Características del Incidente:							
Especificación de lo Ocurrido:							
Región Anatómica Afectada:							
Actos Inseguros Cometidos:			Condiciones Inseguras Encontradas:				
Acciones de Mejora		Responsables		Fecha: Plazo Máximo			
Firma del Afectado		Responsable Directo:					
		Firma y Sello:					
Firma del Investigador:							

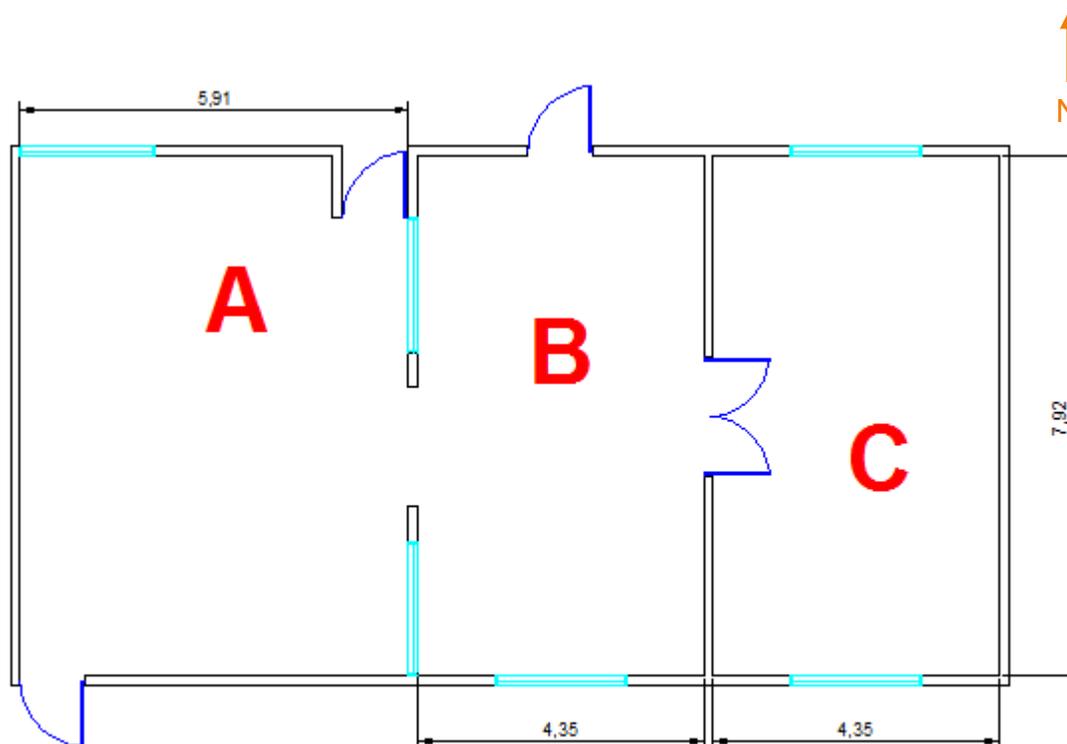
Fuente: Gómez. G, 2014

La ficha anterior permitirá controlar los incidentes que ocurran en el Laboratorio de Plasmas con el fin de investigar las causas y así asegurar que no se generen nuevamente. Básicamente la ficha se basa en describir lo ocurrido, y al mismo tiempo busca que la investigación brinde alternativas de mejora inmediatas, las mismas estarán bajo la responsabilidad de un colaborador y se establecerá una fecha límite para que se realice la corrección.

#### 19.6 AMPLIACIÓN DEL LABORATORIO:

A continuación se representa por medio de un dibujo la ampliación del Laboratorio de Plasmas recomendada, el sector A es el que se encuentra disponible actualmente, mientras que el sector B y C sería la ampliación, la misma se realizaría hacia la región **Este** del edificio y las dimensiones anotadas están en metros.

**Figura 2. Diseño de Ampliación Recomendado.**



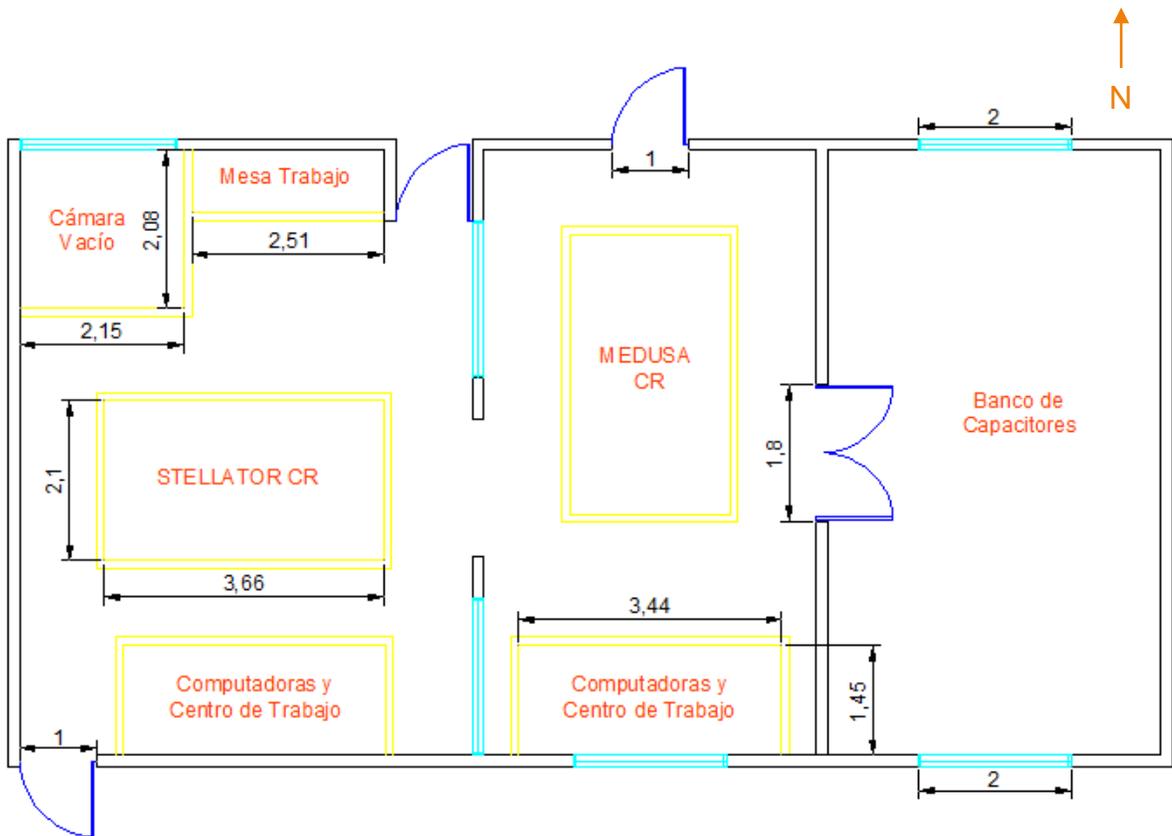
*Fuente: Gómez. G, 2014.*

Como se mencionó anteriormente el Laboratorio se dividirá en tres sectores:

- Sector A: Área del Laboratorio actual.
- Sector B: Área del Laboratorio destinada para el almacenamiento de MEDUSA CR y mesas de trabajo.
- Sector C: Área destinada para el Banco de Capacitores que complementará la funcionalidad de MEDUSA CR.

En la siguiente imagen se explica detalladamente la ubicación de los principales equipos y centros de trabajo que se proponen con la ampliación:

**Figura 3. Especificación-Distribución de Equipos.**

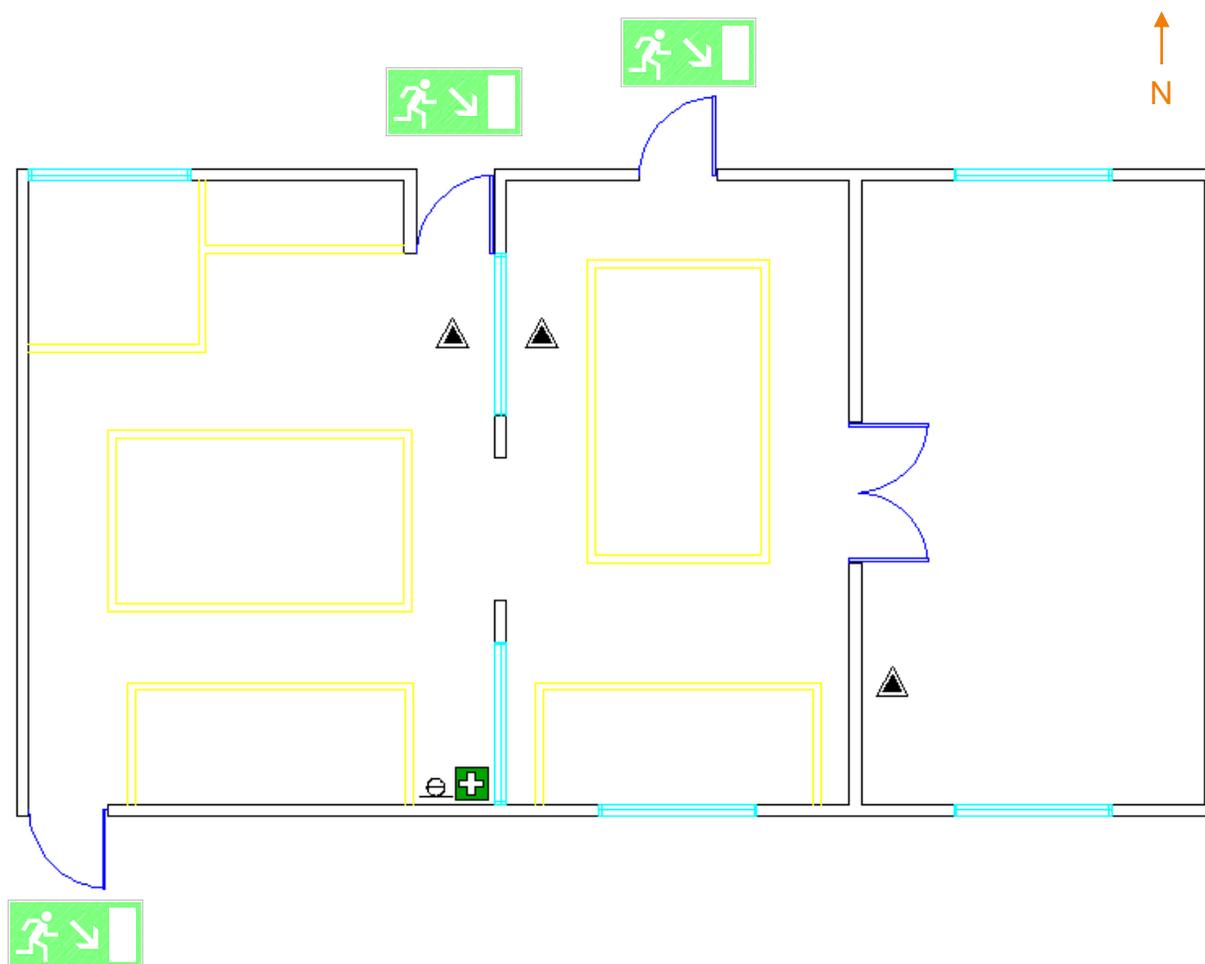


*Fuente: Gómez. G, 2014.*

Es posible apreciar en la figura que se procuró establecer la distribución considerando un espacio libre alrededor de cada equipo de por lo menos un metro hasta la pared u otro equipo, esto pues las dimensiones con las que cuenta el laboratorio no permiten que se puedan extender más. Además también se consideró un espacio para los trabajos de oficina (uno en cada sector A y B).

En la siguiente imagen es posible apreciar los equipos de emergencia que el laboratorio debería de mantener en el caso de ejecutar los cambios recomendados:

**Figura 4. Equipo para Emergencias.**



*Fuente: Gómez. G, (2014)*

**Cuadro 3. Especificaciones Generales-Equipo de Emergencias**

Simbología	Significado	Cantidad	Especificaciones
	Extintor CO <sub>2</sub>	3	Extintor CO <sub>2</sub> , 4.5Kg. Colocados a 1,25m del suelo. No debe obstruirse.
	Agua Potable	1 vía	Disponibilidad de Agua Potable. (En el laboratorio la tubería existe en este punto, sin embargo no está habilitada)
	Botiquín de Primeros Auxilios	1	Equipo médico básico que debe encontrarse disponible para todos los colaboradores.
	Salidas de Emergencia	3	1 metro de ancho, con posibilidad de abrir hacia afuera. Debidamente rotulada. No debe obstruirse.

*Fuente: Gómez. G, 2014*

La simbología utilizada en la Figura 2 fue tomada del Manual de Disposiciones Técnicas Generales sobre Seguridad Humana Y Protección Contra Incendios (2013) del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica. No se considera la ejecución de un Sistema Fijo de Combate contra Incendios, ya que las condiciones de infraestructura requeridas para su implementación no forman parte del Tecnológico de Costa Rica, quien sería el principal ejecutor.

# 20 ANEXO 1: HOJAS DE SEGURIDAD DE LAS SUSTANCIAS:

## 20.1 ETILENO:

### Hoja de Datos de Seguridad de Producto de Praxair

1. Producto Químico e Identificación de la Compañía			
Nombre del Producto:	Etileno (HDSP No. P-4598-F)	Nombres Comerciales: Etileno	
Nombre Químico:	Etileno	Sinónimos: Eteno, elailo, aceteno, gas olefiante, gas refrigerante R1150	
Familia Química:	Alqueno	Grados de Producto: 1.85, 2.5, Polímero - 3.0, Investigación -5.0	
Teléfono:	Emergencias:	01-800-723-3244* 01-800-SAFE24-H*	Nombre de la Compañía: Praxair México S. de R. L. de C. V. Biólogo Maximino Martínez No 3804 San Salvador Xochimanca C.P. 02870 México D. F.

*\*Llame a los números de emergencia las 24 horas del día sólo en caso de derrames, fugas, fuego, exposición o accidentes que involucren este producto.*

### 2. Identificación de Riesgos

#### GENERALIDADES SOBRE EMERGENCIAS

¡PELIGRO! Gas inflamable a alta presión.  
Puede formar mezclas explosivas con el aire.  
Puede ocasionar quemaduras por congelamiento.  
Puede causar mareo y somnolencia.  
Los rescatistas podrían requerir la utilización de dispositivos de respiración autónomos.  
Bajo condiciones ambientales, este es un gas con un leve olor dulce, a moho.

**ESTATUS DE REGLAMENTACIÓN DE LA OSHA:** Este material es considerado como peligroso por la Normas: NOM-018-STPS-2000 en México y de Comunicación de Riesgos de la OSHA (29 CFR 1910.1200) en USA.

#### EFFECTOS POTENCIALES PARA LA SALUD:

##### Efectos por Sobreexposición Simple (Aguda)

**Inhalación.** Asfixiante. Los efectos se deben a la falta de oxígeno. En concentraciones moderadas, el producto puede ocasionar dolor de cabeza, mareo, somnolencia, excitación, salivación excesiva, vómito y pérdida del conocimiento. La falta de oxígeno puede ser mortal.

**Contacto con la Piel.** El producto puede ocasionar quemaduras por congelamiento.

**Ingestión.** Una ruta poco probable de exposición. Este producto es un gas a temperatura y presión normales.

**Contacto Ocular.** Puede causar quemaduras por congelamiento.

**Efectos por Sobreexposición Repetida (Crónica).** No se esperan lesiones.

**Otros Efectos por Sobreexposición.** El etileno es un asfixiante. La falta de oxígeno puede ser mortal.

**Padecimientos Médicos Agravados por Sobreexposición.** La toxicología y las propiedades físicas y químicas del etileno sugieren que la sobreexposición al producto es poco probable que agrave padecimientos médicos ya existentes.

**CARCINOGENICIDAD:** El etileno no se encuentra listado por la STPS en México, NTP u OSHA. IARC, en USA al etileno como del Grupo 3, no clasificable como carcinogénico en humanos.

**EFFECTOS AMBIENTALES POTENCIALES.** Para obtener mayor información, consulte la sección 12, Información Ecológica.

### 3. Composición/Información Sobre Ingredientes

Consulte la sección 16 para obtener mayor información acerca de mezclas.

COMPONENTE	NÚMERO CAS	CONCENTRACIÓN
Etileno <i>* El símbolo &gt; significa "mayor que".</i>	74-85-1	>99%*

### 4. Medidas de Primeros Auxilios

**INHALACIÓN:** Retire a la víctima de inmediato a un lugar en donde haya aire fresco. Administre respiración artificial si la víctima no respira. Si la respiración se torna difícil, personal debidamente capacitado deberá administrar oxígeno. Llame a un médico.

**CONTACTO CON LA PIEL:** Lave la piel con agua y jabón. En caso que quemadura por congelamiento, solicite atención médica de inmediato.

**INGESTIÓN:** Una ruta poco probable de exposición. Este producto es un gas a temperatura y presión normales.

**CONTACTO OCULAR:** Enjuague los ojos de inmediato con agua durante por lo menos 15 minutos. Sostenga los párpados separados y alejados de las órbitas de los ojos para asegurarse que todas las superficies sean enjuagadas perfectamente. Consulte a un médico, preferentemente un oftalmólogo, de inmediato.

**NOTAS PARA EL MÉDICO:** No existe un antídoto en específico. El tratamiento por sobreexposición deberá dirigirse al control de los síntomas y a la condición clínica del paciente.

### 5. Medidas Contra Incendios

**PROPIEDADES INFLAMABLES:** El producto es espontáneamente explosivo al combinarse con cloro bajo luz solar. Forma mezclas explosivas con el aire y agentes oxidantes.

**MEDIOS DE EXTINCIÓN ADECUADOS:** CO<sub>2</sub>, químicos secos, rocío o neblina de agua.

**PRODUCTOS DE COMBUSTIÓN:** La descomposición térmica o la combustión genera CO/CO<sub>2</sub>.

**PROTECCIÓN PARA ESCUADRONES DE BOMBEROS:** ¡PELIGRO! Gas inflamable a alta presión. Evacue a todo el personal del área de riesgo. Los rescatistas podrían requerir dispositivos de respiración autónomos. Enfríe de inmediato los cilindros con rocío de agua desde la distancia máxima, teniendo precaución de no extinguir las flamas. Retire las fuentes de ignición si esto no conlleva riesgo. Remueva los cilindros del área si esto no conlleva riesgo; continúe enfriando con rocío de agua mientras se retiran los cilindros. No extinga las flamas emitidas de los cilindros; corte el flujo de gas si esto no conlleva riesgo, o permita que las flamas se consuman. Si las flamas se extinguen accidentalmente, podría ocurrir re-ignición explosiva. Tome las medidas adecuadas, por ejemplo, evacuación total. Retorne al área con extrema precaución. Las brigadas contra incendios del sitio deberán cumplir con lo establecido en las Normas: NOM-005-STPS 2008 (México), OSHA 29 CFR 1910.156 (USA).

**Riesgos Físicos y Químicos Específicos.** El calor de un incendio puede generar presión en un cilindro y ocasionar su ruptura. Ninguna parte de un cilindro deberá someterse a una temperatura que exceda de 125°F (52°C). Los cilindros de etileno vienen equipados con un dispositivo de alivio de presión. (Podrán existir excepciones de acuerdo con lo autorizado por el DOT). Si el producto que ventee o fugue ignite, no extinga las flamas. El gas inflamable puede esparcirse desde el punto de la fuga, generando riesgo de reignición explosiva. Los vapores pueden ser ignitados por luces piloto, otras flamas, personas que fumen, chispas, calentadores, equipo eléctrico, descargas estáticas u otras fuentes de ignición en puntos distantes a aquel de manejo de producto. Las atmósferas explosivas pueden perdurar. Antes de ingresar a un área, especialmente en espacios confinados, revise la atmósfera con un dispositivo adecuado.

**Equipo de Protección y Precauciones para Escuadrones de Bomberos.** Los bomberos deberán utilizar equipo de respiración autónomo así como equipo completo contra incendios.

## 6. Medidas en Caso de Liberación Accidental

**PASOS QUE DEBEN TOMARSE SI EL MATERIAL SE LIBERA O DERRAMA:**

¡PELIGRO! Gas inflamable a alta presión.

**Precauciones Personales.** Evacue de inmediato a todo el personal del área de riesgo. Utilice dispositivos de respiración autónomos cuando sea necesario. Retire todas las fuentes de ignición si esto no conlleva riesgo. Reduzca los vapores con neblina o rocío de agua. Corte el flujo si esto no conlleva riesgo. Ventile el área o retire el cilindro a un área bien ventilada. Podrían esparcirse vapores inflamables desde el punto de la fuga. Antes de ingresar a un área, especialmente en espacios confinados, revise la atmósfera con un dispositivo adecuado.

**Precauciones Ambientales.** Evite que los desechos contaminen el medio ambiente circundante. Mantenga al personal alejado. Deseche cualquier producto, residuo, contenedor desechable o camisa de forma ambientalmente aceptable, en pleno cumplimiento de la reglamentación federal, estatal y local correspondiente. Si es necesario, comuníquese con su proveedor local para obtener asistencia.

## 7. Manejo y Almacenaje

**PRECAUCIONES QUE DEBEN TOMARSE PARA SU MANEJO:** Proteja los cilindros para que no se dañen. Utilice una carretilla adecuada para mover los cilindros, no los jale, role, deslice o deje caer. Utilice herramientas a prueba de chispas y equipo a prueba de explosión. Revise el sistema para detectar fugas con una solución de agua y jabón; nunca utilice una flama. Nunca intente levantar un cilindro por su capuchón; éste sólo tiene por objeto proteger a la válvula. Nunca inserte un objeto (por ejemplo, llaves, destornilladores, palancas) en las aberturas del capuchón; el hacer esto puede dañar la válvula y ocasionar que fugue. Utilice una llave de banda ajustable para remover los capuchones que estén excesivamente apretados u oxidados. Abra la válvula lentamente. Si la válvula es difícil de abrir, interrumpa su uso y comuníquese con su proveedor. Para obtener mayor información acerca de otras precauciones en la utilización del etileno, consulte la sección 16.

**PRECAUCIONES QUE DEBEN TOMARSE PARA EL ALMACENAJE:** Almacene y utilice con ventilación adecuada. Separe los cilindros de etileno del oxígeno, cloro y otros oxidantes a por lo menos 20 ft (6.1 m) de distancia, o utilice una barricada de material no combustible. Esta barricada deberá ser de por lo menos 5 ft (1.53 m) de alto y deberá contar con una resistencia al fuego de por lo menos ½ hora. Asegure los cilindros firmemente de forma vertical para evitar que se caigan o los tiren. Instale el tapón de protección de la válvula firmemente en su lugar de forma manual. Se deberán colocar letreros que indiquen "No Fumar o Abrir Flamas" en las áreas de almacenaje y uso. No deberá haber fuentes de ignición. Todo el equipo eléctrico de las áreas de almacenaje deberá ser a prueba de explosión. Las áreas de almacenaje deberán cumplir con lo establecido en los códigos eléctricos nacionales para áreas de riesgo Clase 1. Almacene sólo en donde las temperaturas no excedan de 125°F (52°C). Almacene los cilindros llenos y vacíos por separado. Utilice un sistema de inventario de primeras entradas primeras salidas para evitar almacenar cilindros llenos por períodos prolongados.

**PUBLICACIONES RECOMENDADAS:** Para obtener mayor información acerca del almacenaje, manejo y utilización del producto, consulte la publicación NFPA 55, *Norma para el Almacenaje, Utilización y Manejo de Gases Comprimidos y Licuados en Cilindros Portátiles*, publicada por la National Fire Protection Association.

## 8. Controles de Exposición/Protección Personal

COMPONENTE	OSHA PEL	TLV - TWA DE ACGIH (2009)	NOM-010 STPS-1999/ LME-PPT	NOM-010 STPS-1999 / LMPE-CT o Pico
Etileno	No establecido	200 ppm	N.E.	N.E.

El TLV-TWAs debe ser utilizado como una guía en el control de riesgos para la salud y no como líneas de connotación entre concentraciones seguras y peligrosas.

IDLH = No disponible.

### CONTROLES DE INGENIERÍA:

**Escape Local.** Se recomienda la utilización de un sistema de escape local a prueba de explosión con suficiente velocidad de flujo de aire.

**Mecánico (General).** Bajo ciertas condiciones la ventilación de escape general podría ser aceptable para mantener el etileno por debajo del límite de exposición.

**Especial** – Utilice el producto sólo en un sistema cerrado.

**Otros** – Ninguno

### EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL:

**Protección Cutánea:** Se deben utilizar guantes para el manejo de cilindros.

**Protección Ocular/Rostro:** Seleccione esto de conformidad con lo establecido en OSHA 29 CFR 1910.133.

**Protección Respiratoria:** Será necesario apearse a un programa de protección respiratoria que cumpla con lo indicado en OSHA, 29 CFR 1910.134, ANSI Z88.2 o MSHA 30 CFR 72.710 o NOM-STPS-116-1994 (según sea aplicable) cuando las condiciones del lugar de trabajo hagan necesario la utilización de un respirador. Se deberá utilizar un respirador alimentado con aire o un respirador de tipo de cartucho purificador de aire si el nivel de acción se excede. Se requerirá asegurarse que el respirador cuente con el factor de protección adecuado para el nivel de exposición respectivo. Si se usan respiradores de tipo de cartucho, este último deberá ser adecuado para la exposición química relacionada (por ejemplo, un cartucho para vapores orgánicos). En caso de emergencias o eventos con niveles de exposición desconocidos, se deberá utilizar un dispositivo de respiración autónomo.

## 9. Propiedades Físicas y Químicas

<b>APARIENCIA:</b>	Gas incoloro
<b>OLOR:</b>	Olor levemente dulce, a moho.
<b>UMBRAL DE OLOR:</b>	No disponible.
<b>ESTADO FÍSICO:</b>	Gas a temperatura y presión normales
<b>pH:</b>	No aplicable.
<b>PUNTO DE FUSION a 1 atm:</b>	-272.45 F (-169.14 C)
<b>PUNTO DE EBULLICION a 1 atm:</b>	-154.62 F (-103.68 C)
<b>PUNTO DE INFLAMACION (método de prueba):</b>	-213 F (-136.1 C) TCC
<b>RANGO DE EVAPORACION (Acetato de Butilo = 1):</b>	No aplicable.
<b>INFLAMABILIDAD:</b>	Inflamable
<b>LIMITES DE INFLAMABILIDAD EN EL AIRE, % por volumen:</b>	<b>INFERIOR:</b> 2.7% <b>SUPERIOR:</b> 36%
<b>PRESION DE VAPOR a 68°F (20°C):</b>	No disponible.
<b>DENSIDAD DE VAPOR a 32°F (0°C) y 1 atm:</b>	0.0787 lb/ft <sup>3</sup> (1.261 kg/m <sup>3</sup> )
<b>GRAVEDAD ESPECIFICA (H<sub>2</sub>O = 1) a 19.4°F (-7°C):</b>	No aplicable.
<b>GRAVEDAD ESPECIFICA (Aire = 1) a 32°F (0°C) y 1 atm:</b>	0.978
<b>SOLUBILIDAD EN AGUA vol/vol a 32°F (0°C) y 1 atm:</b>	0.26

COEFICIENTE DE PARTICIÓN: IofKOW: n-octanol/agua:	1.13
TEMPERATURA DE AUTOIGNICIÓN:	842 F (450 C)
TEMPERATURA DE DESCOMPOSICIÓN:	No disponible.
POR CIENTO DE VOLATILES POR VOLUMEN:	100
PESO MOLECULAR:	28.05
FÓRMULA MOLECULAR:	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>

### 10. Estabilidad y Reactividad

ESTABILIDAD QUÍMICA:  Inestable  Estable

Este material es estable cuando se embarca y almacena bajo una atmósfera inerte.

CONDICIONES QUE DEBEN EVITARSE: Temperaturas elevadas y presión.

**MATERIALES INCOMPATIBLES:** Temperaturas elevadas (reacciona explosivamente con cloro bajo luz solar o luz Ultravioleta), agentes oxidantes, halógenos, ácidos, cloruro de aluminio, halocarburos.

**PRODUCTOS DE DESCOMPOSICIÓN PELIGROSA:** La descomposición térmica o combustión pueden generar CO/CO<sub>2</sub>.

**POSIBILIDAD DE REACCIONES PELIGROSAS:**  Pueden Ocurrir  No Ocurrirán

Puede ocurrir polimerización peligrosa a temperatura y presión elevadas.

### 11. Información Toxicológica

**EFFECTOS POR DOSIFICACIÓN AGUDA:** El etileno es un asfixiante simple.

**RESULTADOS DE ESTUDIO:** Se desconocen.

### 12. Información Ecológica

**ECOTOXICIDAD:** Se desconocen los efectos.

**OTROS EFECTOS ADVERSOS:** El etileno no contiene ninguna de las sustancias químicas que agotan la capa de ozono de Clase I o II.

### 13 Consideraciones para el Desecho

**MÉTODO DE DESECHO DE DESPERDICIOS:** No intente desechar las cantidades residuales o no utilizadas. Devuelva el cilindro al proveedor.

### 14. Información de Transportación

NOMBRE DE EMBARQUE SCT/DOT/IMO: Etileno			
CLASE DE RIESGO: 2.1	GRUPO/Zona de ENVASE: NA	NUMERO DE IDENTIFICACIÓN: UN1962	RQ DE PRODUCTO: Ninguna
ETIQUETA(s) DE EMBARQUE: GAS INFLAMABLE			
RÓTULO (cuando se requiera): GAS INFLAMABLE			

**INFORMACIÓN DE EMBARQUE ESPECIAL:** Los cilindros deben transportarse en una posición segura, en un vehículo bien ventilado. Los cilindros que se transporten en un compartimiento cerrado y no ventilado de un vehículo pueden representar un riesgo serio de seguridad.

El embarque de cilindros de gas comprimido que se hayan llenado sin el consentimiento del propietario, constituirá como tal violación de ley federal [49 CFR 173.301 (b)].

