

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERÍA DE PETRÓLEO**



**PLAN DE CONTINGENCIAS PARA UN LABORATORIO DE  
ENSAYOS DE PETRÓLEO, GAS NATURAL Y SUS  
DERIVADOS**

**TITULACIÓN POR ACTUALIZACIÓN DE CONOCIMIENTOS PARA  
OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
PETROQUÍMICO**

**ELABORADO POR:**

**YERY FAUSTINO REYES MARTÍNEZ**

**PROMOCION 1993-0**

**LIMA – PERU**

**2005**

# Índice

## **1. Introducción**

- 1.1. Generalidades
- 1.2. Objetivos
- 1.3. Alcance

## **2. Normas Nacionales e Internacionales**

- 2.1. Base legal
- 2.2. Normas técnicas

## **3. Terminología**

## **4. Hojas de seguridad de los productos que almacenan, manipula y segrega.**

- 4.1. Hojas sobre datos de seguridad estandarizados

## **5. Análisis de Riesgos en el Laboratorio.**

- 5.1. Riesgos por operación
  - 5.1.1. Emisión de contaminantes
  - 5.1.2. Utilización de productos y materiales
  - 5.1.3. Equipos: uso, mantenimiento y revisiones
  - 5.1.4. Almacenamiento de productos
  - 5.1.5. Reacciones químicas
- 5.2. Riesgos por contaminación ambiental
  - 5.2.1. Manejo de residuos químicos
  - 5.2.2. Incendios
- 5.3. Riesgos para la salud
  - 5.3.1. Explosiones
  - 5.3.2. Sustancias cancerígenas, teratógenas y mutágenas.
  - 5.3.3. Productos derivados del petróleo
  - 5.3.4. Generación de cargas eléctricas
  - 5.3.5. Sustancias químicas peligrosas
  - 5.3.6. Accidentes personales
- 5.4. Riesgos por fenómenos naturales
  - 5.4.1. Sismos y/o terremotos
  - 5.4.2. Inundaciones
- 5.5. Riesgos por agentes internas y/o externos del laboratorio
  - 5.5.1. Socio-Organizativos
  - 5.5.2. Disturbios Sociales
  - 5.5.3. Terrorismo y Sabotaje

## **6. Plan de Contingencias**

- 6.1. Objetivos
- 6.2. Alcance

- 6.3. Responsabilidades para la prevención y respuesta de emergencias
  - 6.3.1. Dirección y control
  - 6.3.2. Comunicaciones
  
- 6.4. Implementación
  - 6.4.1. Identificación del riesgo: Acciones preventivas
    - 6.4.1.1. Almacenamiento de materiales
    - 6.4.1.2. Productos y procesos
    - 6.4.1.3. Medidas de prevención y protección frente al riesgo de la electricidad estática
    - 6.4.1.4. Control de atmósferas inflamables
    - 6.4.1.5. Prevención de la deflagración
    - 6.4.1.6. Sustancias químicas peligrosas
      - 6.4.1.6.1. Sustancias inflamables
      - 6.4.1.6.2. Sustancias corrosivas
      - 6.4.1.6.3. Sustancias reactivas
      - 6.4.1.6.4. Sustancias tóxicas
      - 6.4.1.6.5. Sustancias venenosas
  
  - 6.4.2. Acciones de respuesta en Emergencias
    - 6.4.2.1. Derrames y emanaciones de sustancias peligrosas
    - 6.4.2.2. Incendios
    - 6.4.2.3. Terremotos y/o sismos
    - 6.4.2.4. Amenaza de bombas y artefactos explosivos
    - 6.4.2.5. Factores a considerar para la eliminación de residuos peligrosos
    - 6.4.2.6. Primeros auxilios en caso de accidente

## **7. Plan de Abandono**

- 7.1. Objetivos
  - 7.1.1. Generales
  - 7.1.2. Específicos
  
- 7.2. Plan propuesto
  - 7.2.1. Opciones de abandono
  - 7.2.2. Requisitos mínimos para el abandono

## **8. Conclusiones y Recomendaciones**

- 8.1. Conclusiones
- 8.2. Recomendaciones

## **9. Anexos**

- 9.1. Programa de Monitoreo
  - 9.1.1. Monitoreo de ruido
  - 9.1.2. Monitoreo de emisiones gaseosas
  - 9.1.3. Monitoreo de agua subterránea
  - 9.1.4. Monitoreo de residuos y efluentes líquidos
  - 9.1.5. Monitoreo de calidad de aire
  
- 9.2. Sistemas de Identificación de los materiales peligrosos

- 9.2.1. Sistema ICS de clasificación de materiales peligrosos
- 9.2.2. Norma 704 del NFPA
- 9.2.3. Norma DIN símbolos significado
- 9.2.4. Riesgos específicos y consejos de prudencia
  
- 9.3. Plan de desalojo del Laboratorio
  
- 9.4. Instrucciones de desalojo para el personal de Laboratorio, empleados y visitantes
  
- 9.5. Formulario para amenazas telefónicas de bombas
  
- 9.6. Simulacros

## **10. BIBLIOGRAFÍA**

## 1. INTRODUCCIÓN

La seguridad en un laboratorio de ensayos de petróleo, gas natural y derivados, es un aspecto de principal importancia, pues quienes laboran en un laboratorio están expuestos a materiales y reactivos peligrosos, cuyas características de índole física y química deben de conocer, además de conocer y saber identificar los riesgos que pudieran presentarse en su ambiente de trabajo.

Siempre que se diseña un plan de contingencias, se debe seguir una serie de actividades; la primera de ellas, es la organización la cual involucra desde la política, coordinación, evaluación de riesgos, contenidos legales, roles y responsabilidades, recursos disponibles y ayudas adicionales.

La segunda etapa es conocida como respuesta a la contingencia la cual incluye desde la activación, notificación, movilización de recursos, respuesta apropiada, comando del lugar, atención al daño, etc.

La administración como tercera etapa, tiene como objetivo principal la capacitación y la información sobre el plan a todos los niveles.

La prevención involucrada en la planificación es de suma importancia cuando se lleva a cabo la respuesta, se sabe que derivado de las actividades humanas las emergencias pueden ocurrir u ocurrirán, por lo que se debe tener una apropiada planificación y preparación de la emergencia, una buena evaluación de riesgos; el conocimiento de las pérdidas o daños de hechos antes presentados, deben de ser tomados en cuenta para la planificación.

En base a la experiencia, es muy frecuente que cuando se toman decisiones al inicio de la emergencia, éstas sean con alta incertidumbre, poniendo en peligro a los directamente involucrados y a terceras personas.

Lo anterior se fundamenta en que la magnitud de una emergencia durante la etapa inicial, generalmente se incrementa con el tiempo y es, en este momento, donde los planes de respuesta de emergencia deben ser aplicados tomando en consideración todas las etapas y así reducir el impacto de la misma.

La comunicación y coordinación entre la Industria y las instituciones oficiales es indispensable, ya que ambas responden de diferente manera a las emergencias.

Una respuesta coordinada requiere que todos los directamente involucrados conozcan los roles y responsabilidades de cada uno. Para contrarrestar esta incompetencia es necesario el planificar los planes de respuesta a emergencias, se sabe, que la complejidad de los planes dependerá del tipo y tamaño de la emergencia.

El plan debe ser conciso y bien organizado, con suficientes detalles para asegurar su efectividad, la cantidad de información involucrada en el plan deberá ser determinada por el riesgo potencial identificado. Hasta donde sea posible, el plan deberá tener como política el lema "**pequeños problemas requieren solamente pequeñas soluciones**".

### **1.1. Generalidades**

El plan de contingencias es elaborado con la finalidad de lograr el control de una situación de emergencia tales como derrames de sustancias químicas, derrames de productos derivados del petróleo, fugas de gas natural, incendios, desastres naturales y otras emergencias que pudieran causar agudos impactos sobre el ambiente y la salud humana, dentro de un laboratorio de ensayos de petróleo, gas natural y sus derivados.

### **1.2. Objetivos**

#### **1.2.1. Objetivos Generales**

Los objetivos generales son:

- El presente plan de contingencias ha sido elaborado con la legislación vigente del Estado Peruano.
- Se busca con este plan de contingencias un documento técnico que identifique los posibles riesgos que se podrían suscitar en un laboratorio de ensayo de petróleo, gas natural y derivados y cuáles deben ser las acciones y responsabilidades que debe asumir el personal si sucede una situación de emergencia o un accidente.
- Prevenir la pérdida de vidas humanas o daños a la salud y el bienestar social, evitar daños al ambiente de trabajo y salvaguardar el impacto ambiental de los ambientes cercanos al laboratorio de ensayos de petróleo, gas natural y derivados.

#### **1.2.2. Objetivos específicos**

Los objetivos específicos son:

- Establecer un orden de prioridad con respecto a los distintos escenarios posibles de un evento, de tal forma que se determine la urgencia de atención.
- Determinar la responsabilidad de los actores, en la atención de emergencias y contingencias.

### **1.3. Alcance**

El presente plan de contingencias está concebido para ser aplicado como una guía de procedimientos en caso de que se presenten eventos peligrosos, de origen natural o causado por el hombre, que atenten contra la integridad total o parcial del servicio ofrecido, y con ello se pueda ver afectada las personas que laboran en dicho laboratorio, así como clientes que son servidos por el laboratorio.

El manejo de productos químicos y aparatos en el laboratorio de ensayos va unido a diversos peligros para la salud de los que desarrollan sus actividades en el mismo. Solamente el conocimiento exacto de estos riesgos, en especial de las propiedades de los productos utilizados, permite un trabajo seguro en el laboratorio.

## 2. NORMAS NACIONALES E INTERNACIONALES

### 2.1. Base legal

- 2.1.1. **Ley N° 26221 (Ley orgánica de hidrocarburos)**
- 2.1.2. **D.S. N° 01-94-EM (Capítulos II, IV y V)**
- 2.1.3. **Decreto Legislativo N° 757**, en su Art. 50°, señala: *“Las autoridades sectoriales competentes para conocer sobre los asuntos relacionados con la aplicación de las disposiciones del Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales, son los Ministerios de los sectores correspondientes a las actividades que desarrollan las empresas”.*
- 2.1.4. **Decreto Legislativo N 613**, que aprueba el Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales.
- 2.1.5. **Ley N° 27446**, “Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental”.
- 2.1.6. **Ley N° 27314**, “Ley General de Residuos Sólidos”.
- 2.1.7. **Ordenanza N° 295**, que aprueba el Sistema Metropolitano de Gestión de Residuos Sólidos.
- 2.1.8. **Decreto de Alcaldía N° 147**, que aprueba el Reglamento de la Ordenanza N° 295/MML Sistema Metropolitano de Gestión de Residuos Sólidos.
- 2.1.9. **Decreto de Alcaldía N° 093**, que aprueba modificaciones al Reglamento de la Ordenanza N° 295/MML, Sistema Metropolitano de Gestión de Residuos Sólidos.
- 2.1.10. **D.S. 046-93-EM,” Reglamento para la Protección Ambiental en las Actividades de Hidrocarburos” (Art. 56)**
- 2.1.11. **D.S: 052-93-EM (Título cuarto – Capítulos IV, VII, VIII, IX y X)**
- 2.1.12. **Resolución Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales N° 042-97/INDECOPI – CRT.**
- 2.1.13. **D.S: N°054-93-EM (Capítulos IV, VI y VII)**

- 2.1.14. LEY N° 28245, “Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental”
- 2.1.15. LEY N° 26842, “Ley General de Salud”
- 2.1.16. LEY N° 27657, “Ley del Ministerio de Salud”
- 2.1.17. RM N° 511-2004/MINSA, “Ficha única de aviso de accidente”

## 2.2. Normas técnicas

- 2.2.1. ISO 9000 Calidad Total y Normalización
- 2.2.2. ISO 14000 Riesgos Ambientales
- 2.2.3. EPA (U.S.) (Environmental Protection Agency)  
AP-42 de la EPA
- 2.2.4. OSHA (U.S.) (Occupational Safety and Health Administration)  
Norma 1910.120 de la OSHA,
- 2.2.5. Normas ASTM (American Society for Testing and Materials).
- 2.2.6. Normas NFPA (National Fire Protection Association)  
Norma 704. Rombo de Riesgos de la NFPA
- 2.2.7. NORMA EN 45001:1989 (UNE 66501:1991)  
*Criterios generales para el funcionamiento de los laboratorios de ensayo*
- 2.2.8. NORMA UNE 66-804-89  
*Directrices para la elaboración del manual de la calidad de un laboratorio de ensayo*
- 2.2.9. Normas NTP (National Toxicology Programs)

### 3. TERMINOLOGÍA

#### 3.1. Agente químico

Todo elemento o compuesto químico, por sí solo o mezclado, tal como se presenta en estado natural o es producido, utilizado o vertido, incluido el vertido como residuo, en una actividad laboral, se haya elaborado o no de modo intencional y se haya comercializado o no.

#### 3.2. Especies

Las diferentes formas en que puede presentarse un agente químico, estando caracterizada cada forma mediante su composición química y/o sus características químicas detalladas.

#### 3.3. Sustancia

Una sustancia es una forma de materia que tiene una composición constante o definida y con propiedades distintivas. Las sustancias difieren entre sí en su composición y pueden ser identificadas por su apariencia, olor, sabor y otras propiedades.

Algunos ejemplos son: El agua, el amoníaco, el azúcar, el oro, el oxígeno, etc.

#### 3.4. Explosividad

Es la capacidad de una sustancia para expandir sus moléculas en forma brusca y destructiva.

#### 3.5. Inflamabilidad

Es la capacidad de una sustancia para producir combustión de sí misma, con desprendimiento de calor.

Hay dos propiedades físicas de los materiales que indican su inflamabilidad: el punto de inflamación y la volatilidad (determinada por el punto de ebullición).

- **El punto de inflamación** de un material es la temperatura a la cual un líquido (o sólido volátil) desprende vapor, en cantidades suficientemente significativas, para formar una mezcla que puede encenderse en contacto con el aire.

Cuando existe una fuente externa de ignición (como por ejemplo, chispas eléctricas, llamas) un material se puede encender a temperatura igual o superior a su punto de inflamación.

El punto de inflamación del éter etílico es de  $-45\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; el querosene tiene un punto de inflamación entre  $38$  y  $65,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Los gases inflamables no tienen punto de inflamación puesto que ya se encuentran en fase de vapor.

- **La volatilidad** de un material es un indicativo de la facilidad con que un líquido o sólido pasa al estado de vapor.

La volatilidad se mide mediante el punto de ebullición del material (temperatura a la cual la presión de vapor del material es igual a la presión atmosférica).

El término "volatilidad" se confunde con frecuencia y se utiliza como sinónimo de "inflamabilidad".

Existen algunos materiales que son volátiles pero en cambio no son inflamables, como el agua, cloroformo y mercurio.

Algunos materiales son pirofóricos, es decir, que pueden arder espontáneamente sin necesidad de que haya una fuente de ignición exterior.

Por ejemplo, el sodio metálico puede reaccionar con la humedad del aire.

Esta reacción produce hidrógeno gas y el calor generado por la reacción puede ser suficiente para hacer arder el hidrógeno con el oxígeno del aire.

### 3.6. Corrosividad

Los gases, líquidos y sólidos pueden presentar propiedades corrosivas que son peligrosas. Las sustancias químicas corrosivas pueden quemar, irritar o destruir los tejidos vivos. Cuando se inhala o ingiere una sustancia corrosiva, se ven afectados los tejidos del pulmón y estómago.

**Gases corrosivos** - se absorben fácilmente por el cuerpo a través de la piel en contacto y por inhalación.

**Líquidos corrosivos** - se utilizan frecuentemente en el laboratorio y son, en gran medida, causa de lesiones corporales externas.

**Sólidos corrosivos** - producen lesiones retardadas. Debido a que los sólidos se disuelven fácilmente en la humedad de la piel y del aparato respiratorio, los efectos de los sólidos corrosivos dependen en gran medida de la duración del contacto.

Los materiales con propiedades corrosivas pueden ser ácidos (pH bajo) o básicos (pH elevados).

Algunos ejemplos de sustancias corrosivas utilizadas con frecuencia: ácido sulfúrico, hidróxido amónico, ácido clorhídrico, hidróxido sódico, ácido nítrico, hidróxido de potasio.

### 3.7. Toxicidad.

Es la capacidad de una sustancia para producir daños a la salud de las personas que están en contacto con ella.

También, es la propiedad de la materia que produce alteraciones reversibles o irreversibles en los seres vivos, por procesos que no son mecánicos, cuando alcanza las concentraciones adecuadas.

Las principales variables que influyen para determinar la toxicidad de una sustancia son: la cantidad de sustancia absorbida, la vía de administración, su distribución en el tiempo, el número de dosis, el tipo y gravedad de la lesión que puede producir y el tiempo necesario para producirla.

### 3.8. Tóxico

Sustancia de naturaleza química, natural o artificial que tiene la capacidad para producir efectos dañinos en un organismo vivo.