**CONTAMINANTES MARINOS:** El etileno no se encuentra listado como un contaminante marino de acuerdo con el DOT.

## 15. Información de Reglamentación

Los siguientes requisitos de reglamentación seleccionados podrían aplicar a este producto. No todos los requisitos se identifican. Los usuarios de este producto son los únicos responsables por el cumplimiento de la reglamentación federal, estatal y local respectiva.

### Reglamentación Federal de México

Secretaría del Trabajo y Previsión Social. El Etileno esta listado como sustancia capaz de generar contaminación en el medio ambiente laboral de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-STPS-010-1999.

Secretaría de Gobernación -Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Se encuentra listada como sustancia con actividad altamente riesgosa, para la producción, procesamiento, transporte, almacenamiento, uso y disposición final, por arriba de 500 Kg. en fase gaseosa

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales No se encontraron sustancias listadas como residuos peligrosos NOM-052 SEMARNAT-2005

### REGLAMENTACIÓN FEDERAL DE LOS ESTADOS UNIDOS:

EPA (ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY)

CERCLA: COMPREHENSIVE ENVIRONMENTAL RESPONSE, COMPENSATION, AND LIABILITY ACT OF 1980 (40 CFR Partes 117 y 302):

Cantidad Reportable (RQ): Ninguna

SARA: SUPERFUND AMENDMENT AND REAUTHORIZATION ACT:

**SECCIONES 302/304:** Se requiere de planeación de emergencia con base en la Cantidad de Planeación Umbral (TPQ) así como la generación de reportes de fugas con base en las Cantidades Reportables (RQ) de Sustancias Extremadamente Peligrosas (EHS) (40 CFR Parte 355):

TPQ: Ninguna

RQ DE EHS (40 CFR 355): Ninguna

**SECCIONES 311/312:** Se requiere de la presentación de la HDSP así como la generación de reportes de inventarios de sustancias químicas con identificación de categorías de riesgo de la EPA. Las categorías de riesgo de este producto son las siguientes:

**INMEDIATO:** Sí  
**RETARDADO:** No

**PRESIÓN:** Sí  
**REACTIVIDAD:** No  
**FUEGO:** Sí

**SECCIÓN 313:** Se requiere de la presentación de reportes anuales sobre la liberación de sustancias químicas tóxicas de acuerdo con lo indicado en 40 CFR Parte 372.

El etileno requiere de la generación de reportes en virtud de la Sección 313 del Título III de la Superfund Amendments and Reauthorization Act de 1986 (SARA) y 40 CFR Parte 372.

**40 CFR 68: PROGRAMA DE ADMINISTRACIÓN DE RIESGOS PARA LA PREVENCIÓN DE LIBERACIÓN ACCIDENTAL DE SUSTANCIAS QUÍMICAS:** Se requiere del desarrollo e implementación de programas de administración de riesgos en instalaciones que manufacturen, utilicen, almacenen o de alguna otra forma manipulen sustancias reguladas en cantidades que excedan los umbrales especificados.

El etileno se encuentra listado como una sustancia regulada en cantidades de 10,000 lb (4536 kg) o mayores.

**TSCA: TOXIC SUBSTANCES CONTROL ACT:** El etileno se encuentra listado en el inventario de TSCA.

**OSHA: OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH ADMINISTRATION:**

**29 CFR 1910.119: ADMINISTRACIÓN DE SEGURIDAD DE PROCESOS DE SUSTANCIAS QUÍMICAS ALTAMENTE PELIGROSAS:** Se requiere que las instalaciones desarrollen un programa de administración de seguridad de procesos que se base en las Cantidades Umbral (TQ) de sustancias químicas altamente peligrosas.

El etileno no se encuentra listado en el Apéndice A como una sustancia química altamente peligrosa. Sin embargo, cualquier proceso que involucre un gas inflamable en sitio en una instalación dada en cantidades de 10,000 lb (4536 kg) o mayores, quedará contemplado bajo esta reglamentación a menos que el gas sea utilizado como combustible.

**REGLAMENTACIÓN ESTATAL:**

**CALIFORNIA:** El etileno no se encuentra listado por California bajo la SAFE DRINKING WATER AND TOXIC ENFORCEMENT ACT OF 1986 (Propuesta 65).

**PENNSYLVANIA:** El etileno está sujeto a la PENNSYLVANIA WORKER AND COMMUNITY RIGHT-TO-KNOW ACT (35 P.S. Secciones 7301-7320).

## 16. Otra información

Asegúrese de leer y entender todas las etiquetas e instrucciones que vienen con todos los contenedores de este producto.

**OTRAS CONDICIONES PELIGROSAS RELACIONADAS CON EL MANEJO, ALMACENAJE Y UTILIZACIÓN DEL PRODUCTO:** Gas inflamable a alta presión. Se debe utilizar tubería y equipo diseñados adecuadamente para soportar las presiones bajo las que se vaya a operar. Utilice un dispositivo de prevención de contraflujo en cualquier tubería. Utilice el producto sólo en un sistema cerrado. Toda la tubería de los sistemas de etileno y equipo relacionado deben estar aterrizados. El equipo eléctrico deberá ser del tipo que no genere chispas o a prueba de explosión. Mantenga el producto alejado del calor, chispas y flamas abiertas. Puede ocasionar quemaduras por congelamiento. Evite el contacto con la piel y ojos. El gas puede ocasionar rápida asfixia debido a deficiencia de oxígeno. Almacene y utilice con ventilación adecuada en todo momento. Cierre la válvula de los cilindros después de cada uso; manténgala cerrada incluso cuando estén vacíos. Nunca trabaje en un sistema presurizado. Si se presenta una fuga, cierre la válvula del cilindro. Ventee el sistema de forma segura y ambientalmente responsable de conformidad con toda la legislación federal, estatal y local respectiva; posteriormente repare la fuga. Nunca sitúe un cilindro de gas comprimido en donde pueda tomarse en parte de un circuito eléctrico.

**NOTA:** *Previo a la utilización de plásticos, confirme su compatibilidad con el etileno.*

**MEZCLAS:** Al mezclar dos o más gases o gases licuados, se pueden generar riesgos adicionales e inesperados. Obtenga y evalúe la información de seguridad de cada componente antes de generar la mezcla. Consulte a su experto en higiene industrial o alguna otra persona debidamente capacitada al evaluar el producto final. Recuerde, los gases y líquidos cuentan con propiedades que pueden ocasionar lesiones serias o la muerte.

## 20.2 HIDRÓGENO:

### Hoja de Datos de Seguridad de Producto de Praxair

#### 1. Producto Químico e Identificación de la Compañía

<b>Nombre del Producto:</b> Hidrógeno, comprimido (HDSP No. P-4604-H)		<b>Nombre Comercial:</b> Hidrógeno	
<b>Nombre Químico:</b> Hidrógeno		<b>Sinónimos:</b> Dihidrógeno, parahidrógeno, gas refrigerante R702, gas de agua	
<b>Familia química:</b> Gas permanente		<b>Grados de Producto:</b> Industrial, 4.5, 4.5-Cero, 4.5 TOC, 5.0-UHP, 5.0-SPG, 5.5-SPG, 6.0-SPG, 6.0-UHP, y 6.0-investigación	
<b>Teléfono:</b>	<b>Emergencias:</b> 01-800-723-3244* 01-800-SAFE24-H*	<b>Nombre de la Compañía:</b>	Praxair México S. de R. L. de C. V. Biólogo Maximino Martínez No 3804 San Salvador Xochimanca C.P. 02870 México D. F.

\* Llame a los números de emergencia las 24 horas del día sólo en caso de derrames, fugas, fuego, exposición o accidentes que involucren este producto.

#### 2. Identificación de Riesgos

##### GENERALIDADES SOBRE EMERGENCIAS

**¡PELIGRO!** Gas inflamable a alta presión.

Puede formar mezclas explosivas con el aire.

Puede ignited si la válvula se abre al aire.

Puede ocasionar quemaduras debido a una flama invisible.

Puede causar mareo y somnolencia.

Los rescatistas podrían requerir la utilización de dispositivos de respiración autónomos.

Bajo condiciones ambientales, es un gas incoloro, inoloro, e insípido.

**ESTATUS DE REGLAMENTACIÓN DE LA OSHA:** Este material esta considerado como peligrosos por las Normas: NOM-018-STPS 2000 de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (México), y la Norma de Comunicación de Riesgos de OSHA (29 CFR 1910.1200) (USA).

**ESTATUS DE REGLAMENTACIÓN DE LA OSHA:** Este material esta considerado como peligrosos por las Normas: NOM-018-STPS 2000 de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (México), y la Norma de Comunicación de Riesgos de OSHA (29 CFR 1910.1200) (USA).

**EFFECTOS POTENCIALES PARA LA SALUD:**

**Efectos por Sobreexposición Simple (Aguda)**

**Inhalación.** Asfixiante. Los efectos se deben a la falta de oxígeno. En concentraciones moderadas puede ocasionar dolor de cabeza, mareo, somnolencia, excitación, salivación excesiva, vómito y pérdida del conocimiento. La falta de oxígeno puede ser mortal.

**Contacto con la Piel.** No se esperan lesiones.

**Ingestión.** Una ruta poco probable de exposición; este producto es un gas a temperatura y presión normales

**Contacto Ocular.** No se esperan lesiones.

**Efectos por Sobreexposición Repetida (Crónica).** No se esperan lesiones

Copyright © 1980, 1986, 1992, 1997, 2000, 2004, 2007, 2012 Praxair Technology, Inc.  
Todos los derechos reservados.

*Una línea vertical en el margen izquierdo indicará que el material es nuevo o revisado.*

Otros Efectos por Sobreexposición. El hidrógeno es un asfixiante. La falta de oxígeno puede ser mortal.

**Padecimientos Médicos Agravados por Sobreexposición.** La toxicología y propiedades físicas y químicas del hidrógeno sugieren que la sobreexposición es poco probable que agrave padecimientos médicos ya existentes.

**CARCINOGENICIDAD:** Este producto no está listado por STPS, NTP, OSHA, o IARC.

**EFFECTOS AMBIENTALES POTENCIALES.** No se conocen. Para obtener mayor información, consulte la sección 12, Información Ecológica.

### 3. Composición/Información Sobre Ingredientes

Consulte la sección 16 para obtener información importante acerca de las mezclas.

COMPONENTE	NÚMERO CAS	CONCENTRACIÓN
Hidrógeno <i>* El símbolo &gt; significa "mayor que".</i>	1333-74-0	>99%*

### 4. Medidas de Primeros Auxilios

**INHALACIÓN:** Retire a la víctima a un lugar en donde haya aire fresco. Administre respiración artificial si la víctima no respira. Si la respiración se torna difícil, personal debidamente calificado deberá administrar oxígeno. Llame a un médico.

**CONTACTO CON LA PIEL:** Una ruta poco probable de exposición. Este producto es un gas a temperatura y presión normales.

**INGESTIÓN:** Una ruta poco probable de exposición. Este producto es un gas a temperatura y presión normales.

**CONTACTO OCULAR:** Una ruta poco probable de exposición. Este producto es un gas a temperatura y presión normales.

**NOTAS PARA EL MÉDICO:** No existe un antídoto en específico. El tratamiento por sobreexposición deberá dirigirse hacia el control de los síntomas y a la condición clínica del paciente.

### 3. Composición/Información Sobre Ingredientes

Consulte la sección 16 para obtener información importante acerca de las mezclas.

COMPONENTE	NÚMERO CAS	CONCENTRACIÓN
Hidrógeno <i>* El símbolo &gt; significa "mayor que".</i>	1333-74-0	>99%*

### 4. Medidas de Primeros Auxilios

**INHALACIÓN:** Retire a la víctima a un lugar en donde haya aire fresco. Administre respiración artificial si la víctima no respira. Si la respiración se torna difícil, personal debidamente calificado deberá administrar oxígeno. Llame a un médico.

**CONTACTO CON LA PIEL:** Una ruta poco probable de exposición. Este producto es un gas a temperatura y presión normales.

**INGESTIÓN:** Una ruta poco probable de exposición. Este producto es un gas a temperatura y presión normales.

**CONTACTO OCULAR:** Una ruta poco probable de exposición. Este producto es un gas a temperatura y presión normales.

**NOTAS PARA EL MÉDICO:** No existe un antídoto en específico. El tratamiento por sobreexposición deberá dirigirse hacia el control de los síntomas y a la condición clínica del paciente.

### 5. Medidas Contra Incendios

**PROPIEDADES INFLAMABLES:** Gas inflamable. La flama es casi invisible. El gas que escape de un contenedor podría inflamarse espontáneamente. El hidrógeno cuenta con baja energía de ignición. Podrían formarse bocanadas de fuego si una nube de gas se inflama después de su liberación. El producto forma mezclas explosivas con el aire y agentes oxidantes.

**MEDIOS DE EXTINCIÓN ADECUADOS:** CO<sub>2</sub>, químicos secos, rocío de agua, o rocío de agua en forma de neblina.

**PRODUCTOS DE COMBUSTIÓN:** Agua (H<sub>2</sub>O).

**PROTECCIÓN PARA ESCUADRONES DE BOMBEROS: ¡PELIGRO! Gas inflamable a alta presión.** Evacue a todo el personal del área de riesgo. Rocíe de inmediato los cilindros con agua desde la distancia máxima hasta que se enfríen; después retírelos del área del incendio si esto no conlleva riesgo. Continúe rociando con agua mientras se mueven los cilindros. No extinga de los cilindros; permita que se consuman, si la flama se extingue accidentalmente puede ocurrir una re-ignición. Todo el personal incluyendo rescatistas y bomberos deben retirarse del área inmediatamente. Los rescatistas podrían requerir de la utilización de dispositivos de respiración autónomos. Las brigadas contra incendios del sitio deberán cumplir con lo establecido en USA: OSHA 29 CFR 1910.156 y las normas indicados en 29 CFR subparte L- Protección contra fuego. En México: NOM-002-STPS 2010.

**Riesgos Específicos Físicos y Químicos.** El calor del fuego puede generar presión en un cilindro y ocasionar su ruptura. Los cilindros de hidrógeno vienen equipados con un dispositivo de alivio de presión. (Podrán existir excepciones de acuerdo con lo autorizado por el DOT). Ninguna parte de un cilindro deberá someterse a una temperatura que exceda de 125 °F (52 °C). Si el hidrógeno que ventee o fugue ignite, no extinga las flamas.

El gas inflamable puede esparcirse desde el punto de la fuga, creando un riesgo de reignición explosiva. Los vapores pueden inflamarse por luces piloto, otras flamas, personas que fumen, chispas, calentadores, equipo eléctrico, descargas estáticas u otras fuentes de ignición que se encuentren en puntos distantes a aquél del manejo del producto. Las atmósferas explosivas pueden perdurar. Antes de ingresar a un área, especialmente en áreas confinadas, revise la atmósfera con un medidor de explosiones aprobado.

**Equipo de Protección y Precauciones para Escuadrones de Bomberos.** Los bomberos deberán utilizar dispositivos de respiración autónoma y equipo completo para extinción de incendios.

## 6. Medidas en Caso de Liberación Accidental

**PASOS QUE DEBEN TOMARSE SI EL MATERIAL SE LIBERA O DERRAMA:**

¡PELIGRO! Gas inflamable a alta presión.

**Precauciones Personales.** El producto forma mezclas explosivas con el aire. (Consulte la sección 5). Evacue de inmediato a todo el personal del área de riesgo. Se deberán utilizar dispositivos de respiración autónomos cuando se requiera. Aproxímese con precaución al área en la que se sospeche hay fuga. Retire todas las fuentes de ignición si esto no conlleva riesgo. Reduzca el nivel de gas con rocío de agua en forma de neblina o rocío de agua. Corte el flujo si esto no conlleva riesgo. Ventile el área o lleve el cilindro a un área bien ventilada. El gas inflamable puede esparcirse desde el punto de la fuga. Antes de ingresar a un área, especialmente en aquéllas confinadas, revise la atmósfera con un dispositivo adecuado.

**Precauciones Ambientales:** Evite que los desperdicios contaminen el medio ambiente circundante. Mantenga al personal alejado. Deseche todo producto, residuo, contenedor desechable o camisa de forma ambientalmente aceptable, en pleno cumplimiento de la reglamentación federal, estatal y local correspondiente. Si es necesario, comuníquese con su proveedor local para obtener asistencia.

## 7. Manejo y Almacenaje

**PRECAUCIONES QUE DEBEN TOMARSE PARA SU MANEJO:** *Mantenga los cilindros alejados del calor, chispas y flamas abiertas.* Utilice solo herramientas que no generen chispa y equipo a prueba de explosión. *Proteja los cilindros en contra de daños.* Se deberá utilizar una carretilla adecuada para mover los cilindros; éstos no deberán jalarse, rolarse, deslizarse o dejarse caer. *El hidrógeno es el gas más liviano que se conoce.* Éste puede fugarse de sistemas que se consideran herméticos para otros gases y podría recolectarse en áreas superiores mal ventiladas en los edificios. Se deberán revisar los sistemas para detectar si hay fugas con una solución de agua y jabón; nunca utilice flama. *Todos los sistemas de hidrógeno entubados así como el equipo relacionado deberán aterrizar.* El equipo eléctrico deberá ser del tipo que no genere chispa o a prueba de explosión. *Nunca abra o intente abrir válvulas de cilindros de hidrógeno a menos que estén conectadas con el equipo que se vaya a utilizar;* el gas que escapa puede inflamarse espontáneamente. Abra lentamente la válvula. Si la válvula es difícil de abrir, interrumpa su uso y comuníquese con su proveedor. Cierre la válvula de un cilindro después de cada uso; manténgala cerrada incluso cuando esté vacío. *Nunca intente levantar un cilindro por su capuchón;* éste tiene sólo el objeto de proteger a la válvula. Nunca inserte un objeto (por ejemplo llaves, desarmadores, palancas) en las aberturas del capuchón; el hacer esto puede dañar la válvula y ocasionar que fugue. Utilice una llave de banda ajustable para remover los capuchones que estén excesivamente apretados u oxidados. Para obtener mayor información acerca de otras precauciones en la utilización de hidrógeno, consulte la sección 16.

**PRECAUCIONES QUE DEBEN TOMARSE PARA EL ALMACENAJE:** Almacene y utilice el producto sólo con ventilación adecuada. Almacene sólo en donde la temperatura no exceda de 125°F (52°C). Separe los cilindros de hidrógeno del oxígeno, cloro y otros oxidantes por lo menos a 20 ft (6.1 m) de distancia, o colocar un letrero de "no fumar o no usar flamas abiertas" en las áreas de almacenamiento y uso. No debe haber fuentes de ignición. Separar los cilindros y protegerlos de un riesgo potencial de fuego y/o explosión siguiendo los códigos apropiados y requisitos (ejemplo: STPS, NFPA 30, NFPA 55, NFPA 70 y/o NFPA221) o de acuerdo a la autoridad correspondiente. Siempre asegure los cilindros de forma vertical para evitar que se caigan o los tiren. Instale el tapón de protección de la válvula firmemente en su lugar de forma manual si este es proveído, cuando el cilindro no esté siendo utilizado. Todo el equipo eléctrico de las áreas de almacenaje deberá ser a prueba de explosión. Almacene los cilindros llenos y vacíos de forma separada. Utilice un sistema de almacenamiento primeras entradas primeras salidas para prevenir un almacenamiento de cilindros llenos por un largo periodo de tiempo.

**PUBLICACIONES RECOMENDADAS:** Para obtener información específica acerca del hidrógeno, consulte la publicación NFPA 50A, *Norma para Sistemas de Hidrógeno Gas en Sitios del Cliente*, publicada por la National Fire Protection Association, 1 Batterymarch Park, PO Box 9101, Quincy, MA 02269-9101; 1-800-344-3555; [www.nfpa.org](http://www.nfpa.org).

## 8. Controles de Exposición/Protección Personal

COMPONENTE	PEL DE OSHA	TLV - TWA DE ACGIH (2012)	NOM-010 STPS-1999/ LME-PPT	NOM-010 STPS-1999 / LMPE-CT o Pico
Hidrógeno	N.E.*	Asfixiante simple.	N.E.*	N.E.*

\*N.E. = No Establecido.

IDLH = No aplicable.

### CONTROLES DE INGENIERÍA:

**Ventilación Local.** La utilización de un sistema de ventilación local a prueba de explosión es aceptable. Consulte ESPECIAL.

**Ventilación Mecánica (General).** Inadecuado; consulte ESPECIAL.

**Especial.** Utilice sólo en un sistema cerrado.

**Otros.** Consulte ESPECIAL.

### EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL:

**Protección Cutánea:** Se deben utilizar guantes para el manejo de cilindros y zapatos con protección metatarsiana para el manejo de los mismos. Seleccione esto de conformidad con lo establecido en OSHA 29 CFR 1910.136 y 1910.138 y en México: STPS NOM-017-2008.

**Protección Ocular/Rostro:** Seleccione esto de conformidad con lo establecido en OSHA 29 CFR 1910.133 y en México: STPS NOM-017-2008.

**Protección Respiratoria.** No se requiere bajo uso normal. Sin embargo se deberá utilizar un dispositivo de respiración autónomo en espacios confinados. La protección respiratoria deberá conformarse con lo establecido en las reglas de la OSHA, de acuerdo con lo especificado en 29 CFR 1910.134. Seleccione lo anterior de acuerdo con OSHA 29 CFR 1910.134 y ANSI Z88.2 en USA. O de acuerdo con lo especificado en: STPS NOM-017-2008, NOM-116-1994 en México

## 9. Propiedades Físicas y Químicas

APARIENCIA:	Gas incoloro
OLOR:	Inoloro.
UMBRAL DE OLOR:	No aplicable.
ESTADO FISICO:	Gas a temperatura y presión normales
pH:	No aplicable
PUNTO DE FUSION a 1 atm:	-434.56°F (-259.2°C)
PUNTO DE EBULLICION a 1 atm:	-422.97°F (-252.76°C)
PUNTO DE INFLAMACIÓN (método de prueba):	No disponible.
RANGO DE EVAPORACIÓN (Acetato de Butilo = 1):	No aplicable.
INFLAMABILIDAD:	Inflamable
LIMITES DE INFLAMABILIDAD EN EL AIRE, % por volumen:	INFERIOR: 4.0%      SUPERIOR: 75.0%

DENSIDAD DE LIQUIDO a punto de ebullición y 1 atm:	4.43 lb/ft <sup>3</sup> (70.96 kg/m <sup>3</sup> )
PRESIÓN DE VAPOR a 68°F (20°C):	No aplicable.
DENSIDAD DE VAPOR a 70°F (21.1°C) y 1 atm:	0.0052 lb/ft <sup>3</sup> (0.083 kg/m <sup>3</sup> )
GRAVEDAD ESPECIFICA: (H <sub>2</sub> O = 1) a 19.4°F (-7°C):	No disponible.
GRAVEDAD ESPECIFICA (Aire = 1) a 32°F (0°C) y 1 atm:	0.07
SOLUBILIDAD EN AGUA vol/vol a 60°F (15.6°C) y 1 atm:	0.019
COEFICIENTE DE PARTICIÓN: n-octanol/agua:	No disponible.
TEMPERATURA DE AUTOIGNICIÓN:	1051°F (566°C)
TEMPERATURA DE DESCOMPOSICIÓN:	No disponible.
POR CIENTO DE VOLATILES POR VOLUMEN:	100
PESO MOLECULAR:	2.016
FORMULA MOLECULAR:	H <sub>2</sub>

### 10. Estabilidad y Reactividad

ESTABILIDAD QUÍMICA:  Inestable  Estable

CONDICIONES QUE DEBEN EVITARSE: No se conocen.

MATERIALES INCOMPATIBLES: Agentes oxidantes, litio, halógenos.

PRODUCTOS DE DESCOMPOSICIÓN PELIGROSA: Ninguno

POSIBILIDAD DE REACCIONES PELIGROSAS:  Pueden Ocurrir  No Ocurrirán

Gas inflamable. Forma mezclas explosivas con el aire y agentes oxidantes.

### 11. Información Toxicológica

EFFECTOS POR DOSIFICACIÓN AGUDA: El hidrógeno es un asfixiante simple.

RESULTADOS DEL ESTUDIO: Se desconocen.

### 12. Información Ecológica

ECOTOXICIDAD: No se esperan efectos ecológicos adversos.

OTROS EFECTOS ADVERSOS: El hidrógeno no contiene ninguna de las sustancias químicas que agotan la capa de ozono de Clase I o Clase II.

### 13. Consideraciones para el Desecho

MÉTODO DE DESECHO DE DESPERDICIOS: No intente desechar cantidades residuales o no utilizadas. Devuelva el cilindro al proveedor.

### 14. Información de Transportación

NOMBRE DE EMBARQUE SCT/DOT/IMO: Hidrógeno Comprimido

CLASE DE RIESGO: 2.1	GRUPO/Zona de Envase: NA*	NÚMERO DE IDENTIFICACIÓN: UN1049	RQ DE PRODUCTO: Ninguna
ETIQUETA(S) DE EMBARQUE:		GAS INFLAMABLE	
RÓTULO (cuando se requiera):		GAS INFLAMABLE	

\*NA = No aplicable.

**INFORMACIÓN DE EMBARQUE ESPECIAL:** Los cilindros deben transportarse en una posición segura, en un vehículo bien ventilado. Los cilindros que se transporten en un compartimiento cerrado y no ventilado de un vehículo pueden representar un riesgo serio de seguridad.

El embarque de cilindros de gas comprimido que se hayan llenado sin el consentimiento del propietario, constituirá como tal violación de ley federal [49 CFR 173.301 (b)].

**CONTAMINANTES MARINOS:** El hidrógeno no se encuentra listado como un contaminante marino de acuerdo con el DOT.

## 15. Información de Reglamentación

Los siguientes requisitos de reglamentación seleccionados podrían aplicar a este producto. No todos los requisitos se identifican. Los usuarios de este producto son los únicos responsables por el cumplimiento con la reglamentación federal, estatal y local respectiva.

### Reglamentación Federal de México

Secretaría del Trabajo y Previsión Social. El Hidrógeno esta listado como una sustancia capaz de generar contaminación en el medio ambiente laboral de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-STPS-010-1999.

Secretaría de Gobernación -Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, El Hidrógeno esta listado como una sustancia como actividades altamente riesgosa en cantidades por arriba de 500 Kg. en fase gaseosa y deberá ser reportada.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales: El Hidrógeno no esta listado como residuo peligroso de acuerdo a la norma oficial mexicana NOM-052 SEMARNAT-2005

### REGLAMENTACIÓN FEDERAL DE LOS ESTADOS UNIDOS:

EPA (ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY)

CERCLA: COMPREHENSIVE ENVIRONMENTAL RESPONSE, COMPENSATION, AND LIABILITY ACT OF 1980 (40 CFR Partes 117 y 302):

Cantidad Reportable (RQ): Ninguna

SARA: SUPERFUND AMENDMENT AND REAUTHORIZATION ACT:

**SECCIONES 302/304:** Se requiere de planeación de emergencia con base en la Cantidad de Planeación Umbral (TPQ) así como la generación de reportes de fugas con base en las Cantidades Reportables (RQ) de Sustancias Extremadamente Peligrosas (EHS) (40 CFR Parte 355):

TPQ: Ninguna

RQ DE EHS (40 CFR 355): Ninguna

**SECCIONES 311/312:** Se requiere de la presentación de HDSP así como la generación de reportes de inventarios de sustancias químicas con identificación de categorías de riesgo de la EPA. Las categorías de riesgo de este producto son las siguientes:

**INMEDIATO:** No  
**RETARDADO:** No

**PRESIÓN:** Sí  
**REACTIVIDAD:** No  
**FUEGO:** Sí

**SECCIÓN 313:** Se requiere la presentación de reportes anuales sobre la liberación de sustancias químicas tóxicas de acuerdo con lo indicado en 40 CFR Parte 372.

El hidrógeno no está sujeto a los requisitos de generación de reportes en virtud de la Sección 313.

**40 CFR 68: PROGRAMA DE ADMINISTRACIÓN DE RIESGOS PARA LA PREVENCIÓN DE LIBERACIÓN ACCIDENTAL DE SUSTANCIAS QUÍMICAS:** Se requiere del desarrollo e implementación de programas de administración de riesgos en instalaciones que manufacturen, utilicen, almacenen o de alguna otra forma manipulen sustancias reguladas en cantidades que excedan de los umbrales especificados.

El hidrógeno se encuentra listado como una sustancia regulada en cantidades de 10,000 lb (4536 Kg.) o mayores.

**TSCA:** TOXIC SUBSTANCES CONTROL ACT: El hidrógeno se encuentra listado en el inventario de la TSCA.

**OSHA:** (OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH ADMINISTRATION):

29 CFR 1910.119: ADMINISTRACIÓN DE SEGURIDAD DE PROCESOS DE SUSTANCIAS QUÍMICAS ALTAMENTE PELIGROSAS: Se requiere que las instalaciones desarrollen un programa de administración de seguridad de procesos que se base en las Cantidades Umbral (TQ) de sustancias químicas altamente peligrosas.

El hidrógeno no se encuentra listado en el Apéndice A como una sustancia química altamente peligrosa. Sin embargo, en cualquier proceso en donde se involucre un gas inflamable en una instalación dada en cantidades de 10,000 lb (4536 kg) o mayores quedará contemplado bajo esta reglamentación a menos que el gas sea utilizado como un combustible.

#### REGLAMENTACIONES ESTATALES:

**CALIFORNIA:** El hidrógeno no está listado en California bajo la SAFE DRINKING WATER AND TOXIC ENFORCEMENT ACT OF 1986 (Propuesta 65).

**PENNSYLVANIA:** El hidrógeno está sujeto a la PENNSYLVANIA WORKER AND COMMUNITY RIGHT-TO-KNOW ACT (35 P.S. Secciones 7301-7320).

### 16. Otra información

Asegúrese de leer y entender todas las etiquetas e instrucciones que vienen con todos los contenedores de este producto.