### 3.9. Reactividad

Capacidad de una sustancia para combinarse con otras y producir un compuesto de alto riesgo, ya sean inflamable, explosivo, tóxico o corrosivo.

### 3.10. Toxicología

Ciencia que estudia las propiedades venenosas o tóxicas de las sustancias. Las principales ramas de la toxicología son:

- **Toxicología ambiental:** trata sobre los efectos nocivos producidos por los contaminantes ambientales sobre los organismos vivos.
- **Toxicología ocupacional:** estudia los efectos nocivos producidos por los agentes químicos que contaminan el ambiente de trabajo y dañan la salud del hombre.
- **Toxicología de medicamentos:** se ocupa de los efectos nocivos de los medicamentos en su papel de agentes químicos.
- **Toxicología de alimentos:** trata sobre los efectos dañinos para la salud por parte de los agentes químicos que se presentan en los alimentos, sean naturales, sustancias contaminantes o sustancias procesadas.

- **Toxicología social:** estudia el efecto nocivo de los agentes químicos usados por el hombre en su vida social, ya sea a nivel individual, de relación o legal.

### 3.11. Sustancia venenosa

Una sustancia venenosa es aquella que produce la muerte o lesiones graves en caso de inhalación, ingestión o contacto con la piel de pequeñas cantidades de la misma.

Una sustancia puede ser venenosa o no dependiendo de la cantidad, (por ejemplo, un poco de cianuro o una gran cantidad de pasta de dientes).

### 3.12. Peligro

Se utiliza este término para indicar la posibilidad de que una sustancia cause un efecto nocivo a la salud en las condiciones en las cuales se produce o se utiliza.

### 3.13. Valores umbrales límite (TLV=Threshold Limit Values)

Son guías que sirven para determinar la exposición a contaminantes que se transmiten por el aire.

Los principales valores son:

- Valor umbral límite-promedio ponderado en tiempo (TLV-TWA):** es la concentración promedio ponderada en tiempo para un día normal de trabajo de 8 horas o una semana de 40 horas, a la cual casi todos los trabajadores pueden estar expuestos día tras día, sin sufrir efectos adversos.
- Valor umbral límite-límite de exposiciones breves (TLV-STEL):** Es la concentración ambiental máxima a la cual pueden ser expuestos en forma continua los trabajadores durante un período breve no mayor de 15 minutos, sin sufrir irritación, alteraciones tisulares crónicas o irreversibles, narcosis (somnolencia) en grado suficiente como para aumentar la posibilidad de sufrir accidentes, disminuir la capacidad autorrescate o reducir la eficiencia de trabajo, siempre que no se permitan más de 4 exposiciones por día con intervalos no menores de 60 minutos y que el TLV-TWA no sea superado. El STEL debe considerarse como el valor máximo permisible, o techo absoluto que no debe ser superado en ningún momento durante los 15 minutos de exposición.
- Valor umbral límite-techo (TLV-C):** Es la concentración ambiental que no debe ser superada ni siquiera por un instante.

### **3.14. Vía de entrada**

Es el órgano por el cual el tóxico ingresa al cuerpo, dependiendo de sus características fisicoquímicas, y su afinidad por ciertos tejidos.

### **3.15. Dosis**

Es la cantidad total de sustancia tóxica que penetra en el organismo.

### **3.16. Exposición**

La exposición a una sustancia química dada es una medida del contacto entre la sustancia y la superficie exterior del organismo.

La intensidad de una exposición es función de la concentración de la sustancia en contacto con la superficie exterior del organismo y la duración del contacto.

### **3.17. Zona de respiración**

Es el espacio alrededor de la cara del trabajador del que éste toma el aire que respira.

Con fines técnicos, una definición más precisa es la siguiente: semiesfera de 0,3 m de radio que se extiende por delante de la cara del trabajador, cuyo centro se localiza en el punto medio del segmento imaginario que une ambos oídos y cuya base está constituida por el plano que contiene dicho segmento, la parte más alta de la cabeza y la laringe.

### **3.18. Período de referencia**

Período especificado de tiempo, establecido para el valor límite de un determinado agente químico. El período de referencia para el límite de larga duración es habitualmente de 8 horas, y para el límite de corta duración, de 15 minutos.

### **3.19. Catástrofes**

Son acontecimientos imprevistos y funestos que alteran el orden natural de las cosas. También se dice que una catástrofe es el paso de un estado estable a otro en un tiempo que resulta muy breve, comparado con el tiempo pasado en estados estables.

### **3.20. Riesgo**

Es la posibilidad de que suceda o no un daño, es la contingencia de un daño. Al riesgo se lo interpreta como la combinación entre la probabilidad (o frecuencia de ocurrencia) y las consecuencias (o severidad de un peligro). Limitándose su alcance a un ambiente específico y durante un período de tiempo determinado.

### **3.21. Análisis de Riesgo**

Es el uso sistemático de la información para identificar peligros y estimar riesgos. El análisis de riesgo permite la evaluación, mitigación, y mitigación de riesgos.

### **3.22. Puesto de trabajo**

Con este término se hace referencia tanto al conjunto de actividades que están encomendadas a un trabajador concreto como al espacio físico en que éste desarrolla su trabajo.

### **3.23. Falla**

Incapacidad de un elemento o componente de un equipo para satisfacer los requerimientos de funcionamientos deseados.

### **3.24. Accidente**

Se engloban bajo esta denominación aquellos sucesos incontrolados en una actividad industrial capaces de producir daño.

### **3.25. Accidente Mayor**

Cualquier suceso, tal como una emisión, fuga, vertido, incendio o explosión, que sea consecuencia de un desarrollo incontrolado de una actividad industrial, que suponga una situación de grave riesgo, catástrofe o calamidad pública, inmediata o diferida, para las personas, el medio ambiente y los bienes, bien sea en el interior o en el exterior de las instalaciones y en las que estén implicadas una o más sustancias peligrosas.

### **3.26. Daño**

Es la pérdida de vidas humanas, las lesiones corporales, los perjuicios materiales y el deterioro grave del medio ambiente, como resultado directo o indirecto, inmediato o diferido de las propiedades tóxicas, inflamables o explosivas y oxidantes de las sustancias peligrosas, y a otros efectos físicos o fisicoquímicos consecuencia del desarrollo de las actividades industriales.

### **3.27. Protección Ambiental**

Es el conjunto de acciones de orden técnico, legal, humano, económico y social que tiene por objeto proteger las zonas de Actividades de Hidrocarburos y sus áreas de influencia, evitando su degradación progresiva o violenta a niveles perjudiciales que afecten los ecosistemas, la salud y el bienestar humano.

### **3.28. Impacto ambiental**

Podría definirse el Impacto Ambiental (IA) como la alteración, modificación o cambio en el ambiente, o en alguno de sus componentes de cierta magnitud y complejidad originado o producido por los efectos de la acción o actividad humana. Esta acción puede ser un proyecto de ingeniería, un programa, un plan, o una disposición administrativo-jurídica con implicaciones ambientales. Debe quedar explícito, sin embargo, que el término impacto no implica negatividad, ya que éste puede ser tanto positivo como negativo.

### **3.29. Contaminantes**

Son materiales, sustancias o energía que al incorporarse y/o actuar en/o sobre el ambiente, degradan su calidad original a niveles no propios para la salud y el bienestar humano, poniendo en peligro los ecosistemas naturales.

### **3.30. Plan de abandono del área**

Es el conjunto de acciones para abandonar un área o instalación. Este incluirá medidas a adoptarse para evitar efectos adversos al medio ambiente por efecto de los residuos sólidos, líquidos o gaseosos que puedan existir o que puedan aflorar en el corto, mediano o largo plazo.

### **3.31. Emisión**

Derrame (líquidos) o escape (gases y vapores) generalmente por pérdida de contención de los fluidos. Puede generar efectos tóxicos, incendios y/o explosiones según la naturaleza de las sustancias emitidas.

### **3.32. Chispa**

Es un fenómeno transitorio que puede definirse como el paso de una carga eléctrica a través del espacio entre dos puntos que no estaban previamente en contacto. Las descargas electrostáticas a través de medios gaseosos ocurren siempre en forma de chispas.

### **3.33. Incendio**

Combustión (de varias formas) de los fluidos contenidos o emitidos, generando radiación térmica dañina, cuando aquéllos son inflamables.

### **3.34. Fuego**

Combustión caracterizada por una emisión de calor acompañada de humo, de llamas o de ambos.

### **3.35. Deflagración**

Onda de combustión que se propaga a velocidad subsónica, en la mayoría de los casos a velocidades menores a 10 m/s.

### **3.36. Detonación**

Explosión que se propaga a velocidad supersónica y que lleva asociada una onda de choque, es menos frecuente que la deflagración.

### **3.37. Explosión**

Anterior a la emisión o posterior al incendio, generando ondas de presión o de sobrepresión que son dañinas. La explosión puede también dar lugar a la propagación de proyectiles.

### **3.38. Combustión**

Reacción exotérmica de una sustancia, llamada combustible, con un oxidante, llamado comburente; el fenómeno viene acompañado generalmente por una emisión lumínica en forma de llamas o incandescencia con desprendimientos de productos volátiles y/o humos, y que puede dejar un residuo de cenizas.

### **3.39. Combustión espontánea**

Combustión que comienza sin aporte externo de calor.

### **3.40. Combustión incandescente**

Combustión sin llama de un material con emisión de luz visible.

### **3.41. Combustión incandescente residual**

Persistencia de una combustión incandescente de un material después de ser retirada la fuente de encendido.

### **3.42. Cenizas**

Residuo inorgánico pulverulento resultante de una combustión completa.

### **3.43. Materiales peligrosos**

Los materiales peligrosos son aquellas sustancias que en cualquier estado físico, forma o cantidad, que al salir de su contenedor genera o desprende humos, gases, vapores, polvos o fibras de naturaleza peligrosa (explosiva, inflamable, tóxica, infecciosa, radiactiva, corrosiva o irritante), que puede poner en peligro la salud, el medio ambiente o las propiedades.

#### **3.44. Comburente (carácter comburente u oxidante)**

Es la propiedad de una sustancia que puede iniciar y mantener una reacción de oxidación con, y en presencia de, otra sustancia reductora (combustible).

#### **3.45. Conductor**

Es todo material cuya conductividad eléctrica es lo suficientemente alta para que no pueda retener cargas electrostáticas, a menos que esté aislado de tierra.

#### **3.46. Programa de monitoreo**

Es el muestreo sistemático con métodos y tecnología adecuada al medio en que se realiza el estudio, basado en los Protocolos emitidos por el MEM, para evaluar la calidad ambiental y la de efluentes y emisiones vertidos en el ambiente.

## 4. HOJAS DE SEGURIDAD DE LOS PRODUCTOS QUE ALMACENAN, MANIPULA Y SEGREGA.

### 4.1. Hojas sobre datos de seguridad estandarizados

Las etiquetas de productos químicos y reactivos contienen ya de por sí importantes indicaciones para el manejo seguro, no obstante no se pueden imprimir en ese espacio limitado todos los datos importantes para la seguridad. Por esta razón, un fabricante de sustancias químicas peligrosas o el responsable que pone el producto en circulación, tiene que poner a la disposición hojas sobre datos de seguridad, a más tardar con la primera entrega, que ofrecen informaciones adicionales acerca del potencial de peligrosidad del producto en lo que se refiere a la seguridad en el trabajo, la protección de la salud y del medio ambiente, la protección contra incendios, la eliminación de residuos, y los transportes.

Este sistema especial de información debe incluir las siguientes indicaciones:

1. Sustancia/ denominación de preparación y razón social.
2. Composición, definición de componentes.
3. Riesgos posibles
4. Medidas de primeros auxilios
5. Medidas en caso de incendio.
6. Medidas en caso de derrame.
7. Medidas de protección en almacenamiento y manipulación.
8. Medidas de protección personal para limitar la exposición.
9. Propiedades físicas y químicas.
10. Estabilidad y reactividad.
11. Indicaciones referidas a toxicología
12. Indicaciones referidas a ecología.
13. Eliminación de residuos
14. Informaciones sobre transporte.
15. Reglamentos y disposiciones legales.
16. Datos varios.

Para estas indicaciones, es responsable la persona que pone el producto en circulación o lo prepara. La hoja de datos tiene que estar provista de una fecha de expiración.

Las declaraciones hechas en las hojas sobre datos de seguridad pueden variar según el conocimiento en ese momento del producto, por lo que el formulario incluye una advertencia:

“Las indicaciones se basan a nuestro actual conocimiento y tienen como finalidad describir el producto en relación a las medidas de seguridad que hay que adoptar. No significan una garantía de propiedades del producto descrito”.

La hoja de datos sobre seguridad contiene en forma abreviada todas las informaciones que son necesarias para el manejo de productos químicos, con el fin de proteger la salud y el medio ambiente.

## 5. ANÁLISIS DE RIESGOS EN EL LABORATORIO.

El trabajo de laboratorio tiene dos características principales que son: la utilización de gran variedad de productos químicos, frecuentemente en pequeñas cantidades y a menudo con peligrosidad y toxicidad elevadas, y la realización de operaciones muy diversas con ellos. La experiencia indica que los pequeños incidentes o accidentes que se producen en los mismos pueden ser controlados y tener unos efectos mínimos si se dispone de elementos de actuación adecuados y en número suficiente.

La eficacia de estos elementos está supeditada a su idoneidad y correcto funcionamiento, su buen estado de mantenimiento, y a un suficiente entrenamiento y formación del personal de laboratorio.

Por sus propias características, el trabajo en el laboratorio presenta una serie de riesgos de origen y consecuencias muy variadas, relacionados básicamente con las instalaciones, los productos que se manipulan (y también con las energías y organismos vivos) y las operaciones que se realizan con ellos. Con respecto a los productos debe tenerse en cuenta que suelen ser muy peligrosos, aunque normalmente se emplean en pequeñas cantidades y de manera discontinua.

En consecuencia, la prevención de los riesgos en el laboratorio presenta unas características propias que la diferencian de otras áreas productivas. Por otro lado, la implantación de criterios para el aseguramiento de la calidad, tanto si se trata de la obtención de una acreditación tipo GLP (Buenas Prácticas de Laboratorio) o EN 45001 o la certificación en base a una norma ISO 9000, lleva implícita la aplicación de una política de seguridad. La experiencia demuestra que los laboratorios que han implantado una política de calidad presentan un elevado nivel de seguridad.

Los objetivos de un estudio de riesgos son:

- Identificar y medir los riesgos que representa un laboratorio de ensayo de petróleo, gas natural y derivados.
- Definir accidentes mayores que sean posibles y con un riesgo (probabilidad x severidad) significativo.
- Determinar el alcance, en el espacio, de los accidentes citados en el ítem anterior: zonas vulnerables y daños probables.
- Analizar las causas de los accidentes.
- Discernir la aceptabilidad o no, en términos objetivos, de instalaciones y operaciones propias del laboratorio de ensayo de petróleo, gas natural y derivados.

- Definir medidas de prevención y protección (activa y pasiva) para evitar la ocurrencia y/o mitigar las consecuencias: disminución de la probabilidad y/o la severidad de los accidentes.

## 5.1. Riesgos por operación

Los principales riesgos por operación en un laboratorio de ensayo de petróleo, gas natural y derivados son:

### 5.1.1. Emisión de contaminantes

Entre las muchas circunstancias que pueden ser origen de emisiones peligrosas, aparece frecuentemente el fallo del propio equipo contenedor de la sustancia.

También es importante considerar otras situaciones de escapes por válvulas que se quedan abiertas o por venteos forzados en emergencias. Un ejemplo de esta última situación sería el fallo de la refrigeración en un recipiente de almacenamiento de un gas licuado inflamable refrigerado a baja presión, que daría como resultado un venteo forzado con una gran liberación de vapor.

Las situaciones que dan origen a la emisión de contaminantes se pueden clasificar de la forma siguiente:

- **Según el fluido:**
  - gas/vapor.
  - líquido.
  - mezcla de vapor y líquido.
- **Según el equipo afectado:**
  - recipientes.
  - otros equipos.
  - conducciones de tuberías.
- **Según la abertura:**
  - rotura completa.
  - abertura limitada (válvula de alivio, disco de rotura, orificio, grieta, conexión, purga, toma de muestras, cierres de bombas, bridas, extremos o rotura de tuberías, etc.).
- **Según el recinto:**
  - dentro de un edificio.
  - al aire libre.
- **Según la altura de la emisión:**
  - a nivel inferior al suelo.
  - a nivel del suelo.
  - a nivel superior al suelo.
- **Según el impulso del fluido:**
  - bajo impulso.
  - gran impulso.

Para estudiar la emisión debe conocerse la fase en que sale del recipiente. Como norma general puede adoptarse la siguiente: si el escape procede de un recipiente que contiene líquido a presión, normalmente saldrá líquido si la abertura está por debajo del nivel de líquido y vapor o mezcla de vapor y líquido si está por encima del nivel del líquido. Además, debe tenerse en cuenta que para una diferencia de presión dada, el caudal másico de emisión es normalmente mucho mayor para un escape en fase líquida o mezcla de vapor y líquido que para gas o vapor.

### **5.1.2. Utilización de productos y materiales**

Para la utilización de productos y materiales en un laboratorio de ensayo de petróleo, gas natural y derivados, se debe tomar en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Antes de proceder a la utilización, deben comprobarse siempre los productos y materiales, empleando solamente los que presenten garantías de hallarse en buen estado.
- Debe comprobarse el correcto etiquetado de los productos químicos que se reciben en el laboratorio, etiquetar adecuadamente las soluciones preparadas y no reutilizar los envases para otros productos sin retirar la etiqueta original.
- Los productos químicos deben manipularse cuidadosamente, no llevándolos en los bolsillos, ni tocándolos o probándolos y no pipeteando con la boca, guardando en el laboratorio la mínima cantidad imprescindible para el trabajo diario.
- No deben emplearse frigoríficos de tipo doméstico para el almacenamiento de productos químicos ni guardar alimentos ni bebidas en los frigoríficos destinados a productos químicos.
- Los tubos de ensayo no deben llenarse más de 2 ó 3 cm, han de tomarse con los dedos, nunca con la mano, siempre deben calentarse de lado utilizando pinzas, no deben llevarse en los bolsillos y deben emplearse gradillas para guardarlos. Para sujetar el material de laboratorio que lo requiera deben emplearse soportes adecuados.
- Reducir al máximo la utilización de llamas vivas en el laboratorio. Para el encendido de los mecheros Bunsen emplear preferentemente encendedores piezoeléctricos.
- Al finalizar la tarea o una operación recoger los materiales, reactivos, etc. para evitar su acumulación fuera de los lugares específicos para guardarlos y asegurarse de la desconexión de los aparatos, agua corriente, gases, etc.
- La gestión de los residuos debe estar regulada, disponiendo de un plan específico.

### **5.1.3. Equipos: uso, mantenimiento y revisiones**

- Debe revisarse periódicamente las instalaciones del laboratorio para comprobar que se hallan en buen estado.

- Debe evitarse, en la medida de lo posible, las conexiones múltiples y las alargaderas, tanto en la instalación eléctrica como en la de gases.
- Debe comprobarse la ventilación general del laboratorio: trabajo en depresión, velocidad de circulación del aire de las zonas con menor contaminación a las de mayor contaminación ambiental, renovación suficiente y condiciones termohigrométricas adecuadas.
- Debe trabajarse, siempre que sea posible y operativo, en las vitrinas. En éstas debe comprobarse periódicamente el funcionamiento del ventilador, el cumplimiento de los caudales mínimos de aspiración, la velocidad de captación en fachada, su estado general y que no se conviertan en un almacén improvisado de productos químicos.

#### **5.1.4. Almacenamiento de productos**

El almacenamiento prolongado de los productos químicos representa en si mismo un peligro, ya que dada la propia reactividad intrínseca de los productos químicos pueden ocurrir distintas transformaciones, tales como:

- Formación de peróxidos inestables con el consiguiente peligro de explosión al destilar la sustancia o por contacto.
- Polimerización de la sustancia que, aunque se trata en principio de una reacción lenta, puede en ciertos casos llegar a ser rápida y explosiva.
- El recipiente que contiene el producto puede atacarse y romperse por si sólo.
- Descomposición lenta de la sustancia produciendo un gas cuya acumulación puede hacer estallar el recipiente.

#### **5.1.5. Reacciones químicas**

La peligrosidad de las reacciones químicas se puede evaluar a partir de los grupos químicos de las moléculas que intervienen, haciendo un balance de oxígeno para conocer el comportamiento de un compuesto durante su oxidación o a partir de los datos termodinámicos conocidos o medidos de los elementos, grupos químicos o moléculas que constituyen los productos o reactivos.

De una manera general, todas las reacciones exotérmicas están catalogadas como peligrosas ya que pueden ser incontrolables en ciertas condiciones y dar lugar a derrames, emisión brusca de vapores o gases tóxicos o inflamables o provocar la explosión de un recipiente.

Para controlar estos riesgos cuando se trabaja a una temperatura a la que las sustancias reaccionan inmediatamente, es recomendable controlar la reacción adicionando los reactivos en

pequeñas cantidades. También es recomendable emplear un termostato para controlar y no sobrepasar la temperatura indicada. Si la reacción es muy peligrosa, se emplean en ella cantidades importantes de producto (nivel planta piloto) o bien requiere un control muy ajustado de la temperatura, los termostatos se colocan en cascada para reforzar la seguridad. En todo caso debe existir un protocolo de actuación para el caso de pérdida del control de la reacción.

Otros tipos de reacciones consideradas peligrosas son las siguientes:

- Compuestos que reaccionan violentamente con el agua.
- Compuestos que reaccionan violentamente con el aire o el oxígeno (inflamación espontánea)
- Sustancias incompatibles de elevada afinidad.
- Reacciones peligrosas de los ácidos.
- Formación de peróxidos y sustancias fácilmente peroxidables
- Reacciones de polimerización.
- Reacciones de descomposición.

## **5.2. Riesgos por contaminación ambiental**

### **5.2.1. Manejo de residuos químicos**

En el laboratorio se manejan gran cantidad de productos y se efectúan diversas operaciones que conllevan la generación de residuos, en la mayoría de los casos peligrosos para la salud y el medio ambiente. Aunque el volumen de residuos que se generan en los laboratorios es generalmente pequeño en relación al proveniente del sector industrial, no por ello debe minimizarse el problema.

Unas condiciones adecuadas de trabajo en el laboratorio implican inevitablemente el control, tratamiento y eliminación de los residuos generados en el mismo, por lo que su gestión es un aspecto imprescindible en la organización de todo laboratorio.

Otra cuestión a considerar es la de los derrames, que si bien tienen algunos aspectos coincidentes con los métodos de tratamiento para la eliminación de residuos, la actuación frente a ellos exige la consideración de otros factores como la rapidez de acción, aplicación de métodos de descontaminación adecuados, etc.

Para una correcta realización de lo indicado anteriormente es aconsejable designar personas responsables, así como facilitar una completa información a todo el personal del laboratorio sobre estos temas.

## **Clasificación de los residuos**

El tipo de tratamiento y gestión de los residuos del laboratorio depende, entre otros factores, de las características y peligrosidad de los mismos, así como de la posibilidad de recuperación, de reutilización o de reciclado, que para ciertos productos resulta muy aconsejable.

Si consideramos su peligrosidad se podría establecer la siguiente clasificación.

### **a) Residuos no peligrosos**

Estos residuos, considerando sus propiedades, pueden eliminarse mediante vertidos, directamente a las aguas residuales o a un vertedero. Si aún no considerándose peligrosos, son combustibles, se pueden utilizar como combustibles suplementarios, como ocurre, por ejemplo, con los aceites, que, si son "limpios", se pueden eliminar mezclándolos con combustibles; los aceites fuertemente contaminados, en cambio, deberán ser procesados en función de los contaminantes que contengan (metales, clorados, etc.).

### **b) Residuos químicos peligrosos**

#### **Combustibles**

Pueden utilizarse como combustible suplementario o incinerarse. Debe controlarse la posible peligrosidad de los productos de combustión.

#### **No combustibles**

Pueden verterse a las aguas residuales o vertederos controlados siempre que previamente se haya reducido su peligrosidad mediante tratamientos adecuados.

#### **Explosivos**

Son residuos con alto riesgo y normalmente deben ser manipulados fuera del laboratorio por personal especializado.

#### **Gases**

Su eliminación está en función de sus características de peligrosidad (tóxicos, irritantes, inflamables). Para su eliminación, deberán tenerse en cuenta las normativas sobre emisión existentes.

## **Residuos biológicos**

Deben almacenarse en recipientes específicos convenientemente señalizados y retirarse siguiendo procesos preestablecidos. Normalmente se esterilizan y se incineran.

## **Residuos radiactivos**

Para su eliminación deben considerarse sus características fisico-químicas así como su actividad radiactiva y vida media (tiempo de semidesintegración). Su almacenamiento debe efectuarse en recipientes específicos debidamente señalizados y deben retirarse de acuerdo a los procedimientos establecidos.

### **5.2.2. Incendios**

Los incendios son reacciones de oxidación, generalmente con aire como comburente, de materias combustibles. Los efectos de estos accidentes son:

- Calor (generalmente radiante) que produce daños de por sí y porque puede propagar la cadena accidental.
- Humos sofocantes y/o tóxicos.
- Onda explosiva de sobrepresión cuando se dan ciertas condiciones de aceleración de la velocidad de reacción y/o de contención. Otro efecto que puede propagar la cadena accidental.

Los incendios pueden ocurrir de varias maneras que dependen de la naturaleza (propiedades físicas y químicas) y de la disposición del combustible.

#### **A) *Incendio de líquidos en disposición abierta (de charco/ "pool fire")***

Se trata de un caso en la que el incendio se produce en una condición abierta (no presurizada).

- I. Líquido derramado en un área más o menos extensa.
- II. Recipiente abierto (sin techo) o a presión atmosférica.

Las manifestaciones de esta tipo de incendio suelen ser la emisión de calor radiante y la de humos.

#### **B) *Incendio de líquidos con rebosamientos violentos ("boil over" y "slop over")***

Se trata de complicaciones del caso anterior que, generalmente, se presentan en los incendios de tanques para

almacenamiento donde la altura del líquido combustible es considerable. Los dos fenómenos que consideramos aquí dan lugar a proyecciones o rebosamientos que pueden propagar el incendio y/o sus efectos dañinos.

La combustión en la superficie del líquido genera calor (que se transmite por conducción y por convección) hacia las capas inferiores del mismo. En estas últimas se da la presencia del agua (decantada o emulsionada) procedente:

- a) del propio almacenamiento
- b) de la inyección extintora de agua o espuma.

Se producirá ebullición de la misma con formación de burbujas grandes de su vapor. Esta ascenderá a través del líquido impulsando parte del mismo de manera que rebosa o se proyecta fuera del tanque.

**C) *Incendio de gases o vapores en nube abierta (bola de fuego/"fireball")***

Es el caso de inflamación inmediata (no diferida) de una nube de gases o vapores que se ha situado de forma rápida en espacio abierto. Sus efectos intrínsecos son:

- a) Radiación térmica muy intensa y de corta duración, originada en una llama voluminosa.
- b) Evolución hacia la forma de hongo por la ascensión de gases muy calientes y más ligeros que el aire.
- c) Sobrepresión no significativa.

**D) *De gases o vapores en fuga local presurizada (dardo/"jet-fire")***

Cuando hay una fuga localizada de gases o vapores (inflamables) a presión (por ejemplo, a través de perforaciones, bridas, etc) éstos se pueden incendiar dando lugar a un fuego semejante al del dardo de un soplete. Tal tipo de incendio tiene un peligro relativamente bajo en sí mismo (se deberá cortar la fuente de presión y caudal que origina la fuga y proceder a la extinción), pero si el dardo afecta a equipo colindante, puede dar lugar a otros accidentes más graves. Ello determina que se debe evitar la cercanía de elementos propensos a fugas con respecto a otros para evitar tal efecto de propagación.

### 5.3. Riesgos para la salud

Los problemas para la salud que se pueden derivar del trabajo en el Laboratorio son de muy diversa índole, desde los riesgos de explosión e incendio hasta los eléctricos, incluyendo la toxicidad de los compuestos que se manejan y la propia peligrosidad del instrumental utilizado así como también cuestiones de confort e iluminación.

#### 5.3.1. Explosiones

Las explosiones son fenómenos caracterizados por el desarrollo de una presión (dentro de sistemas cerrados) o de una sobrepresión (en espacios abiertos) que dan lugar a daños mecánicos.

Según su origen y naturaleza las explosiones pueden ser en el inicio de una fuga (con consecuencias tóxicas y/o incendiarias) o deberse a la evolución de una combustión autoacelerada hacia la detonación (propagación supersónica).

Son muy numerosas las instalaciones en las que se tratan o están presentes gases, vapores y polvos combustibles, como por ejemplo procesos químicos, manipulación de carbón, filtración de polvos, recuperación de vapores, laboratorios químicos, etc., con el consiguiente riesgo de que se produzcan explosiones, desgraciadamente frecuentes en la práctica, que son origen de daños a las personas y a las instalaciones.

Por otra parte, a la explosión principal u origen es frecuente que la sucedan otras explosiones secundarias, que llegan a destruir todas las instalaciones ocasionando numerosas víctimas y cuantiosos daños materiales.

Las posibilidades de que se produzcan tales pérdidas, humanas y materiales, son razones suficientes para desarrollar medidas preventivas que reduzcan o eliminen el riesgo de explosión y medidas de protección que salven vidas y bienes en el caso de que la explosión se produzca.

Una explosión puede tener origen químico, combustión rápida, produciendo ruido, calor y una expansión rápida de gases que origina una presión, siendo la velocidad de reacción una característica importante que determina el que la explosión se clasifique en deflagración o detonación.

Los riesgos potenciales de explosión incluyen:

#### i. Explosión por nube de vapor no confinada (UVCE)

Se produce cuando:

- a) La nube de vapor o gas es inflamable.
- b) La ignición (diferida) de la nube se produce un tiempo después de la fuga

En este caso, una parte de la energía de la combustión se manifiesta en forma de energía mecánica asociando al fuego una onda de sobrepresión. Tal onda, a su vez, está conectada con el avance (subsónico: deflagración; supersónico: detonación) del frente de llama en el seno de la nube inflamada.

## ii. **Explosión por nube de vapor confinada (CVCE)**

Si una nube de vapor inflamable se enciende dentro de un contenedor (por ejemplo un reactor) de tal manera que se encuentra confinada, la presión puede aumentar hasta que las paredes del equipo se rompan. A esto se le denomina Explosión por Nube de Vapor Confinada (CVCE).

No son necesarios grandes cantidades de vapor ni grandes contenedores.

Pueden ocasionar daños considerables (sobre presiones pico de hasta 8 bar).

Este tipo de explosión es más común, pero normalmente ocasiona sólo daños localizados.

## iii. **Explosión por vapor de gases licuados en ebullición (BLEVE)**

Se trata de la explosión mecánica de un recipiente por la evaporación súbita y masiva (con aumento de volumen de unos cientos de veces) sobrecalentado (situación de equilibrio líquido-vapor metaestable) al sufrir una disminución brusca de su presión y dando lugar a una onda de sobrepresión muy potente.

Las condiciones para que se dé este tipo de explosiones son:

- a) Líquido (en equilibrio con su vapor) a presión superior a la atmosférica y a temperatura superior a la que corresponde al equilibrio líquido-vapor a presión atmosférica.
- b) Despresurización brusca. Puede ser por fallo del recipiente (a causa del debilitamiento producido por un incendio exterior, a causa de impacto, etc.), por apertura de un disco de ruptura o válvula de seguridad con tara o

caudal (excesivo) erróneos; por dilatación de fase líquida única, etc.

- c) Que el grado de sobrecalentamiento en la situación despresurizada (suele ser presión atmosférica) sea suficiente para que se produzca el fenómeno, definida como de nucleación espontánea (formación súbita y simultánea de burbujas en toda la masa del líquido).

Si el sobrecalentamiento no es suficiente se producirá una evaporación importante, pero no el fenómeno BLEVE.

Las consecuencias de la explosión BLEVE, por efecto de su golpe potentísimo de sobrepresión, son:

- Rotura del recipiente en pedazos que se proyectan en el espacio a distancias de hasta centenares de metros. Estos proyectiles pueden arrastrar consigo partes del líquido.
- Proyección expansiva de vapor que arrastre gotas de líquido en forma de niebla.

#### **iv. Explosión por polvos y nieblas no confinadas**

Las explosiones de polvo y niebla acontecen según mecanismos (por ejemplo, ignición – deflagración – detonación) semejantes a los de los gases y vapores. Sus efectos son también bien parecidos considerando:

- La carga energética por unidad de volumen es mayor para polvos y nieblas que para gases y vapores.
- Los polvos tienen menos capacidad de difusión (dispersión) en el espacio que gases, nieblas y vapores.

#### **v. Explosiones como consecuencia de incendios**

Esto ocurre cuando las llamas están en contacto (lamiendo) la parte exterior de un contenedor (recipiente o tubería) calentándolo.

El calor originado en un incendio de cualquier tipo puede dar lugar a explosiones tales como las consideradas por otras causas:

- a) En sistemas cerrados: Explosiones iniciadoras en sistemas cerrados CVCE.

- b) En sistemas semiabiertos: Fuga controlada, fuga con ebullición por despresurización súbita de líquidos, sin ebullición masiva y con ebullición masiva (efecto BLEVE).

**vi. Deflagraciones producidas por gases, vapores y polvos combustibles**

En las deflagraciones, la velocidad en que el frente de llamas avanza es inferior a la velocidad del sonido; el tiempo que transcurre entre el inicio y la finalización de la misma, aunque parezca virtualmente instantánea, es finito y típicamente comprendido entre 100 y 200 milisegundos. Contrariamente, en el caso de la detonación dicha velocidad es mucho más elevada, superando la velocidad del sonido.