**OTRAS CONDICIONES PELIGROSAS RELACIONADAS CON EL MANEJO, ALMACENAJE Y USO:** *Gas inflamable a alta presión. Utilice sólo en un sistema cerrado. Utilice tubería y equipo que estén adecuadamente diseñados para soportar las presiones y temperaturas bajo las cuales se vaya a operar. Utilice un dispositivo de prevención de contraflujo en la tubería. El gas puede ocasionar rápida asfixia debido a deficiencia de oxígeno* Almacene y utilice sólo con ventilación adecuada. *Nunca trabaje en un sistema presurizado.* Si se detecta una fuga, cierre la válvula del cilindro. Ventee el sistema de forma segura y ambientalmente correcta en pleno cumplimiento de la legislación federal, estatal y local; posteriormente repare la fuga. *Nunca sitúe un cilindro de gas comprimido en donde pueda tomarse en parte de un circuito eléctrico.*

**MEZCLAS:** Al mezclar dos o más gases o gases licuados, se pueden generar riesgos adicionales e inesperados. Obtenga y evalúe la información de seguridad de cada componente antes de generar la mezcla. Consulte a su experto en higiene industrial o alguna otra persona debidamente capacitada al evaluar el producto final. Recuerde, los gases y líquidos cuentan con propiedades que pueden ocasionar lesiones serias o la muerte.

#### SISTEMAS DE CLASIFICACIÓN DE RIESGOS:

##### CLASIFICACIONES NFPA:

SALUD	= 0
INFLAMABILIDAD	= 4
INESTABILIDAD	= 0
ESPECIAL	= Ninguno

##### CLASIFICACIONES HMIS:

SALUD	= 0
INFLAMABILIDAD	= 4
RIESGO FÍSICO	= 3

**CONEXIONES DE VÁLVULA ESTÁNDAR PARA LOS ESTADOS UNIDOS Y EL CANADÁ:**

<b>ROSCADAS:</b>	0-3000 psig 3301-5500 psig 5501-7500 psig No aplicable	CGA-350 CGA-695 CGA-703
<b>YUGO "PIN-INDEXED":</b>	CGA-724	
<b>CONEXIÓN DE ULTRA ALTA INTEGRIDAD:</b>		

Utilice conexiones CGA adecuadas. **NO UTILICE ADAPTADORES.** Podrían aplicar conexiones adicionales estándar limitadas adicionales. Consulte el folleto V-1 de la CGA que se lista a continuación.

**20.3 OXÍGENO:**

**Hoja de Datos de Seguridad de Producto de Praxair**

**1. Producto Químico e Identificación de la Compañía**

<b>Nombre del Producto:</b> Oxígeno, comprimido (HDSP No. P-4638-G)	<b>Nombres Comerciales:</b> Oxígeno, Oxígeno Medipure®
<b>Nombre Químico:</b> Oxígeno	<b>Sinónimos:</b> Dioxígeno
<b>Familia Química:</b> Gas permanente	<b>Grados de Producto:</b> Industrial, Oxígeno de Respiración para Aviadores, USP, 2.6, 2.6-Cero, 4.0-Sin Hidrocarburos, 4.3-UHP, 5.0-Investigación, 6.0
<b>Teléfono Emergencia:</b> 01-800-723-3244* 01-800-SAFE24-H*	<b>Nombre de la Compañía:</b> Praxair México S. de R. L. de C. V. Biólogo Maximino Martínez No 3804 San Salvador Xochimanca C.P. 02870 México D. F.

*\*Llame a los números de emergencia las 24 horas del día sólo en caso de derrames, fugas, fuego, exposición o accidentes que involucren este producto.*

**2. Identificación de Riesgos**

**GENERALIDADES SOBRE EMERGENCIAS**

**¡ADVERTENCIA! Gas oxidante, a alta presión.  
El producto acelera vigorosamente la combustión.  
Los rescatistas podrían requerir la utilización de dispositivos de respiración autónomos.  
Bajo condiciones ambientales, es un gas incoloro, inoloro e insípido.**

**ESTATUS DE REGLAMENTACIÓN DE LA OSHA:** Este material es considerado como peligroso por la Norma de Comunicación de Riesgos de la OSHA (29 CFR 1910.1200).

## EFFECTOS POTENCIALES PARA LA SALUD:

### Efectos por Sobreexposición Simple (Aguda)

**Inhalación.** La respiración de oxígeno al 80% o más a presión atmosférica durante varias horas puede ocasionar constipación nasal, tos, dolor de garganta, dolor de pecho y dificultad para respirar. A presiones más altas, los efectos adversos de la respiración de oxígeno puro son más probables y podrían ocurrir más rápidamente. La respiración de oxígeno puro bajo presión puede dañar los pulmones y afectar el Sistema Nervioso Central (CNS por sus siglas en Inglés), producir mareo, baja coordinación, sensación de hormigueo, afectación visual y auditiva, contracciones musculares, pérdida del conocimiento y convulsiones. Las personas que respiran oxígeno bajo presión podrían adaptarse más lentamente a la oscuridad y padecer reducción de su visión periférica.

**Contacto con la Piel.** No se esperan lesiones.

**Ingestión.** Este producto es un gas a temperatura y presión normales.

**Contacto Ocular.** No se esperan lesiones.

**Efectos por Sobreexposición Repetida (Crónica).** No se esperan lesiones.

Copyright © 1978, 1985, 1992, 1997, 2003-2004, 2006, 2014, Praxair Technology, Inc.  
Todos los derechos reservados.

Página 1 de 10

| Una línea vertical en el margen izquierdo indica que es material nuevo o revisado.

Otros Efectos por Sobreexposición. Consulte la sección 11, Información Toxicológica.

Padecimientos Médicos Agravados por Sobreexposición. Consulte la sección 11, Información Toxicológica.

CARCINOGENICIDAD: El oxígeno no está listado por NTP, OSHA, o IARC.

EFFECTOS AMBIENTALES POTENCIALES. Para obtener mayor información, consulte la sección 12, Información Ecológica.

### 3. Composición/Información Sobre Ingredientes

Consulte la sección 16 para obtener información importante acerca de las mezclas.

COMPONENTE	NÚMERO CAS	CONCENTRACIÓN
Oxígeno	7782-44-7	>99%*

\* El símbolo > significa "mayor que".

### 4. Medidas de Primeros Auxilios

**INHALACIÓN:** Retire a la víctima de inmediato a un lugar en donde haya aire fresco. Administre respiración artificial si la víctima no respira. Mantenga a la víctima caliente y en reposo. Llame a un médico. Informe al especialista que la víctima ha sido expuesta a altas concentraciones de oxígeno.

**CONTACTO CON LA PIEL:** Lave con agua y jabón; busque atención médica si persisten las molestias.

**INGESTIÓN:** Este producto es un gas a temperatura y presión normales.

**CONTACTO OCULAR:** Enjuague de inmediato los ojos con agua. Sustenga los párpados separados y alejados de las órbitas de los ojos para asegurarse que todas las superficies sean enjuagadas perfectamente. Solicite atención médica si persisten las molestias.

**NOTAS PARA EL MÉDICO:** El tratamiento de soporte deberá incluir sedación inmediata, terapia anticonvulsiva si se requiere y reposo. Consulte la sección 11, Información Toxicológica.

## 5. Medidas Contra Incendios

**PROPIEDADES INFLAMABLES:** Agente oxidante; el producto acelera vigorosamente la combustión. El contacto con materiales inflamables puede ocasionar incendio o explosión.

**MEDIOS DE EXTINCIÓN ADECUADOS:** El producto acelera vigorosamente la combustión. Utilice los medios adecuados para extinguir el fuego circundante. El agua (por ejemplo, regaderas de seguridad) es el método preferido de extinción en caso de que la ropa se incendie.

**PRODUCTOS DE COMBUSTIÓN:** No aplicable.

**PROTECCIÓN PARA ESCUADRONES DE BOMBEROS:** ¡ADVERTENCIA! Gas oxidante a alta presión. Evacue a todo el personal del área de riesgo. Enfríe de inmediato los cilindros con rocío de agua desde una distancia máxima; después retírelos del área del incendio si esto no conlleva riesgo. Los rescatistas podrían requerir de la utilización de dispositivos de respiración autónomos. Las brigadas contra incendios del sitio deberán cumplir con lo establecido en OSHA 29 CFR 1910.156.

**Riesgos Específicos Físicos y Químicos.** El calor de un incendio puede ocasionar un aumento de presión en el cilindro y ocasionar su ruptura. Los cilindros de oxígeno vienen equipados con un dispositivo de alivio de presión. (Pueden existir excepciones cuando sea autorizado por el DOT). Ninguna parte de un cilindro deberá estar sujeta a temperaturas superiores a 125°F (52°C) El fumar, abrir flamas o generar chispas eléctricas en presencia de atmósferas enriquecidas con oxígeno representa riesgos potenciales de explosión.

Equipo de Protección y Precauciones para Escuadrones de Bomberos. Los bomberos deberán utilizar equipos de respiración autónomos y equipo completo para extinción de incendios.

## 6. Medidas en Caso de Liberación Accidental

**PASOS QUE DEBEN TOMARSE SI EL MATERIAL SE LIBERA O DERRAMA:**

¡ADVERTENCIA! Gas oxidante a alta presión.

**Precauciones Personales.** Corte el flujo si esto no conlleva riesgo. Ventile el área o lleve el contenedor a un área bien ventilada. Remueva todos los materiales inflamables de las cercanías. Nunca se deberá permitir que el oxígeno entre en contacto con superficies que contengan aceite, ropa que contenga grasa u otros materiales combustibles.

**Precauciones Ambientales.** Evite que los desechos contaminen el medio ambiente circundante. Mantenga al personal alejado. Deseche cualquier producto, residuo, contenedor desechable o camisa de forma ambientalmente aceptable, en pleno cumplimiento de la reglamentación federal, estatal y local correspondiente. Si es necesario, comuníquese con su proveedor local para obtener asistencia.

## 7. Manejo y Almacenaje

**PRECAUCIONES QUE DEBEN TOMARSE PARA SU MANEJO:** *Proteja los cilindros en contra de daños.* Utilice carretillas adecuadas para mover los cilindros; éstos no deben arrastrarse, rolarse, deslizarse o dejarse caer. Nunca intente levantar un cilindro por su capuchón; éste tiene por objeto proteger la válvula. Nunca inserte un objeto (por ejemplo llaves, destornilladores, palancas) en las aberturas del capuchón; el hacer esto puede dañar la válvula y ocasionar fugas. Utilice una llave de banda ajustable para remover los capuchones que estén apretados excesivamente u oxidados. **Abra la válvula lentamente.** Si la válvula es difícil de abrir, interrumpa su utilización y comuníquese con su proveedor. Cierre la válvula después de cada uso; manténgala cerrada incluso cuando el cilindro esté vacío. Nunca aplique flama o calor localizado directamente en ninguna parte del cilindro. Las altas temperaturas pueden dañar al cilindro y ocasionar que el dispositivo de alivio de presión falle prematuramente, venteando el contenido del cilindro. Para obtener información acerca de otras precauciones para la utilización de esta mezcla, consulte la sección 16.

**PRECAUCIONES QUE DEBEN TOMARSE PARA EL ALMACENAJE:** Almacene y utilice el producto sólo con ventilación adecuada, alejado de aceite, grasa y otros hidrocarburos. Separe los cilindros de oxígeno de otros inflamables por lo menos 20 ft (6.1 m) de distancia o utilice una barricada de material no combustible. Esta barricada debe ser de por lo menos 5 ft (1.53 m) de alto y contar con una clasificación de resistencia al fuego de por lo menos ½ hora. **Asegure firmemente los cilindros** en forma vertical para evitar que se caigan o que los tiren. Atornille el tapón de protección de la válvula firmemente en su lugar de forma manual. Almacene los cilindros sólo en donde la temperatura no exceda de 125°F (52°C). Almacene los cilindros llenos y vacíos por separado. Utilice un sistema de inventario de primeras entradas primeras salidas para evitar almacenar cilindros llenos por períodos prolongados.

**PUBLICACIONES RECOMENDADAS:** Para obtener mayor información acerca del almacenaje, manejo y utilización, consulte las publicaciones de Praxair P-14-153, *Lineamientos para el Manejo de Cilindros y Contenedores de Gas*; P-15-276, *Almacenaje y Manejo Seguro de Oxígeno*; y P-3499, *Precauciones de Seguridad y Planeación de Respuesta Ante Emergencias*. Obtenga las mismas de su proveedor local.

## 8. Controles de Exposición/Protección Personal

Consulte la sección 16 para obtener información importante acerca de productos derivados que se generan en procesos de soldado y corte.

COMPONENTE	PEL DE OSHA	TLV - TWA DE ACGIH (2006)
Oxígeno	N.E.*	N.E.*

\*N.E. = No Establecido.

IDLH = No disponible.

### CONTROLES DE INGENIERÍA:

**Ventilación Local.** Utilice un sistema de ventilación local, si es necesario, para evitar incremento de concentraciones de oxígeno y, en soldado, para mantener los humos y gases peligrosos por debajo de los límites de exposición aplicables en la zona de respiración de los trabajadores.

**Ventilación Mecánica (General).** La ventilación mecánica (general) será aceptable si puede mantener un adecuado suministro de aire que no se encuentre enriquecido con oxígeno y que, durante las operaciones de soldado, pueda mantener los humos y gases peligrosos por debajo de los TLVs aplicables en la zona de respiración de los trabajadores.

Especial – Ninguno

Otros – Ninguno

### EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL:

**Protección Cutánea:** Utilice guantes de trabajo al manipular los cilindros, guantes de soldar durante operaciones de soldado. Los guantes no deberán contener aceite ni grasa. Se deben utilizar zapatos con protección metatarsiana para el manejo de los cilindros. Seleccione éstos de conformidad con lo establecido en OSHA 29 CFR 1910.132 y 1910.133. Según se requiera para operaciones de soldado, se deberá utilizar protección para las manos, cabeza y cuerpo para evitar lesiones debido a la radiación y chispas. (Consulte ANSI Z49.1). Como mínimo, esto incluye guantes para soldar y goggles de protección, y podría también incluir protección para los brazos, delantales, cascos, protección para los hombros y ropa adecuada. Independientemente del equipo de protección, nunca haga contacto con partes eléctricas vivas.

**Protección Ocular/Rostro:** Se deben utilizar lentes de seguridad al manejar los cilindros. Para operaciones de soldado, se deberán utilizar goggles con lentes de filtro seleccionados de acuerdo con lo establecido en ANSI Z49.1. Se deberá contar con mallas y goggles de protección si es necesario para proteger a otros. Seleccione éstos de conformidad con lo establecido en OSHA 29 CFR 1910.133.

**Protección Respiratoria:** No se requiere bajo utilización normal. Sin embargo, se podría requerir de respiradores alimentados con aire al trabajar en espacios confinados con este producto. Para operaciones de soldado, se deberán utilizar respiradores alimentados con aire o autónomos según sea adecuado cuando la ventilación local o mecánica (general) sea inadecuada. Se deberá mantener una ventilación adecuada para conservar la exposición de los trabajadores por debajo de los TLVs aplicables con respecto de humos, gases y otros productos derivados de las operaciones de soldado con oxígeno. Consulte las secciones 2, 10 y 16 para obtener mayor información. La protección respiratoria deberá conformarse con lo indicado en OSHA 29 CFR 1910.134. Seleccione lo anterior de acuerdo con lo indicado en OSHA 29 CFR 1910.134 y ANSI Z88.2.

## 9. Propiedades Físicas y Químicas

APARIENCIA:	Gas incoloro, inoloro e insípido a temperatura y presión normales.
OLOR:	Ninguno.
UMBRAL DE OLOR:	No disponible.
ESTADO FÍSICO:	Gas a temperatura y presión normales.
pH:	No aplicable.
PUNTO DE FUSIÓN a 1 atm:	-361.82°F (-218.79°C)
PUNTO DE EBULLICIÓN a 1 atm:	-297.36°F (-182.98°C)
PUNTO DE INFLAMACIÓN (método de prueba):	-62°F (-52.2°C) TCC ASTM D56
RANGO DE EVAPORACIÓN (Acetato de Butilo = 1):	No aplicable.
INFLAMABILIDAD:	No aplicable.
LIMITES DE INFLAMABILIDAD EN EL AIRE, % por volumen:	INFERIOR: No Aplicable SUPERIOR: No Aplicable
PRESIÓN DE VAPOR a 68°F (20°C):	No aplicable.
DENSIDAD DE VAPOR a 70°F (21.1°C) y 1 atm:	0.0827 lb/ft <sup>3</sup> (1.325 kg/m <sup>3</sup> )

GRAVEDAD ESPECÍFICA: (H <sub>2</sub> O = 1) a punto de ebullición:	1.141
GRAVEDAD ESPECÍFICA (Aire = 1) a 70°F (21.1°C) y 1 atm:	1.105
SOLUBILIDAD EN AGUA vol/vol a 32°F (0°C):	0.0489
COEFICIENTE DE PARTICIÓN: n-octanol/agua:	No disponible.
TEMPERATURA DE AUTOIGNICIÓN:	No aplicable.
TEMPERATURA DE DESCOMPOSICIÓN:	No disponible.
POR CIENTO DE VOLÁTILES POR VOLUMEN:	100
PESO MOLECULAR:	31.9988
FÓRMULA MOLECULAR:	O <sub>2</sub>

## 10. Estabilidad y Reactividad

ESTABILIDAD QUÍMICA:  Inestable  Estable

CONDICIONES QUE DEBEN EVITARSE: Se desconocen.

MATERIALES INCOMPATIBLES: Materiales combustibles, asfalto, materiales inflamables, especialmente aceites y grasas. El oxígeno reacciona con muchos materiales.

PRODUCTOS DE DESCOMPOSICIÓN PELIGROSA: Se desconocen.

POSIBILIDAD DE REACCIONES PELIGROSAS:  Pueden Ocurrir  No Ocurrirán

## 11. Información Toxicológica

EFFECTOS POR DOSIFICACIÓN AGUDA: El proceso de soldado puede generar humos y gases peligrosos. (Consulte las secciones 2, 10, 15 y 16).

A concentración y presión atmosférica, el oxígeno no representa riesgos de toxicidad. A altas concentraciones, los infantes nacidos prematuramente pueden sufrir daño retinal retardado (fibroplasia retrolental) que puede avanzar al desprendimiento de retina y ceguera. También pueden presentarse daños en la retina en adultos expuestos a oxígeno al 100% por periodos prolongados (24 a 48 horas) o a presiones que excedan la presión atmosférica, especialmente en individuos cuya circulación retinal se haya visto comprometida previamente. Todas las personas expuestas por periodos prolongados a oxígeno a alta presión y que muestren signos de toxicidad claros, deberán someterse a exámenes oftalmológicos.

A dos o más atmósferas, ocurre toxicidad del Sistema Nervioso Central. Los síntomas incluyen náusea, vómito, mareo o vértigo, contracciones musculares, cambio de visión y pérdida del conocimiento así como ataques generalizados. A tres atmósferas, la toxicidad en el Sistema Nervioso Central ocurre en menos de dos horas; a seis atmósferas en tan sólo unos cuantos minutos.

Los pacientes que presenten padecimiento pulmonar obstructivo crónico retendrán bióxido de carbono anormalmente. Si se administra oxígeno, lo que elevará su concentración de oxígeno en la sangre, la respiración se tomará deficiente, y el bióxido de carbono retenido incrementará a un nivel peligroso.

La obstrucción de las vías respiratorias debido a exposición a altas concentraciones puede ocasionar colapso alveolar después de la absorción del oxígeno. De forma similar, la oclusión de las trompas de Eustaquio puede ocasionar retracción de los tambores de los oídos y obstrucción de los senos paranasales que pueden causar dolor de cabeza del tipo generado por vacío.

**RESULTADOS DE ESTUDIO:** Estudios en animales sugieren que la administración de ciertos medicamentos, incluyendo fenotiazina y cloroquina, incrementan la susceptibilidad a la toxicidad del oxígeno a altas concentraciones o presiones. Estudios en animales también indican que la deficiencia de vitamina E puede incrementar la susceptibilidad a la toxicidad del oxígeno.

## 12. Información Ecológica

**ECOTOXICIDAD:** No se conocen efectos.

**OTROS EFECTOS ADVERSOS:** La atmósfera contiene aproximadamente 21% de oxígeno. No se esperan efectos ecológicos adversos. El oxígeno no contiene ninguna de las sustancias químicas que agotan la capa de ozono de Clase I o Clase II.

## 13 Consideraciones para el Desecho

**MÉTODO DE DESECHO DE DESPERDICIOS:** No intente desechar las cantidades residuales o no utilizadas. Devuelva el cilindro al proveedor. Para desecho de emergencia, asegure el cilindro en un área bien ventilada o en exteriores; después descargue lentamente el gas a la atmósfera.

## 14. Información de Transportación

<b>NOMBRE DE EMBARQUE DOT/IMO:</b> Oxígeno, comprimido	
<b>CLASE DE RIESGO:</b> 2.2	<b>GRUPO/Zona de Envase:</b> NA*
<b>ETIQUETA(S) DE EMBARQUE:</b>	OXÍGENO. Puede utilizarse una etiqueta de oxígeno para embarques nacionales en los Estados Unidos y en el Canadá en lugar de etiquetas que indiquen GAS NO INFLAMABLE y OXIDANTE (49 CFR Parte 172).
<b>ROTULO (cuando se requiera):</b>	GAS NO INFLAMABLE u OXÍGENO.
*No disponible.	

**INFORMACIÓN DE EMBARQUE ESPECIAL:** Los cilindros deben transportarse en una posición segura, en un vehículo bien ventilado. Los cilindros que se transporten en un compartimiento cerrado y no ventilado de un vehículo pueden representar un riesgo serio de seguridad.

El embarque de cilindros de gas comprimido que se hayan llenado sin el consentimiento del propietario, constituirá como tal violación de ley federal [49 CFR 173.301 (b)].

**CONTAMINANTES MARINOS:** El oxígeno no se encuentra listado como un contaminante marino de acuerdo con el DOT.

## 15. Información de Reglamentación

Los siguientes requisitos de reglamentación seleccionados podrían aplicar a este producto. No todos los requisitos se identifican. Los usuarios de este producto son los únicos responsables por el cumplimiento de la reglamentación federal, estatal y local respectiva.

## REGLAMENTACIÓN FEDERAL DE LOS ESTADOS UNIDOS:

EPA (ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY)

CERCLA: COMPREHENSIVE ENVIRONMENTAL RESPONSE, COMPENSATION, AND LIABILITY ACT OF 1980 (40 CFR Partes 117 y 302):

Cantidad Reportable (RQ): Ninguna

SARA: SUPERFUND AMENDMENT AND REAUTHORIZATION ACT:

SECCIONES 302/304: Se requiere de planeación de emergencia con base en la Cantidad de Planeación Umbral (TPQ) así como la generación de reportes de fugas con base en las Cantidades Reportables (RQ) de Sustancias Extremadamente Peligrosas (EHS) (40 CFR Parte 355):

TPQ: Ninguna

RQ DE EHS (40 CFR 355): Ninguna

SECCIONES 311/312: Se requiere de la presentación de HDSP así como la generación de reportes de inventarios de sustancias químicas con identificación de categorías de riesgo de la EPA. Las categorías de riesgo de este producto son las siguientes:

INMEDIATO: No

RETARDADO: No

PRESIÓN: Sí

REACTIVIDAD: No

FUEGO: Sí

SECCIÓN 313: Se requiere la presentación de reportes anuales sobre la liberación de sustancias químicas tóxicas de acuerdo con lo indicado en 40 CFR Parte 372.

El oxígeno no requiere de la generación de reportes en virtud de la Sección 313.

40 CFR 68: PROGRAMA DE ADMINISTRACIÓN DE RIESGOS PARA LA PREVENCIÓN DE LIBERACIÓN ACCIDENTAL DE SUSTANCIAS QUÍMICAS: Se requiere del desarrollo e implementación de programas de administración de riesgos en instalaciones que manufacturen, utilicen, almacenen o de alguna otra forma manipulen sustancias reguladas en cantidades que excedan de los umbrales especificados.

El oxígeno no se encuentra listado como una sustancia regulada.

TSCA: TOXIC SUBSTANCES CONTROL ACT: El oxígeno se encuentra listado en el inventario de la TSCA.

OSHA: OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH ADMINISTRATION:

29 CFR 1910.119: ADMINISTRACIÓN DE SEGURIDAD DE PROCESOS DE SUSTANCIAS QUÍMICAS ALTAMENTE PELIGROSAS: Se requiere que las instalaciones desarrollen un programa de administración de seguridad de procesos que se base en las Cantidades Umbral (TQ) de sustancias químicas altamente peligrosas.

El oxígeno no se encuentra listado en el Apéndice A como una sustancia química altamente peligrosa.

## REGLAMENTACIÓN ESTATAL:

CALIFORNIA: El oxígeno no se encuentra listado por California bajo la SAFE DRINKING WATER AND TOXIC ENFORCEMENT ACT OF 1986 (Propuesta 65).

PENNSYLVANIA: El oxígeno está sujeto a la PENNSYLVANIA WORKER AND COMMUNITY RIGHT-TO-KNOW ACT (35 P.S. Secciones 7301-7320).

## 16. Otra información

Asegúrese de leer y entender todas las etiquetas e instrucciones que vienen con todos los contenedores de este producto.

ADVERTENCIA: Los grados medicinales de oxígeno están sujetos a estricta reglamentación federal y sólo deberán utilizarse bajo el control de un médico u otro profesional de la salud que esté familiarizado con el producto y sus riesgos.

**OTRAS CONDICIONES PELIGROSAS RELACIONADAS CON EL MANEJO, ALMACENAJE Y USO:** *Gas oxidante a alta presión.* Limpie todos los indicadores (manómetros), válvulas, reguladores, tubería y equipo que vaya a utilizarse en servicio de oxígeno de acuerdo con lo establecido en el folleto G-4.1 de la CGA. Mantenga limpios de aceite y grasa los cilindros y sus válvulas. Se deberá utilizar tubería y equipo que estén adecuadamente diseñados para soportar las presiones bajo las cuales se vaya a operar. Utilice un dispositivo de prevención de contraflujo en la tubería. **Nunca utilice oxígeno como sustituto de aire comprimido.** Nunca utilice un chorro de oxígeno para efectos de limpieza de ningún tipo, especialmente en ropa. El oxígeno incrementa la probabilidad de generar un incendio. **Nunca trabaje en un sistema presurizado.** Si se presentan fugas, cierre la válvula del cilindro. Ventee el sistema de forma segura y ambientalmente correcta en pleno cumplimiento con la legislación federal, estatal y local; posteriormente repare la fuga. **Nunca sitúe un cilindro de gas comprimido en donde pueda tornarse en parte de un circuito eléctrico.**

*El personal que se haya estado expuesto a altas concentraciones de oxígeno* deberá permanecer en un área bien ventilada o abierta antes de ingresar a espacios confinados o a lugares que se encuentren cercanos a una fuente de ignición.

**PRECAUCIONES ESPECIALES:** *Utilización del producto en operaciones de soldado y corte.* Se deberán leer y entender las instrucciones del fabricante así como las etiquetas de precaución del producto. Solicite a su proveedor de productos de soldado una copia del folleto de seguridad gratuito de Praxair, P-2035, *Precauciones y Prácticas de Seguridad para Operaciones de Soldado, Corte y Calentamiento con Gas*, así como las publicaciones de seguridad de otros fabricantes. Para obtener información acerca de un tratamiento detallado, obtenga la publicación ANSI Z49.1, *Seguridad en Procesos de Soldado, Corte y Aleaciones*, publicada por la American Welding Society (AWS), 550 N.W. Le Jeune Rd., Miami, FL 33126, <http://www.aws.org/>, o consulte el sitio de Red de la OSHA en <http://www.osha-slc.gov/SLTC/weldingcuttingbrazing/>. Solicite los documentos de la AWS por conducto de Global Engineering Documents, 15 Inverness Way East, Englewood, CO 80112-5710, <http://global.ihc.com/>.

*Los arcos y chispas pueden inflamar los materiales combustibles.* Evite los incendios. Consulte la publicación NFPA 51B, *Norma para la Prevención de Incendios Durante Operaciones de Soldado, Corte y Otros Trabajos en Caliente.* **No golpee un arco eléctrico en un cilindro.** El defecto producido por una quemadura de arco eléctrico podría ocasionar ruptura del cilindro.

**MEZCLAS:** Al mezclar dos o más gases o gases licuados, se pueden generar riesgos adicionales e inesperados. Obtenga y evalúe la información de seguridad de cada componente antes de generar la mezcla. Consulte a su experto en higiene industrial o alguna otra persona debidamente capacitada al evaluar el producto final. Recuerde, los gases y líquidos cuentan con propiedades que pueden ocasionar lesiones serias o la muerte.

**MEZCLAS:** Al mezclar dos o más gases o gases licuados, se pueden generar riesgos adicionales e inesperados. Obtenga y evalúe la información de seguridad de cada componente antes de generar la mezcla. Consulte a su experto en higiene industrial o alguna otra persona debidamente capacitada al evaluar el producto final. Recuerde, los gases y líquidos cuentan con propiedades que pueden ocasionar lesiones serias o la muerte.

**SISTEMAS DE CLASIFICACIÓN DE RIESGOS:**

CLASIFICACIONES NFPA:		CLASIFICACIONES HMIS:	
SALUD	= 0	SALUD	= 0
INFLAMABILIDAD	= 0	INFLAMABILIDAD	= 0
INESTABILIDAD	= 0	RIESGO FÍSICO	= 3
ESPECIAL	= OX		

**CONEXIONES DE VÁLVULA ESTÁNDAR PARA LOS ESTADOS UNIDOS Y EL CANADÁ:**

ROSCADAS:	0-3000 psig	CGA-540
	3001-4000 psig	CGA-577
	4001-5500 psig	CGA-701
YUGO "PIN-INDEXED":	0-3000 psig	CGA-870 (Uso Medicinal)
CONEXIÓN DE ULTRA ALTA INTEGRIDAD:	0-3000 psig	CGA-714

Utilice las conexiones CGA adecuadas. **NO UTILICE ADAPTADORES.** Se podrían aplicar conexiones adicionales estándar limitadas adicionales. Consulte el folleto V-1 de la CGA y que se lista a continuación.