Estas características que diferencian entre deflagración y detonación hacen que en el caso de la segunda, salvo para gases y líquidos en tuberías, no se pueda disponer de elementos que limiten sus consecuencias en el caso de producirse, ya que no se dispone del tiempo de respuesta adecuado, necesario en todo elemento de protección, además de que las presiones que genera son mucho más elevadas.

Si una deflagración ocurre a cielo abierto, se producen llamas y hay una disipación de calor y gases de combustión; ahora bien, si tiene lugar en un recinto cerrado, la presión debida a los gases de combustión se incrementa a gran velocidad alcanzando valores de hasta diez o más veces la presión inicial absoluta del recinto, dependiendo del tipo de producto.

Es este el caso de deflagraciones ocurridas en equipos industriales, en los cuales el calor y la presión son retenidos en su interior, sometiéndoles a condiciones de operación para las cuales no han sido diseñados, con el resultado final de su destrucción.

**vii. Explosiones como consecuencia de otras explosiones**

Es conveniente mencionar aquí que una explosión puede desencadenar fugas, incendios y otras explosiones.

Por una parte, la onda explosiva puede deformar y hasta destruir equipos (recipientes, tanques, columnas, tuberías, etc) a su paso. Por otro lado, los proyectiles procedentes de una explosión pueden causar efectos similares. Las pérdidas de contención derivadas de tales eventos pueden continuar la cadena accidental.

Los proyectiles procedentes de explosiones con efecto BLEVE pueden arrastrar consigo porciones de líquido que, si es inflamable, puede originar incendios subsiguientes fuera del origen.

### **5.3.2. Sustancias cancerígenas, teratógenas, y mutágenas**

#### **5.3.2.1. *Productos engendrados de cáncer – cancerígenos***

El riesgo peculiar de los productos cancerígenos es que, en muchos casos, transcurre un tiempo de latencia prolongado entre exposición y aparición de un daño reconocible, de forma tal, que a menudo no se deja reconocer claramente la relación entre causa y efecto.

Estas sustancias pueden producir en las personas o en los animales experimentales por alteración de material genético de células somáticas la aparición de tumores malignos o de leucemia. Entre el tiempo de incidencia y la declaración de la enfermedad pueden a menudo pasar años.

#### **5.3.2.2. *Productos nocivos para la reproducción – teratógenos***

Estas sustancias se dividen por un lado en sustancias teratógenas que pueden llevar a malformaciones irreversibles en el embrión (sustancias dañinas para el desarrollo), y por otro lado, en sustancias que pueden perjudicar la capacidad reproductora (fertilidad) tanto masculina como femenina.

#### **5.3.2.3. *Productos que producen cambios en la masa hereditaria – mutágenos***

Las sustancias de este grupo tienen propiedades mutágenas; es decir, que provocan cambios hereditarios del contenido en información del material genético (mutaciones) en las células germinales.

### **5.3.3. Productos derivados del petróleo**

Por lo general, los productos derivados del petróleo se clasifican de acuerdo con su punto de inflamación. Los más peligrosos son aquellos compuestos que tienen un punto de inflamación más bien bajo. Asimismo, los derivados del petróleo con bajo punto de inflamación tienen densidades de vapor mayores que el aire, por lo que, se acumulan en zonas bajas, pudiendo causar explosiones y una deficiencia de oxígeno en la atmósfera aledaña. En el caso de los hidrocarburos con un punto de inflamación más alto la presión

de vapor no es suficiente para originar peligros de explosión; este es el caso, por ejemplo, del aceite lubricante.

#### **5.3.3.1. Características Físicas y Químicas, y Límites de Exposición**

De acuerdo con lo presentado, las propiedades físicas y químicas varían considerablemente. Por ejemplo, el punto de inflamación mínimo del kerosene es 43 °C, el punto de inflamación TAG de la gasolina está muy por debajo de 0 °C, que es muy bajo, lo que indica una tendencia significativa de la gasolina a emitir vapores explosivos aún a bajas temperaturas. Por otro lado, los aceites lubricantes poseen un alto punto de inflamación (186 °C), lo que indica que la generación de vapores explosivos sólo se da a altas temperaturas. Todos estos productos son inmiscibles con el agua, excepto en el rango de algunas partes por millón; no obstante, son biodegradables con el tiempo.

Los límites de exposición se aplican con mayor frecuencia a los hidrocarburos con bajo punto de inflamación, tales como la gasolina, ya que en el caso de los compuestos con un punto de inflamación más alto la presión de vapor no llega a representar una amenaza para las condiciones ambientales. Los empleados expuestos a la gasolina durante largos períodos deben ser examinados para verificar que no hayan sido excedidos los TLV-TWA.

#### **5.3.3.2. Efectos en la Salud e Impacto Ambiental**

**Efectos en la Salud** - Frecuentemente en estos productos a mayor punto de inflamación, menor es su toxicidad. Este hecho se debe a la mayor presión del vapor de los reactivos de menor punto de inflamación. El aumento de la concentración de gases y vapores de los productos de bajo punto de inflamación en el centro de trabajo puede llegar eventualmente a niveles explosivos o tóxicos.

La inhalación de gasolina tiene un efecto entre mediano a altamente tóxico. La exposición reiterada o prolongada de la piel produce dermatitis y en algunos casos ampollas. Su inhalación e ingestión oral produce depresión en el sistema nervioso central. La aspiración pulmonar puede originar neumonitis grave. Incluso una breve inhalación de altas concentraciones puede causar un edema pulmonar mortal y asfixia.

Asimismo, la gasolina puede producir hiperenemia de la conjuntiva y otras molestias en los ojos.

**Efectos Ambientales** - las evidencias de campo y de laboratorio han demostrado que los combustibles causan efectos adversos en las formas de vida acuática que van de la toxicidad letal grave a la toxicidad subletal (casi letal) a largo plazo. Debido a la amplia variedad de compuestos incluidos en la categoría de combustibles, resulta imposible establecer valores significativos de LC50 de 96 horas para aceites y grasas sin especificar el producto al que se está haciendo referencia. Muchos fabricantes han desarrollado datos sobre la toxicidad específica de sus productos en la vida acuática.

Sin embargo, de acuerdo con los datos que se presentan, la categoría más susceptible de organismos es la larva marina, que no resiste la contaminación por petróleo, en especial los compuestos solubles en agua, aún en concentraciones del orden de 0,1 mg/l. Asimismo, las especies de agua dulce tienden a ser más sensibles que las especies de agua salada, y que los compuestos más volátiles son más tóxicos que los compuestos menos volátiles y de peso molecular más alto. De manera general, en toda descarga de agua no debe haber presencia visible de hidrocarburos, los que pueden ser reconocidos como un "manto brillante".

Los derrames o descargas de los productos derivados del petróleo al suelo pueden llegar a la napa freática y constituir una fuente de contaminación del agua subterránea por muchos años. Los combustibles y lubricantes utilizados deben ser recogidos y luego incinerados o reciclados. El combustible de desecho no debe ser empleado para eliminar el polvo de los caminos.

La presencia de contaminantes como el plomo de los aditivos del petróleo, así como los efectos de los combustibles o lubricantes en sí tendrán un impacto las aguas superficiales y subterráneas.

Los problemas relacionados con los incendios son bastante conocidos, sólo se enfatizará que no se debe emplear la gasolina como un solvente de taller debido a su volatilidad y potencial riesgo de explosión.

Todos los productos líquidos derivados del petróleo que se almacenan a granel, (por ejemplo, contenedores con una capacidad mayor de 415 litros) deben contar con un dispositivo de contención secundaria dotado de revestimiento impermeable y un sistema de bermas. Los derivados del petróleo con puntos de inflamación mayores

de 38 °C, tales como el combustible diesel, pueden almacenarse en el lugar en contenedores más pequeños.

La gasolina no se debe almacenar dentro de instalaciones debido al peligro de explosión. Además, ésta se debe almacenar en tanques especialmente diseñados para el almacenamiento de líquidos inflamables. Dichos tanques deben tener dispositivos de ventilación para evitar el aumento de la presión durante períodos de mayor temperatura y estar contruidos con materiales resistentes a las perforaciones y a las chispas de cualquier origen, y contar con protecciones eléctricas

#### **5.3.4. Generación de cargas electrostáticas**

La generación de cargas electrostáticas es un fenómeno natural, asociado a la propia estructura atómica de la materia, que se produce como resultado del movimiento relativo entre dos superficies en contacto, generalmente de sustancias diferentes, tanto líquidas como sólidas, una de las cuales, o las dos, no es buena conductora de la electricidad. Dos son los procesos fundamentales de formación de las cargas: el contacto-separación de sustancias y la fricción.

La electricidad estática representa un desequilibrio temporal en la repartición de las cargas en la superficie de dos materiales en contacto por transferencia de electrones, creando un campo eléctrico y una diferencia de potencial entre aquellos que puede ser muy elevada.

La magnitud de la carga depende principalmente de la velocidad de separación y/o fricción de los materiales y de su resistividad eléctrica,

Otros parámetros tales como el estado de oxidación de la superficie de frotamiento, la presencia de agua no miscible y partículas como óxido de hierro, la naturaleza de los metales de recipientes y tuberías, la influencia de la temperatura, etc. tienen también su importancia sobre la generación de cargas y su polaridad.

Cuando cuerpos conductores están separados por un aislante o incluso por el aire constituyen un condensador al quedar cargados uno con una carga positiva y otro con otra carga igual pero negativa. Al establecer una vía conductora se libera tal energía almacenada descargándose y produciendo posiblemente una chispa. Es esta recombinación brusca mediante chispa de las cargas separadas que constituye el riesgo.

Generalmente tales chispas, denominadas técnicamente descargas disruptivas, se producen a través del aire entre un cuerpo cargado eléctricamente y un cuerpo próximo no cargado, pero conectado eléctricamente a tierra, al encontrarse ambos a una distancia muy corta. A menor distancia también menor es la tensión necesaria para que se produzca la chispa.

El parámetro fundamental determinante de la peligrosidad de una chispa es la cantidad de energía liberada en el instante de producirse. Esta energía se manifiesta en forma de radiaciones, (que hacen visible la chispa), de ionización y de calor.

Esquemáticamente es esta última la desencadenante de la reacción de combustión.

Cuando tales descargas electrostáticas con chispa se producen en una atmósfera inflamable, es relativamente fácil que se inicie el incendio, dado que la energía de activación que aportan acostumbra ser superior a la que se precisa para la combustión de gases y vapores, que suele ser del orden de 0,25 mJ.

El peligro de inflamación existe cuando la chispa es generada por una diferencia de potencial superior a los 1.000 V.

Para que se produzcan incendios o explosiones deberán cumplirse conjuntamente las tres siguientes condiciones:

- La existencia de una mezcla combustible o comburente susceptible de explosión o incendio por encontrarse dentro de su rango de inflamabilidad.
- La acumulación de una carga electrostática lo suficientemente alta para crear una diferencia de potencial generadora de chispa.
- La producción de la descarga electrostática (chispa) iniciadora, de energía suficiente para inflamar una mezcla peligrosa.

### **5.3.5. Sustancias químicas peligrosas**

En general los productos y sustancias químicos se clasifican de acuerdo a sus características de peligrosidad, que son:

- A. Inflamabilidad
- B. Corrosividad
- C. Reactividad
- D. Toxicidad
- E. Venenos

En la tabla 5.1, se muestran algunas sustancias químicas y su toxicidad de cada uno de ellos.

**Tabla 5.1: Sustancias químicas peligrosas**

CONTAMINANTES	FUENTES	TOXICIDAD AGUDA	
<b>HALOGENOS Y ALUROS ALCALINOS</b>	Iodo y Bromo	Industria farmacéutica	Asfixiante.
	Cloro	Fabricación productos clorados. Tratamientos de agua.	Asfixiante.
	Flúor	Vidrio, soldadura.	Asfixiante.
<b>ÁCIDOS Y BASES</b>	Ácidos	Decapado de metales.	Vesicantes.
	Amoniaco	Refrigeración. Síntesis química	Asfixiante.
<b>NO METALES</b>	Arsenamina	Soldadura. Tratamiento electrolítico	Asfixiante.
	Anhídrido Sulfuroso	Centrales térmicas. Metalurgia. Industria petróleo	Asfixiante.
	Ácido sulfhídrico	Fabricación de azufre.	Anoxemiante
	Mercaptanos	Fitosanitarios. Papel.	Asfixiantes y toxicidad sistémica
	Sulfuro de carbono.	Caucho. Soda.	Asfixiantes y neurotóxico.
<b>DERIVADOS DEL NITRÓGENO Y DEL CARBONO</b>	Vapores nitrosos	Decapado, incendios. Proceso oxidación-reducción	Asfixiantes y metahemoglobizante
	Dióxido de carbono	Combustión	Anoxemiante
	Monóxido de carbono	Combustión incompleta	Anoxia por carboxihemoglobina.
	Fosfeno	Industria química.	Asfixiante.
<b>METALES</b>	Cadmio	Aleaciones, pinturas, baños galvánicos, baterías.	Asfixiante y nefrotóxico
	Cobre	Pesticidas, colorantes. Fundición, baños galvánicos	Irritante e hipertermia
	Níquel carbonilo	Refinado del níquel. Catálisis	Asfixiante y neurotóxico
	Plomo tetraetilo	Antidetonaante, combustible.	Neurotóxico
<b>HIDROCARBUROS</b>	Acetileno	Industria química. Soldadura	Anoxemiante y neurotóxico
	Metano	Minas, fermentación materia orgánica. Síntesis química.	Anoxemiante
	Benceno	Síntesis química.	Neurotóxico y hematotóxico
	Tolueno	Disolventes	Neurotóxico
	Xileno	Disolventes	Neurotóxico
<b>DERIVADOS HALOGENADOS DE LOS HIDROCARBUROS</b>	Estireno	Transformación plásticos	Irritante y Neurotóxico
	Bromuro de metilo	Fitosanitarios	Asfixiante y Neurotóxico
	Cloruro de metileno	Transformación plásticos. Siliconas	Neurotóxico
	Tetracloruro de carbono	Industria química. Fitosanitarios	Hepatotóxico, Nefrotóxico y Neurotóxico
	Tricloroetileno	Desengrasante	Neurotóxico y cardiotoxico
<b>FENOLES</b>	Organoclorados	Fitosanitarios	Neurotóxicos
	Fenol	Transformación plásticos	Vesicante
	Pentaclorofenol	Fitosanitarios	Asfixiante
<b>ALCOHOLES</b>	Cresoles	Transformación plásticos	Asfixiante y vesicante
	Metanol	Disolventes	Neurotóxico
	Etilenglicol	Anticongelante	Neurotóxicos
	Etanol	Disolventes. Alimentación. Perfumería	Neurotóxicos
<b>ALDEHIDOS</b>	Isopropanol	Disolventes. Perfumería	Irritante y Neurotóxico
	Formol	Transformación plásticos. Curtidos	Vesicante
	Acroleína	Transformación plásticos	Asfixiante e irritante
	Furfural	Fundición. Transformación plásticos	Irritante
<b>DERIVADOS EPOXI, ETÉRS Y ESTERES</b>	Glutaraldehído	Desinfectante	Irritante
	Óxido de etileno	Industria química. Esterilización	Irritante y Neurotóxico
	Organofosforados	Fitosanitarios	Neurotóxicos
<b>CIANUROS, NITRITOS E ISOCIANATOS</b>	Dimetilsulfato	Síntesis orgánica	Vesicante
	Cianuros	Tratamiento de metales. Fotografía	Anoxemiante e histotóxico
	Acetonitrilo	Disolvente. Industria farmacéutica	Neurotóxico
	Acrilonitrilo	Transformación plásticos	Anoxemiante y neurotóxico
<b>AMINO Y NITRODERIVADOS</b>	Isocianatos	Transformación plásticos	Asfixiante e irritante
	Nitropropano	Pinturas, colas y tintas	Neurotóxico y hepatotóxico
	Dinitrobenceno	Síntesis química	Metahemoglobina
	Trinitrotolueno	Explosivo	Hepatotóxico y hematotóxico
	Hidrazina	Industria química y farmacéutica	Irritante y neurotóxico

**Fuente: NTP 246(National Toxicology Programs): Intoxicaciones agudas: primeros auxilios**

### **5.3.6. Accidentes personales**

Una definición de lo que entendemos por accidente, sería una consecuencia negativa a causa de haberse producido uno o más fallos en cualquiera de los pasos de un determinado proceso. Consecuentemente, para evitar accidentes debe actuarse responsablemente considerando los riesgos que entraña cada paso del proceso en cuestión.

Los accidentes personales que habitualmente se producen en los laboratorios son, por una parte, los comunes a todo tipo de trabajo como golpes, torceduras, heridas, quemaduras, etc., y los "químicos", derivados de los propios procesos que se llevan a cabo.

Para no exceder los límites del presente análisis de riesgo, obviamos los primeros, por ser generales y hallarse descritos en los manuales de seguridad del laboratorio, para ahondar en los propiamente químicos, en sus versiones más comunes, como son, corrosiones en la piel, corrosiones en los ojos e intoxicación.