Consulte a su proveedor acerca de la literatura de seguridad gratuita de Praxair a la que se hace referencia en esta HDSP y en la etiqueta de este producto. Se puede obtener mayor información acerca del producto en los siguientes folletos publicados por la Compressed Gas Association, Inc. (CGA), 4221 Walney Road, 5<sup>th</sup> Floor, Chantilly, VA 20151-2923, Teléfono (703) 788-2700, <http://www.cganet.com/Publication.asp>.

- AV-1 *Safe Handling and Storage of Compressed Gases (Manejo y Almacenaje Seguro de Gases Comprimidos)*
- AV-8 *Characteristics and Safe Handling of Cryogenic Liquid and Gaseous Oxygen (Características y Manejo Seguro de Oxígeno Líquido Criogénico y Gas)*
- G-4 *Oxygen (Oxígeno)*
- G-4.1 *Cleaning Equipment for Oxygen Service (Limpieza de Equipo para Servicio de Oxígeno)*
- P-1 *Safe Handling of Compressed Gases in Containers (Manejo Seguro de Gases Comprimidos en Contenedores)*
- P-2 *Characteristics and Safe Handling of Medical Gases (Características y Manejo Seguro de Gases Medicinales)*
- P-39 *Oxygen-Rich Atmospheres (Atmósferas Enriquecidas con Oxígeno)*
- SB-2 *Oxygen-Deficient Atmospheres (Atmósferas con Deficiencia de Oxígeno)*
- SB-8 *Use of Oxy-Fuel Gas Welding and Cutting Apparatus (Utilización de Dispositivos de Soldado y Corte con Gas Oxy-Fuel)*
- V-1 *Compressed Gas Cylinder Valve Inlet and Outlet Connections (Conexiones de Entrada y Salida de Válvulas de Cilindros de Gas Comprimido)*
- *Handbook of Compressed Gases, Fourth Edition (Manual de Gases Comprimidos, Cuarta Edición)*

## 20.4 ARGÓN:

Producto: Argón, Comprimido

P-4563-I

Fecha: Abril de 2014

### Hoja de Datos de Seguridad de Producto de Praxair

#### 1. Producto Químico e Identificación de la Compañía

Nombre del Producto: Argón, comprimido (HDSP No. P-4563-I)		Nombre Comercial: Argón	
Nombre Químico:	Argón	Sinónimos: Gas de protección, argón 40	
Familia Química:	Gas raro	Grados de Producto: 4.8 Sin Oxígeno, 4.8 – Cero, 4.8 – Plasma Inductivamente Acoplado, 5.0, 5.5 – Analítico de Trazas, 6.0 – Investigación, Gas Industrial	
Teléfono:	Emergencias: 01-800-723-3244* 01-800-SAFE24-H*	Nombre de la Compañía:	Praxair México S. de R. L. de C. V. Biólogo Maximino Martínez No 3804 San Salvador Xochimanca C.P. 02870 México D. F.

\* Llame a los números de emergencia las 24 horas del día sólo en caso de derrames, fugas, fuego, exposición o accidentes que involucren este producto.

#### 2. Identificación de Riesgos

##### GENERALIDADES SOBRE EMERGENCIAS

**¡PRECAUCIÓN! Gas a alta presión.  
Puede ocasionar rápida asfixia.  
Puede causar mareo y somnolencia.  
Los rescatistas podrían requerir la utilización de dispositivos de respiración autónomos así  
como de ropa protectora.  
Bajo condiciones ambientales, este es un gas incoloro, inoloro e insípido.**

**ESTATUS REGLAMENTARIO DE LA OSHA:** Este material esta considerado como peligrosos por las Normas: NOM-018-STPS 2000 de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (México), y la Norma de Comunicación de Riesgos de OSHA (29 CFR 1910.1200) (USA).

##### EFFECTOS POTENCIALES CONTRA LA SALUD:

###### Efectos por Sobreexposición Simple (Aguda):

**Inhalación.** Asfixiante. Los efectos se deben a la falta de oxígeno. Las concentraciones moderadas pueden ocasionar dolor de cabeza, mareo, somnolencia, excitación, salivación excesiva, vómito y pérdida del conocimiento. La falta de oxígeno puede ser mortal.

**Contacto con la Piel.** No se esperan lesiones.

**Ingestión.** Una ruta poco probable de exposición. Este producto es un gas a temperatura y presión normales.

**Contacto Ocular.** No se esperan lesiones.

**Efectos por Sobreexposición Repetida (Crónica):** No se esperan lesiones.

**Otros Efectos por Sobreexposición:** El argón es un asfixiante. La falta de oxígeno puede ser mortal.

**Padecimientos Médicos Agravados por Sobreexposición:** La toxicología y las propiedades físicas y químicas del argón sugieren que la sobreexposición al producto es poco probable que agrave padecimientos médicos ya existentes.

**CARCINOGENICIDAD:** El argón no se encuentra listado por la STPS en México o NTP, OSHA o IARC en USA.

**EFFECTOS POTENCIALES SOBRE EL MEDIO AMBIENTE:** No se conocen. Para obtener mayor información, consulte la sección 12, Información Ecológica.

### 3. Composición/Información de los Ingredientes

Consulte la sección 16 para obtener información de importancia acerca de las mezclas.

COMPONENTE	NÚMERO CAS	CONCENTRACIÓN
Argón * El símbolo ">" significa "mayor que."	7440-37-1	>99%*

### 4. Medidas de Primeros Auxilios

**INHALACIÓN:** Retire de inmediato a la víctima a un lugar en donde haya aire fresco. Administre respiración artificial si la víctima no respira. Si la respiración se torna difícil, personal debidamente calificado deberá administrar oxígeno. Llame a un médico.

**CONTACTO CON LA PIEL:** Enjuague con agua. Si persisten las molestias, busque atención médica.

**INGESTIÓN:** Una ruta poco probable de exposición. Este producto es un gas a temperatura y presión normales.

**CONTACTO OCULAR:** Enjuague los ojos perfectamente con agua tibia. Sostenga los párpados abiertos y separados de las órbitas de los ojos para asegurarse que todas las superficies sean enjuagadas perfectamente. Si persisten las molestias, busque atención médica.

**NOTAS PARA EL MÉDICO:** No existe un antídoto en específico. El tratamiento por sobreexposición deberá dirigirse hacia el control de los síntomas y a la condición clínica del paciente. Consulte la sección 16.

### 5. Medidas Contra Incendios

**PROPIEDADES INFLAMABLES:** No inflamable.

**MEDIOS DE EXTINCIÓN ADECUADOS:** El argón no puede inflamarse. Utilice medios adecuados para apagar el fuego circundante.

**PRODUCTOS DE COMBUSTIÓN:** No aplicable.

**PROTECCIÓN PARA BOMBEROS: ¡PRECAUCIÓN! Gas a alta presión.** Evacue a todo el personal del área de riesgo. Enfríe de inmediato los cilindros con rocío de agua desde la distancia máxima; cuando éstos se hayan enfriado, retírelos del área del incendio si esto no conlleva riesgo. Los rescatistas podrían requerir de la utilización de dispositivos de respiración autónomos. (Consulte la sección 16 Las brigadas contra incendios del sitio deberán cumplir con lo establecido en las Normas: NOM-005-STPS 2008 (México), OSHA 29 CFR 1910.156 (USA).

**Riesgos Físicos y Químicos en Específico.** El calor de un incendio puede generar presión en el cilindro y ocasionar su ruptura. Ninguna parte de un cilindro deberá someterse a una temperatura que exceda de 125°F (52°C). Los cilindros de argón vienen equipados con un dispositivo de alivio de presión. (Podrán existir excepciones de acuerdo con lo autorizado por el DOT).

**Equipo de Protección y Precauciones para Escuadrones de Bomberos:** Los bomberos deberán utilizar equipo de protección personal así como equipo diseñado para combatir el fuego circundante.

## 6. Medidas en Caso de Liberación Accidental

### PASOS QUE DEBEN TOMARSE SI EL MATERIAL SE LIBERA O DERRAMA:

¡PRECAUCIÓN! Gas a alta presión.

**Precauciones Personales.** El argón es un asfixiante. La falta de oxígeno puede ser mortal. Evacue a todo el personal del área de riesgo. Se deberán utilizar dispositivos de respiración autónomos cuando se requiera. Corte la fuga si esto no conlleva riesgo. Ventile el área de la fuga o retire el cilindro a un área bien ventilada. Pruebe para corroborar que haya suficiente oxígeno, especialmente en espacios confinados, antes de permitir el reingreso a éstos.

**Precauciones Ambientales.** Mantenga al personal alejado. Deseche cualquier producto, residuo, contenedor desechable o camisa de forma ambientalmente aceptable, en pleno cumplimiento con la reglamentación federal, estatal y local correspondiente. Si es necesario, comuníquese con su proveedor local para obtener asistencia.

## 7. Manejo y Almacenaje

**PRECAUCIONES QUE DEBEN TOMARSE PARA SU MANEJO:** Proteja los cilindros en contra de daños. Utilice carretillas adecuadas para mover los cilindros; éstos no deben jalarse, rolarse, deslizarse o dejarse caer. Nunca intente levantar un cilindro por su capuchón. El capuchón tiene por objeto proteger a la válvula. Nunca inserte un objeto (por ejemplo llaves, destornilladores, palancas) en las aberturas del capuchón; el hacer esto se puede dañar la válvula y ocasionar fugas. Utilice una llave de banda ajustable para remover capuchones que estén apretados excesivamente u oxidados. Abra la válvula lentamente. Si la válvula es difícil de abrir, interrumpa su utilización y comuníquese con su proveedor. Cierre la válvula después de cada utilización; manténgala cerrada incluso cuando el cilindro esté vacío. Nunca aplique flama o calor localizado directamente en ninguna parte del cilindro. Las altas temperaturas pueden dañar al cilindro y ocasionar que el dispositivo de alivio de presión falle prematuramente, venteando el contenido del cilindro. Para obtener información acerca de otras precauciones para la utilización de la mezcla, consulte la sección 16.

**PRECAUCIONES QUE DEBEN TOMARSE PARA EL ALMACENAJE:** Almacene y utilice el producto sólo con ventilación adecuada. Asegure firmemente los cilindros en forma vertical para evitar que se caigan o que los tiren. Atornille el tapón de protección de la válvula firmemente en su lugar de forma manual. Almacene los cilindros sólo en donde la temperatura no exceda de 125°F (52°C). Almacene los cilindros llenos y vacíos por separado. Utilice un sistema de inventario de primeras entradas primeras salidas para evitar almacenar cilindros llenos por períodos prolongados.

## 8. Controles de Exposición/Protección Personal

Consulte la sección 16 para obtener mayor información acerca de los productos derivados que son generados durante las operaciones de soldado y corte.

COMPONENTE	OSHA PEL	TLV – TWA DE ACGIH (2009)	NOM-010 STPS-1999/ LME-PPT	NOM-010 STPS-1999 / LMPE-CT o Pico
Argón	N.E.*	Asfixiante simple	N.E.*	N.E.*

\*N.E. – No Establecido.

IDLH = No disponible

### CONTROLES DE INGENIERÍA:

**Ventilación Local.** Utilice un sistema de ventilación local, si es necesario para evitar deficiencia de oxígeno y mantener los humos y gases peligrosos por debajo de los límites de exposición aplicables dentro de la zona de respiración de los trabajadores.

**Ventilación Mecánica (General).** La ventilación de mecánica (general) será aceptable si puede mantener un adecuado suministro de aire y mantener los humos y gases peligrosos por debajo de los TLVs aplicables dentro de la zona de respiración de los trabajadores.

**Especial.** Ninguno.

**Otros.** Ninguno.

#### EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL:

**Protección Cutánea.** Se deberán utilizar guantes de trabajo al manipular los cilindros; guantes para soldar para operaciones de soldado. Se deben usar zapatos de protección metatarsiana para el manejo de los cilindros. Seleccione esto de conformidad con lo establecido en OSHA 29 CFR 1910.132 y 1910.133. Para operaciones de soldado, consulte la sección 16. Independientemente del equipo de protección, nunca haga contacto con partes eléctricas vivas.

**Protección Ocular/Rostro.** Se recomienda la utilización de lentes de seguridad al manipular los cilindros. Seleccione éstos de conformidad con lo establecido en OSHA 29 CFR 1910.133. Para operaciones de soldado, consulte la sección 16.

**Protección Respiratoria:** La protección respiratoria deberá cumplir con lo establecido en las reglas de la OSHA OSHA 29 CFR 1910.134, ANSI Z88.2 o MSHA 30 CFR 72.710 (donde sea aplicable), o de acuerdo con lo especificado en: STPS NOM-116-1994 en México, los requisitos deberán ser seguidos siempre y cuando las condiciones del lugar de trabajo garanticen el uso del respirador. Se deberá asegurar que el respirador tenga el nivel adecuado de protección para el nivel de exposición. Si un respirador con cartucho es utilizado este deberá ser el adecuado para los productos químicos a los que será expuesto (ejemplo un cartucho para vapores orgánicos). Para emergencias o instancias donde los niveles de exposición son desconocidos usar un equipo de aire autónomo. Una ventilación adecuada deberá mantener la exposición de los trabajadores por debajo de los límites de exposición aplicables para humos, gases y otros productos derivados de las actividades de soldadura.

## 9. Propiedades Físicas y Químicas

<b>APARIENCIA:</b>	Gas incoloro
<b>OLOR:</b>	Inoloro
<b>UMBRAL DE OLOR:</b>	No aplicable.
<b>ESTADO FÍSICO:</b>	Gas a temperatura y presión normales
<b>pH:</b>	No aplicable
<b>PUNTO DE FUSIÓN a 1 atm:</b>	-308.83°F (-189.35°C)
<b>PUNTO DE EBULLICIÓN a 1 atm:</b>	-302.57°F (-185.87°C)
<b>PUNTO DE INFLAMACIÓN (método de prueba):</b>	No aplicable
<b>RANGO DE EVAPORACIÓN (Acetato de Butilo = 1):</b>	No aplicable
<b>INFLAMABILIDAD:</b>	No inflamable
<b>LÍMITES DE INFLAMABILIDAD EN EL AIRE, % por volumen:</b>	<b>INFERIOR:</b> No aplicable <b>SUPERIOR:</b> No aplicable
<b>PRESIÓN DE VAPOR a 68°F (20°C):</b>	No aplicable
<b>DENSIDAD DE VAPOR a 70°F (21.1°C) y 1 atm:</b>	0.103 lb/ft <sup>3</sup> (1.654 kg/m <sup>3</sup> )
<b>GRAVEDAD ESPECÍFICA (H<sub>2</sub>O = 1) a punto de ebullición:</b>	1.40
<b>GRAVEDAD ESPECÍFICA (Aire = 1) a 70°F (21.1°C) y 1 atm:</b>	1.38
<b>SOLUBILIDAD EN AGUA vol/vol a 32°F (0°C) y 1 atm:</b>	0.056
<b>COEFICIENTE DE PARTICIÓN: n-octanol/agua:</b>	No disponible
<b>TEMPERATURA DE AUTOIGNICIÓN:</b>	No aplicable
<b>TEMPERATURA DE DESCOMPOSICIÓN:</b>	Ninguna
<b>POR CIENTO DE VOLÁTILES POR VOLUMEN:</b>	100
<b>PESO MOLECULAR:</b>	39.95
<b>FÓRMULA MOLECULAR:</b>	Ar

### 10. Estabilidad y Reactividad

**ESTABILIDAD QUÍMICA:**  Inestable  Estable

**CONDICIONES A EVITAR:** Se desconocen.

**MATERIALES INCOMPATIBLES:** No se conocen. El argón es químicamente inerte.

**PRODUCTOS DE DESCOMPOSICIÓN PELIGROSA:** Se pueden formar óxidos de ozono y nitrógeno debido a la radiación de un arco. (Consulte la sección 16). Pueden existir otros productos de descomposición debido a operación normal que se originen de la volatilización, reacción u oxidación del material con el que se esté trabajando.

**POSIBILIDAD DE REACCIONES PELIGROSAS:**  Pueden Ocurrir  No Ocurrirán

### 11. Información Toxicológica

**EFFECTOS POR DOSIFICACIÓN AGUDA:** El argón es un asfixiante simple. El proceso de soldado podría generar humos y gases peligrosos. (Consulte las secciones 10 y 16).

**RESULTADOS DEL ESTUDIO:** No se tiene conocimiento de efectos.

### 12. Información Ecológica

**ECOTOXICIDAD:** No se tiene conocimiento de efectos.

**OTROS EFECTOS ADVERSOS:** El argón no contiene ninguna de las sustancias químicas que agotan la capa de ozono de Clase I o Clase II.

### 13. Consideraciones para el Desecho

**MÉTODO DE DESECHO DE DESPERDICIOS:** No intente desechar cantidades residuales o no utilizadas. Devuelva el cilindro al proveedor. En caso de desecho de emergencia, asegure el cilindro en un área bien ventilada o en exteriores; posteriormente descargue el gas lentamente a la atmósfera.

### 14. Información de Transportación

<b>NOMBRE DE EMBARQUE NOM-002-SCT-2003 /DOT/IMO:</b>		Argón, comprimido	
<b>CLASE DE RIESGO:</b>	<b>GRUPO/ZONA DE ENVASE:</b>	<b>NÚMERO DE IDENTIFICACIÓN:</b>	<b>RQ DE PRODUCTO:</b>
2.2	NA*	UN 1006	Ninguna
<b>ETIQUETA(S) DE EMBARQUE:</b>		GAS NO INFLAMABLE.	
<b>RÓTULO (cuando se requiera):</b>		GAS NO INFLAMABLE	

\*NA – No Aplicable

**INFORMACIÓN DE EMBARQUE ESPECIAL:** Los cilindros deberán transportarse en una posición segura, en un vehículo bien ventilado. Los cilindros transportados en un compartimiento cerrado y no ventilado de un vehículo pueden presentar riesgos serios de seguridad.

El embarque de cilindros de gas comprimido que hayan sido llenados sin el consentimiento del propietario, constituye como tal violación de ley federal [49 CFR 173.301(b)].

**CONTAMINANTES MARINOS:** El argón no se encuentra listado como un contaminante marino por el DOT.

## 15. Información de Reglamentación

Los siguientes requisitos de reglamentación seleccionados podrían aplicar a este producto. No todos los requisitos se identifican. Los usuarios de este producto son los únicos responsables por el cumplimiento con la reglamentación federal, estatal y local respectiva.

### Reglamentación Federal de México

Secretaría del Trabajo y Previsión Social. El Argón esta listado como una sustancia capaz de generar contaminación en el medio ambiente laboral de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-STPS-010-1999.

Secretaría de Gobernación -Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, El Argón no esta listado como una sustancia como actividades altamente riesgosa.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales: El Argón no esta listado como residuo peligroso de acuerdo a la norma oficial mexicana NOM-052 SEMARNAT-2005

### REGLEMENTACIÓN FEDERAL DE LOS ESTADOS UNIDOS:

EPA (ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY)

CERCLA: COMPREHENSIVE ENVIRONMENTAL RESPONSE, COMPENSATION, AND LIABILITY ACT OF 1980 (40 CFR Partes 117 y 302):

**Cantidad Reportable (RQ):** Ninguna

SARA: SUPERFUND AMENDMENT AND REAUTHORIZATION ACT:

**SECCIONES 302/304:** Se requiere de planeación de emergencia con base en la Cantidad de Planeación Umbral (TPQ) así como la generación de reportes de fugas con base en las Cantidades Reportables (RQ) de Sustancias Extremadamente Peligrosas (EHS) (40 CFR Parte 355):

**TPQ:** Ninguna

**RQ DE EHS (40 CFR 355):** Ninguna

**SECCIONES 311/312:** Se requiere de la presentación de Hojas de Datos de Seguridad de Producto (HDSP) así como la generación de reportes de inventarios de sustancias químicas con identificación de categorías de riesgo de la EPA. Las categorías de riesgo de este producto son las siguientes:

**INMEDIATO:** No

**RETARDADO:** No

**PRESIÓN:** Sí

**REACTIVIDAD:** No

**FUEGO:** No

**SECCIÓN 313:** Se requiere la presentación de reportes anuales sobre la liberación de sustancias químicas tóxicas de acuerdo con lo indicado en 40 CFR Parte 372.

El argón no está sujeto a los requisitos de generación de reportes en virtud de la Sección 313.

**40 CFR 68: PROGRAMA DE ADMINISTRACIÓN DE RIESGOS PARA LA PREVENCIÓN DE LIBERACIÓN ACCIDENTAL DE SUSTANCIAS QUÍMICAS:** Se requiere del desarrollo e implementación de programas de administración de riesgos en instalaciones que manufacturen, utilicen, almacenen o de alguna otra forma manipulen sustancias reguladas en cantidades que excedan los umbrales especificados.

El argón no se encuentra listado como una sustancia regulada.

**TSCA: TOXIC SUBSTANCES CONTROL ACT:** El argón se encuentra listado en el inventario de la TSCA.

**OSHA: (OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH ADMINISTRATION):**

29 CFR 1910.119: ADMINISTRACIÓN DE SEGURIDAD DE PROCESOS DE SUSTANCIAS QUÍMICAS ALTAMENTE PELIGROSAS: Se requiere que las instalaciones desarrollen un programa de administración de seguridad de procesos que se base en las Cantidades Umbral (TQ) de sustancias químicas altamente peligrosas.

El argón no se encuentra listado en el Apéndice A como una sustancia química altamente peligrosa.

### REGLEMENTACIONES ESTATALES:

**CALIFORNIA:** El argón no es listado en California bajo la SAFE DRINKING WATER AND TOXIC ENFORCEMENT ACT OF 1986 (Propuesta 65).

**PENNSYLVANIA:** El argón está sujeto a la PENNSYLVANIA WORKER AND COMMUNITY RIGHT-TO-KNOW ACT (35 P.S. Secciones 7301-7320).

## 16. Otra información

Asegúrese de leer y entender todas las etiquetas e instrucciones que vienen con todos los contenedores de este producto.

**RIESGOS ADICIONALES PARA LA SEGURIDAD Y SALUD:** La utilización de argón para operaciones de soldado y corte podría generar riesgos adicionales.

Lea y entienda las instrucciones del fabricante y las etiquetas de precaución de los productos utilizados en las operaciones de soldado y corte. Para obtener información acerca de un tratamiento detallado, obtenga la publicación ANSI Z49.1, *Seguridad en Soldado y Corte y Procesos de Aleación*, publicada por la American Welding Society (AWS), 550 N.W. Le Jeune Rd., Miami, FL 33126, <http://www.aws.org/> o consulte el sitio de Red de la OSHA en <http://www.osha-slc.gov/SLTC/weldingcuttingbrazing/>. Se tienen disponibles otros documentos de la AWS por conducto de Global Engineering Documents, 15 Inverness Way East, Englewood, CO 80112-5710, <http://global.ihc.com/>.

Los **HUMOS Y GASES** pueden ser peligrosos para la salud y pueden ocasionar serios padecimientos pulmonares.

- **Mantenga la cabeza alejada de los humos. No respire los humos y gases. Se deberá utilizar suficiente ventilación local mecánica o ambas para mantener los humos y gases alejados de la zona de respiración y de las áreas generales. La sobreexposición a corto plazo a humos puede causar mareo, náusea, resequedad o irritación de la nariz, garganta y ojos u otros padecimientos similares.**

Los humos y gases no pueden clasificarse de forma simple. La cantidad y tipo dependen del metal con el que se esté trabajando así como del proceso, procedimiento, equipo y suministros utilizados. Pueden existir posibles materiales peligrosos en flujos, electrodos y otros materiales. Obtenga una HDSF de cada material que se esté utilizando.

Los contaminantes que se encuentran en el aire pueden añadirse a los riesgos de humos y gases. Algunos de esos contaminantes son vapores de hidrocarburos clorados generados de actividades de limpieza y desengrasado, y que representan un riesgo especial.

- **No utilice arcos eléctricos en presencia de vapores de hidrocarburos clorados – puede producirse fosgeno que es altamente tóxico.**

Los revestimientos metálicos como el caso de pintura, metalizado o galvanizado pueden generar humos peligrosos al ser calentados. Los residuos de los materiales de limpieza también pueden ser dañinos.

- **Evite operaciones con arco en partes que presentes residuos de fosfato (preparaciones antioxidantes, de limpieza) – puede producirse fosfina que es altamente tóxica.**

Para determinar la cantidad y contenido de humos y gases, es posible tomar muestras de aire. Al analizar estas muestras, es posible detectar qué protección respiratoria se requiere. Uno de los métodos de muestreo recomendado es tomar aire del interior del casco del trabajador o de la zona de respiración de los trabajadores. Consulte la publicación F1.1 de la AWS, *Métodos para el Muestreo y Análisis de Gases para Procesos de Soldado y Aleaciones*, disponible de la American Welding Society, 550 N.W. Le Jeune Rd., Miami, FL 33126.

### NOTAS PARA EL MÉDICO:

**Agudo:** *Los gases, humos y polvos pueden ocasionar irritación de los ojos, pulmones, nariz y garganta. Algunos gases tóxicos relacionados con los procesos de soldado y otros similares pueden causar edema pulmonar, asfixia e incluso la muerte. La sobreexposición aguda puede incluir signos y síntomas como el caso de lagrimeo en los ojos, irritación de nariz y garganta, dolor de cabeza, mareo, dificultad para respirar, tos frecuente o dolores de pecho.*

**Crónico:** *La inhalación repetida de contaminantes del aire puede ocasionar su acumulación en los pulmones, una condición que puede observarse como áreas densas en radiografías de tórax. La severidad del cambio es proporcional a la duración de la exposición. Los cambios que se observen podrían no estar necesariamente relacionados con síntomas o signos de función pulmonar reducida o padecimiento pulmonar. En suma, los cambios observados en los rayos x podrían ser causados por factores no relacionados con el trabajo, como el caso de fumar, etc.*

#### ROPA Y EQUIPO DE PROTECCIÓN PARA OPERACIONES DE SOLDADO:

**GUANTES PROTECTORES:** Se deberán utilizar guantes para soldar.

**PROTECCIÓN OCULAR:** Se deberá utilizar casco o careta completa con lente de filtro. Seleccione la lente de acuerdo con lo indicado en ANSI Z49.1. Se deberá contar con mallas de protección y goggles especiales si se requiere para proteger a otros; seleccione esto de conformidad con lo establecido en OSHA 29 CFR 1910.133.

**OTROS EQUIPOS DE PROTECCIÓN:** Se deberá utilizar protección para las manos, cabeza y cuerpo. (Consulte ANSI Z49.1). Utilizados según se requiera, estos equipos ayudan a evitar lesiones debido a radiación, chispas y descargas eléctricas. La protección mínima incluye guantes para soldar y careta. Para contar con mayor protección, se deberá considerar la utilización de protectores para brazos, delantales, cascos, protección para los hombros, así como ropa oscura y resistente.

**OTRAS CONDICIONES PELIGROSAS RELACIONADAS CON EL MANEJO, ALMACENAJE Y USO: Gas a Alta Presión.** Se deberá utilizar tubería y equipo que estén adecuadamente diseñados para soportar las presiones bajo las cuales se vaya a operar. El gas puede ocasionar rápida asfixia. Almacene y utilice el producto sólo con ventilación adecuada en todo momento. Los arcos y chispas pueden inflamar los materiales combustibles. Los incendios deben prevenirse. Consulte la publicación 51B de la NFPA, Norma para la Prevención de Incendios Durante Operaciones de Soldado, Corte y Otros Trabajos en Caliente, publicada por la National Fire Protection Association, 1 Batterymarch Park, PO Box 9101, Quincy, MA 02269-9101, Teléfono (800) 344-3555, <http://www.nfpa.org/catalog/>. Nunca realice un cilindro con arco eléctrico. El defecto producido por una quemadura de arco eléctrico podría ocasionar ruptura del cilindro. Nunca trabaje en un sistema presurizado. Si se presentan fugas, cierre la válvula del cilindro. Ventee el sistema de forma segura y ambientalmente correcta en pleno cumplimiento con la legislación federal, estatal y local; posteriormente repare la fuga. Nunca sitúe un cilindro de gas comprimido en donde pueda tornarse en parte de un circuito eléctrico. Cuando se utilicen

gases comprimidos en o en torno de aplicaciones de soldado eléctrico, nunca aterrice los cilindros. El aterrizaje expone a los cilindros a daños debido al arco con soldado eléctrico.

**Mezclas:** Al mezclar dos o más gases o gases licuados, se pueden generar riesgos adicionales e inesperados. Obtenga y evalúe la información de seguridad de cada componente antes de generar la mezcla. Consulte a su experto en higiene industrial o alguna otra persona debidamente capacitada al evaluar el producto final. Recuerde, los gases y líquidos cuentan con propiedades que pueden ocasionar lesiones serias o la muerte.

#### SISTEMAS DE CLASIFICACIÓN DE RIESGOS:

CLASIFICACIONES (NOM-018 STPS-2000 o NFPA):		CLASIFICACIONES (NOM-018 STPS-2000 o HMIS):	
SALUD	= 0	SALUD	= 0
INFLAMABILIDAD	= 0	INFLAMABILIDAD	= 0
INESTABILIDAD	= 0	RIESGO FÍSICO	= 3
ESPECIAL	= SA (La CGA recomienda designar este producto como un Asfixiante Simple)		

**CONEXIONES DE VÁLVULA ESTÁNDAR PARA LOS ESTADOS UNIDOS:**

<b>ROSCADAS:</b>	0-3000 psig	CGA-580
	3001-5500 psig	CGA-680
	5001-7500 psig	CGA-677
<b>YUGO "PIN-INDEXED":</b>	0-3000 psig	CGA-690 (Uso Medicinal)
<b>CONEXIÓN DE ULTRA ALTA INTEGRIDAD:</b>	0-3000 psig	CGA-718

Utilice las conexiones CGA adecuadas. **NO UTILICE ADAPTADORES.** Podrían aplicar conexiones estándar limitadas adicionales. Consulte el folleto V-1 de la CGA que se lista a continuación.