Es obvio que la primera actuación en caso de accidente será el REQUERIMIENTO URGENTE DE ATENCIÓN MÉDICA, indicando cuantos detalles conciernan al mismo y, si se trata de una agresión química mostrándole, a ser posible, la etiqueta del producto causante. Sólo en casos en que la asistencia del médico no sea inmediata, podrán seguirse las instrucciones descritas más adelante en el plan de contingencias para accidentes personales, tras los cuales será necesaria la asistencia médica.

## **5.4. Riesgos por fenómenos naturales**

### **5.4.1. Sismos**

Fenómeno geológico que tiene su origen en la envoltura externa del globo terrestre y que se manifiesta a través de vibraciones o movimientos bruscos de corta duración e intensidad variable.

En los límites entre placas de la corteza terrestre se generan grandes fuerzas de fricción que mantienen atoradas dos placas adyacentes, produciendo grandes esfuerzos en los materiales. Cuando dichos esfuerzos sobrepasan la resistencia de las rocas, se produce una ruptura violenta y la liberación repentina de la energía acumulada. Ésta es irradiada en forma de ondas que se propagan en todas direcciones a través del medio sólido de la tierra. Éstas son conocidas como ondas sísmicas y son las causantes de los terremotos.

El foco del movimiento sísmico (hipocentro), se encuentra a profundidad entre cinco y treinta kilómetros, generalmente al punto de la superficie más próximo se le denomina epicentro.

El movimiento se transmite a través de ondas elásticas longitudinales y transversales, llamadas *ondas sísmicas*, de las cuales se distinguen básicamente tres tipos, dos de ellas; las *internas*, se propagan en todas las direcciones en el interior de la tierra; la más rápida es la *onda primaria* u *onda "P"*, la cual comprime y expande la roca en forma alternada en la misma dirección en que viaja; son capaces de viajar a través de líquidos, y de transmitirse a través de la atmósfera, por lo que en ocasiones son percibidas por personas o animales como un sonido grave y profundo. La otra viaja a menor velocidad y es llamada *onda secundaria* o *"S"*, esta deforma los materiales, y se propaga lateralmente respecto a su trayectoria por lo que no se transmite en líquidos ni en gases.

Cuando ocurre un terremoto la onda "P" se siente primero con un efecto de retumbo que hace vibrar paredes y ventanas, segundos después llega la onda "S" con su movimiento de arriba hacia abajo y de lado, que sacude la superficie del suelo vertical y horizontalmente, este es el movimiento que daña a las construcciones.

El tercer tipo de ondas sísmicas son las conocidas como *superficiales*, y se caracterizan por propagarse mas superficialmente en la tierra, disminuyendo la amplitud de su movimiento.

A medida que la profundidad aumenta, este tipo de ondas viaja más despacio que las ondas internas, cuando son generadas por el terremoto se clasifican en dos grupos que son: las ondas *"love"* y las ondas *"rayleigh"*, las primeras, llamadas así en nombre de su descubridor, expanden las rocas igual que las ondas "S" y, debido al movimiento lateral de la roca que circunda lagos y bahías, pueden afectar el nivel del agua de algunos cuerpos superficiales.

Las segundas tienen un movimiento vertical, similar a las olas del mar, por lo que pueden afectar cuerpos de aguas (por ejemplo, lagos); de ambas, las ondas love son las más rápidas.

La velocidad de las ondas sísmicas varía entre 4,000 M/ S a las superficiales y 12,000 M/ S las internas. Al segmento de contacto entre placas, en el que no se ha producido un temblor de importancia en un lapso relativamente grande, se le conoce como *brecha sísmica*.

Cuando la brecha sísmica libera su energía (produciendo un temblor) es necesario un nuevo período de acumulación de energía, para que se genere un nuevo temblor.

#### 5.4.1.1. Tipos de Sismos

Los sismos pueden clasificarse de acuerdo a su origen, en naturales y artificiales.

**Los naturales** son los que en general liberan más su energía, por lo que sus efectos en la superficie son mayores.

Los sismos de origen natural pueden ser:

- a) **Tectónicos:** Producidos por la interacción de dos placas tectónicas; se definen en dos clases, los de *interplaca*, ocasionados por una fricción en las zonas de contacto entre placas. Un tipo particular de estos sismos son los llamados locales, que son producto de deformaciones de los materiales terrestres debido a la concentración de fuerzas en una región limitada. Y los *intraplaca*, que se presentan lejos de los límites de placas conocidas, son mucho menos frecuentes que los interplaca y generalmente de menor magnitud.
- b) **Volcánicos:** Acompañan a las erupciones volcánicas, son generados principalmente por la ruptura de rocas debido al movimiento de magma, generalmente no llegan a ser tan grandes como los anteriores.
- c) **De Colapso:** Producidos por derrumbamiento del techo de las cavernas y minas; por lo general ocurren cerca de la superficie y se perciben en áreas reducidas.

**Los sismos artificiales** son los producidos por el hombre por medio de explosiones convencionales o nucleares, con fines de exploración, investigación o explotación de bancos materiales para su industria.

#### 5.4.1.2. Efectos de los sismos

Los efectos de los sismos se reflejan en los sistemas afectables de la siguiente forma:

- **Humanos:** Pérdida de vidas o lesiones, causadas por derrumbes de construcciones, incendios y explosiones entre otros.
- **Materiales:** La cimentación de viviendas y edificios se desestabiliza, las estructuras sufren fuerzas de corte y de tensión que causan agrietamientos o

derrumbes de la construcción. En presas hidráulicas; afectan el piso, la cimentación y la estructura, ocasionando filtraciones en el vaso y en la cortina, lo que reduce su eficiencia de almacenamiento, y que pueden provocar el derrumbe de la presa.

- **Sociales:** Afectan los servicios públicos de agua potable, energía eléctrica, transporte y comunicación.

#### 5.4.1.3. Intensidad y Magnitud

Las acciones que se desplegarán ante la presencia de estos fenómenos, serán en proporción a la intensidad y la magnitud con que se presenta el desastre.

Así, por **intensidad** deberá entenderse, el grado de energía de un agente natural o mecánico. La escala más común para medir la intensidad de un sismo es la de Mercalli Modificada (MM). (Ver tabla 5.2).

Debiéndose entender por **magnitud**, la medida de la fuerza o potencia de una calamidad con base en la energía liberada. En el caso de los sismos, esa energía generalmente se mide por la escala de Richter (Ver tabla 5.3)

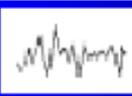
#### 5.4.2. Inundaciones

Efecto generado por el flujo de una corriente, cuando sobrepasa las condiciones que le son normales y alcanza niveles extraordinarios que no pueden ser controlados en los vasos naturales o artificiales que la contienen, lo cual deriva, ordinariamente en daños que el agua desbordada ocasiona en zonas urbanas, tierras productivas y, en general en valles y sitios bajos.

Atendiendo a los lugares *donde se producen*, las inundaciones pueden ser:

**costeras, fluviales, lacustres y pluviales**, según se registren en las costas marítimas, en las zonas aledañas a los márgenes de los ríos y lagos, en los terrenos de topografía plana, a causa de la lluvia excesiva y a la inexistencia o defecto del sistema de drenaje, respectivamente.

**Tabla 5.2: Escala Modificada de Mercalli**

<b>ESCALA MODIFICADA DE MERCALLI</b>			
DETECTADO SOLO POR INSTRUMENTOS	<b>I</b> 	<b>VI</b> 	DAÑO MODERADO EN ESTRUCTURAS
SENTIDO POR PERSONAS EN REPOSO	<b>II</b> 	<b>VIII</b> 	DAÑO CONSIDERABLE
SENTIDO DENTRO DE UN EDIFICIO	<b>III</b> 	<b>IX</b> 	PANICO GENERAL, GRAVE DAÑO
SENTIDO FUERA	<b>IV</b> 	<b>X</b> 	DESTRUCCION SERIA EN EDIFICIOS BIEN CONSTRUIDOS
CASI TODOS LO SIENTEN	<b>V</b> 	<b>XI</b> 	CASI NADA QUEDA EN PIE
SENTIDO POR TODOS	<b>VI</b> 	<b>XII</b> 	DESTRUCCION TOTAL

*Fuente: Programa de Protección Civil, Estado de Chiapas, México*

**Tabla 5.3. Escala de Richter**

**MAGNITUD EN ESCALA DE RICHTER**

<b>MAGNITUD</b>	<b>EFFECTOS</b>
<b>Menos de 3,5</b>	Generalmente no se siente pero es registrado
<b>De 3,5 a 5,4</b>	A menudo se siente, pero causa daños menores.
<b>De 5,5 a 6,0</b>	Ocasiona daños ligeros a edificios
<b>De 6,1 a 6,9</b>	Puede ocasionar daños severos en áreas donde vive mucha gente
<b>De 7,0 a 7,9</b>	Terremoto mayor. Causa graves daños.
<b>De 8 o mayor</b>	Gran terremoto. Destrucción total a comunidades cercanas.

*Fuente: Programa de Protección Civil, Estado de Chiapas, México*

Las inundaciones han sido clasificadas *por su origen* en:

**Pluviales**, son aquellas que se deben a la acumulación de la precipitación (lluvia, granizo y nieve principalmente), que se concentra en terrenos de topografía plana o en zonas urbanas con insuficiencia o carencia de drenajes;

**Fluviales**, se originan cuando los escurrimientos superficiales son mayores a la capacidad de conducción de los cauces; y

**Lacustres**, se originan en los lagos y lagunas por el incremento de sus niveles y son peligrosos por el riesgo que representa para los asentamientos humanos cercanos a las áreas de embalse.

#### 5.4.2.1. Causas

Generalmente las inundaciones son consecuencia directa de los fenómenos Hidrometeorológicos al combinarse los mecanismos productores de la precipitación; en ocasiones las inundaciones son inducidas con fines técnicos y de beneficio económico-social; como ejemplo podemos señalar las inundaciones inducidas en área no productivas para evitar o disminuir los daños en centros de alto desarrollo urbano, industrial o agropecuario.

Podemos citar como causas generadoras de inundaciones, las lluvias intensas, granizo, nieve o presas.

#### 5.4.2.2. Tipos de daños causados por inundaciones

Por la forma en que inciden en los sistemas afectables, se clasifican en:

**a) Directos**, cuando causan un menoscabo físico de las propiedades y de la producción, las actividades y bienes que en mayor medida pueden ser afectados por este tipo de daños son la agricultura, la ganadería, la silvicultura, la industria, el comercio, las obras públicas y las construcciones;

**b) Indirectos**, son las pérdidas económicas de los productos y servicios de una región derivadas de la irrupción temporal de las actividades agropecuarias, forestales, industriales y de comercio, así como el gasto que se destina a ayudar a los damnificados; e

**c) Intangibles**, en este región se cuadra a los damnificados, heridos y las pérdidas de vidas humanas,

#### **5.4.2.3. Afectabilidad**

De los fenómenos naturales que periódicamente azotan nuestro territorio (meses de verano e invierno), frecuentemente los Hidrometeorológicos son los que más daños causan, al originar inundaciones de diversas magnitudes y duración, aún en áreas donde no parecería factible, a ello se suman efectos orográficos y fenómenos meteorológicos convectivos (ascenso de humedad debido a diferencia de temperatura), que favorecen la ocurrencia de lluvias, esta diversidad de fenómenos produce la precipitación, con una secuela de avenidas que pueden generar desbordamiento de cauces e inundación de terrenos.

En razón de que las inundaciones no solamente dañan propiedades y ponen en peligro vidas humanas y de animales, sino que pueden producir escurrimientos rápidos que originen otros fenómenos como la erosión del suelo y el depósito de sedimentos, es indispensable emprender acciones coordinadas de protección, atendiendo a la intensidad con la que se presente y el riesgo que esta represente.

#### **5.4.2.4. Desbordamiento de ríos.**

Rebalse del fluido en movimiento por sobre su continente, cauce o lecho.

Resultado de precipitaciones y en algunos casos, de la incorrecta operación de compuertas, el desborde de ríos da como resultado invariable, en mayor o menor intensidad, inundaciones, por lo que para atender este tipo de fenómenos habrán de aplicarse las acciones de coordinación que para estos, se establecen.

#### **5.4.2.5. Granizadas**

Tipo de precipitación consistente en granos aproximadamente esféricos de hielo, las verdaderas piedras de granizo sólo se producen al inicio de alguna tormenta y cuando la temperatura del suelo es bastante inferior a la de congelación. Las gotas de agua formadas en las nubes de tipo "Cúmulo-nimbo", son arrastradas verticalmente por corriente de aire turbulento con características de tormenta.

Cuando las partículas de granizo se hacen demasiado pesadas para ser sostenidas por las corrientes de aire, caen hacia el suelo. Las piedras de granizo tienen diámetros que varían entre 2 mm. y 13 cm.

Las granizadas no son muy frecuentes en el nuestro territorio y cuando se presentan lo hacen por lo regular en la temporada de lluvias, principalmente en las zonas Altos, Fronteriza y Selva, este fenómeno atmosférico natural casi siempre se presenta de tamaño reducido y en poca cantidad.

Sin embargo, la incidencia de granizadas se está incrementando a medida que disminuye la humedad ambiental y se radicalizan las temperaturas, con ello el tamaño del granizo ha aumentado, registrándose precipitaciones de “trozos” del tamaño de hielo chicos, que ya son peligrosos para personas y animales.

Al igual que otros fenómenos que parecerían más relevantes para establecer una estrategia de acción, este fenómeno puede llegar a tener efectos importantes hacia la población, bienes y entorno, por lo que se hace necesario el establecimiento de acciones de información, prevención y atención coordinadas, que respondan de manera oportuna y eficaz a las necesidades de protección a la población, sus bienes y su entorno ante la presencia de este tipo de calamidades.

## **5.5. Riesgos por agentes internos y/o externos del laboratorio**

### **5.5.1. Socio-Organizativos**

En este grupo de fenómenos destructivos se encuentran las manifestaciones del quehacer humano, asociadas directamente con procesos del desarrollo económico, político, social y cultural de la sociedad, presentándose, al interactuar el hombre en la realización de diversas actividades cotidianas tales como: accidentes aéreos, terrestres, marítimos y fluviales; en la interrupción o desperfecto en el suministro u operación de servicios públicos y sistemas vitales; en los problemas originados por las concentraciones masivas de población; y en las demostraciones de conducta antisocial tales como, el terrorismo y el sabotaje.

### **5.5.2. Disturbios Sociales**

Alteración provocada por un conjunto de individuos con un interés común.

Por su naturaleza, éste tipo de fenómenos puede llegar a tener efectos destructivos sobre la población, puede alterar gravemente el entorno y poner en riesgo la vida de personas, ya que guarda un patrón de conducta impredecible, y debido a esto el laboratorio puede ser objeto de ataques por parte de estas personas.

### 5.5.3. Terrorismo y Sabotaje

Se entiende por:

**Terrorismo**, la acción deliberada sancionada por la ley que se realiza a través del empleo de medios violentos cuyos efectos pueden vulnerar la seguridad y la integridad de las personas, de las cosas o de los servicios públicos, produciendo alarma o temor entre las población en general o en un sector de ella, para perturbar la paz pública, buscar el menoscabo de la autoridad del Estado o presionar a la autoridad para que tome una determinación.

**Sabotaje**, es la acción deliberada sancionada por la ley, consistente en dañar, destruir o entorpecer temporal o definitivamente, el funcionamiento de instalaciones o de servicios fundamentales para la subsistencia de la comunidad o para su defensa, con el fin de trastornar la vida económica de un país o afectar su capacidad de defensa.

Aunque en el Estado los actos de sabotaje sean los **más** comunes no podemos dejar de establecer un plan de contingencia que nos permita reaccionar de manera eficaz y oportuna ante la inminencia de una contingencia por terrorismo, así también es importante establecer la diferencia esencial entre ambos actos, que si bien es cierto tienen como común denominador la agresión hacia la población, sus objetivos, medios, fines y efectos son distintos.

## 6. PLAN DE CONTINGENCIAS

Los aspectos teóricos sobre planificación de la emergencia son diseñados para ayudar a la industria y a las instituciones públicas y privadas para planificar la respuesta, con la identificación de los peligros potenciales, peligros naturales involucrados y aquellos que pueden impactar a la comunidad, se dispone de una serie de datos que son de importancia para la planificación.

El plan de contingencias es la planificación de las medidas a adoptar antes, durante y después de una emergencia (siniestro, fuga de gases tóxicos, desastre accidental laboral o algún hecho fortuito) ocasionado por causas internas o externas.

Comprende una revisión sistemática de todos los tipos conocidos de emergencias o desastres previsibles, que puedan afectar al personal, a las instalaciones propias o vecinas, equipos de laboratorio, etc.

Siempre que un plan de contingencias es diseñado, se deben de seguir una serie de actividades; la primera de ellas es la organización la cual involucra desde la política, coordinación, evaluación de riesgos, contenidos legales, roles y responsabilidades, recursos disponibles y ayudas adicionales.

La segunda etapa es conocida como respuesta a la emergencia la cual incluye desde la activación, notificación, movilización de recursos, respuesta apropiada, comando del lugar, atención al daño, etc.