Se puede obtener mayor información acerca del producto en los siguientes folletos publicados por la Compressed Gas Association, Inc. (CGA), 4221 Walney Road, 5<sup>th</sup> Floor, Chantilly, VA 20151-2923, Teléfono (703) 788-2700, <http://www.cganet.com/Publication.asp>.

AV-1	<i>Safe Handling and Storage of Compressed Gases (Manejo y Almacenaje Seguro de Gases Comprimidos)</i>
G-11.1	<i>Commodity Specification for Argon (Especificación de Producto de Argón)</i>
P-1	<i>Safe Handling of Compressed Gases in Containers (Manejo Seguro de Gases Comprimidos en Contenedores)</i>
P-9	<i>The Inert Gases – Argon, Nitrogen, and Helium (Gases Inertes – Argón, Nitrógeno y Helio)</i>
SB-2	<i>Oxygen-Deficient Atmospheres (Atmósferas con Deficiencia de Oxígeno)</i>
V-1	<i>Compressed Gas Cylinder Valve Inlet and Outlet Connections (Conexiones de Entrada y Salida de Válvulas de Cilindros de Gas Comprimido)</i>
—	<i>Handbook of Compressed Gases, Fourth Edition (Manual de Gases Comprimidos, Cuarta Edición)</i>

Praxair solicita a los usuarios de este producto estudiar esta Hoja de Datos de Seguridad de Producto (HDSP) y familiarizarse con la información acerca de los riesgos y seguridad del producto. Para promover la utilización segura de este producto, los usuarios deberán (1) dar a conocer a sus empleados, representantes y contratistas la información plasmada en esta HDSP incluyendo cualquier otra información relacionada con riesgos y seguridad de este producto, (2) proporcionar la información a cada uno de los compradores del producto, y (3) solicitar a cada comprador que dé a conocer a sus empleados y clientes la información sobre riesgos y seguridad del producto.

---

Las opiniones aquí expresadas son aquellas de los expertos calificados de Praxair, Inc. Consideramos que la información aquí establecida es como tal vigente a la fecha de la presentación de esta Hoja de Datos de Seguridad de Producto. Debido a que la utilización de esta información y a que las condiciones de uso del producto no se encuentran dentro del control de Praxair, Inc., será obligación del usuario determinar las condiciones de uso seguro.

---

Las HDSP de Praxair son provistas al realizar la venta o entrega por parte de ésta o los distribuidores y proveedores independientes que envasen y vendan nuestros productos. Para obtener las HDSP actualizadas de estos productos, comuníquese con su representante de ventas o con el distribuidor o proveedor local respectivo o descárguelas del sitio [www.praxair.com.mx](http://www.praxair.com.mx). Si se tienen preguntas relacionadas con las HDSP o si se desea el número y fecha de la más reciente u obtener información acerca de los nombres de los proveedores de Praxair de su área, comuníquese telefónicamente al Centro de Soluciones de Praxair. **Llamada sin costo 01800PRAXAIR (01-800-7729247)** o escriba a [contactanos@praxair.com](mailto:contactanos@praxair.com) o en la página web [www.praxair.com.mx](http://www.praxair.com.mx)

*Praxair* y el diseño de su *Logotipo* son marcas comerciales o registradas de Praxair Technology, Inc., en los Estados Unidos y/u otros países.



**Praxair México S. de R. L. de C. V.**  
Biólogo Maximino Martínez No 3804,  
San Salvador Xochimanca,  
C.P. 02870 México D. F.

Impreso en México.

Página 10 de 10

## 20.5 HELIO:

Producto: Argón, Comprimido

P-4563-I

Fecha: Abril de 2014

### Hoja de Datos de Seguridad de Producto de Praxair

#### 1. Producto Químico e Identificación de la Compañía

Nombre del Producto: Argón, comprimido (HDSP No. P-4563-I)		Nombre Comercial: Argón	
Nombre Químico:	Argón	Sinónimos: Gas de protección, argón 40	
Familia Química:	Gas raro	Grados de Producto: 4.8 Sin Oxígeno, 4.8 – Cero, 4.8 – Plasma Inductivamente Acoplado, 5.0, 5.5 – Analítico de Trazas, 6.0 – Investigación, Gas Industrial	
Teléfono:	Emergencias: 01-800-723-3244* 01-800-SAFE24-H*	Nombre de la Compañía:	Praxair México S. de R. L. de C. V. Biólogo Maximino Martínez No 3804 San Salvador Xochimanca C.P. 02870 México D. F.

\* Llame a los números de emergencia las 24 horas del día sólo en caso de derrames, fugas, fuego, exposición o accidentes que involucren este producto.

#### 2. Identificación de Riesgos

##### GENERALIDADES SOBRE EMERGENCIAS

**¡PRECAUCIÓN! Gas a alta presión.  
Puede ocasionar rápida asfixia.  
Puede causar mareo y somnolencia.  
Los rescatistas podrían requerir la utilización de dispositivos de respiración autónomos así  
como de ropa protectora.  
Bajo condiciones ambientales, este es un gas incoloro, inoloro e insípido.**

**ESTATUS REGLAMENTARIO DE LA OSHA:** Este material esta considerado como peligrosos por las Normas: NOM-018-STPS 2000 de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (México), y la Norma de Comunicación de Riesgos de OSHA (29 CFR 1910.1200) (USA).

##### EFFECTOS POTENCIALES CONTRA LA SALUD:

###### Efectos por Sobreexposición Simple (Aguda):

**Inhalación.** Asfixiante. Los efectos se deben a la falta de oxígeno. Las concentraciones moderadas pueden ocasionar dolor de cabeza, mareo, somnolencia, excitación, salivación excesiva, vómito y pérdida del conocimiento. La falta de oxígeno puede ser mortal.

**Contacto con la Piel.** No se esperan lesiones.

**Ingestión.** Una ruta poco probable de exposición. Este producto es un gas a temperatura y presión normales.

**Contacto Ocular.** No se esperan lesiones.

**Efectos por Sobreexposición Repetida (Crónica):** No se esperan lesiones.

**Otros Efectos por Sobreexposición:** El argón es un asfixiante. La falta de oxígeno puede ser mortal.

**Padecimientos Médicos Agravados por Sobreexposición:** La toxicología y las propiedades físicas y químicas del argón sugieren que la sobreexposición al producto es poco probable que agrave padecimientos médicos ya existentes.

**CARCINOGENICIDAD:** El argón no se encuentra listado por la STPS en México o NTP, OSHA o IARC en USA.

**EFFECTOS POTENCIALES SOBRE EL MEDIO AMBIENTE:** No se conocen. Para obtener mayor información, consulte la sección 12, Información Ecológica.

### 3. Composición/Información de los Ingredientes

Consulte la sección 16 para obtener información de importancia acerca de las mezclas.

COMPONENTE	NÚMERO CAS	CONCENTRACIÓN
Argón * El símbolo ">" significa "mayor que."	7440-37-1	>99%*

### 4. Medidas de Primeros Auxilios

**INHALACIÓN:** Retire de inmediato a la víctima a un lugar en donde haya aire fresco. Administre respiración artificial si la víctima no respira. Si la respiración se torna difícil, personal debidamente calificado deberá administrar oxígeno. Llame a un médico.

**CONTACTO CON LA PIEL:** Enjuague con agua. Si persisten las molestias, busque atención médica.

**INGESTIÓN:** Una ruta poco probable de exposición. Este producto es un gas a temperatura y presión normales.

**CONTACTO OCULAR:** Enjuague los ojos perfectamente con agua tibia. Sostenga los párpados abiertos y separados de las órbitas de los ojos para asegurarse que todas las superficies sean enjuagadas perfectamente. Si persisten las molestias, busque atención médica.

**NOTAS PARA EL MÉDICO:** No existe un antídoto en específico. El tratamiento por sobreexposición deberá dirigirse hacia el control de los síntomas y a la condición clínica del paciente. Consulte la sección 16.

### 5. Medidas Contra Incendios

**PROPIEDADES INFLAMABLES:** No inflamable.

**MEDIOS DE EXTINCIÓN ADECUADOS:** El argón no puede inflamarse. Utilice medios adecuados para apagar el fuego circundante.

**PRODUCTOS DE COMBUSTIÓN:** No aplicable.

**PROTECCIÓN PARA BOMBEROS: ¡PRECAUCIÓN! Gas a alta presión.** Evacue a todo el personal del área de riesgo. Enfríe de inmediato los cilindros con rocío de agua desde la distancia máxima; cuando éstos se hayan enfriado, retírelos del área del incendio si esto no conlleva riesgo. Los rescatistas podrían requerir de la utilización de dispositivos de respiración autónomos. (Consulte la sección 16 Las brigadas contra incendios del sitio deberán cumplir con lo establecido en las Normas: NOM-005-STPS 2008 (México), OSHA 29 CFR 1910.156 (USA).

**Riesgos Físicos y Químicos en Específico.** El calor de un incendio puede generar presión en el cilindro y ocasionar su ruptura. Ninguna parte de un cilindro deberá someterse a una temperatura que exceda de 125°F (52°C). Los cilindros de argón vienen equipados con un dispositivo de alivio de presión. (Podrán existir excepciones de acuerdo con lo autorizado por el DOT).

**Equipo de Protección y Precauciones para Escuadrones de Bomberos:** Los bomberos deberán utilizar equipo de protección personal así como equipo diseñado para combatir el fuego circundante.

## 6. Medidas en Caso de Liberación Accidental

### PASOS QUE DEBEN TOMARSE SI EL MATERIAL SE LIBERA O DERRAMA:

¡PRECAUCIÓN! Gas a alta presión.

**Precauciones Personales.** El argón es un asfixiante. La falta de oxígeno puede ser mortal. Evacue a todo el personal del área de riesgo. Se deberán utilizar dispositivos de respiración autónomos cuando se requiera. Corte la fuga si esto no conlleva riesgo. Ventile el área de la fuga o retire el cilindro a un área bien ventilada. Pruebe para corroborar que haya suficiente oxígeno, especialmente en espacios confinados, antes de permitir el reingreso a éstos.

**Precauciones Ambientales.** Mantenga al personal alejado. Deseche cualquier producto, residuo, contenedor desechable o camisa de forma ambientalmente aceptable, en pleno cumplimiento con la reglamentación federal, estatal y local correspondiente. Si es necesario, comuníquese con su proveedor local para obtener asistencia.

## 7. Manejo y Almacenaje

**PRECAUCIONES QUE DEBEN TOMARSE PARA SU MANEJO:** Proteja los cilindros en contra de daños. Utilice carretillas adecuadas para mover los cilindros; éstos no deben jalarse, rolarse, deslizarse o dejarse caer. Nunca intente levantar un cilindro por su capuchón. El capuchón tiene por objeto proteger a la válvula. Nunca inserte un objeto (por ejemplo llaves, destornilladores, palancas) en las aberturas del capuchón; el hacer esto se puede dañar la válvula y ocasionar fugas. Utilice una llave de banda ajustable para remover capuchones que estén apretados excesivamente u oxidados. Abra la válvula lentamente. Si la válvula es difícil de abrir, interrumpa su utilización y comuníquese con su proveedor. Cierre la válvula después de cada utilización; manténgala cerrada incluso cuando el cilindro esté vacío. Nunca aplique flama o calor localizado directamente en ninguna parte del cilindro. Las altas temperaturas pueden dañar al cilindro y ocasionar que el dispositivo de alivio de presión falle prematuramente, venteando el contenido del cilindro. Para obtener información acerca de otras precauciones para la utilización de la mezcla, consulte la sección 16.

**PRECAUCIONES QUE DEBEN TOMARSE PARA EL ALMACENAJE:** Almacene y utilice el producto sólo con ventilación adecuada. Asegure firmemente los cilindros en forma vertical para evitar que se caigan o que los tiren. Atornille el tapón de protección de la válvula firmemente en su lugar de forma manual. Almacene los cilindros sólo en donde la temperatura no exceda de 125°F (52°C). Almacene los cilindros llenos y vacíos por separado. Utilice un sistema de inventario de primeras entradas primeras salidas para evitar almacenar cilindros llenos por períodos prolongados.

## 8. Controles de Exposición/Protección Personal

Consulte la sección 16 para obtener mayor información acerca de los productos derivados que son generados durante las operaciones de soldado y corte.

COMPONENTE	OSHA PEL	TLV – TWA DE ACGIH (2009)	NOM-010 STPS-1999/ LME-PPT	NOM-010 STPS-1999 / LMPE-CT o Pico
Argón	N.E.*	Asfixiante simple	N.E.*	N.E.*

\*N.E. – No Establecido.

IDLH = No disponible

### CONTROLES DE INGENIERÍA:

**Ventilación Local.** Utilice un sistema de ventilación local, si es necesario para evitar deficiencia de oxígeno y mantener los humos y gases peligrosos por debajo de los límites de exposición aplicables dentro de la zona de respiración de los trabajadores.

**Ventilación Mecánica (General).** La ventilación de mecánica (general) será aceptable si puede mantener un adecuado suministro de aire y mantener los humos y gases peligrosos por debajo de los TLVs aplicables dentro de la zona de respiración de los trabajadores.

**Especial.** Ninguno.

**Otros.** Ninguno.

#### EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL:

**Protección Cutánea.** Se deberán utilizar guantes de trabajo al manipular los cilindros; guantes para soldar para operaciones de soldado. Se deben usar zapatos de protección metatarsiana para el manejo de los cilindros. Seleccione esto de conformidad con lo establecido en OSHA 29 CFR 1910.132 y 1910.133. Para operaciones de soldado, consulte la sección 16. Independientemente del equipo de protección, nunca haga contacto con partes eléctricas vivas.

**Protección Ocular/Rostro.** Se recomienda la utilización de lentes de seguridad al manipular los cilindros. Seleccione éstos de conformidad con lo establecido en OSHA 29 CFR 1910.133. Para operaciones de soldado, consulte la sección 16.

**Protección Respiratoria:** La protección respiratoria deberá cumplir con lo establecido en las reglas de la OSHA OSHA 29 CFR 1910.134, ANSI Z88.2 o MSHA 30 CFR 72.710 (donde sea aplicable), o de acuerdo con lo especificado en: STPS NOM-116-1994 en México, los requisitos deberán ser seguidos siempre y cuando las condiciones del lugar de trabajo garanticen el uso del respirador. Se deberá asegurar que el respirador tenga el nivel adecuado de protección para el nivel de exposición. Si un respirador con cartucho es utilizado este deberá ser el adecuado para los productos químicos a los que será expuesto (ejemplo un cartucho para vapores orgánicos). Para emergencias o instancias donde los niveles de exposición son desconocidos usar un equipo de aire autónomo. Una ventilación adecuada deberá mantener la exposición de los trabajadores por debajo de los límites de exposición aplicables para humos, gases y otros productos derivados de las actividades de soldadura.

### 9. Propiedades Físicas y Químicas

<b>APARIENCIA:</b>	Gas incoloro
<b>OLOR:</b>	Inoloro
<b>UMBRAL DE OLOR:</b>	No aplicable.
<b>ESTADO FÍSICO:</b>	Gas a temperatura y presión normales
<b>pH:</b>	No aplicable
<b>PUNTO DE FUSIÓN a 1 atm:</b>	-308.83°F (-189.35°C)
<b>PUNTO DE EBULLICIÓN a 1 atm:</b>	-302.57°F (-185.87°C)
<b>PUNTO DE INFLAMACIÓN (método de prueba):</b>	No aplicable
<b>RANGO DE EVAPORACIÓN (Acetato de Butilo = 1):</b>	No aplicable
<b>INFLAMABILIDAD:</b>	No inflamable
<b>LÍMITES DE INFLAMABILIDAD EN EL AIRE, % por volumen:</b>	<b>INFERIOR:</b> No aplicable <b>SUPERIOR:</b> No aplicable
<b>PRESIÓN DE VAPOR a 68 F (20°C):</b>	No aplicable
<b>DENSIDAD DE VAPOR a 70 F (21.1°C) y 1 atm:</b>	0.103 lb/ft <sup>3</sup> (1.654 kg/m <sup>3</sup> )
<b>GRAVEDAD ESPECÍFICA (H<sub>2</sub>O = 1) a punto de ebullición:</b>	1.40
<b>GRAVEDAD ESPECÍFICA (Aire = 1) a 70 F (21.1°C) y 1 atm:</b>	1.38
<b>SOLUBILIDAD EN AGUA vol/vol a 32 F (0°C) y 1 atm:</b>	0.056
<b>COEFICIENTE DE PARTICIÓN: n-octanol/agua:</b>	No disponible
<b>TEMPERATURA DE AUTOIGNICIÓN:</b>	No aplicable
<b>TEMPERATURA DE DESCOMPOSICIÓN:</b>	Ninguna
<b>POR CIENTO DE VOLÁTILES POR VOLUMEN:</b>	100
<b>PESO MOLECULAR:</b>	39.95
<b>FÓRMULA MOLECULAR:</b>	Ar

### 10. Estabilidad y Reactividad

**ESTABILIDAD QUÍMICA:**  Inestable  Estable

**CONDICIONES A EVITAR:** Se desconocen.

**MATERIALES INCOMPATIBLES:** No se conocen. El argón es químicamente inerte.

**PRODUCTOS DE DESCOMPOSICIÓN PELIGROSA:** Se pueden formar óxidos de ozono y nitrógeno debido a la radiación de un arco. (Consulte la sección 16). Pueden existir otros productos de descomposición debido a operación normal que se originen de la volatilización, reacción u oxidación del material con el que se esté trabajando.

**POSIBILIDAD DE REACCIONES PELIGROSAS:**  Pueden Ocurrir  No Ocurrirán

### 11. Información Toxicológica

**EFFECTOS POR DOSIFICACIÓN AGUDA:** El argón es un asfixiante simple. El proceso de soldado podría generar humos y gases peligrosos. (Consulte las secciones 10 y 16).

**RESULTADOS DEL ESTUDIO:** No se tiene conocimiento de efectos.

### 12. Información Ecológica

**ECOTOXICIDAD:** No se tiene conocimiento de efectos.

**OTROS EFECTOS ADVERSOS:** El argón no contiene ninguna de las sustancias químicas que agotan la capa de ozono de Clase I o Clase II.

### 13. Consideraciones para el Desecho

**MÉTODO DE DESECHO DE DESPERDICIOS:** No intente desechar cantidades residuales o no utilizadas. Devuelva el cilindro al proveedor. En caso de desecho de emergencia, asegure el cilindro en un área bien ventilada o en exteriores; posteriormente descargue el gas lentamente a la atmósfera.

### 14. Información de Transportación

<b>NOMBRE DE EMBARQUE NOM-002-SCT-2003 /DOT/IMO:</b>		Argón, comprimido	
<b>CLASE DE RIESGO:</b>	<b>GRUPO/ZONA DE ENVASE:</b>	<b>NÚMERO DE IDENTIFICACIÓN:</b>	<b>RQ DE PRODUCTO:</b>
2.2	NA*	UN 1006	Ninguna
<b>ETIQUETA(S) DE EMBARQUE:</b>		GAS NO INFLAMABLE.	
<b>RÓTULO (cuando se requiera):</b>		GAS NO INFLAMABLE	
*NA – No Aplicable			

**INFORMACIÓN DE EMBARQUE ESPECIAL:** Los cilindros deberán transportarse en una posición segura, en un vehículo bien ventilado. Los cilindros transportados en un compartimiento cerrado y no ventilado de un vehículo pueden presentar riesgos serios de seguridad.

El embarque de cilindros de gas comprimido que hayan sido llenados sin el consentimiento del propietario, constituye como tal violación de ley federal [49 CFR 173.301(b)].

**CONTAMINANTES MARINOS:** El argón no se encuentra listado como un contaminante marino por el DOT.

## 15. Información de Reglamentación

Los siguientes requisitos de reglamentación seleccionados podrían aplicar a este producto. No todos los requisitos se identifican. Los usuarios de este producto son los únicos responsables por el cumplimiento con la reglamentación federal, estatal y local respectiva.

### Reglamentación Federal de México

Secretaría del Trabajo y Previsión Social. El Argón esta listado como una sustancia capaz de generar contaminación en el medio ambiente laboral de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-STPS-010-1999.

Secretaría de Gobernación -Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, El Argón no esta listado como una sustancia como actividades altamente riesgosa.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales: El Argón no esta listado como residuo peligroso de acuerdo a la norma oficial mexicana NOM-052 SEMARNAT-2005

### REGLEMENTACIÓN FEDERAL DE LOS ESTADOS UNIDOS:

EPA (ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY)

CERCLA: COMPREHENSIVE ENVIRONMENTAL RESPONSE, COMPENSATION, AND LIABILITY ACT OF 1980 (40 CFR Partes 117 y 302):

**Cantidad Reportable (RQ):** Ninguna

SARA: SUPERFUND AMENDMENT AND REAUTHORIZATION ACT:

**SECCIONES 302/304:** Se requiere de planeación de emergencia con base en la Cantidad de Planeación Umbral (TPQ) así como la generación de reportes de fugas con base en las Cantidades Reportables (RQ) de Sustancias Extremadamente Peligrosas (EHS) (40 CFR Parte 355):

**TPQ:** Ninguna

**RQ DE EHS (40 CFR 355):** Ninguna

**SECCIONES 311/312:** Se requiere de la presentación de Hojas de Datos de Seguridad de Producto (HDSP) así como la generación de reportes de inventarios de sustancias químicas con identificación de categorías de riesgo de la EPA. Las categorías de riesgo de este producto son las siguientes:

**INMEDIATO:** No

**RETARDADO:** No

**PRESIÓN:** Sí

**REACTIVIDAD:** No

**FUEGO:** No

**SECCIÓN 313:** Se requiere la presentación de reportes anuales sobre la liberación de sustancias químicas tóxicas de acuerdo con lo indicado en 40 CFR Parte 372.

El argón no está sujeto a los requisitos de generación de reportes en virtud de la Sección 313.

**40 CFR 68: PROGRAMA DE ADMINISTRACIÓN DE RIESGOS PARA LA PREVENCIÓN DE LIBERACIÓN ACCIDENTAL DE SUSTANCIAS QUÍMICAS:** Se requiere del desarrollo e implementación de programas de administración de riesgos en instalaciones que manufacturen, utilicen, almacenen o de alguna otra forma manipulen sustancias reguladas en cantidades que excedan los umbrales especificados.

El argón no se encuentra listado como una sustancia regulada.

**TSCA: TOXIC SUBSTANCES CONTROL ACT:** El argón se encuentra listado en el inventario de la TSCA.

**OSHA: (OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH ADMINISTRATION):**

29 CFR 1910.119: ADMINISTRACIÓN DE SEGURIDAD DE PROCESOS DE SUSTANCIAS QUÍMICAS ALTAMENTE PELIGROSAS: Se requiere que las instalaciones desarrollen un programa de administración de seguridad de procesos que se base en las Cantidades Umbral (TQ) de sustancias químicas altamente peligrosas.

El argón no se encuentra listado en el Apéndice A como una sustancia química altamente peligrosa.

### REGLEMENTACIONES ESTATALES:

**CALIFORNIA:** El argón no es listado en California bajo la SAFE DRINKING WATER AND TOXIC ENFORCEMENT ACT OF 1986 (Propuesta 65).

**PENNSYLVANIA:** El argón está sujeto a la PENNSYLVANIA WORKER AND COMMUNITY RIGHT-TO-KNOW ACT (35 P.S. Secciones 7301-7320).

## 16. Otra información

Asegúrese de leer y entender todas las etiquetas e instrucciones que vienen con todos los contenedores de este producto.

**RIESGOS ADICIONALES PARA LA SEGURIDAD Y SALUD:** La utilización de argón para operaciones de soldado y corte podría generar riesgos adicionales.

Lea y entienda las instrucciones del fabricante y las etiquetas de precaución de los productos utilizados en las operaciones de soldado y corte. Para obtener información acerca de un tratamiento detallado, obtenga la publicación ANSI Z49.1, *Seguridad en Soldado y Corte y Procesos de Aleación*, publicada por la American Welding Society (AWS), 550 N.W. Le Jeune Rd., Miami, FL 33126, <http://www.aws.org/> o consulte el sitio de Red de la OSHA en <http://www.osha-slc.gov/SLTC/weldingcuttingbrazing/>. Se tienen disponibles otros documentos de la AWS por conducto de Global Engineering Documents, 15 Inverness Way East, Englewood, CO 80112-5710, <http://global.ihc.com/>.

Los **HUMOS Y GASES** pueden ser peligrosos para la salud y pueden ocasionar serios padecimientos pulmonares.

- **Mantenga la cabeza alejada de los humos. No respire los humos y gases. Se deberá utilizar suficiente ventilación local mecánica o ambas para mantener los humos y gases alejados de la zona de respiración y de las áreas generales. La sobreexposición a corto plazo a humos puede causar mareo, náusea, resequedad o irritación de la nariz, garganta y ojos u otros padecimientos similares.**

Los humos y gases no pueden clasificarse de forma simple. La cantidad y tipo dependen del metal con el que se esté trabajando así como del proceso, procedimiento, equipo y suministros utilizados. Pueden existir posibles materiales peligrosos en flujos, electrodos y otros materiales. Obtenga una HDSF de cada material que se esté utilizando.

Los contaminantes que se encuentran en el aire pueden añadirse a los riesgos de humos y gases. Algunos de esos contaminantes son vapores de hidrocarburos clorados generados de actividades de limpieza y desengrasado, y que representan un riesgo especial.

- **No utilice arcos eléctricos en presencia de vapores de hidrocarburos clorados – puede producirse fosgeno que es altamente tóxico.**

Los revestimientos metálicos como el caso de pintura, metalizado o galvanizado pueden generar humos peligrosos al ser calentados. Los residuos de los materiales de limpieza también pueden ser dañinos.

- **Evite operaciones con arco en partes que presentes residuos de fosfato (preparaciones antioxidantes, de limpieza) – puede producirse fosfina que es altamente tóxica.**

Para determinar la cantidad y contenido de humos y gases, es posible tomar muestras de aire. Al analizar estas muestras, es posible detectar qué protección respiratoria se requiere. Uno de los métodos de muestreo recomendado es tomar aire del interior del casco del trabajador o de la zona de respiración de los trabajadores. Consulte la publicación F1.1 de la AWS, *Métodos para el Muestreo y Análisis de Gases para Procesos de Soldado y Aleaciones*, disponible de la American Welding Society, 550 N.W. Le Jeune Rd., Miami, FL 33126.

### NOTAS PARA EL MÉDICO:

**Agudo:** *Los gases, humos y polvos pueden ocasionar irritación de los ojos, pulmones, nariz y garganta. Algunos gases tóxicos relacionados con los procesos de soldado y otros similares pueden causar edema pulmonar, asfixia e incluso la muerte. La sobreexposición aguda puede incluir signos y síntomas como el caso de lagrimeo en los ojos, irritación de nariz y garganta, dolor de cabeza, mareo, dificultad para respirar, tos frecuente o dolores de pecho.*

**Crónico:** La inhalación repetida de contaminantes del aire puede ocasionar su acumulación en los pulmones, una condición que puede observarse como áreas densas en radiografías de tórax. La severidad del cambio es proporcional a la duración de la exposición. Los cambios que se observen podrían no estar necesariamente relacionados con síntomas o signos de función pulmonar reducida o padecimiento pulmonar. En suma, los cambios observados en los rayos x podrían ser causados por factores no relacionados con el trabajo, como el caso de fumar, etc.

#### ROPA Y EQUIPO DE PROTECCIÓN PARA OPERACIONES DE SOLDADO:

**GUANTES PROTECTORES:** Se deberán utilizar guantes para soldar.

**PROTECCIÓN OCULAR:** Se deberá utilizar casco o careta completa con lente de filtro. Seleccione la lente de acuerdo con lo indicado en ANSI Z49.1. Se deberá contar con mallas de protección y goggles especiales si se requiere para proteger a otros; seleccione esto de conformidad con lo establecido en OSHA 29 CFR 1910.133.

**OTROS EQUIPOS DE PROTECCIÓN:** Se deberá utilizar protección para las manos, cabeza y cuerpo. (Consulte ANSI Z49.1). Utilizados según se requiera, estos equipos ayudan a evitar lesiones debido a radiación, chispas y descargas eléctricas. La protección mínima incluye guantes para soldar y careta. Para contar con mayor protección, se deberá considerar la utilización de protectores para brazos, delantales, cascos, protección para los hombros, así como ropa oscura y resistente.

**OTRAS CONDICIONES PELIGROSAS RELACIONADAS CON EL MANEJO, ALMACENAJE Y USO: Gas a Alta Presión.** Se deberá utilizar tubería y equipo que estén adecuadamente diseñados para soportar las presiones bajo las cuales se vaya a operar. El gas puede ocasionar rápida asfixia. Almacene y utilice el producto sólo con ventilación adecuada en todo momento. Los arcos y chispas pueden inflamar los materiales combustibles. Los incendios deben prevenirse. Consulte la publicación 51B de la NFPA, Norma para la Prevención de Incendios Durante Operaciones de Soldado, Corte y Otros Trabajos en Caliente, publicada por la National Fire Protection Association, 1 Batterymarch Park, PO Box 9101, Quincy, MA 02269-9101, Teléfono (800) 344-3555, <http://www.nfpa.org/catalog/>. Nunca realice un cilindro con arco eléctrico. El defecto producido por una quemadura de arco eléctrico podría ocasionar ruptura del cilindro. Nunca trabaje en un sistema presurizado. Si se presentan fugas, cierre la válvula del cilindro. Ventee el sistema de forma segura y ambientalmente correcta en pleno cumplimiento con la legislación federal, estatal y local; posteriormente repare la fuga. Nunca sitúe un cilindro de gas comprimido en donde pueda tornarse en parte de un circuito eléctrico. Cuando se utilicen

gases comprimidos en o en torno de aplicaciones de soldado eléctrico, nunca aterrice los cilindros. El aterrizaje expone a los cilindros a daños debido al arco con soldado eléctrico.