La administración como tercera etapa, tiene como objetivo principal la capacitación y la información sobre el plan a todos los niveles.

La prevención involucrada en la planificación es de suma importancia cuando se lleva a cabo la respuesta, se sabe que derivado de las actividades humanas las emergencias pueden ocurrir u ocurrirán, por lo que se debe tener una apropiada planificación y preparación de la emergencia, una buena evaluación de riesgos, conocimiento de las pérdidas o daños de hechos antes presentados, deben de ser tomados en cuenta para la planificación.

En base a la experiencia, es muy frecuente que cuando se toman decisiones al inicio de la emergencia, éstas sean con alta incertidumbre, poniendo en peligro a los directamente involucrados y a terceras personas.

Lo anterior se fundamenta en que la magnitud de una emergencia durante la etapa inicial, generalmente se incrementa con el tiempo y es en este momento donde los planes de respuesta de emergencia deben ser aplicados tomando en consideración todas las etapas y así reducir el impacto de la misma.

La comunicación y coordinación entre la Industria y las Instituciones Oficiales es indispensable, ya que ambas responden de diferente manera a las emergencias.

Una respuesta coordinada requiere que todos los directamente involucrados conozcan los roles y responsabilidades de cada uno. Para contrarrestar esta incompetencia es necesario el planificar los planes de respuesta a emergencia, se sabe, que la complejidad de los planes dependerá del tipo y tamaño de la emergencia.

El plan debe ser conciso y bien organizado, con suficientes detalles para asegurar su efectividad, la cantidad de información involucrada en el plan deberá ser determinada por el riesgo potencial identificado. Hasta donde sea posible, el plan deberá tener como política el lema "pequeños problemas requieren solamente pequeñas soluciones".

Un buen plan de respuesta debe identificar qué tipos de emergencias pueden ocurrir y permite el desarrollo de sistemas para responder adecuadamente a las mismas.

### **6.1. Objetivos**

- Asegurar el cumplimiento de la normativa legal y corporativa en vigencia.
- Cuidar la Salud ejecutando programas efectivos sobre los riesgos ocupacionales.
- Proporcionar información al personal de un laboratorio de ensayos de petróleo, gas natural y derivados para responder a una emergencia.
- Asegurar la salud y seguridad de los trabajadores, los que responden a la emergencia y el público en general.
- Reducir la potencialidad para la destrucción de la propiedad o pérdida de los productos.
- Reducir la magnitud del impacto ambiental.
- Asegurar la respuesta médica al que la necesite rápidamente.
- Reducir tiempos de acción.
- Comunicar los planes de respuesta a todos los niveles.
- Proporcionar una guía para la movilización del personal y de los recursos necesarios para hacer frente a la emergencia hasta lograr su control.
- Minimizar la interrupción del normal funcionamiento del "Laboratorio de ensayos de petróleo, gas natural y derivados".
- Establecer los principios de planificación en las operaciones de respuesta a emergencia, a través del análisis de los conceptos, como son los principios del manejo de las emergencias, los tipos de operaciones, el manejo de las operaciones en el sitio de las emergencias y la organización del comando del lugar.

### **6.2. Alcance**

Este plan asigna responsabilidades y establece las acciones a seguir antes, durante y después de las emergencias. De ser necesario, se

procederá con el cierre o desalojo de todo el laboratorio de ensayos de petróleo, gas natural y derivados.

### **6.3. Responsabilidades para la preparación y respuesta de emergencias**

#### **6.3.1. Dirección y control**

Toda acción u operación que responda a una emergencia será realizada desde la **Oficina del Jefe de Laboratorio**, lugar designado como **Oficina de Operaciones de Contingencias (OOC)**. Estas actividades serán dirigidas por el **Comité de Contingencias del Laboratorio (CCL)**, incluyendo la activación de este Plan.

##### **6.3.1.1. Funciones principales de la OOC:**

- a. Dirigir y controlar las operaciones de contingencias de los riesgos anteriormente analizados.
- b. Recibir y analizar informes de daños para coordinar las acciones necesarias.
- c. Coordinar trabajos y mantener comunicación con entidades gubernamentales de seguridad y emergencia y con la comunidad.
- d. Tramitar todo lo relacionado con seguros.
- e. Evaluar e implementar riesgos que no están contemplados en este plan de contingencias.
- f. Elaborar y/o modificar el siguiente plan de contingencias si fuera necesario.

##### **6.3.1.2. Comité de Contingencias del Laboratorio**

Este Comité será responsable de coordinar las acciones necesarias antes, durante y después de las operaciones de contingencias. El mismo está compuesto por:

- a. Coordinador de Contingencias: *Jefe de seguridad del laboratorio de ensayos de petróleo, gas natural y derivados.*
- b. Coordinador de Contingencias Alterno: *Jefe de mantenimiento de laboratorio*
- c. Coordinador de Contingencias Nocturno: *Supervisor de seguridad turno nocturno*

- d. Coordinador de Contingencias Nocturno Alterno:  
*Supervisor de laboratorio turno nocturno.*
- e. *Jefe de laboratorio*
- f. *Jefe de recursos humanos*
- g. *Jefe de control de calidad*
- h. *Supervisor de laboratorio*
- i. *Jefe de la Oficina de Salud y Seguridad Ocupacional*
- j. *Jefe del Departamento Médico*

Cada integrante de este Grupo designará a un representante durante su ausencia.

#### **6.3.1.3. Grupo de Apoyo**

Este grupo entrará en acción solamente si es requerido, y estará compuesto por:

- a. Personal de Recursos Humanos
- b. Personal administrativo
- c. Personal de seguridad
- d. Personal de laboratorio
- e. Personal Técnico de Laboratorio
- f. Personal de control de calidad
- g. Personal de la Oficina de Salud y Seguridad Ocupacional
- h. Personal del Departamento Médico.

#### **6.3.1.4. Coordinación de Apoyo Externo**

El Comité de contingencias establecerá una comunicación con distintas entidades de gobierno o privadas, las cuales nos brindarán su ayuda antes, durante y después de la emergencia. Las siguientes son algunas de las entidades con las cuales se debe establecer una comunicación y coordinar sobre las medidas a tomar según sea el caso:

- a) Servicios Médicos y Hospitales cercanos a la ubicación del Laboratorio de ensayos de petróleo, gas natural y derivados.
- b) Policía Nacional del Perú.
- c) DINCOTE
- d) Cuerpo de Bomberos del Perú.
- e) Defensa Civil.
- f) Cruz Roja Peruana.
- g) Compañías vecinas.
- h) Ambulancias.
- i) Dirección General de Hidrocarburos
- j) OSINERG
- k) Municipalidad del distrito donde se encuentra ubicado el laboratorio.
- l) Empresa de electricidad proveedora del servicio al laboratorio.
- m) Sedapal.

**TABLA 6.1: Teléfonos contacto con instituciones externas**

<b>ORGANISMO</b>	<b>TELÉFONO</b>
Cuerpo de Bomberos del Perú (Emergencias)	116
Policía Nacional del Perú	225-0402
DINCOTE	433-0148
Cruz Roja Peruana	265-8783
Dirección General de Hidrocarburos	475-0073
Osinerg	264-0450
Sedapal	317-8000
Luz del Sur	617-5000
Edelnor	517-1717

#### **6.3.1.5. Zonas seguras para el personal**

Para atender la necesidad de alojar a empleados, administrativos y personal técnico en caso de emergencia, se han asignado las siguientes instalaciones fuera del Laboratorio:

- a. Parte delantera de la puerta principal del laboratorio (Zona de Emergencia principal).
- b. Parte delantera de la puerta posterior del laboratorio (Zona de Emergencia Secundaria)
- c. Zona asignada como refugio en la parte exterior del laboratorio (diferente a las zonas mencionadas anteriormente).

El Comité de Contingencias decidirá, de ser necesario, cuál instalación se utilizará como refugio.

#### **6.3.1.6. Personal de laboratorio**

- a. Tendrán la responsabilidad de notificar a su supervisor inmediato o al Comité de Contingencias sobre cualquier situación que ponga en riesgo su seguridad o que obstaculice una respuesta rápida y efectiva ante una emergencia.
- b. Seguirán las instrucciones impartidas por el personal de Grupo de apoyo del laboratorio o del Comité de Contingencias. De igual forma, procederán a desalojar inmediatamente el laboratorio cuando suene la alarma o se de la voz de alerta.
- c. Emitirán opiniones o sugerencias por escrito al Jefe de laboratorio para mejorar o hacer más efectivo este Plan.

#### **6.3.2. Comunicaciones**

##### **a. Internas**

La comunicación entre el Comité de Contingencias, el Grupo de Apoyo y el resto del personal de laboratorio será por **vía telefónica**. Si esta vía está inoperante, el Empleado(a) se comunicará con el guardia de seguridad más cercano. Éste se comunicará con el Coordinador de Contingencias del laboratorio a través de radio para que se tome la decisión de activar o no este Plan.

##### **b. Externas**

La comunicación entre el Comité de Contingencias y las entidades externas de ayuda será por **vía telefónica**. Si esta vía está inoperante, se utilizará el teléfono celular del Jefe de laboratorio o cualquier otro teléfono celular de algún miembro del Comité de Contingencias. Si se encuentra algún oficial de la

Policía Nacional del Perú, se utilizará este como medio de comunicación.

## **6.4. Implementación**

### **6.4.1. Identificación del riesgo : Acciones preventivas, protección**

#### **6.4.1.1. Almacenamiento de materiales**

Son normas generales para la reducción del riesgo en el almacenamiento de los productos químicos:

- Mantener el stock al mínimo operativo, lo que redundará en aumento de la seguridad y reducción de costes, y disponer de un lugar específico (almacén, preferiblemente externo al laboratorio) convenientemente señalizado, guardando en el laboratorio solamente los productos imprescindibles de uso diario.
- Considerar las características de peligrosidad de los productos y sus incompatibilidades, agrupando los de características similares, separando los incompatibles y aislando o confinando los de características especiales: muy tóxicos, cancerígenos, explosivos, pestilentes, etc.
- Comprobar que todos los productos están adecuadamente etiquetados, llevando un registro actualizado de productos almacenados. Se debe indicar la fecha de recepción o preparación, nombre del técnico responsable y de la última manipulación.
- Emplear armarios de seguridad apropiados como mínimo, lo que reduce el riesgo del almacenamiento en el propio laboratorio y permite técnicamente guardar mayores cantidades de productos inflamables. Emplear armarios específicos para corrosivos, especialmente si existe la posibilidad de la generación de vapores.

Emplear frigoríficos antideflagrantes o de seguridad aumentada para guardar productos inflamables muy volátiles.

#### **6.4.1.2. Productos y procesos**

- a. Evítese el trasvase de reactivos y productos químicos a otros envases.
- b. Los envases originales son, en términos generales, los más apropiados para cada producto en particular, además de llevar la etiqueta original que indica el

nombre, el proveedor o marca, calidad, rotulaciones de peligrosidad, contenido, etc. Téngase en cuenta que mientras un producto está en su envase original, su fabricante atenderá cualquier indicación que se le haga al respecto.

- c. Aparte de la pérdida de esta información original, en el trasvase pueden producirse impurificaciones del producto, cometerse algún error u omisión de rotulación, lo cual puede llegar a provocar serios accidentes.
- d. Tanto si se trata de productos trasvasados, de muestras o de obtenciones del propio laboratorio, es del todo necesario que los envases que contienen dichos productos se rotulen correctamente, con nombre, se procede, con su concentración y, asimismo si procede, las correspondientes indicaciones de peligrosidad.
- e. Los productos químicos deben ordenarse en las estanterías por grupos homogéneos de características. Es decir, evítese que productos incompatibles químicamente se hallen juntos o que una rotura accidental pueda recaer sobre productos incompatibles.
- f. Evítese también que la luz solar directa incida sobre los envases de los productos en general. Unos por ser fotosensibles, otros por volátiles o por ser gases disueltos en líquidos que, al calentarse crean sobrepresión en el interior de los envases, con el consecuente riesgo al proceder a su apertura.
- g. Para el trasiego de muestras deben emplearse cajas de madera o plástico con asa, preparadas anteriormente y en cantidad suficiente para cubrir el movimiento normal del laboratorio.
- h. Para la eliminación de residuos de productos, véase el apartado Tratamiento de Residuos de Laboratorio.
- i. Evítese el desecho de residuos en las pilas de desagüe, aunque previamente se haya neutralizado su acción.
- j. Pueden citarse numerosos accidentes, incendios, reacciones violentas, etc. generados en el interior de los desagües.

- k. Filtros y otros materiales impregnados de productos químicos, deben destruirse convenientemente antes de desecharlos al vertedero general.

#### **6.4.1.3. Medidas de prevención y protección frente al riesgo de la electricidad estática**

La generación de electricidad estática en el trasvase de muchos líquidos inflamables es inevitable. Ante ella las medidas a adoptar van encaminadas a controlar todas o alguna de las tres condiciones requeridas ya expuestas en el análisis de riesgo, para que se produzca la deflagración de los vapores.

Distinguiremos entre las medidas preventivas, que tienen por objeto evitar la existencia de atmósferas inflamables y controlar que la generación de cargas sea lo más baja posible, de aquellas otras medidas que denominaremos de protección que tienen por objeto controlar las descargas disruptivas, a fin de evitar que éstas se produzcan o bien en caso de producirse que no sean peligrosas. En este grupo de medidas de protección se encuentran las que controlan la acumulación de cargas, facilitando su eliminación gradual sin chispas.

##### **A. Consideraremos medidas de prevención**

- Control de atmósferas inflamables.
- Control de velocidad de flujo de líquidos y del sistema de llenado de recipientes.
- Empleo de aditivos antiestáticos.
- Instalación eléctrica y equipos protegidos.
- Control de impactos mecánicos y otros focos de ignición.

##### **B. Consideraremos medidas de protección**

- Interconexiones equipotenciales y puesta a tierra.
- Control de los tiempos de relajación.
- Ropa de trabajo del personal.
- Control de la humedad ambiental y procedimientos seguros de trabajo.
- Control de atmósferas inflamables.

#### **6.4.1.4. Control de atmósferas inflamables**

Todo líquido inflamable contenido en un recipiente abierto y por encima de su punto de inflamación emite una cantidad de vapores capaz de formar con el aire mezclas inflamables. Es por ello necesario tener en cuenta que el riesgo no estará suficientemente controlado si sólo

abordamos la eliminación y control de los focos de ignición, ya que aparte de la electricidad estática pueden ocurrir otros.

Las medidas preventivas que evitan la formación de mezclas vapor-aire inflamables deben tener siempre un carácter prioritario, dado que ofrecen un más alto grado de fiabilidad frente al riesgo.

Todo recipiente a vaciar o llenar debe permanecer, ya sea a través del tubo de aireación o de otra abertura, en constante comunicación con un fluido gaseoso, que será el propio aire, a no ser que se prevea otra sustancia gaseosa, por una simple razón de equilibrio de volúmenes. Por esto, evitaremos la formación de atmósferas inflamables de dos formas: mediante el empleo de un gas inertizante o mediante ventilación.

El principal agente inertizante es el nitrógeno, no siendo aconsejable el uso del anhídrido carbónico y del vapor de agua, ya que estas sustancias generan a su vez mucha electricidad estática.

En la actualidad en la industria petroquímica suele aplicarse como agente inertizante gas inflamable de la propia planta y, asegurando con rigurosas medidas de control que la atmósfera no será peligrosa al superarse notoriamente el límite superior de inflamabilidad de la mezcla gaseosa.

La cantidad de gas inertizante a aportar está en función del tipo de gas empleado como tal y de los vapores inflamables existentes, lo que exige reducir el contenido del oxígeno por debajo del nivel mínimo para cada caso. Para la mayoría de líquidos combustibles es en general suficiente reducir la proporción del oxígeno del aire a un 11%.

A fin de evitar que el consumo del agente inertizante sea excesivamente alto se utiliza un sistema de vaciado con atmósfera en circuito cerrado, incorporando válvulas de regulación automatizadas para admitir o expulsar el gas inertizante, a medida que el nivel del líquido en el recipiente disminuya o aumente.

En el almacenamiento de líquidos bajo gas protector y en los depósitos de techo flotante, no se precisan adicionales medidas preventivas.

Mediante ventilación forzada es también factible asegurar que la atmósfera interior de un recipiente abierto se sitúe por debajo de su límite inferior de inflamabilidad (L.I.I.). Se

trata de lograr mediante el aporte del suficiente caudal de aire exterior aplicado adecuadamente para realizar un barrido uniforme de la atmósfera interior que se contrarreste la cantidad de materia inflamable evaporada, consiguiendo una concentración ambiental por debajo del 20% del L.I.I. Si bien tal sistema no es de uso generalizado cabe considerar su aplicación siempre que se haga con el rigor necesario.