**Mezclas:** Al mezclar dos o más gases o gases licuados, se pueden generar riesgos adicionales e inesperados. Obtenga y evalúe la información de seguridad de cada componente antes de generar la mezcla. Consulte a su experto en higiene industrial o alguna otra persona debidamente capacitada al evaluar el producto final. Recuerde, los gases y líquidos cuentan con propiedades que pueden ocasionar lesiones serias o la muerte.

#### SISTEMAS DE CLASIFICACIÓN DE RIESGOS:

CLASIFICACIONES (NOM-018 STPS-2000 o NFPA):		CLASIFICACIONES (NOM-018 STPS-2000 o HMIS):	
SALUD	= 0	SALUD	= 0
INFLAMABILIDAD	= 0	INFLAMABILIDAD	= 0
INESTABILIDAD	= 0	RIESGO FÍSICO	= 3
ESPECIAL	= SA (La CGA recomienda designar este producto como un Asfixiante Simple)		

**CONEXIONES DE VÁLVULA ESTÁNDAR PARA LOS ESTADOS UNIDOS:**

<b>ROSCADAS:</b>	0-3000 psig	CGA-580
	3001-5500 psig	CGA-680
	5001-7500 psig	CGA-677
<b>YUGO "PIN-INDEXED":</b>	0-3000 psig	CGA-690 (Uso Medicinal)
<b>CONEXIÓN DE ULTRA ALTA INTEGRIDAD:</b>	0-3000 psig	CGA-718

Utilice las conexiones CGA adecuadas. **NO UTILICE ADAPTADORES.** Podrían aplicar conexiones estándar limitadas adicionales. Consulte el folleto V-1 de la CGA que se lista a continuación.

Se puede obtener mayor información acerca del producto en los siguientes folletos publicados por la Compressed Gas Association, Inc. (CGA), 4221 Walney Road, 5<sup>th</sup> Floor, Chantilly, VA 20151-2923, Teléfono (703) 788-2700, <http://www.cganet.com/Publication.asp>.

AV-1	<i>Safe Handling and Storage of Compressed Gases (Manejo y Almacenaje Seguro de Gases Comprimidos)</i>
G-11.1	<i>Commodity Specification for Argon (Especificación de Producto de Argón)</i>
P-1	<i>Safe Handling of Compressed Gases in Containers (Manejo Seguro de Gases Comprimidos en Contenedores)</i>
P-9	<i>The Inert Gases – Argon, Nitrogen, and Helium (Gases Inertes – Argón, Nitrógeno y Helio)</i>
SB-2	<i>Oxygen-Deficient Atmospheres (Atmósferas con Deficiencia de Oxígeno)</i>
V-1	<i>Compressed Gas Cylinder Valve Inlet and Outlet Connections (Conexiones de Entrada y Salida de Válvulas de Cilindros de Gas Comprimido)</i>
—	<i>Handbook of Compressed Gases, Fourth Edition (Manual de Gases Comprimidos, Cuarta Edición)</i>

Praxair solicita a los usuarios de este producto estudiar esta Hoja de Datos de Seguridad de Producto (HDSP) y familiarizarse con la información acerca de los riesgos y seguridad del producto. Para promover la utilización segura de este producto, los usuarios deberán (1) dar a conocer a sus empleados, representantes y contratistas la información plasmada en esta HDSP incluyendo cualquier otra información relacionada con riesgos y seguridad de este producto, (2) proporcionar la información a cada uno de los compradores del producto, y (3) solicitar a cada comprador que dé a conocer a sus empleados y clientes la información sobre riesgos y seguridad del producto.

---

Las opiniones aquí expresadas son aquellas de los expertos calificados de Praxair, Inc. Consideramos que la información aquí establecida es como tal vigente a la fecha de la presentación de esta Hoja de Datos de Seguridad de Producto. Debido a que la utilización de esta información y a que las condiciones de uso del producto no se encuentran dentro del control de Praxair, Inc., será obligación del usuario determinar las condiciones de uso seguro.

---

Las HDSP de Praxair son provistas al realizar la venta o entrega por parte de ésta o los distribuidores y proveedores independientes que envasen y vendan nuestros productos. Para obtener las HDSP actualizadas de estos productos, comuníquese con su representante de ventas o con el distribuidor o proveedor local respectivo o descárguelas del sitio [www.praxair.com.mx](http://www.praxair.com.mx). Si se tienen preguntas relacionadas con las HDSP o si se desea el número y fecha de la más reciente u obtener información acerca de los nombres de los proveedores de Praxair de su área, comuníquese telefónicamente al Centro de Soluciones de Praxair. **Llamada sin costo 01800PRAXAIR (01-800-7729247)** o escriba a [contactanos@praxair.com](mailto:contactanos@praxair.com) o en la página web [www.praxair.com.mx](http://www.praxair.com.mx)

*Praxair* y el diseño de su *Logotipo* son marcas comerciales o registradas de Praxair Technology, Inc., en los Estados Unidos y/u otros países.



**Praxair México S. de R. L. de C. V.**  
Biólogo Maximino Martínez No 3804,  
San Salvador Xochimanca,  
C.P. 02870 México D. F.

Impreso en México.

Página 10 de 10



**Padecimientos Médicos Agravados por Sobreexposición.** La toxicología y las propiedades físicas y químicas de este producto sugieren que la sobreexposición es poco probable que agrave padecimientos médicos ya existentes.

**CARCINOGENICIDAD:** El metano no se encuentra listado por la NTP, OSHA, o IARC.

**EFFECTOS POTENCIALES PARA EL MEDIO AMBIENTE:** Ninguno conocido. Para obtener mayor información, consulte la sección 12, Información Ecológica.

### 3. Composición/Información Sobre los Ingredientes

Consulte la sección 16 para obtener información importante acerca de las mezclas.

COMPONENTE	NÚMERO CAS	CONCENTRACIÓN
Metano <i>*El símbolo &gt; significa "mayor que":</i>	74-82-8	>99%*

### 4. Medidas de Primeros Auxilios

**INHALACIÓN:** Retire a la víctima a un lugar en donde haya aire fresco. Administre respiración artificial si la víctima no respira. Si la respiración se torna difícil personal debidamente calificado deberá administrar oxígeno. Solicite atención médica.

**CONTACTO CON LA PIEL:** Lave el área afectada con agua y jabón. Si la irritación persiste, solicite atención médica.

**INGESTIÓN:** Una ruta poco probable de exposición. Este producto es un gas a temperatura y presión normales.

**CONTACTO OCULAR:** Lave los ojos con agua. Sostenga los párpados abiertos y separados de las órbitas de los ojos para asegurar que todas las superficies sean enjuagadas perfectamente. Solicite atención médica si persisten las molestias.

**NOTAS PARA EL MÉDICO:** No existe un antídoto en específico. El tratamiento por sobreexposición deberá dirigirse hacia el control de los síntomas y a la condición clínica del paciente.

### 5. Medidas Contra Incendios

**PROPIEDADES INFLAMABLES:** Gas inflamable.

**MEDIOS DE EXTINCIÓN ADECUADOS:** CO<sub>2</sub>, químicos secos, rocío o neblina de agua.

**PRODUCTOS DE COMBUSTIÓN:** Monóxido de carbono, bióxido de carbono.

**PROTECCIÓN PARA ESCUADRONES DE BOMBEROS: ¡PELIGRO! Gas inflamable a alta presión.** Evacue a todo el personal del área de riesgo. Rocíe de inmediato los cilindros con agua desde la distancia máxima hasta que se enfríen, teniendo precaución de no extinguir las flamas. Retire las fuentes de ignición si esto no conlleva riesgo. Retire todos los cilindros del área del incendio si esto no conlleva riesgo; mientras se continúa enfriando con rocío de agua. No extinga las flamas que salgan de los cilindros. Corte el flujo de gas si esto no conlleva riesgo, o permita que las flamas se consuman. Los rescatistas podrían requerir de la utilización de dispositivos de respiración autónomos. Las brigadas contra incendios del sitio deberán cumplir con lo establecido en OSHA 29 CFR 1910.156

**Riesgos Físicos y Químicos Específicos:** El producto forma mezclas explosivas con el aire y agentes oxidantes. El calor de un incendio puede generar presión en un cilindro y ocasionar su ruptura. Ninguna parte de un cilindro deberá someterse a una temperatura que exceda de 125°F (52°C). Los cilindros de metano vienen equipados con un dispositivo de alivio de presión. (Podrán existir excepciones de acuerdo con lo autorizado por el DOT). Si el metano que ventee o fugue ignite, no extinga las flamas. El gas inflamable puede esparcirse desde el punto de la fuga, creando un riesgo de re-ignición explosiva. Los vapores pueden ser ignitados por luces piloto, otras flamas, personas que fumen, chispas, calentadores, equipo eléctrico, descargas estáticas, u otras fuentes de ignición en puntos distantes a aquel de manejo del producto.

Las atmósferas explosivas pueden perdurar. Antes de reingresar a un área especialmente en espacios confinados, revise la atmósfera con un dispositivo adecuado.

**Equipo de Protección y Precauciones para Escuadrones de Bomberos.** Los bomberos deberán utilizar dispositivos de respiración autónomos y equipo de protección personal completo para extinción de incendios.

## 6. Medidas en Caso de Liberación Accidental

### PASOS QUE DEBEN TOMARSE SI EL MATERIAL SE LIBERA O DERRAMA:

**¡PELIGRO! Gas inflamable a alta presión.**

**Precauciones Personales.** El producto forma mezclas explosivas con el aire. Evacue de inmediato a todo el personal del área de riesgo. Se deberán utilizar dispositivos de respiración autónomos cuando así se requiera. Retire todas las fuentes de ignición si esto no conlleva riesgo. Reduzca los vapores con rocío o neblina de agua. Corte el flujo si esto no conlleva riesgo. Ventile el área o retire el cilindro a un área bien ventilada. Los vapores inflamables podrían esparcirse desde el punto de la fuga. Antes de ingresar a un área, especialmente en espacios confinados, revise la atmósfera con un dispositivo adecuado.

**Precauciones Ambientales.** Evite que los desechos contaminen el medio ambiente circundante. Mantenga al personal alejado. Deseche cualquier producto, residuo, contenedor desechable o camisa de forma ambientalmente aceptable, en pleno cumplimiento de la reglamentación federal, estatal y local correspondiente. Si es necesario, comuníquese con su proveedor local para obtener asistencia.

## 7. Manejo y Almacenaje

**PRECAUCIONES QUE DEBEN TOMARSE PARA SU MANEJO:** El producto puede formar mezclas explosivas con el aire. Utilice sólo herramientas a prueba de chispas y equipo a prueba de explosión. Aterrice todo el equipo. Mantenga el producto alejado del calor, chispas y flamas abiertas. ***El gas puede ocasionar rápida asfixia debido a deficiencia de oxígeno.*** Proteja los cilindros para que no se dañen. Se deberá utilizar una carretilla adecuada para mover los cilindros;

éstos no deberán jalarse, rolarse, deslizarse o dejarse caer. Todos los sistemas de metano entubados así como el equipo relacionado deberán estar aterrizados. El equipo eléctrico deberá ser del tipo que no genere chispas o a prueba de explosión. Se deberá revisar por si hay fugas con una solución de agua y jabón; nunca utilice una flama para hacer esto. Nunca intente levantar un cilindro por su capuchón; éste sólo tiene por objeto proteger a la válvula. Nunca inserte un objeto (por ejemplo llaves, destornillador, palancas) en las aberturas de un capuchón; el hacer esto puede dañar la válvula y ocasionar una fuga. Utilice una llave de banda ajustable para remover capuchones que estén muy apretados u oxidados. Abra la válvula lentamente. Si la válvula es difícil de abrir, interrumpa su uso y comuníquese con su proveedor. Para obtener información acerca de otras precauciones en la utilización de metano, consulte la sección 16.

**PRECAUCIONES QUE DEBEN TOMARSE PARA EL ALMACENAJE:** Almacene y utilice el producto con ventilación adecuada. Separe los cilindros de metano del oxígeno, cloro y otros oxidantes a por lo menos 20 ft (6.1 m), o utilice una barricada de material no combustible. Esta barricada deberá ser de por lo menos 5 ft (1.53 m) de alto y contar con una especificación de resistencia al fuego de por lo menos ½ hora. Asegure firmemente los cilindros en forma vertical para evitar que se caigan o que los tiren. Atomille el tapón de protección de la válvula firmemente en su lugar de forma manual. Se deberán colocar letreros que indiquen "No Fumar o Abrir Flamas" en las áreas de almacenaje y uso. No deberá haber fuentes de ignición. Todo el equipo eléctrico de las áreas de almacenaje deberá ser a prueba de explosión. Las áreas de almacenaje deberán cumplir con los códigos eléctricos nacionales para áreas de riesgo Clase 1. Almacene el producto sólo en donde la temperatura no exceda de 125°F (52°C). Almacene los cilindros llenos y vacíos por separado. Utilice un sistema de inventario de primeras entradas primeras salidas para evitar almacenar cilindros llenos por períodos prolongados.

**PUBLICACIONES RECOMENDADAS:** Para obtener mayor información acerca del almacenaje, manejo y utilización de este producto, consulte la publicación de Praxair P-14-153, *Lineamientos para el Manejo de Cilindros y Contenedores de Gas*. Obtenga ésta de su proveedor local.

### 8. Controles de Exposición/Protección Personal

COMPONENTE	PEL DE LA OSHA	TLV - TWA DE ACGIH (2008)
Metano	No establecido.	1000 ppm

Los TLV-TWAs deben utilizarse a manera de guía para el control de riesgos para la salud y no como líneas definitorias entre concentraciones seguras y peligrosas.

IDLH = No disponible.

#### CONTROLES DE INGENIERÍA:

**Escape Local.** Utilice un sistema de escape local a prueba de explosión si es aceptable. Consulte ESPECIAL.

**Mecánico (General).** Inadecuado; consulte ESPECIAL.

**Especial.** Utilice el producto sólo en un sistema cerrado.

**Otros.** Ninguno.

#### EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL:

**Protección Cutánea.** Utilice guantes de trabajo al manipular los cilindros. Utilice zapatos con protección metatarsiana al manipular los cilindros. Seleccione esto de conformidad con lo establecido en OSHA 29 CFR 1910.132 y 1910.133. Independientemente del equipo de protección, nunca haga contacto con partes eléctricas vivas.

**Protección Ocular/Rostro.** Seleccione esto de conformidad con lo establecido en OSHA 29 CFR 1910.133.

**Protección Respiratoria.** Será necesario apegarse a un programa de protección respiratoria que cumpla con lo indicado en OSHA, 29 CFR 1910.134, ANSI Z88.2 o MSHA 30 CFR 72.710 (cuando sea aplicable) cuando las condiciones del lugar de trabajo hagan necesaria la utilización de un respirador. Se deberá utilizar un respirador alimentado con aire o un respirador de tipo de cartucho purificador de aire si el nivel de acción se excede. Se requerirá asegurarse que el respirador cuente con el factor de protección adecuado para el nivel de exposición respectivo. Si se usan respiradores de tipo de cartucho, este último deberá ser adecuado para la exposición química relacionada (por ejemplo, un cartucho para vapores orgánicos). En caso de emergencias o eventos con niveles de exposición desconocidos, se deberá utilizar un dispositivo de respiración autónomo.

### 9. Propiedades Físicas y Químicas

APARIENCIA:	Gas incoloro
OLOR:	Inoloro
UMBRAL DE OLOR:	No disponible..
ESTADO FÍSICO:	Gas a temperatura y presión normales.
pH:	No aplicable.
PUNTO DE CONGELACIÓN a 1 atm:	-296.5°F (-182.5°C)
PUNTO DE EBULLICIÓN a 1 atm:	-258.7°F (-161.5°C)
PUNTO DE INFLAMACIÓN (método de prueba):	-306°F (-187.8°C)
RANGO DE EVAPORACIÓN (Acetato de Butilo = 1):	Alto
INFLAMABILIDAD:	Inflamable.
LÍMITES DE INFLAMABILIDAD EN EL AIRE, % por volumen:	INFERIOR: 5.0%      SUPERIOR: 15.0%
PRESIÓN DE VAPOR a 68°F (20°C):	No disponible.
DENSIDAD DE VAPOR a 60°F (15.6°C) y 1 atm:	0.04235 lb/ft <sup>3</sup> (0.6784 kg/m <sup>3</sup> )
GRAVEDAD ESPECÍFICA (H <sub>2</sub> O = 1) a 19.4°F (-7°C):	No disponible.

<b>GRAVEDAD ESPECÍFICA</b> (Aire = 1) a 60°F (15.6°C) y 1 atm:	0.56
<b>SOLUBILIDAD EN AGUA</b> , % vol/vol a 100°F (37.8°C) y 1 atm:	Leve
<b>COEFICIENTE DE PARTICIÓN: n-octanol/agua:</b>	No disponible.
<b>TEMPERATURA DE AUTOIGNICIÓN:</b>	1112°F (600°C)
<b>TEMPERATURA DE DESCOMPOSICIÓN:</b>	No disponible.
<b>POR CIENTO DE VOLÁTILES POR VOLUMEN:</b>	100
<b>PESO MOLECULAR:</b>	16.042
<b>FORMULA MOLECULAR:</b>	CH <sub>4</sub>

## 10. Estabilidad y Reactividad

**ESTABILIDAD QUÍMICA:**  Inestable  Estable

**CONDICIONES QUE DEBEN EVITARSE:** Se desconocen.

**MATERIALES INCOMPATIBLES:** Agentes oxidantes. Las mezclas que contengan pentafluoruro de bromo, cloro, y óxido mercuríco amarillo, trifluoruro de nitrógeno, oxígeno líquido u difluoruro de oxígeno pueden explotar.

**PRODUCTOS DE DESCOMPOSICIÓN PELIGROSA:** La descomposición térmica o quemado podrían producir CO/CO<sub>2</sub>. A temperaturas que excedan de 1292°F (700°C) y en ausencia de oxígeno o aire, el metano puede descomponerse formándose hidrógeno.

**POSIBILIDAD DE REACCIONES PELIGROSAS:**  Pueden Ocurrir  No Ocurrirán

La descomposición térmica o el quemado podrían producir CO/CO<sub>2</sub>. A temperaturas que excedan de 1292°F (700°C) y en ausencia de oxígeno o aire, el metano puede descomponerse formándose hidrógeno.

## 11. Información Toxicológica

**EFFECTOS POR DOSIFICACIÓN AGUDA:** No se conocen.

**RESULTADOS DE ESTUDIO:** No se conocen.

## 12. Información Ecológica

**ECOTOXICIDAD:** No se conocen efectos.

**OTROS EFECTOS ADVERSOS:** El metano no contiene ninguna de las sustancias químicas que agotan la capa de ozono de Clase I o Clase II.

### 13. Consideraciones para el Desecho

**MÉTODO DE DESECHO DE DESPERDICIOS:** No intente desechar las cantidades residuales o no utilizadas. Devuelva el cilindro al proveedor.

### 14. Información de Transportación

<b>NOMBRE DE EMBARQUE DOT/IMO:</b> Metano, comprimido	
<b>CLASE DE RIESGO:</b> 2.1	<b>GRUPO/Zona de Envase:</b> NA/NA*
<b>ETIQUETA(s) DE EMBARQUE:</b>	<b>NUMERO DE IDENTIFICACIÓN:</b> UN1971
<b>ROTULO (cuando se requiera):</b>	<b>RQ DE PRODUCTO:</b> Ninguna
GAS INFLAMABLE	

\* NA = No aplicable.

**INFORMACIÓN DE EMBARQUE ESPECIAL:** Los cilindros deberán transportarse en una posición segura, en un vehículo bien ventilado. Los cilindros transportados en un compartimiento cerrado y no ventilado de un vehículo pueden presentar riesgos serios de seguridad.

El embarque de cilindros de gas comprimido que hayan sido llenados sin el consentimiento del propietario, constituye como tal violación de ley federal [49 CFR 173.301(b)].

**CONTAMINANTES MARINOS:** El metano no se encuentra listado como un contaminante marino por el DOT.

### 15. Información de Reglamentación

Los siguientes requisitos de reglamentación seleccionados podrían aplicar a este producto. No todos los requisitos se identifican. Los usuarios de este producto son los únicos responsables por el cumplimiento de toda la reglamentación federal, estatal y local respectiva.

#### REGLAMANTACIÓN FEDERAL DE LOS ESTADOS UNIDOS:

EPA (ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY)

CERCLA: COMPREHENSIVE ENVIRONMENTAL RESPONSE, COMPENSATION, AND LIABILITY ACT OF 1980 (40 CFR Partes 117 y 302):

**Cantidad Reportable (RQ):** Ninguna

SARA: SUPERFUND AMENDMENT AND REAUTHORIZATION ACT:

**SECCIONES 302/304:** Se requiere de planeación de emergencia con base en la Cantidad de Planeación Umbral (TPQ) así como la generación de reportes de fugas con base en las Cantidades Reportables (RQ) de sustancias extremadamente peligrosas (EHS) (40 CFR Parte 355):

**Cantidad de Planeación Umbral (TPQ):** Ninguna  
**RQ DE EHS (40 CFR 355):** Ninguna

**SECCIONES 311/312:** Se requiere la presentación de la HDSP así como la generación de reportes de inventarios de sustancias químicas con identificación de categorías de riesgo de la EPA. Las categorías de riesgo de este producto son las siguientes:

<b>INMEDIATO:</b> No	<b>PRESIÓN:</b> Sí
<b>RETARDADO:</b> No	<b>REACTIVIDAD:</b> No
	<b>FUEGO:</b> Sí

**SECCIÓN 313:** Se requiere la presentación de reportes anuales sobre la liberación de sustancias químicas tóxicas de acuerdo con lo indicado en 40 CFR Parte 372.

El metano no requiere de la generación de reportes en virtud de la Sección 313.

**40 CFR 68: PROGRAMA DE ADMINISTRACIÓN DE RIESGOS PARA LA PREVENCIÓN DE LIBERACIÓN ACCIDENTAL DE SUSTANCIAS QUÍMICAS:** Se requiere del desarrollo e implementación de programas de administración de riesgos en instalaciones que manufacturen, utilicen, almacenen o de alguna otra forma manipulen sustancias reguladas en cantidades que excedan los umbrales especificados.

El metano se encuentra listado como una sustancia regulada en cantidades de 10,000 lb (4536 kg) o mayores

**TSCA: TOXIC SUBSTANCES CONTROL ACT:** El metano se encuentra listado en el inventario de la TSCA.

**OSHA: OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH ADMINISTRATION:**

**29 CFR 1910.119: ADMINISTRACIÓN DE SEGURIDAD DE PROCESOS DE SUSTANCIAS QUÍMICAS ALTAMENTE PELIGROSAS:** Se requiere que las instalaciones desarrollen un programa de administración de seguridad de procesos que se base en las Cantidades Umbral (TQ) de sustancias químicas altamente peligrosas.

El metano no se encuentra listado en el Apéndice A como una sustancia química altamente peligrosa. Sin embargo, en todo proceso en el que se involucre un gas inflamable en una instalación determinada en cantidades de 10,000 lb (4536 kg) o mayores quedará contemplado bajo esta reglamentación a menos que el gas se utilice como un combustible.

**REGLAMENTACIONES ESTATALES:**

**CALIFORNIA:** El metano no se encuentra listado por California bajo la SAFE DRINKING WATER AND TOXIC ENFORCEMENT ACT OF 1986 (Propuesta 65).

**PENNSYLVANIA:** El metano está sujeto a la PENNSYLVANIA WORKER AND COMMUNITY RIGHT-TO-KNOW ACT (35 P.S. Secciones 7301-7320).

**16. Otra información**

Asegúrese de leer y entender todas las etiquetas e instrucciones que vienen con todos los contenedores de este producto.

**OTRAS CONDICIONES PELIGROSAS RELACIONADAS CON EL MANEJO, ALMACENAJE Y USO:** *Gas inflamable a alta presión.* Se deberá utilizar tubería y equipo que estén adecuadamente diseñados para soportar las presiones bajo las cuales se vaya a operar. Utilice un dispositivo de prevención de contraflujo en cualquier tubería. Utilice el producto sólo en un sistema cerrado. **Almacene y utilice el producto alejado del oxígeno y agentes oxidantes.** Almacene y utilice el producto sólo con ventilación adecuada. Cierre la válvula de un cilindro después de cada uso; manténgala cerrada incluso cuando esté vacío. **Nunca trabaje en un sistema presurizado.** Si se detecta una fuga, ventee el sistema de forma ambientalmente segura y en pleno cumplimiento de la legislación federal, estatal y local; posteriormente repare la fuga. **Nunca sitúe un cilindro de gas comprimido en donde pueda tornarse en parte de un circuito eléctrico.**

**NOTA:** Previa a la utilización de plásticos, confirme su compatibilidad con el metano. [incluir si es aplicable].

**MEZCLAS:** Al mezclar dos o más gases o gases licuados, se pueden generar riesgos adicionales e inesperados. Obtenga y evalúe la información adicional de cada componente antes de generar la mezcla. Consulte a su experto en higiene industrial o alguna otra persona debidamente capacitada al evaluar el producto final. Recuerde, los gases y líquidos cuentan con propiedades que pueden ocasionar lesiones serias o la muerte.

**SISTEMAS DE CLASIFICACIÓN DE RIESGOS:**

**CLASIFICACIONES NFPA:**

SALUD =0  
 INFLAMABILIDAD =4  
 INESTABILIDAD = 0

**CLASIFICACIONES HMIS:**

SALUD = 0  
 INFLAMABILIDAD = 4  
 RIESGO FÍSICO = 3

Producto: Metano, comprimido

P-4618-F

Fecha: Mayo del 2009

**CLASIFICACIONES NFPA:**  
ESPECIAL

=Ninguno

**CLASIFICACIONES HMIS:**

**CONEXIONES DE VÁLVULA ESTÁNDAR PARA LOS ESTADOS UNIDOS Y EL CANADÁ:**

**ROSCADAS:**

CGA-350

**YUGO PIN-INDEXED:**

No aplicable.

**CONEXIÓN DE ULTRA ALTA INTEGRIDAD:**

CGA-724

Utilice las conexiones CGA adecuadas. **NO UTILICE ADAPTADORES.** Se podrán aplicar conexiones estándar limitadas adicionales. Consulte el folleto V-1 de la CGA que se lista a continuación.

Consulte a su proveedor acerca de la literatura de seguridad gratuita de Praxair a la que se hace referencia en esta HDSP y en la etiqueta de este producto. Se puede obtener mayor información acerca del producto en los siguientes materiales publicados por la Compressed Gas Association, Inc. (CGA), 4221 Walney Road, 5<sup>th</sup> Floor, Chantilly, VA 20151-2923, Teléfono (703) 788-2700, <http://www.cganet.com/Publication.asp>.

AV-1	<i>Safe Handling and Storage of Compressed Gases (Manejo y Almacenaje Seguro de Gases Comprimidos)</i>
P-1	<i>Safe Handling of Compressed Gases in Containers (Manejo Seguro de Gases Comprimidos en Contenedores)</i>
SB-2	<i>Oxygen-Deficient Atmospheres (Atmósferas con Deficiencia de Oxígeno)</i>
V-1	<i>Compressed Gas Cylinder Valve Inlet and Outlet Connections (Conexiones de Entrada y Salida de Válvulas de Cilindros de Gas Comprimido)</i>
—	<i>Handbook of Compressed Gases, Fourth Edition (Manual de Gases Comprimidos, Cuarta Edición)</i>

Producto: Metano, comprimido

P-4618-F

Fecha: Mayo del 2009

Praxair solicita a los usuarios de este producto estudiar esta HDSP y familiarizarse con la información acerca de los riesgos y seguridad del mismo. Para promover su utilización segura, los usuarios deberán (1) dar a conocer a sus empleados, representantes y contratistas la información plasmada en esta HDSP incluyendo cualquier otra información relacionada con riesgos y seguridad del producto, (2) proporcionar la información a cada uno de los compradores del mismo, y (3) solicitar a cada comprador que dé a conocer a sus empleados y clientes la información correspondiente sobre riesgos y seguridad.

---

Las opiniones aquí expresadas son aquellas de los expertos calificados de Praxair, Inc. Consideramos que la información aquí establecida es como tal vigente a la fecha de la generación de esta Hoja de Datos de Seguridad de Producto. Debido a que la utilización de esta información y a que las condiciones de uso del producto no se encuentran dentro del control de Praxair, Inc., será obligación del usuario determinar las condiciones de uso seguro.

---

Las HDSP de Praxair son provistas al realizar la venta o entrega por parte de ésta o los distribuidores y proveedores independientes que envasen y vendan nuestros productos. Para obtener las HDSP actualizadas de estos productos, comuníquese con su representante de ventas o con el distribuidor o proveedor local respectivo o descárguelas del sitio [www.praxair.com.mx](http://www.praxair.com.mx). Si se tienen preguntas relacionadas con las HDSP o si se desea el número y fecha de la más reciente u obtener información acerca de los nombres de los proveedores de Praxair de su área, comuníquese telefónicamente al Centro de Soluciones de Praxair. **Llamada sin costo 01 800 PRAXAIR (01-800-7729247)** o escriba a [contactanos@praxair.com](mailto:contactanos@praxair.com) o en la página web [www.praxair.com.mx](http://www.praxair.com.mx)

*Praxair* y el diseño de su *Logotipo* son marcas comerciales o registradas de Praxair Technology, Inc., en los Estados Unidos y/u otros países.



Impreso en México.

Praxair México S. de R. L. de C. V.  
Biólogo Maximino Martínez No 3804  
San Salvador Xochimanca  
C.P. 02870 México D. F..