#### **6.4.1.5. Prevención de la Deflagración**

El objetivo que se plantea en la presente Nota Técnica de Prevención es exponer los elementos de protección frente a deflagraciones que pueden ser empleados en aquellos sistemas, instalaciones o equipos en los que se produzcan o estén presentes gases, vapores y polvos combustibles, sin que por ello se deban obviar las medidas preventivas previas, entre las cuales hay que destacar:

- Limpieza, evitando las deposiciones de polvo.
- Sellado de equipos, evitando con ello la salida de polvo.
- Conexión de equipos a tierra.
- Evitar puntos de ignición, como superficies y tuberías calientes, así como emplear sistemas que eviten el sobrecalentamiento.
- Reducción de la relación combustible/oxígeno mediante inertización.
- Adición de sólidos neutros, en proporción mayor del 50%.
- Trabajo en vacío.

#### ***1) Formación e información del personal.***

A la hora de aplicar medidas de protección frente a deflagraciones en equipos e instalaciones, es necesario determinar previamente unos puntos básicos para definir qué sistema es posible aplicar, siendo los datos más corrientemente requeridos los siguientes:

- Severidad de la explosión, es decir la velocidad máxima con que se incrementa la presión y la presión máxima alcanzable.
- Concentración mínima que se requiere para que se produzca la explosión.
- Concentración mínima de oxígeno requerida.
- Mínima energía requerida para que se produzca la ignición.

En muchos casos estos parámetros son bien conocidos y están documentados; en otros, sin embargo, no existe información y será necesario proceder a determinarlos experimentalmente, ya que se podría dar el caso de que las medidas de protección tomadas no sirviesen de nada, al producirse detonaciones en lugar de deflagraciones.

La determinación experimental es efectuada por equipos especialmente diseñados para ese cometido.

Una vez que se tiene bien determinadas las características que se pueden dar en el equipo o instalación específico, se procederá a aplicar la medida adecuada, que en el caso de protección frente a deflagraciones puede ser:

- a. Venteo o alivio de la presión.
- b. Supresión de la deflagración.
- c. Aislamiento de la deflagración.

#### **a. Venteo o alivio de presión**

Una de las medidas más conocidas y utilizadas para proteger equipos e instalaciones frente a deflagraciones, es el venteo o alivio de la presión que se genera durante la misma, con lo cual se limita su crecimiento a valores inferiores a la de diseño del equipo, quedando este protegido.

Prácticamente, el venteo o alivio de presión se realiza disponiendo en los equipos membranas ligeras (paneles de ruptura), con una presión de ruptura predeterminada, las cuales son capaces de actuar casi instantáneamente, de forma predecible y sin resistencia frente a la presión.

#### **b. Supresión de deflagraciones**

Un método de venteo y filtro de llamas permite aliviar las presiones y evitar la propagación de las llamas, ahora bien, no impide el que se lance al exterior productos no quemados y de combustión, los cuales pueden ser dañinos para las personas y/o el medio ambiente, o bien no ser adecuado por otras diversas razones, lo que da lugar a la necesidad de disponer de otros métodos de protección frente a las deflagraciones que eviten la expulsión de gases.

Es un hecho físico bien conocido que el inicio de una combustión es relativamente lento, acelerándose con

el tiempo (milisegundos), y es este estado inicial el que ha permitido desarrollar un sistema de supresión de deflagraciones que opera satisfactoriamente.

Un sistema de supresión de explosiones activo esta diseñado para actuar, tras la detección de una combustión incipiente, descargando instantáneamente agentes extintores que apagan la reacción de combustión, evitando así el incremento de la presión por encima de un valor predeterminado.

Básicamente su funcionamiento se desarrolla en tres etapas:

- Detección; que se consigue mediante componentes activados por la presión o luz, siendo las condiciones del proceso el que determinan el sistema mas apropiado.
- Iniciación; como resultado de la detección se envía una señal al sistema de control electrónico indicando que se ha detectado un proceso de combustión. Dicho sistema procesa la señal recibida e inicia la secuencia de apertura del recipiente que contiene el agente extintor.
- Supresión, mediante descarga del agente extintor.

Para conseguir una respuesta rápida, los recipientes que contienen el agente extintor están presurizados con nitrógeno y cerrados con un disco de ruptura, el cual rompe bajo la acción de un iniciador pirotécnico que genera un descarga de presión primaria.

### **c. Aislamiento de deflagraciones**

El venteo y la supresión de explosiones son sistemas diseñados para proteger los equipos de las sobrepresiones debidas a una deflagración, mientras que un sistema de aislamiento, lo que pretende es evitar la propagación de la deflagración a lo largo del proceso: Gracias al aislamiento que produce, el efecto queda limitado al equipo donde se inicio la deflagración.

Numerosas investigaciones y pruebas han demostrado que las explosiones se propagan a través de tuberías, y en todo proceso existen conducciones que intercomunican los equipos, o bien las conducciones pueden terminar en áreas de trabajo de personas.

Por otra parte, las explosiones tienden a tener mayor severidad en tuberías que en un recipiente cerrado, como prueba la TABLA 6.2, donde se indica los datos obtenidos experimentalmente con explosiones realizadas en dos recipientes, de 1 y 5 m<sup>3</sup>, conectados por una tubería de 10 metros.

**TABLA 6.2: Datos experimentales, explosiones conectados por una tubería de 10m.**

	<b>VOLUMEN (m<sup>3</sup>)</b>	<b>PRESIÓN MÁXIMA (bar)</b>	<b>(dp/dt)<sub>máx</sub> (bar/s)</b>
<b>EQUIPOS NO CONECTADOS</b>	1	7,4	55
	5	7,4	32
<b>EQUIPOS CONECTADOS</b>	1	10,2	1000
	5	10,2	1200

**Fuente: NTP 396: Deflagraciones producidas por gases, vapores y polvos combustibles: sistemas de protección**

Tras iniciarse la combustión la llama se propaga por el producto combustible no quemado, incluso a contracorriente del flujo normal del proceso, generándose una onda de presión por delante del producto combustible en llamas, y que se desplaza a una velocidad superior a la de la llama pero inferior a la velocidad del sonido, es decir se produce una deflagración. Ahora bien, factores tales como la turbulencia y el incremento de la superficie de la llama aceleran el frente de llamas, y si se permite continuar y hay suficiente aire y combustible, se superara la velocidad del sonido apareciendo la detonación, que debe ser en todo momento evitada por sus efectos destructores.

Los sistemas de aislamiento se basan en evitar el avance de las llamas, existiendo varias técnicas para lograr el objetivo:

- Sistemas mecánicos activos; comúnmente denominados válvulas de aislamiento, están diseñados para actuar tras la detección de una combustión en estado inicial por aislamiento mecánico de la misma, evitando así su propagación.

Estos sistemas actúan en tres etapas:

- a. Detección; que se consigue mediante componentes activados por la presión o la luz (UV/IR).

- b. Iniciación; como resultado de la detección se envía una señal al sistema de control electrónico indicando que se ha detectado un proceso de combustión y dicho sistema inicia la secuencia de cierre de la válvula de compuerta.
- c. Cierre de la válvula de compuerta, aportándose así una barrera física que evita la propagación de las llamas.

El cierre instantáneo de la válvula de compuerta se efectúa por descarga de nitrógeno presurizado sobre el pistón actuador de la válvula, disponiendo el sistema un iniciador pirotécnico, en la que también se indica la secuencia de actuación.

- Sistemas de aislamiento químico; se diferencian de los sistemas mecánicos activos en que el progreso de las llamas es detenido mediante la descarga de un agente extintor, en lugar del cierre de una válvula.

Los agentes supresores evitan la propagación del frente de llamas mediante los siguientes mecanismos:

- a. Absorbiendo la energía calorífica producida por la llama, bajando la temperatura de la llama por debajo del punto de autoignición.
- b. Inhibiendo la reacción de combustión al neutralizar el producto no quemado.
- c. Llevando la concentración a un valor en el que no pueda existir la combustión.

Para conseguir un aislamiento efectivo de la deflagración, la descarga de la cantidad suficiente de agente extintor debe iniciarse milisegundos después de la detección y en un tiempo conocido.

En todo caso, se deberá cuidar con mucha atención la elección del agente extintor y la localización en el sistema, así como conocer la velocidad de la llama, entre otros factores.

#### **6.4.1.6. Sustancias químicas peligrosas**

##### **6.4.1.6.1. Sustancias inflamables**

###### ***a. Almacenamiento***

- Los materiales inflamables no deben almacenarse jamás cerca de ácidos.

- Las áreas de almacenamiento deben estar suficientemente frías para evitar la ignición en el caso de que los vapores se mezclaran con el aire. Deben estar bien ventiladas para evitar la acumulación de vapores.
- Se debe evitar almacenar materiales inflamables en neveras convencionales (que no son a prueba de explosiones). Las chispas producidas por las luces interiores o los termostatos pueden generar la ignición de los materiales inflamables que hubiera en el interior de la nevera, provocando un peligro de explosión.
- Las áreas de almacenamiento deben tener materiales de limpieza de derrames y equipo adecuado contra incendios en las proximidades. Los extintores portátiles deben ser de espuma química seca o de dióxido de carbono.
- Las áreas de almacenamiento deben revisarse periódicamente para detectar deficiencias y los materiales inflamables deben almacenarse en cantidades mínimas.
- Los líquidos inflamables deben separarse en categorías dependiendo de su punto de ignición.
- Se debe colocar un anuncio bien visible de NO FUMAR en los lugares de uso y almacenamiento de materiales inflamables.

***b. Utilización de materiales inflamables***

- Se debe utilizar guantes cuando se manipulan líquidos o vapores inflamables.
- El transvase de líquidos inflamables o combustibles solo se debe llevar a cabo en una campana extractora o en un almacén acondicionado.
- Se debe estar seguro de que no hay cerca ninguna fuente de ignición cuando se transfiere o se usa un líquido inflamable.
- No se debe usar directamente llamas de mecheros o placas calefactoras, para calentar líquidos inflamables.
- No debe utilizarse agua para limpiar los derrames de un líquido inflamable.
- Los restos de líquidos inflamables no se deben verter al desagüe.

#### **6.4.1.6.2. Sustancias corrosivas**

##### ***a. Almacenamiento***

- Los ácidos, las bases y los materiales corrosivos se deben separar de los materiales orgánicos inflamables.
- Los materiales corrosivos se deben almacenar cerca del suelo para minimizar el peligro de caída de las estanterías. Se deben almacenar en áreas frías, secas y bien ventiladas, alejadas de la luz solar.
- El área de almacenamiento no debe estar sometida a cambios bruscos de temperatura.

##### ***b. Utilización de materiales corrosivos***

- Se debe llevar el equipo de protección adecuado (delantal de laboratorio, guantes de caucho y protección ocular contra salpicaduras). Si hubiera peligro de salpicaduras frecuentes, también se debe llevar protección en la cara.
- Los materiales corrosivos deben utilizarse en una campana extractora de gases para protegerse de la posible generación de humos peligrosos o nocivos.
- Siempre se debe añadir los ácidos sobre el agua (nunca el agua sobre el ácido).
- Durante la adición de reactivos, el ácido se deja resbalar por las paredes del recipiente y luego se mezcla lentamente.
- Los materiales corrosivos deben transportarse en contenedores irrompibles.

#### **6.4.1.6.3. Sustancias reactivas**

##### ***a. Explosivos***

Los materiales explosivos son sustancias químicas que producen una liberación repentina, casi instantánea, de una cantidad grande o pequeña de gases a presión y calor cuando repentinamente se golpean, se someten a presión o a elevada temperatura.

Bajo ciertas condiciones de choque, temperatura o reacción química, algunas sustancias pueden explotar violentamente.

Los trozos de vidrio de los recipientes salen expelidos y pueden producir cortes en la piel.

Se pueden producir llamas en los gases en combustión.

Se pueden liberar sustancias tóxicas o corrosivas.

Antes de trabajar con materiales explosivos, se debe:

- Entender las propiedades químicas de los mismos,
- conocer los productos de las reacciones laterales, la incompatibilidad de ciertas sustancias y
- controlar los posibles catalizadores ambientales (tales como los cambios de temperatura).

#### ***b. Almacenamiento y Utilización***

Se debe evitar:

- Que se seque el ácido PÍCRICO
- Mezclar sustancias químicas inflamables con oxidantes.
- Fugas de gases inflamables.
- Calentar gases comprimidos o licuados.
- Que las temperaturas fluctúen incontroladamente durante las experiencias en las que se utilizan reactivos químicos explosivos al entrar en contacto, de repente, un líquido caliente (por ejemplo, aceite) con un material de bajo punto de ebullición.
- Materiales inflamables con catalizadores (por ejemplo, los ácidos o las bases catalizan una polimerización explosiva de la acroleína). Productos de la descomposición explosiva de peróxidos procedentes de la acumulación en los contenedores durante el almacenamiento.

### **c. Planificación cuidadosa del procedimiento de trabajo con sustancias químicas explosivas**

- Los aparatos experimentales para la preparación o utilización de sustancias explosivas se deben introducir en una caja seca provista de guantes o en una cortina de gas.
- No se debe utilizar destornilladores metálicos en los contenedores de peróxidos, ya que la fricción generada por el metal puede ocasionar detonación del peróxido.
- Se debe reducir al máximo las cantidades de éteres almacenadas.
- Se debe disponer de extintores específicos en las proximidades de los lugares de trabajo con sustancias explosivas.
- Se debe analizar todos los riesgos antes de comenzar el trabajo experimental con sustancias explosivas, incluyendo la estabilidad de los reactivos y productos.

#### **6.4.1.6.4. Sustancias tóxicas**

##### ***a. Almacenamiento y Utilización***

- Se debe llevar, guantes y gafas de seguridad y trabajar en una campana de seguridad bien ventilada.
- Los compuestos tóxicos deben tratarse con precauciones extremas y se debe tener especial cuidado en su identificación.

#### **6.4.1.6.5. Sustancias venenosas**

##### ***a. Almacenamiento y Utilización***

- Los compuestos venenosos deben tratarse con precauciones extremas.
- Se debe llevar, guantes y gafas de seguridad y trabajar en una campana de seguridad bien ventilada.

## 6.4.2. Acciones de Respuesta en Emergencias

### 6.4.2.1. Derrames y Emanaciones de Sustancias Peligrosas

Los derrames de algunas sustancias químicas pueden poner en peligro la vida, la salud y el ambiente. Algunos derrames se perciben a simple vista, otros son más difícil de detectar.

Por esto, debemos estar atentos a las siguientes señales: olores fuertes o fuera de lo normal, irritación en el sistema respiratorio, ojos o piel, niebla o vapores y sonido de silbido o siseo.

El mejor control de un lugar donde hay sustancias peligrosas se obtiene a través de la prevención, planificando cada actividad y llevándola a cabo de una forma segura.

Este procedimiento establece los pasos a seguir para atender los derrames o emanaciones de sustancias químicas que no se pudieron prevenir. El mismo incluye las actividades que se deben realizar antes durante y después que ocurra un derrame.

#### A. Antes de que ocurra un derrame o una emanación de una sustancia peligrosa

**Jefe de Laboratorio o su representante**

Debe garantizar que el Coordinador de Contingencias del laboratorio esté nombrado y que el Comité de Contingencias esté debidamente constituido.

**Comité de Contingencias**

- a. Establecerá comunicación con las entidades de apoyo externo que puedan prestar ayuda. Ésta tiene el nombre de la entidad, número(s) de teléfono y el nombre de, por lo menos, una persona contacto.
- b. Se reunirá el mes de marzo de cada año para la actualización de este Plan.

**Técnico de Laboratorio**

- a. Velará por que se mantengan organizadas las áreas a su cargo donde se trabaja con sustancias químicas.
- b. Mantendrá una lista actualizada de todas las sustancias químicas que se utilizan en su área de trabajo. Mantendrá y estudiará las Hojas de Datos de Seguridad "MSDS" de todas esas sustancias.

- c. Se asegurará que todas las sustancias químicas tengan tapas, envases y etiquetas adecuadas. Más adelante se muestra la manera correcta de cómo debe estar etiquetado un producto o sustancia química.
- d. Identificará las sustancias químicas en el laboratorio que están en la *Lista de Sustancias Peligrosas y Cantidades Reportables* de la reglamentación “*Comprehensive Environmental Response, Compensation and Liability Act*” (CERCLA). Se escribirá en la etiqueta la frase “*Listada por CERCLA*”.
- e. Identificará las sustancias químicas en el laboratorio que están en la *Lista de Sustancias Extremadamente Peligrosas (EHS)*, por sus siglas en inglés). Se escribirá en la etiqueta la frase “*Listada por Right to Know*”.
- f. Se asegurará de tener en su área de trabajo los materiales y equipo de control de derrames (material absorbente para ácidos, bases u otras sustancias químicas, escoba, recogedor, bolsas de plástico resistentes, envases, trapos de limpieza, balde, etc.) de acuerdo con las clasificaciones de las sustancias químicas que poseen.
- g. Se asegurará de tener disponible la Lista de Teléfonos de Emergencia, ante cualquier eventualidad que se pueda presentar.
- h. Se asegurará que las campanas de extracción estén funcionando adecuadamente.
- i. Informará al Departamento Médico cualquier irregularidad que observe relacionada con sustancias químicas en su área de trabajo.
- j. Se asegurará de conocer los procedimientos de control de derrames en su área de trabajo y que está disponible el equipo de protección personal adecuado.