Página 9 de 9

## 20.7 ALCOHOL ISOPROPÍLICO:



### HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD ALCOHOL ISOPROPILICO

<p><b>1. Identificación de la sustancia/preparado y de la sociedad o empresa</b></p> <p><b>1.1 Identificación de la sustancia o del preparado</b> Denominación: Alcohol Isopropílico</p> <p><b>1.2 Uso de la sustancia o preparado:</b> Para usos de laboratorio, análisis, investigación y química fina.</p> <p><b>1.3 Identificación de la sociedad o empresa:</b> CONTROL TÉCNICO Y REPRESENTACIONES, S.A. DE C.V. Av. Lincoln No. 3410 Pte. Col. Mitras Norte www.ctr.com.mx Tels: (81) 8158 0600, 8158 0628, 8158 0633 e-mail : ctrscientific@infosel.net.mx Apdo. Postal 044-C Monterrey N.L. C.P. 64320, México</p>
<p><b>2. Identificación de los peligros</b></p> <p><b>2.1</b> Fácilmente inflamable. Irrita los ojos. La inhalación de vapores puede provocar somnolencia y vértigo.</p>
<p><b>3. Composición/Información de los componentes</b></p> <p><b>3.1</b> Denominación: 2-Propanol Fórmula: <math>\text{CH}_3\text{CHOHCH}_3</math> M<sub>r</sub>=60,10</p>
<p><b>4. Primeros auxilios</b></p> <p><b>4.1 Indicaciones generales:</b> En caso de pérdida del conocimiento nunca dar a beber ni provocar el vómito.</p> <p><b>4.2 Inhalación:</b> Trasladar a la persona al aire libre. En caso de asfixia proceder a la respiración artificial.</p> <p><b>4.3 Contacto con la piel:</b> Lavar abundantemente con agua. Quitarse las ropas contaminadas.</p> <p><b>4.4 Ojos:</b> Lavar con agua abundante (mínimo durante 15 minutos), manteniendo los párpados abiertos. Pedir atención médica.</p> <p><b>4.5 Ingestión:</b> Beber agua abundante. Evitar el vómito. Pedir atención médica. Administrar solución de carbón activo de uso médico. Lavado de estómago. Laxantes: sulfato sódico (1 cucharada sopera en 250 ml de agua). Administrar aceite de vaselina como laxante (3 ml/kg).</p>
<p><b>5. Medidas de lucha contra incendio</b></p>

## HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD ALCOHOL ISOPROPILICO

<p><b>5.1 Medios de extinción adecuados:</b> Agua. Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Espuma. Polvo seco.</p> <p><b>5.2 Medios de extinción que NO deben utilizarse:</b> -----</p> <p><b>5.3 Riesgos especiales:</b> Inflamable. Mantener alejado de fuentes de ignición. Los vapores son más pesados que el aire, por lo que pueden desplazarse a nivel del suelo. Riesgo de inflamación por acumulación de cargas electrostáticas.</p> <p><b>5.4 Equipos de protección:</b> -----</p>
<p><b>6. Medidas a tomar en caso de vertido accidental</b></p> <p><b>6.1 Precauciones individuales:</b> No inhalar los vapores. Procurar una ventilación apropiada.</p> <p><b>6.2 Precauciones para la protección del medio ambiente:</b> -----</p> <p><b>6.3 Métodos de recogida/limpieza:</b> Recoger con materiales absorbentes o en su defecto arena o tierra secas y depositar en contenedores para residuos para su posterior eliminación de acuerdo con las normativas vigentes. Limpiar los restos con agua abundante.</p>
<p><b>7. Manipulación y almacenamiento</b></p> <p><b>7.1 Manipulación:</b> Sin indicaciones particulares.</p> <p><b>7.2 Almacenamiento:</b> Recipientes bien cerrados. En local bien ventilado. Alejado de fuentes de ignición y calor. Temperatura ambiente. No almacenar en recipientes de metales ligeros.</p>
<p><b>8. Controles de exposición/protección personal</b></p> <p><b>8.1 Medidas técnicas de protección:</b> Asegurar una buena ventilación y renovación de aire del local.</p> <p><b>8.2 Control límite de exposición:</b> VLA-ED: 400 ppm ó 998 mg/m<sup>3</sup> VLA-EC: 500 ppm ó 1250 mg/m<sup>3</sup></p> <p><b>8.3 Protección respiratoria:</b> En caso de formarse vapores/aerosoles, usar equipo respiratorio</p>

## HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD ALCOHOL ISOPROPILICO

<p><b>8.4</b></p> <p><b>8.5</b></p> <p><b>8.6</b></p> <p><b>8.7</b></p>	<p>adecuado. Filtro A. Filtro P.</p> <p><b>Protección de las manos:</b> Usar guantes apropiados</p> <p><b>Protección de los ojos:</b> Usar gafas apropiadas.</p> <p><b>Medidas de higiene particulares:</b> Quitarse las ropas contaminadas. Usar ropa de trabajo adecuada. Lavarse manos y cara antes de las pausas y al finalizar el trabajo.</p> <p><b>Controles de la exposición del medio ambiente:</b> Cumplir con la legislación local vigente sobre protección del medio ambiente.  El proveedor de los medios de protección debe especificar el tipo de protección que debe usarse para la manipulación del producto, indicando el tipo de material y, cuando proceda, el tiempo de penetración de dicho material, en relación con la cantidad y la duración de la exposición.</p>
<p><b>9. Propiedades físicas y químicas</b></p> <p>Aspecto: Líquido transparente e incoloro.</p> <p>Olor: Característico.</p> <p>pH X neutro. Punto de ebullición : 82°C Punto de fusión : -89°C Punto de inflamación : 12°C Temperatura de auto ignición : 485°C Límites de explosión (inferior/superior): 2 / 12 vol. % Presión de vapor: 43 hPa (20°C) Densidad (20/4): 0,785 Solubilidad: Miscible con agua, alcohol, éter, triclorometano</p>	
<p><b>10. Estabilidad y reactividad</b></p> <p><b>10.1 Condiciones que deben evitarse:</b> Temperaturas elevadas.</p> <p><b>10.2 Materias que deben evitarse:</b> Metales alcalinos. Metales alcalinotérreos. Aluminio. Agentes oxidantes (entre otros, ácido perclórico, percloratos, halogenatos, CrO<sub>3</sub>, halogenóxidos, ácido nítrico, óxidos de nitrógeno, óxidos no metálicos, ácido cromosulfúrico). Compuestos orgánicos de nitrógeno.</p>	

## HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD ALCOHOL ISOPROPILICO

<p>10.3</p> <p>10.4</p>	<p><b>Productos de descomposición peligrosos:</b> Peróxidos.</p> <p><b>Información complementaria:</b> Higroscópico. Los gases / vapores pueden formar mezclas explosivas con el aire.</p>
<p><b>11. Información toxicológica</b></p>	
<p>11.1</p> <p>11.2</p>	<p><b>Toxicidad aguda:</b> DL<sub>50</sub> oral rata: 5045 mg/kg DL<sub>50</sub> dermal conejo: 12800 mg/kg</p> <p><b>Efectos peligrosos para la salud:</b> Se carece de conclusiones sobre la valoración de un efecto perjudicial para el feto. Por inhalación de vapores: Irritaciones en vías respiratorias. Por contacto ocular: Irritaciones en mucosas. Por ingestión: Puede provocar náuseas, dolores de cabeza, vértigo, embriaguez, pérdida del conocimiento, narcosis. Por absorción de grandes cantidades: parálisis respiratoria, coma</p>
<p><b>12. Información Ecológica</b></p>	
<p>12.1</p> <p>12.2</p> <p>12.3</p>	<p><b>Movilidad :</b> -----</p> <p><b>Ecotoxicidad :</b> 12.2.1 - Test EC<sub>50</sub> (mg/l) : Bacterias (Photobacterium phosphoreum) = 42000 mg/l ; Clasificación : Tóxic. Bacterias (Ps. putida) = EC<sub>0</sub> 1050 ; Clasificación : Muy tóxico. Algas (Sc. quadricauda) = EC<sub>0</sub> 1800 ; Clasificación : Muy tóxico. Crustáceos (Daphnia Magna) = 9710 mg/l ; Clasificación : Muy tóxico. Peces (Leuciscus Idus) = 8970 mg/l ; Clasificación : Muy tóxico. 12.2.2 - Medio receptor : Riesgo para el medio acuático = Medio Riesgo para el medio terrestre = Bajo 12.2.3 - Observaciones : Ecotoxicidad aguda en función de la concentración del vertido.</p> <p><b>Degradabilidad :</b> 12.3.1 - Test :----- 12.3.2 - Clasificación sobre degradación biótica : DBO<sub>5</sub>/DQO Biodegradabilidad = ----- 12.3.3 - Degradación abiótica según pH :----- 12.3.4 - Observaciones :</p>

## HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD ALCOHOL ISOPROPILICO

<p><b>12.4</b></p>	<p>Producto biodegradable.</p> <p><b>Acumulación :</b></p> <p>12.4.1 - Test : -----</p> <p>12.4.2 - Bioacumulación : Riesgo =-----</p> <p>12.4.3 - Observaciones : Producto no bioacumulable.</p>
<p><b>12.5</b></p>	<p><b>Otros posibles efectos sobre el medio natural :</b></p> <p>Producto poco contaminante. Manteniendo las condiciones adecuadas de manejo no cabe esperar problemas ecológicos.</p>
<b>13. Consideraciones sobre la eliminación</b>	
<p><b>13.1</b></p>	<p><b>Sustancia o preparado:</b></p> <p>En América no están establecidas pautas homogéneas para la eliminación de residuos químicos, los cuales tienen carácter de residuos especiales, quedando sujetos su tratamiento y eliminación a los reglamentos internos de cada país. Por tanto, en cada caso, procede contactar con la autoridad competente, o bien con los gestores legalmente autorizados para la eliminación de residuos.</p>
<p><b>13.2</b></p>	<p><b>Envases contaminados:</b></p> <p>Los envases y embalajes contaminados de sustancias o preparados peligrosos, tendrán el mismo tratamiento que los propios productos contenidos.</p>
<b>14. Información relativa al transporte</b>	
<p><b>14.1</b></p>	<p>Terrestre (ADR): Denominación técnica: ISOPROPANOL (ALCOHOL ISOPROPILICO) ONU 1219 Clase: 3 Grupo de embalaje: II (D/E) Marítimo (IMDG): Denominación técnica: ISOPROPANOL (ALCOHOL ISOPROPILICO) ONU 1219 Clase: 3 Grupo de embalaje: II Aéreo (ICAO-IATA): Denominación técnica: Isopropanol ONU 1219 Clase: 3 Grupo de embalaje: II Instrucciones de embalaje: CAO 307 PAX 305</p>
<b>15. Información reglamentaria</b>	
<p><b>15.1</b></p>	<p><b>Etiquetado</b></p>

## HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD ALCOHOL ISOPROPILICO

<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <small>F</small>   </div> <div style="text-align: center;"> <small>Xi</small>   </div> </div> <p style="margin-top: 5px;">Símbolos:</p> <p>Indicaciones de peligro: Fácilmente inflamable Irritante  Fácilmente inflamable. Irrita los ojos. La inhalación de vapores puede provocar somnolencia y vértigo.  Manténgase el recipiente bien cerrado. Conservar alejado de toda llama o fuente de chispas - No fumar. Evítese el contacto con los ojos y la piel. En caso de contacto con los ojos, lávense inmediata y abundantemente con agua y acúdase a un médico.</p>
<p><b>16. Otra información</b></p> <div style="text-align: center; margin: 10px 0;">  </div> <p style="text-align: center;"><b>Grados de NFPA: Salud: 1 Inflamabilidad: 3 Reactividad: 0</b></p>

**Renuncia:**

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*  
CTR Scientific proporciona la información contenida aquí de buena fe, sin embargo, no hace ninguna representación en cuanto a su integridad o exactitud. Es intención que se utilice este documento sólo como una guía para el manejo del material con la precaución apropiada, por una persona adecuadamente capacitada en el uso de este producto. Los individuos que reciban la información deben ejercer su juicio independiente al determinar la conveniencia del producto para un uso particular. CTR SCIENTIFIC, NO GESTIONA O DA GARANTÍA ALGUNA, EXPRESA O IMPLÍCITA, INCLUYENDO SIN LIMITACIÓN CUALQUIER GARANTÍA DE COMERCIABILIDAD, O CONVENIENCIA PARA UN PROPÓSITO PARTICULAR, CON RESPECTO A LA INFORMACIÓN EXPUESTA EN EL PRESENTE DOCUMENTO O DEL PRODUCTO AL QUE SE REFIERE LA INFORMACIÓN. POR CONSIGUIENTE, CTR SCIENTIFIC, NO SERÁ RESPONSABLE DE DAÑOS QUE RESULTEN DEL USO O CONFIANZA QUE SE TENGA EN ESTA INFORMACIÓN.  
\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

## 20.8 ACETONA:



### HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD ACETONA

<b>1. Identificación de la sustancia/preparado y de la sociedad o empresa</b>	
<b>1.1 Identificación de la sustancia o del preparado</b>	Denominación: Acetona
<b>1.2 Uso de la sustancia o preparado:</b>	Para usos de laboratorio, análisis, investigación y química fina.
<b>1.3 Identificación de la sociedad o empresa:</b>	CONTROL TÉCNICO Y REPRESENTACIONES, S.A. DE C.V. Av. Lincoln No. 3410 Pte. Col. Miras Norte www.ctr.com.mx Tels. (81) 8158 0600, 8158 0628, 8158 0633 e-mail: ctrscientifico@infocinet.mx Apdo. Postal 044-C Monterrey N.L. C.P. 64320, México
<b>2. Identificación de los peligros</b>	
	Fácilmente inflamable. Irrita los ojos. La exposición repetida puede <b>2.1</b> provocar sequedad o formación de grietas en la piel. La inhalación de vapores puede provocar somnolencia y vértigo.
<b>3. Composición/Información de los componentes</b>	
<b>3.1</b>	Denominación: Acetona Fórmula: $\text{CH}_3\text{COCH}_3$ M.=58,08
<b>4. Primeros auxilios</b>	
<b>4.1 Indicaciones generales:</b>	En caso de pérdida del conocimiento nunca dar a beber ni provocar el vómito.
<b>4.2 Inhalación:</b>	Trasladar a la persona al aire libre. En caso de asfixia proceder a la respiración artificial.
<b>4.3 Contacto con la piel:</b>	Lavar abundantemente con agua. Quitarse las ropas contaminadas.
<b>4.4 Ojos:</b>	Lavar con agua abundante manteniendo los párpados abiertos. Pedir atención médica.
<b>4.5 Ingestión:</b>	Beber agua abundante. Evitar el vómito. (Riesgo de aspiración.) Pedir atención médica. Administrar solución de carbón activo de uso médico. Laxantes: sulfato sódico (1 cucharada sopera en 250 ml de agua). No beber leche. No administrar aceites digestivos.
<b>5. Medidas de lucha contra incendio</b>	

## HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD ACETONA

<p>5.1 <b>Medios de extinción adecuados:</b> Espuma. Polvo seco.</p> <p>5.2 <b>Medios de extinción que NO deben utilizarse:</b> -----</p> <p>5.3 <b>Riesgos especiales:</b> Inflamable. Mantener alejado de fuentes de ignición. Los vapores son más pesados que el aire, por lo que pueden desplazarse a nivel del suelo. Puede formar mezclas explosivas con aire. Riesgo de inflamación por acumulación de cargas electrostáticas.</p> <p>5.4 <b>Equipos de protección:</b> -----</p>
<p><b>6. Medidas a tomar en caso de vertido accidental</b></p> <p>6.1 <b>Precauciones individuales:</b> No inhalar los vapores. Procurar una ventilación apropiada.</p> <p>6.2 <b>Precauciones para la protección del medio ambiente:</b> Prevenir la contaminación del suelo, aguas y desagües.</p> <p>6.3 <b>Métodos de recogida/limpieza:</b> Recoger con materiales absorbentes o en su defecto arena o tierra secas y depositar en contenedores para residuos para su posterior eliminación de acuerdo con las normativas vigentes. Limpiar los restos con agua abundante.</p>
<p><b>7. Manipulación y almacenamiento</b></p> <p>7.1 <b>Manipulación:</b> Evitar la formación de cargas electrostáticas.</p> <p>7.2 <b>Almacenamiento:</b> Recipientes bien cerrados. En local bien ventilado. Alejado de fuentes de ignición y calor. Temperatura ambiente. Protegido de la luz.</p>
<p><b>8. Controles de exposición/protección personal</b></p> <p>8.1 <b>Medidas técnicas de protección:</b> -----</p> <p>8.2 <b>Control límite de exposición:</b> VLA-ED: 500 ppm ó 1210 mg/m<sup>3</sup></p> <p>8.3 <b>Protección respiratoria:</b> En caso de formarse vapores/aerosoles, usar equipo respiratorio adecuado. Filtro AX. Filtro P<sub>3</sub>.</p>

## HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD ACETONA

<p><b>8.4</b></p>	<p><b>Protección de las manos:</b> Usar guantes apropiados (neopreno, látex).</p>
<p><b>8.5</b></p>	<p><b>Protección de los ojos:</b> Usar gafas apropiadas.</p>
<p><b>8.6</b></p>	<p><b>Medidas de higiene particulares:</b> Quitarse las ropas contaminadas. Usar ropa de trabajo adecuada. Lavarse las manos antes de las pausas y al finalizar el trabajo.</p>
<p><b>8.7</b></p>	<p><b>Controles de la exposición del medio ambiente:</b> Cumplir con la legislación local vigente sobre protección del medio ambiente.  El proveedor de los medios de protección debe especificar el tipo de protección que debe usarse para la manipulación del producto, indicando el tipo de material y, cuando proceda, el tiempo de penetración de dicho material, en relación con la cantidad y la duración de la exposición.</p>
<p><b>9. Propiedades físicas y químicas</b></p>	
<p>Aspecto: Líquido transparente e incoloro. Olor: Característico. Punto de ebullición : 56,5°C Punto de fusión : -94°C Punto de inflamación : -20°C Temperatura de auto ignición : 540°C Límites de explosión (inferior/superior): 2,2 - 12,8 Vol. % Presión de vapor: (20°C) 233 hPa Densidad (20/4): 0,791 Solubilidad: Miscible con agua, alcohol, éter, triclorometano</p>	
<p><b>10. Estabilidad y reactividad</b></p>	
<p><b>10.1</b></p>	<p><b>Condiciones que deben evitarse:</b> Temperaturas elevadas.</p>
<p><b>10.2</b></p>	<p><b>Materias que deben evitarse:</b> Hidróxidos alcalinos. Halógenos. Hidrocarburos halogenados. Halogenuros de halógeno. Agentes oxidantes (entre otros, ácido perclórico, percloratos, halogenatos, CrO<sub>3</sub>, halogenóxidos, ácido nítrico, óxidos de nitrógeno, óxidos no metálicos, ácido cromo sulfúrico). Metales alcalinos. Nitrosilos. Metales Etanolamina</p>
<p><b>10.3</b></p>	<p><b>Productos de descomposición peligrosos:</b></p>

## HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD ACETONA

10.4	<p>Peróxidos.</p> <p><b>Información complementaria:</b> La exposición a la luz y al aire favorece la formación de peróxidos. Los gases / vapores pueden formar mezclas explosivas con el aire.</p>
<b>11. Información toxicológica</b>	
11.1	<p><b>Toxicidad aguda:</b> DL<sub>50</sub> oral rata: 5800 mg/kg</p>
11.2	<p><b>Efectos peligrosos para la salud:</b> Por inhalación de vapores: Irritaciones en mucosas. La exposición prolongada provoca dolores de cabeza, flujo salival, náuseas, vómitos, vértigo, narcosis, lesiones en la piel. No se descarta: coma. Por contacto ocular: trastornos de visión. Por ingestión: trastornos gastro-intestinales, dolores de cabeza, flujo salival, náuseas, vómitos, vértigo, narcosis, coma. No se descartan otras características peligrosas. Observar las precauciones habituales en el manejo de productos químicos.</p>
<b>12. Información Ecológica</b>	
12.1	<p><b>Movilidad :</b> Reparto: log P(oct) = -0.24</p>
12.2	<p><b>Ecotoxicidad :</b></p> <p>12.2.1 - Test EC<sub>50</sub> (mg/l) :</p> <p>Bacterias (Photobacterium phosphoreum) = 22.000 mg/l ; Clasificación : Tóxic.</p> <p>Peces (Salmo gairdneri) 2.000 mg/l) Tóxic.</p> <p>Peces (Leuciscus Idus) = 7.505 mg/l ; Clasificación : Tóxic.</p> <p>Crustáceos (Daphnia Magna) = 12.100 mg/l ; Clasificación : Tóxic.</p> <p>Bacterias (Ps. putida) = 1.700 mg/l ; Clasificación : Tóxic.</p> <p>12.2.2 - Medio receptor :</p> <p>Riesgo para el medio acuático = Medio</p> <p>Riesgo para el medio terrestre = Bajo</p> <p>12.2.3 - Observaciones :</p> <p>La toxicidad no es muy elevada.</p>
12.3	<p><b>Degradabilidad :</b></p> <p>12.3.1 - Test : DBO<sub>5</sub> = 1,76 g/g DQO = 2,07 g/g ThOD = 2,2 mg/l</p> <p>12.3.2 - Clasificación sobre degradación biótica : DBO<sub>5</sub>/DQO Biodegradabilidad = Alta, más de 1/3</p> <p>12.3.3 - Degradación abiótica según pH : -----</p> <p>12.3.4 - Observaciones :</p>

## HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD ACETONA

<p><b>12.4</b></p>	<p>Producto fácilmente biodegradable.</p> <p><b>Acumulación :</b></p> <p>12.4.1 - Test : -----</p> <p>12.4.2 - Bioacumulación : Riesgo =-----</p> <p>12.4.3 - Observaciones : Producto no bioacumulable.</p>
<p><b>12.5</b></p>	<p><b>Otros posibles efectos sobre el medio natural :</b></p> <p>No deben esperarse interferencias en depuradoras si se usa adecuadamente. Manteniendo las condiciones adecuadas de manejo no cabe esperar problemas ecológicos.</p>
<b>13. Consideraciones sobre la eliminación</b>	
<p><b>13.1</b></p>	<p><b>Sustancia o preparado:</b></p> <p>En América no están establecidas pautas homogéneas para la eliminación de residuos químicos, los cuales tienen carácter de residuos especiales, quedando sujetos su tratamiento y eliminación a los reglamentos internos de cada país. Por tanto, en cada caso, procede contactar con la autoridad competente, o bien con los gestores legalmente autorizados para la eliminación de residuos.</p>
<p><b>13.2</b></p>	<p><b>Envases contaminados:</b></p> <p>Los envases y embalajes contaminados de sustancias o preparados peligrosos, tendrán el mismo tratamiento que los propios productos contenidos.</p>
<b>14. Información relativa al transporte</b>	
<p><b>14.1</b></p>	<p>Terrestre (ADR): Denominación técnica: ACETONA ONU 1090 Clase: 3 Grupo de embalaje: II (D/E)</p> <p>Marítimo (IMDG): Denominación técnica: ACETONA ONU 1090 Clase: 3 Grupo de embalaje: II</p> <p>Aéreo (ICAO-IATA): Denominación técnica: Acetona ONU 1090 Clase: 3 Grupo de embalaje: II Instrucciones de embalaje: CAO 307 PAX 305</p>
<b>15. Información reglamentaria</b>	
<p><b>15.1</b></p>	<p><b>Etiquetado</b></p>

## HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD ACETONA

<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p style="font-size: small;">F</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p style="font-size: small;">Xi</p>  </div> </div> <p style="margin-top: 10px;">Símbolos:</p> <p>Indicaciones de peligro: Fácilmente inflamable Irritante Fácilmente inflamable. Irrita los ojos. La exposición repetida puede provocar sequedad o formación de grietas en la piel. La inhalación de vapores puede provocar somnolencia y vértigo. Consérvese el recipiente en lugar bien ventilado. Conservar alejado de toda llama o fuente de chispas - No fumar. En caso de contacto con los ojos, lávense inmediata y abundantemente con agua y acúdase a un médico. En caso de ingestión, acuda inmediatamente al médico y muéstrele la etiqueta o el envase.</p>
<p><b>16. Otra información</b></p> <div style="text-align: center; margin: 20px 0;">  </div> <p style="text-align: center;">Grados de NFPA: Salud: 1 Inflamabilidad: 3 Reactividad: 0</p>

**Renuncia:**

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

CTR Scientific proporciona la información contenida aquí de buena fe, sin embargo, no hace ninguna representación en cuanto a su integridad o exactitud. Es intención que se utilice este documento sólo como una guía para el manejo del material con la precaución apropiada, por una persona adecuadamente capacitada en el uso de este producto. Los individuos que reciban la información deben ejercer su juicio independiente al determinar la conveniencia del producto para un uso particular. CTR SCIENTIFIC, NO GESTIONA O DA GARANTÍA ALGUNA, EXPRESA O IMPLÍCITA, INCLUYENDO SIN LIMITACIÓN CUALQUIER GARANTÍA DE COMERCIALIZACIÓN, O CONVENIENCIA PARA UN PROPÓSITO PARTICULAR, CON RESPECTO A LA INFORMACIÓN EXPUESTA EN EL PRESENTE DOCUMENTO O DEL PRODUCTO AL QUE SE REFIERE LA INFORMACIÓN. POR CONSIGUIENTE, CTR SCIENTIFIC, NO SERÁ RESPONSABLE DE DAÑOS QUE RESULTEN DEL USO O CONFIANZA QUE SE TENGA EN ESTA INFORMACIÓN.

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

## 21 BIBLIOGRAFÍA

---

### 21.1 LIBROS

Arellano Díaz, J., & Rodríguez Cabrera, R. (2013). *Salud en el trabajo y seguridad industrial*. México: Alfaomega Grupo Editor

Babace, H. (2009). Formación profesional, seguridad e higiene y trabajo decente.

Bosque Sendra, J., Díaz Castillo, C., & Díaz Muñoz, M. Á. (2009). Propuesta metodológica para caracterizar las áreas expuestas a riesgos tecnológicos mediante SIG: Aplicación en la comunidad de Madrid

Boyd, TJ, (2003). *The Physics of Plasmas*. Cambridge University Press.

Cegarra. J, (2011). Metodología de la investigación científica y tecnológica. Ediciones Díaz de Santos. Madrid, España.

Chinchilla, R. (2002). *Salud y seguridad en el trabajo*. Costa Rica: UNED Editorial.

Contreras. A, (2009). *Ciencia y Tecnología del Medioambiente*. España: Unidad Didáctica.UNED

Cortés, J. Seguridad e higiene del trabajo: técnicas de prevención de riesgos laborales. Novena Edición.

Gadea Carrera. E (2000). *NTP 550: Prevención de riesgos en el laboratorio: ubicación y distribución*. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. España.

González. A, (2006) Manual para el técnico en prevención de riesgos laborales. 5ta Edición. Fc. Editorial

González. F, (2008). Diversificación I Científico-Tecnológico. EDITEX.

Hernández, R. Metodología de la Investigación. 5ta Edición. Mc Graw Hill

Hernao Robledo, F. (2011). *Riesgos eléctricos y mecánicos*. Colombia: Ecoe Ediciones.

Hernao Robledo, F. (2012). *Diagnóstico integral de las condiciones de trabajo y salud (2a. ed.)*. Colombia: Ecoe Ediciones

Jaquenod. S (2004) Guía práctica para el estudio del derecho ambiental, Volumen 1. DYKINSON S.L, España.

Jiménez Padilla, B. (2012). *Prevención de riesgos laborales y medioambientales en el montaje y mantenimiento de instalaciones eléctricas: Montaje y mantenimiento de instalaciones eléctricas de baja tensión (UF0886)*. España: IC Editorial.

Lara Almazán, F. R. (2012). *Prevención de riesgos laborales y medioambientales en el montaje y mantenimiento de instalaciones eléctricas de alta tensión (UF0994)*. España: IC Editorial.

Levy, R. R. (2012). *Instalaciones eléctricas seguras: Diseño, proyecto y montaje (4a. ed.)*. Argentina: Jorge Sarmiento Editor - Universitas.

Macchia, J. L. (2007). *Prevención de accidentes en las obras*. Argentina: Editorial Nobuko.

Mancera Fernández, M., Mancera Ruíz, M. T., & Mancera Ruíz, M. R. (2012). *Seguridad e higiene industrial: Gestión de riesgos*. México: Alfaomega Grupo Editor.

Menéndez, F. Higiene industrial. Manual para la formación del especialista. Octava Edición.

Meza Sánchez, S. (2010). *Higiene y seguridad industrial*. México: Instituto Politécnico Nacional.

Mínguez, J (2004). *Calidad del Diseño en la Construcción*. Ediciones Díaz de Santos.

NTP 550: Prevención de riesgos en el laboratorio: ubicación y distribución

Paul, J. Nardone. (2009) *Well Testing Project Management: Onshore and Offshore Operations*. Elsevier's Science & Technology Rights, USA.

Rubio Romero, J. C. (2006). *Métodos de evaluación de riesgos laborales*. España: Ediciones Díaz de Santos.

Rubio Romero, J. C. (2007). *Manual para la formación de nivel superior en prevención de riesgos laborales*. España: Ediciones Díaz de Santos

Serway, R, (2009). *Física para Ciencias e Ingeniería*. Vol. 2, 7ma Edición. CENGAGE Learning.

Soria, J (2010) *Manual para la Formación en Prevención de Riesgos Laborales*. 6ta Edición. España: Ediciones LEX NOVA.

Universidad Tecnológica de Pereira, (2007). *Diagnóstico de una Plasma por sonda de Langmuir*. Scientia et Technica Año XIII.

Varios. (1999) Metalografía y Tratamientos Térmicos: Facultad Regional Rosario. Universidad Técnica Nacional.

## 21.2 NORMATIVAS Y REGLAMENTOS

INTE 31 08 06 2000: Niveles y Condiciones de iluminación que deben tener los centros de Trabajo.

INTE 31 08 08 97: Ventilación en los lugares de Trabajo.

Normas National Fire Protection Association (NFPA)

Real Decreto 485/1997: Señalización de Seguridad y Salud en el Trabajo.

Real Decreto 486/1997: Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en los Lugares de Trabajo

Reglamento de construcciones: Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo.

Reglamento de Seguridad e Higiene en el trabajo. MTSS

## 21.3 INTERNET

Agelvis, J., Rivas, H. G., Calabrés, M. O., & Castellano, R. C. (2013). Lesiones observadas en accidentes laborales de miembros superiores. (spanish). *Informe Medico*, 15(2), 57-66. Extraído de: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=88420679&lang=es&site=ehost-live>

de Cádiz, J., Cassini G. (2010). Los pilares de la seguridad en la construcción. (spanish). *Directivos Construcción*, (230), 36-38. Extraído de: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=fua&AN=49188285&lang=es&site=ehost-live>

González, G. G. (2010). Prevención de riesgos laborales y ETT: Modificaciones operadas por la ley 35/2010. (spanish). *Gestión Práctica De Riesgos Laborales*, (76), 44-48. Extraído de: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=fua&AN=66936988&lang=es&site=ehost-live>

Lastra, S. C. (2011). Prevención en la construcción, un largo camino por recorrer. (spanish). *Gestión Práctica De Riesgos Laborales*, (87), 16-21. Extraído de: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=fua&AN=85482460&lang=es&site=ehost-live>

Peláez, G., Isabel Carvajal, & Armiñana, E. P. (2009). TENDENCIAS EN INVESTIGACIÓN SOBRE SEGURIDAD Y SALUD LABORAL. PROPUESTA METODOLÓGICA APLICADA AL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN. (spanish). *Revista Ingenierías Universidad De Medellin*, 8(15), 63-73. Extraído de: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=47250196&lang=es&site=ehost-live>

Rebollar.-Rubio, R., Lidón.-López, I., & Pérez.-Cebrián, A. (2012). Identificación de causas de riesgo en la gestión de grandes proyectos de construcción en españa. (spanish). *DYNA - Ingeniería e Industria*, 87(6), 689-697. Extraído de: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=fua&AN=83073642&lang=es&site=ehost-live>

# 22 APÉNDICE 1: HERRAMIENTAS

## 22.1 LISTA DE VERIFICACIÓN

Nombre de la Empresa: \_\_\_\_\_  
 Departamento: \_\_\_\_\_  
 Jefe de Departamento: \_\_\_\_\_  
 Jornada de Trabajo: \_\_\_\_\_

Fecha de aplicación: \_\_\_\_\_  
 Teléfono de empresa: \_\_\_\_\_  
 Hora: \_\_\_\_\_  
 Tiempos de descanso: \_\_\_\_\_

	Aspecto	Si	No	NA	Observaciones
<b>Locales de Trabajo</b>					
<b>Seguridad Estructural</b>	Solidez inadecuada del edificio para el tipo de procesos que se llevan a cabo				
	Falta de un sistema de sujeción o apoyo que asegure la estabilidad.				
	Circulación de personas sobre techos o plataformas no estables.				
<b>Espacios de Trabajo</b>	Superficie libre por trabajador inferior a 2 m <sup>2</sup> .				
	Altura de los techos inferior a 3 m.				
	Ancho adecuado de pasillos (1.20m)				
	Tipo de suelo inestable o deslizante.				
	Anchura de las puertas exteriores a los pasillos inferior a 80 cm.				
	Iluminación del puesto de trabajo no adecuada a las características de trabajo u operación.				
	Áreas de trabajo no delimitadas, no señalizadas y con visibilidad insuficiente.				
	Falta de orden y limpieza en las áreas de trabajo.				
	Aberturas directamente accesibles, en las paredes o en el suelo.				
	Lados abiertos de escaleras y rampas a más de 60 cm de altura sin proteger.				
Falta de resistencia en estanterías y estructuras de apoyo para almacenamiento.					

	Inestabilidad de los apilamientos de materiales.				
	Plataformas de trabajo de altura (> 2 m) no protegidas o con una superficie inadecuada.				
<b>Escaleras de mano</b>	Escaleras de mano sin resistencia suficiente o con elementos de apoyo y sujeción inseguros o inexistentes.				
	Escaleras de tijera sin elementos de fijación segura contra la abertura total.				
	Utilización de escaleras de forma deficiente o insegura (suelo inestable, inclinación excesiva, más de un trabajador, mientras se transportan o manipulan objetos, etc.).				
	Escaleras de mano de madera.				
	Utilización de escaleras de mano o de otro tipo de más de 5 m de longitud (sin tener garantías de su resistencia).				
<b>Primeros Auxilios</b>	Los puestos de trabajo no disponen de material de primeros auxilios en caso de accidente.				
	No se dispone de botiquín portátil.				
	Los trabajadores se encuentran capacitados para brindar primeros auxilios.				

	<b>Aspecto</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>NA</b>	<b>Observaciones</b>
<b>Higiene Personal y descansos.</b>	Hay disponibilidad de agua potable.				
	Los trabajadores que deben llevar ropa de trabajo no disponen de vestuarios.				
	No se dispone de colgadores o armarios para poner la ropa.				
	Existen lugares de descanso para los trabajadores.				
<b>Señalización</b>	Falta de señalización de advertencia, prohibición, obligación, salvamento o socorro, o de lucha contra incendios.				
	Concurrencia de señales que afectan a la percepción o la comprensión del mensaje.				
	Mantenimiento y limpieza deficientes de los medios o dispositivos de señalización.				
	Existencia de señales de seguridad no normalizadas.				
<b>Equipos de Trabajo</b>					
	Falta de mantenimiento preventivo con procedimientos documentados.				
	Se hacen revisiones obligatorias de todo el equipo.				

<b>Máquinas, aparatos e instalaciones</b>	Falta de dispositivos de accionamiento para parada total de emergencia.				
	Inexistencia de manual de instrucciones del fabricante del equipo de trabajo o, en caso de existir, no comprensible para el usuario.				
	Falta de procedimientos documentados para las tareas de limpieza y preparación de los equipos de trabajo.				
	Resguardos fijos no resistentes a los esfuerzos mecánicos que se deben soportar.				
	Resguardos y dispositivos de protección fácilmente anulables, fuera de servicio o inexistentes.				
	Utilización de los equipos de trabajo contraria a los usos previstos por el fabricante.				
	Inexistencia o no utilización de equipos de protección individual (EPP) necesarios para los trabajos desempeñados.				
	Inexistencia de instrucciones para la parada o la desconexión del equipo, comprobación de la inexistencia de energías residuales.				
	Es posible evitar una puesta en marcha o una conexión accidental durante las operaciones de mantenimiento, ajuste, entre otras tareas.				
	Inexistencia o no utilización de medidas complementarias como empujadores, ganchos, tenazas las necesarias para los trabajos desarrollados.				
	Zona de operación/mecanización accesible directamente con el cuerpo o partes del cuerpo.				
	Punto de atrapamiento entre una parte móvil y una fija accesible con el cuerpo o partes del cuerpo.				
	Transmisiones, poleas, ejes, engranajes, tomas de fuerza, cintas de transporte con movimiento libre y/o al descubierto y accesibles para el cuerpo o partes del cuerpo.				

	<b>Aspecto</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>NA</b>	<b>Observaciones</b>
<b>Energías/Instalaciones</b>					
<b>Electricidad</b>	Existencia de elementos en tensión accesibles por falta de protección contra contactos eléctricos directos.				
	Ausencia de sistema de protección contra contactos eléctricos indirectos o sistema de protección ineficaz.				

	Modificaciones inadecuadas en las instalaciones (eléctrica, neumática, de gas, etc.), efectuadas por personal o instaladores no autorizados				
	Revisiones obligatorias por normativa no efectuadas.				
	Ausencia del certificado de instalación y de las instrucciones para el uso y el mantenimiento correctos de las instalaciones por parte de la empresa instaladora.				
<b>Productos/Sustancias</b>					
<b>Inflamables</b>	El almacenamiento de pallets con recipientes de productos peligrosos y/o inflamables no tiene garantizada la estabilidad.				
	Los medios y métodos de trasvase de productos inflamables y/o peligrosos son inseguros.				
	No se dispone de sistemas para garantizar la eficacia de la ventilación durante el trasvase de los productos inflamables y/o peligrosos.				
	La manipulación mecánica de los productos peligrosos y/o inflamables se realiza con vehículos o equipos no adecuados.				
	En el centro de trabajo se usan o almacenan productos inflamables (PI <55°).				
	El almacenamiento de productos que pueden reaccionar entre sí se realiza en espacios no diferenciados y de forma conjunta, y en recipientes inseguros.				
	Los productos inflamables no se guardan o almacenan en armarios protegidos ni en recintos o depósitos apropiados.				
	En los puestos de trabajo en los que, a causa del proceso o la limpieza, es preciso utilizar pequeñas cantidades de sustancias peligrosas y/o inflamables, estas sustancias no se guardan en recipientes seguros, herméticos, ni con dispositivos anti derrame.				
	La cantidad de producto (sustancias peligrosas o inflamables) que hay en los puestos de trabajo es superior a la necesaria con respecto a las cantidades mínimas del proceso.				
	Los residuos combustibles producidos en el proceso (recortes, polvo, serrín, etc.) no se retiran, como mínimo, de acuerdo con las cantidades mínimas del proceso.				
En el centro de trabajo se manipulan, se producen o se almacenan sustancias pulverulentas que pueden producir deflagraciones o detonaciones (harinas de cereales, azúcar, cacao, aluminio, etc.).					
	Aspecto	Si	No	NA	Observaciones

<b>Incendios</b>	No hay señalización adecuada sobre la prohibición de fumar, ni/o sobre la presencia de elementos productores de llamas, chispas, incandescencias, etc., en las zonas peligrosas.				
	No se respeta la prohibición de fumar en las zonas de almacenamiento o manipulación de los productos combustibles y/o inflamables.				
	Presencia de focos de ignición (instalación eléctrica fuera de normas, estática, etc.)				
	Falta de protocolos por escrito de "permiso de trabajos especiales" para la realización de intervenciones de mantenimiento o limpieza en las zonas con atmósferas inflamables.				
	Los extintores disponibles no son adecuados para el tipo de fuego esperado, son insuficientes en cantidad y su distribución no cubre toda la zona.				
	El acceso a todos los equipos manuales de lucha contra incendios presenta obstáculos que lo dificultan.				
	Las bocas de incendio existentes son insuficientes y no garantizan la cobertura de toda la zona que se debe proteger.				
	No hay suficientes personas con formación teórica y práctica para utilizar los medios de lucha contra incendios.				
	No están documentadas las revisiones reglamentarias de los equipos de lucha contra incendios.				
	No hay elementos para la detección y la alarma de incendios, o bien la cantidad es insuficiente.				
	No hay sistemas de extinción automática (rociadores de agua o por medio de gases).				
	El personal que puede acceder a los locales con sistemas de inundación de gases no tiene la formación apropiada acerca del riesgo, ni es conocedor de las formas y el contenido de los mensajes para la evacuación del local.				
	El número y las características de las salidas existentes son insuficientes.				

	Aspecto	Si	No	NA	Observaciones
<b>Evacuación de Emergencia</b>	Las vías de evacuación son insuficientes o inadecuadas para garantizar la evacuación efectiva del personal.				
	El dimensionado de las vías de evacuación no se ha realizado partiendo de la ocupación teórica.				
	Los recorridos de las vías de evacuación ascendente no son apropiados.				
	Los recorridos de evacuación pasan por zonas de riesgo especial, garajes o parqueos.				
	El tipo y el sentido de abertura de las puertas de salida no es el apropiado.				
	La señalización de las vías de evacuación es deficiente o no existe.				
	No hay establecido ni/o se ha implantado un plan de emergencia y evacuación.				
	En el centro de trabajo hay personal que desconoce la existencia del Plan de Emergencia y Evacuación.				
	No se han llevado a cabo simulacros de emergencia y evacuación.				
	Las escaleras de evacuación no tienen las características ni la anchura suficientes para la evacuación de las personas que tienen asignadas.				
	Las puertas, los pasos y los pasillos de evacuación no tienen la anchura suficiente para la salida de las personas que tienen asignadas.				
	Los recorridos de evacuación superan los máximos admisibles, teniendo en cuenta el origen de la evacuación.				
	El alumbrado de emergencia y la señalización de las vías de evacuación y de los medios de lucha contra incendios son inadecuados e insuficientes.				
	Los locales y las edificaciones no cumplen las condiciones de accesibilidad para los bomberos y sus equipos, reglamentariamente establecidas.				
	Los locales y las edificaciones incumplen las condiciones de separación con respecto a vecinos y zonas o áreas forestales o de vegetación abundante.				
No se han previsto medidas ante riesgos graves e inminentes.					

	Aspecto	Si	No	NA	Observaciones
<b>Exposición a Agentes Químicos</b>					
<b>Químicos</b>	Los productos químicos no disponen de las fichas de seguridad o no están al alcance.				
	Los recipientes contenedores de productos químicos no están etiquetados correctamente.				
	Los productos peligrosos no se guardan o no se almacenan en armarios protegidos o recipientes o depósitos apropiados.				
	Los recipientes de los productos peligrosos no tienen garantizada la resistencia a la rotura o a la degradación.				
	No se dispone de medios específicos para limpiar o neutralizar los derramamientos y/o las fugas de sustancias peligrosas.				
	Los depósitos fijos de sustancias químicas no se ubican dentro de cubetas apropiadas.				
	No se dispone de sistemas de duchas y lavajos suficientes en las zonas donde se pueden producir proyecciones o derramamientos de sustancias peligrosas.				
	La obligatoriedad de utilizar EPP no está recogida ni documentada en las normas o procedimientos internos de trabajo.				
	No está documentado que los EPP apropiados se pongan a disposición del personal que puede resultar afectado por proyecciones y/o derramamientos de sustancias peligrosas.				
	No hay procedimientos de trabajo por escrito para la manipulación y la utilización de sustancias.				
<b>Exposición a Agentes Físicos</b>					
<b>Ruido</b>	El ruido del ambiente de trabajo produce molestias de forma continua, discontinua o fluctuante.				
	Se observan equipos y/o máquinas que producen ruidos muy intensos o de impacto.				
	El ruido obliga continuamente a levantar la voz a 2 personas que conversan a medio metro de distancia.				
	Una vez finalizada la jornada laboral, hay trabajadores con pérdida temporal de la función auditiva.				
	Hay trabajadores con daños en la capacidad auditiva relacionados con una posible exposición al ruido en los puestos de trabajo.				
<b>Ambiente Térmico</b>	Los puestos de trabajo sedentarios se encuentran por debajo de 17 °C o por encima de 27 °C.				
	Los puestos de trabajo ligeros se encuentran por debajo de 14 °C o por encima de 25 °C.				

	La humedad relativa se encuentra por debajo del 30% o por encima del 70%.				
	Se producen cambios frecuentes y bruscos de temperatura.				

	Aspecto	Si	No	NA	Observaciones
<b>Ambiente Térmico</b>	Existen focos de calor que generan un ambiente térmico que puede suponer un riesgo para la salud.				
	Se realizan trabajos en el exterior en condiciones extremas de temperatura y humedad o con radiación solar intensa.				
	Se pueden combinar situaciones de esfuerzo físico intenso con temperaturas elevadas.				
	Faltan sistemas de ventilación o climatización que garanticen un ambiente térmico adecuado para las tareas que se desarrollan en el puesto de trabajo.				
	Se trabaja en cámaras frigoríficas.				
	En situaciones de frío, la ropa no proporciona el aislamiento necesario.				
	Hay trabajadores que manifiestan síntomas de sobrecarga térmica (mareos, deshidratación, desfallecimiento, etc.).				
	Hay trabajadores que manifiestan síntomas de hipotermia (falta de movilidad en extremidades, congelación, resfriados, etc.).				
	Los resultados de la vigilancia médica ponen de relieve una alta incidencia de trastornos que se pueden relacionar con condiciones termo higrométricas extremas.				
<b>Radiaciones no Ionizantes</b>	Existen focos de radiación electromagnética no ionizante dentro o fuera del lugar de trabajo				
	Los focos de radiación generan campos electromagnéticos de media y alta frecuencia.				
	Los focos de radiación generan campos electromagnéticos de baja frecuencia.				
	Los focos de radiación generan campos electromagnéticos de muy baja frecuencia.				
	Los resultados de la vigilancia médica ponen de relieve una alta incidencia de trastornos que se pueden relacionar con la exposición a radiaciones no ionizantes.				
<b>Radiaciones Ionizantes</b>	Existen focos de radiación ionizante, ya sean fuentes naturales o artificiales				
	Existen focos de radiación ionizante, dentro o fuera del lugar de trabajo				

	En caso de fuentes naturales de radiación se desconocen la tipología y las características del terreno.				
	Se desconocen los valores de radiación en las zonas de posible exposición y la magnitud del riesgo radiológico.				
	Las áreas donde pueda haber exposición no están clasificadas ni tampoco se encuentran correctamente señalizadas.				
	Los resultados de la vigilancia médica ponen de relieve una alta incidencia de trastornos que se pueden relacionar con la exposición a radiaciones ionizantes.				

	Aspecto	Si	No	NA	Observaciones
<b>Iluminación</b>	Fuentes de luz artificial con difusores o reflectores o > 45° respecto al horizontal visual.				
	Fuentes de luz natural				
	Luz natural parcialmente controlada (cortinas translúcidas).				
	Existencia de un solo tipo de lámpara y fluorescentes.				
	Existe iluminación localizada.				
	Las paredes, pisos y techos tienen colores claros.				

	Aspecto	Si	No	NA	Observaciones
<b>Factores Ergonómicos</b>					
<b>Brazos y Hombros</b>	Las manos están por encima de la cabeza, o si los codos están por encima de los hombros durante > 4 horas/día.				
	Se levantan repetidamente las manos por encima de la cabeza, o el codo por encima del hombro > 1 vez/minuto, durante > 4 horas/día.				
	Se mantienen los hombros estáticamente encogidos o elevados, o bien adoptan esta posición con una repetitividad > 2 movimientos/minuto.				
	Se sujeta en pinza un objeto 1 kg, sin apoyo o haciendo una fuerza 2 kg > 4 horas/día.				

<b>Manos y Muñecas</b>	Se sujeta en pinza un objeto 1 kg, sin apoyo o haciendo una fuerza 2 kg y, además, las muñecas están flexionadas 30°, en extensión 45°, o en desviación cubital 30°, > 3 horas/día.			
	Se toma un objeto 3 kg, sin apoyo o haciendo una fuerza 5 kg, y se tienen las muñecas flexionadas 30°, o en extensión 45°, o en desviación cubital 30°, > 3 horas/día.			
	Las manos toman un objeto 3 kg, sin ningún apoyo, o hacen una fuerza 5 kg, con una repetitividad de movimientos >3 horas/día.			
	Las manos toman un objeto 3 kg, sin ningún apoyo, o hacen una fuerza 5 kg durante > 4 horas/día.			
	Las muñecas están en flexo-extensión mientras se está haciendo un agarre de fuerza.			
	La base de la palma de la mano se usa como martillo > 60 veces/hora o > 1 vez/minuto, durante > 2 horas/día.			
	Las muñecas o las manos adoptan la misma postura o movimiento con poca variación, cada pocos segundos, > 2 horas/día y, además, las muñecas están flexionadas 30°, o en extensión 45°, o en desviación cubital 30°, y se ejerce una fuerza elevada con las manos.			
	Las muñecas o las manos adoptan la misma postura o movimiento con poca variación, cada pocos segundos (excepto actividades de atornillar), > 6 horas/día.			
	Se ejecuta la acción de atornillar de forma intensa durante 7 horas/día.			
	Se ejecuta la acción de atornillar de forma intensa con las muñecas flexionadas 30°, o en extensión 45°, o en desviación cubital 30°, 4 horas/día.			
<b>Cuello</b>	Se mantiene el cuello inclinado > 45° sin ningún apoyo o sin la posibilidad de cambiar de postura > 4 horas/día.			
	Se inclina la espalda > 30° sin ningún apoyo o sin la posibilidad de cambiar de postura > 4 horas/día.			
	Se inclina la espalda > 45° sin ningún apoyo o sin la posibilidad de cambiar de postura > 2 horas/día.			
	La espalda está en extensión > 60° sin apoyo.			
	Se está sentado, no se puede mantener la lordosis lumbar (falta un respaldo o debe mantenerse un ángulo cerrado de las caderas) > 4 horas/día.			

	Aspecto	Si	No	NA
Principios Ergonómicos				
<b>Factores Biomecánicos</b>				
<b>Biomecánicos</b>	Durante la realización de la tarea se mantiene la postura neutra			
	Si se manejan cargas, estas se mantiene cerca del cuerpo durante su transporte			
	Se realiza la flexión de la columna al ejecutar la tarea			
	Al realizar la tarea se realizan torsiones de columna			
	Durante la tarea, se realizan movimientos súbitos y forzados			
	Durante la ejecución de la tarea se mantienen períodos largas con posturas estáticas			
	Se trabaja a un ritmo muy intenso y no se realizan pausas o descansos necesarios			
	La tarea realizada requiere de mucho esfuerzo			
<b>Factores fisiológicos</b>				
<b>Fisiológicos</b>	Durante la realización de la tarea se realizan algunas de las siguientes actividades: correr, subir escaleras, se realiza la carga frecuente de objetos			
<b>Factores antropométricos</b>				
<b>Antropométricos</b>	Influye las características personales (edad, sexo, fisiología) con la realización de la tarea			
	Los objetos que se levantan pesan más de 25 kg			
	El entorno de trabajo es inadecuado			
	El objeto a manejar cuenta con agarraderas			
	El tamaño de la carga es pequeña			
	Para el manejo de la carga se utiliza la técnica correcta			
	Los objetos que pesan más de 35 kg lo cargan entre dos personas			
	Si el objeto pesa más de 40 kg se utilizan ayudas auxiliares			
	Se cargan objetos muy altos o largos			
	Se cargan objetos con una sola mano			
	Se utilizan accesorios para el transporte de la carga			

	Aspecto	S i	No	NA	Observaciones
<b>Piernas y Rodillas</b>	Si se está en cuclillas > 4 horas/día, o arrodillado sobre una superficie dúctil, adaptable o flexible > 4 horas/día, o sobre una superficie dura > 2 horas/día.				
	Si las rodillas se usan como martillo > 60 veces/hora o > 1 vez/minuto durante > 2 horas/día				
<b>Factores Psicosociales</b>					
<b>Factores Psicosociales</b>	El trabajo se desarrolla muy rápido.				
	La distribución de tareas es irregular y provoca la acumulación de trabajo.				
	El trabajador puede llevar sus labores al día.				
	Se tiene tiempo suficiente para realizar el trabajo.				
	La labor requiere memorizar muchas cosas.				
	Se requiere tomar decisiones de forma rápida.				
	Se requiere tomar decisiones difíciles.				
	El trabajo requiere manejar muchos conocimientos.				
	El trabajo requiere mucha concentración.				
	Se requiere mirar con detalle.				
	El trabajo necesita atención constante.				
	El trabajo requiere un alto nivel de precisión.				
El trabajo es variado.					



## 22.3 ENTREVISTA PARA EL PERSONAL

La siguiente entrevista consta de una serie de preguntas que buscan determinar los contenidos y exigencias de cada uno de los colaboradores del laboratorio en el momento de desarrollar su trabajo, además se busca conocer el grado de conocimiento del trabajador sobre las diversas condiciones que se presentan en el Laboratorio de Plasmas durante los procesos, actividades o tareas que se llevan a cabo.

Dicha información será utilizada en el desarrollo del proyecto de graduación para optar por el grado de bachiller en Ingeniería en Seguridad Laboral e Higiene Ambiental del Instituto Tecnológico de Costa Rica. Se les solicita responder de forma clara y precisa las preguntas planteadas a continuación:

				<b>Fecha:</b>			
<b>Nombre Completo:</b>				<b>Sexo:</b>		<b>M</b>	<b>F</b>
<b>Puesto que ocupa en el Laboratorio:</b>							
<b>Jornada de Trabajo:</b>				<b>Edad:</b>			
<b>Años de Experiencia en el Laboratorio.</b>							
<b>Marque la casilla que corresponda: Contenidos y Exigencias del Trabajo</b>	<b>Siempre</b>	<b>Muchas Veces</b>	<b>A veces</b>	<b>Alguna Vez</b>	<b>Nunca</b>		
¿Su trabajo requiere...	4	3	2	1	0		
Un alto nivel de precisión?	4	3	2	1	0		
Mirar con detalle?	4	3	2	1	0		
Mucha concentración?	4	3	2	1	0		
Memorizar muchas cosas?	4	3	2	1	0		
Que tome decisiones de forma rápida?	4	3	2	1	0		
Que tome decisiones difíciles?	4	3	2	1	0		
Atención constante?	4	3	2	1	0		
¿Su trabajo tiene objetivos claros?	4	3	2	1	0		
¿Sabe exactamente qué tareas son de su responsabilidad?	4	3	2	1	0		
¿Se siente estresado debido a sus labores?							
¿Se le exige hacer cosas contradictorias en el trabajo?	4	3	2	1	0		
¿Tiene que hacer tareas que cree deberían hacerse de otra forma?	4	3	2	1	0		
¿Se le informa con suficiente antelación de los cambios que pueden afectar sus tareas?	4	3	2	1	0		
¿Recibe toda la información que necesita para hacer bien su trabajo?	4	3	2	1	0		
¿Tiene que hacer tareas que le parecen innecesarias?	4	3	2	1	0		
¿Tiene que hacer tareas que le parecen riesgosas?	4	3	2	1	0		
¿Realiza las labores que le corresponden a otro compañero (a) de trabajo?	4	3	2	1	0		

**1. Responda:**

a) ¿Qué riesgos usted considera se encuentran presentes en el laboratorio, relacionados con los procesos y tareas que allí se llevan a cabo?

---

---

---

b) ¿Cuál (es) de esos riesgos usted considera pueden prevenirse o evitarse?

---

---

---

c) ¿Qué recomendaciones puede brindar para lograr prevenirlos?

---

---

---

d) ¿Ha realizado usted en su trabajo actos que considere inseguros, los cuales hayan puesto en peligro su salud y la de sus compañeros? *Si su respuesta es sí, mencione cuáles.*

---

---

---

e) ¿Tiene usted conocimiento de lo que pueden causar estas condiciones y actos inseguros en su salud y en la de sus compañeros? *Si su respuesta es sí, méncionelo.*

---

---

---

f) ¿Qué recomendaciones puede brindar para lograr mejoras en la organización del laboratorio, en lo que respecta a distribución de tareas y responsabilidades?

---

---

---

## 22.4 ENTREVISTA NO ESTRUCTURADA

Nombre de la Empresa: \_\_\_\_\_ Fecha de aplicación: \_\_\_\_\_

Departamento: \_\_\_\_\_ Teléfono de empresa: \_\_\_\_\_

Jefe de Departamento: \_\_\_\_\_ Hora: \_\_\_\_\_

### ***Proceso/Actividad/ Tarea #:***

---

---

---

---

---

### ***Proceso/Actividad/ Tarea #:***

---

---

---

---

---

### ***Proceso/Actividad/ Tarea #:***

---

---

---

---

---

### ***Observaciones Generales:***

---

## 22.5 EVALUACIÓN DE RIESGOS:

### a) Actividades de Trabajo:

Áreas Externas del Laboratorio	Procesos específicos dentro del laboratorio	Trabajos planificados	Tareas Definidas

**b) Especificaciones para cada actividad:**

<b>Duración:</b>	<b>Frecuencia:</b>	
¿Dónde se realiza el trabajo?		
¿Quién realiza el trabajo?		
¿Alguien más puede resultar afectado por la actividad?	<b>SI</b>	<b>NO</b>
¿El trabajador ha recibido formación para desempeñar esta actividad?	<b>SI</b>	<b>NO</b>
¿Existen procedimientos de trabajo y están a la mano de los trabajadores?	<b>SI</b>	<b>NO</b>
<b>Maquinaria y equipos utilizados:</b>		
<b>Herramientas manuales utilizadas:</b>		
Existen instrucciones de fabricantes y suministradores para el funcionamiento y mantenimiento del laboratorio, maquinaria y equipos.	<b>SI</b>	<b>NO</b>
<b>Materiales a Manejar:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tamaño:</li> <li>• Forma:</li> <li>• Peso:</li> <li>• Carácter de la superficie:</li> </ul>		
<b>Transporte Manual de Materiales:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Distancia:</li> <li>• Altura:</li> </ul>		
<b>Energías utilizadas:</b>		
<b>Sustancias y productos utilizados y generados en el trabajo:</b>		
<b>Estado físico de las sustancias utilizadas (humos, gases, vapores, líquidos, polvo, sólidos):</b>		
<b>Contenido y recomendaciones del etiquetado de las sustancias utilizadas:</b>		
Requisitos de la legislación vigente sobre la forma de hacer el trabajo, instalaciones, maquinaria y sustancias utilizadas.		
<b>Medidas de control existentes.</b>		
Incidentes, accidentes, enfermedades laborales derivadas de la actividad que se desarrolla, de los equipos y de las sustancias utilizadas.		



d) Estimación de los niveles de riesgo de acuerdo a la probabilidad estimada y a las consecuencias esperadas.

		Consecuencia		
		Ligeramente Dañino	Dañino	Extremadamente Dañino
Probabilidad	Baja	Riesgo Trivial	Riesgo Tolerable	Riesgo Moderado
	Media	Riesgo Tolerable	Riesgo Moderado	Riesgo Importante
	Alta	Riesgo Moderado	Riesgo Importante	Riesgo Intolerable

e) **Criterios precisos para el control de los riesgos y la urgencia con la que deben adoptarse las medidas de control.**

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