## **B Durante Emergencias de Derrames o Emanaciones de Sustancias Peligrosas**

### **Técnico de Laboratorio**

- a. Desalojará inmediatamente del lugar (Oficina, almacén, laboratorio, etc.) todas las personas que no son necesarias para atender el derrame.

- b. Identificará la sustancia a través de la etiqueta, proceso o actividad que se esté desarrollando en el lugar y localizará inmediatamente la Hoja de Datos de Seguridad (MSDS) para obtener información sobre el manejo de derrames. Si la sustancia derramada incluye cualquiera de las siguientes cinco (5) características, se desalojará todo el lugar y se le informará al Comité de Contingencias para que coordinen la limpieza con una compañía externa. Estas son:
- 1) Si se requiere el uso del siguiente equipo de protección respiratoria:
    - a) Sistema Auto-contenido de Suplido de Aire (“Self Containing Breathing Apparatus”-SCBA).
    - b) “Powered Air-Purifying Respirator” (PAPR)
  - 2) Si la sustancia tiene la designación “S” (Skin) por OSHA, lo cual implica que la misma puede ser absorbida por la piel y causar daños en la misma.
  - 3) Si la sustancia tiene un índice de peligrosidad a la salud, inflamabilidad o reactividad de 4 (peligro extremo) en la escala de peligrosidad de la “National Fire Protection Association” (NFPA) y el derrame es de más de (1) galón o más.
  - 4) Si la sustancia tiene un índice de peligrosidad a la salud, inflamabilidad o reactividad de 4 (peligro extremo) en la escala de peligrosidad “Hazardous Materials Identification System” (HMIS) y el derrame es de más de (1) galón o más.
  - 5) Si la sustancia tiene un índice de peligrosidad de reactividad, inhalación, contacto con piel o ignición de 4 (peligro extremo) en la escala “RISK” de Wilson y el derrame es de (1) galón o más.
- c. Para agilizar la decisión de controlar o no controlar el derrame depende mucho del tipo de sustancia derramada y de su peligrosidad.
- d. Si la Hoja de Datos de Seguridad (MSDS) de la sustancia derramada recomienda el uso de algún equipo de protección personal que usted no tiene disponible al momento, o que no está capacitado o certificado para usarlo, se le informará al Comité de

Emergencias para que coordinen la limpieza con una compañía externa.

- e. Si la sustancia no cumple con las características anteriores, controlaremos el derrame **siempre y cuando no se ponga en riesgo su salud y seguridad ni la de otras personas.**

Para esto se seguirá los siguientes pasos:

### **1) Identifique la sustancia Derramada**

Buscará en la Hoja de Datos de Seguridad (MSDS) información específica sobre las características de la sustancia (pH, corrosividad, toxicidad, volatilidad, explosividad, etc.). En ésta se especifica el procedimiento, equipo de protección personal y materiales necesarios para manejar un derrame (Etiqueta, proceso, actividad)

### **2) Avise**

Informe inmediatamente de la contingencia al Comité de Contingencias quienes, de ser necesario, participarán de la coordinación de los trabajos de limpieza.

### **3) Verifique que el área es segura**

- a) Inspeccione el área e identifique si hay algún riesgo químico o físico que ponga en riesgo su salud y seguridad.
- b) Identifique el equipo de protección personal recomendado en el MSDS. Este puede incluir:
  - I. gafas de seguridad
  - II. guantes
  - III. mameluco
  - IV. equipo de protección respiratoria
- c) Si se requiere el uso de protección respiratoria (mascaras "Half Face", "Full-Face", etc.), el empleado debe haberse realizado los exámenes médicos y las pruebas de ajuste requeridas. Solo aquel personal debidamente adiestrado y médicamente capacitado podrá utilizar equipo de protección respiratoria.

#### **4) Controle**

- a) Si al momento de llegar al lugar la sustancia aun se está derramando, controle la fuente y detenga el derrame.
- b) Vierta suficiente material absorbente alrededor del líquido derramado. Para cantidades pequeñas de bases inorgánicas o ácidos inorgánicos use agentes neutralizadores o material absorbente. Para cantidades pequeñas de sustancias inflamables use material absorbente no reactivo como vermiculita, arena o almohadillas.
- c) Construya una especie de dique alrededor del derrame que evite que la sustancia química se siga esparciendo, luego, coloque material absorbente en el centro del dique.
- d) Abra la mayor cantidad de puertas y ventanas para ventilar el lugar. Si hay extractores, póngalos a funcionar.
- e) Elimine toda fuente de calor o ignición

#### **5) Recoja**

- a) Utilizando equipo que no genere chispas, recoja los residuos cuando se haya absorbido todo el líquido derramado.
- b) Colóquelos en las bolsas plásticas preparadas para esto o en algún otro envase adecuado (caja, botella, etc.)

#### **6) Rotule**

Adhiérole una etiqueta de desperdicio peligroso, para su respectiva evacuación si es necesario.

#### **7) Coordine Disposición**

Coordine con la Oficina de Salud y Seguridad Ocupacional para disponer adecuadamente de los desperdicios.

- f. Si se trata de la emanación de un gas:

- 1) Identifica el tipo de gas y localiza inmediatamente la Hoja de Datos de Seguridad (MSDS)
  - 2) Si se trata de un gas que no es tóxico y el escape acaba de comenzar, intente controlar el mismo cerrando la válvula. Tenga en consideración que algunos gases, aunque no son tóxicos, tienen la capacidad de desplazar el oxígeno y crear una atmósfera peligrosa deficiente de oxígeno.
  - 3) Si se trata de un gas tóxico, y no se puede controlar al momento, desaloje el área inmediatamente y, mientras sale, ponga a funcionar los extractores y deje abiertas todas las puertas y ventanas que pueda para aumentar la ventilación en el lugar. Luego, avise al Comité de Contingencias o al Supervisor de laboratorio, quienes coordinarán las acciones para controlar la situación.
- g. Si la sustancia derramada está en la Lista de Sustancias Peligrosas (Listada por CERCLA), y el derrame es igual o mayor a la cantidad reportable ("Reportable Quantity" - RQ), se le indicará a la Oficina de Salud y Seguridad Ocupacional, quienes realizarán las acciones correspondientes.
- h. Todos los derrames o emanaciones de sustancias peligrosas, por pequeños que sean, se informarán al Comité de Contingencias y al Departamento Médico, quienes llevarán un registro de todos los accidentes e incidentes. Esta información se analizará y se utilizará para establecer estrategias y métodos de control para minimizar riesgos en los lugares donde se utilizan sustancias químicas.

**Supervisor de Laboratorio**

- a. Tendrá la facultad de ordenar el desalojo del Laboratorio a su discreción.
- b. Le informará al Comité de Contingencias para que se evalúe si es necesario activar este Plan.

**Comité de Contingencias**

- a. Contactará los recursos necesarios para el control del derrame o la emanación de la sustancia peligrosa.

- b. De ser necesario, establecerá comunicación con las entidades de Apoyo Externo para que nos asistan en el control de la situación.
- c. Evaluará el peligro para determinar los efectos a la salud, propiedad y ambiente usando las Hojas de Datos de Seguridad (MSDS) y toda la información disponible.

### **C Después de una Emergencia de Derrame o Emanaciones de Sustancias Peligrosas**

#### **Personal de Laboratorio**

Recopilarán toda la información relacionada con el derrame y las actividades realizadas para que el Comité de Contingencia realice el informe final al Jefe de Laboratorio.

#### **Comité de Contingencias**

- a. Evaluará el área determinará si está en condiciones de ser nuevamente utilizada. Tomará en consideración las recomendaciones de las Entidades de Apoyo Externo presentes.
- b. Evaluará los daños a las personas, propiedad y ambiente y realizará un informe al Jefe de Laboratorio.

#### **Jefe de Laboratorio o su representante**

- a. Recibirá de los funcionarios responsables una evaluación de daños y los informes necesarios.
- b. Gestionará los recursos fiscales necesarios para la recuperación del Laboratorio de la emergencia y para el reinicio de las labores.
- c. Será el responsable de difundir la información a la comunidad, prensa, etcétera.

### **6.4.2.2. Incendios**

Los incendios son una de las emergencias más comunes en el ambiente laboral y académico. Su magnitud puede ir desde un simple conato, fácilmente controlable, hasta un incendio de grandes proporciones.

#### **6.4.2.2.1. Agentes de extinción**

Los incendios en los laboratorios suelen ser los accidentes que más frecuentemente alteran la marcha del trabajo.

El riesgo de incendio es variable en cada laboratorio. Según su grado de riesgo, se considerará la necesidad o no de la doble puerta como se indicaba anteriormente. La temperatura se mantendrá en todo momento dentro de los límites habituales de trabajo.

Piénsese en las ausencias más o menos largas, fiestas, vacaciones, etc.

La ventilación normal deberá mantener el ambiente en condiciones óptimas de trabajo y evacuar rápidamente gases y vapores en momentos de emergencia.

El emplazamiento de los productos químicos dentro del laboratorio ha de efectuarse teniendo en cuenta la posibilidad de que se produzca un incendio.

La fricción de envases u otros materiales metálicos pueden producir chispas, aunque sean imperceptibles.

Evítese la formación de electricidad estática, poniendo medios para su descarga.

En términos generales, cuando se produce un incendio en un laboratorio suele ser atacable con un extintor de mano.

Para que sea rápida su acción, el extintor de mano debe estar en un extremo de la mesa de trabajo y en el mismo sentido de la posible fuga de las personas. La idoneidad del material de extinción depende de la sustancia inflamada pero, en primera instancia, los extintores de CO<sub>2</sub> son los más prácticos y universales.

En laboratorios que se disponga de instrumental eléctrico o electrónico, todos los agentes extintores son inadecuados por la dificultad de limpieza, contactos y agresiones. Como mal menor los extintores de CO<sub>2</sub> son los más recomendables.

En la "ZONA DE EMERGENCIA" se emplazará como mínimo el extintor principal del laboratorio.

Las distintas clases de fuego requieren extintores apropiados, pudiendo en algunos casos, ser contraproducente la utilización de un determinado tipo de agente extintor.

En la tabla 6.3, se indica de forma general, el agente extintor apropiado e inapropiado para cada clase de fuego.

**Tabla 6.3: Agentes extintores por cada clase de fuego**

CLASES DE FUEGO	AGENTE EXTINTOR	NO USAR
Materiales sólidos Madera, papel, trapos, etc.	AGUA (mejor pulverizada) POLVO POLIVALENTE	Polvo normal
Líquidos y sólidos licuables, disolventes, aceites, ceras, etc.	POLVO NORMAL POLVO POLIVALENTE	Agua Polvo especial
Gases y vapores Butano, acetileno, etc.	POLVO POLIVALENTE	Agua Anhídrido carbónico Espuma Polvo especial
Metales ligeros, magnesio, litio, sodio. Titanio, aluminio.	POLVO ESPECIAL O ARENA SECA	Agua Anhídrido carbónico Espuma Polvo normal y polivalente
Equipos y aparatos eléctricos	ANHÍDRIDO CARBÓNICO	Agua Arena Espuma Polvos diversos

**Fuente: Seguridad en Laboratorio Químico, Tecsup Virtual, 2003**

En la Tabla 6.4, se indica las ventajas y desventajas para la utilización de un determinado agente extintor.

En el caso concreto de incendios de productos químicos, en la práctica los agentes de extinción se reducen a tres grupos, recomendándose cada

uno de ellos para determinados tipos de productos:

1. Agua, polvo normal o polivalente y anhídrido carbónico
2. Polvo normal o polivalente
3. Arena seca o polvo especial

Este Plan contempla que los empleados o personal del laboratorio tratarán de controlar solamente fuegos pequeños que se puedan apagar con extintores de incendio portátiles u otros medios en los que han sido adiestrados.

Los incendios mayores a los antes descritos serán controlados por el Cuerpo de Bomberos del Perú en coordinación con el Comité de Contingencias del Laboratorio de Ensayos.

**Tabla 6.4. Ventajas y desventajas de un agente extintor**

AGENTE EXTINTOR	VENTAJAS	DESVENTAJAS
AGUA O AGUA PULVERIZADA	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fácil proyección</li> <li>- Alto poder refrigerante</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inunda</li> <li>- Deteriora equipos y aparatos</li> </ul>
ANHÍDRIDO CARBÓNICO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fácil proyección</li> <li>- Alto poder refrigerante</li> <li>- Buena visibilidad</li> <li>- No deja residuo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bajo poder de extinción</li> <li>- Necesita polvo especial</li> <li>- Peligro de asfixia en lugares cerrados.</li> </ul>
POLVO NORMAL POLVO POLIVALENTE O POLVO ESPECIAL	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alto poder de extinción</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Baja visibilidad</li> <li>- Deteriora equipos y aparatos</li> </ul>
ESPUMA	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alto poder cubriente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estabilidad limitada</li> <li>- Deteriora equipos y aparatos</li> </ul>
ARENA SECA	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Uso muy concreto</li> <li>- Bajo coste</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bajo poder cubriente</li> <li>- Deteriora equipos y aparatos</li> </ul>

Fuente: Seguridad en Laboratorio Químico, Tecsup Virtual, 2003

Durante emergencias de incendio la prioridad máxima es proteger la salud y la seguridad de todas las personas que se encuentran en el laboratorio.

Para esto se seguirán los siguientes pasos:

## **B. Antes de que ocurra la emergencia de incendio**

### **Jefe de Laboratorio o su representante**

Se asegurará que el Comité de Contingencias esté debidamente constituido.

### **Comité de Contingencias**

- a. Se asegurará que el Laboratorio de Ensayos cumpla con los Reglamentos establecidos en el Código para la Prevención de Incendios del Cuerpo de Bomberos del Perú
- b. Se asegurará que el Laboratorio de Ensayos cuenten con el equipo de protección y extinción de incendios.
- c. Se asegurará que el equipo de protección y extinción de incendios sea debidamente inspeccionado y certificado por personal cualificado y acreditado por las agencias reglamentarias.
- d. Establecerá comunicación con las entidades de Apoyo Externo que puedan prestar ayuda. Ésta tiene el nombre de la entidad, número(s) de teléfono y el nombre de, por lo menos, una persona contacto.
- e. Establecerá, en conjunto con el Cuerpo de Bomberos del Perú, un programa de adiestramientos de prevención y respuesta a emergencias de incendio. Éste estará dirigido, pero no limitado, a los miembros del Comité de Contingencias y del Grupo de Apoyo y cubrirá, al menos, los siguientes temas:
  - 1) Medidas de prevención de incendios.
  - 2) Plan de Desalojo y de Emergencias del Laboratorio de Ensayos.
  - 3) Forma de comunicarse con el Comité de Contingencias para activar este Plan.

- 4) Uso y funcionamiento de los sistemas de alarma, alerta o avisos de emergencia.
  - 5) Uso y funcionamiento de equipo y materiales para la extinción de incendios.
  - 6) Lista de entidades de Apoyo Externo con números de teléfono y nombres de personas contacto.
  - 7) Forma de diseminar la información e impartir instrucciones a las personas.
- f. Hará inspecciones sin aviso a los Departamentos y Oficinas para asegurarse que estos cumplan con lo establecido en este Plan.
  - g. Se reunirá el mes de marzo de cada año para la actualización de este Plan.

**Supervisor de Laboratorio**

- a. Se asegurarán de tener una copia de este Plan y de conocer los pasos a seguir en la respuesta a una emergencia de incendios.
- b. Se asegurarán de tener accesibles los números de teléfono de las entidades de Apoyo Externo para solicitar ayuda.
- c. Serán responsables de mantener sus áreas de trabajo ordenadas, limpias y seguras.
- d. Informarán al Comité de Contingencias del Laboratorio de Ensayo sobre cualquier situación peligrosa que pueda provocar un incendio.
- e. Establecerán procedimientos para manejar y almacenar de forma segura los materiales inflamables y combustibles. Éstos deben ser aprobados por la Oficina de Salud y Seguridad Ocupacional.
- f. Establecerán un programa de mantenimiento de todo el equipo, maquinaria y sistemas eléctricos.
- g. Se asegurarán de cerrar las ventanas, puertas y portones al finalizar las labores diarias para evitar sabotajes que puedan resultar en incendios.

- h. Se asegurarán que las compañías contratadas por el Laboratorio de Ensayos y los visitantes y/o clientes conozcan este Plan y las medidas de seguridad antes de comenzar sus trabajos.

## **B Durante una Emergencia de Incendio**

### **Personal de Laboratorio**

- a. La responsabilidad de activar este Plan está en manos de cualquier persona o empleado que vea o tenga conocimiento de que se ha desarrollado un incendio.
- b. Esta persona activará la alarma y avisará a cualquier empleado de la situación.
- c. El empleado deberá avisar inmediatamente al Supervisor de Laboratorio.
- d. Se intentará extinguir el incendio solamente cuando tengan certeza de poder hacerlo usando extintores portátiles u otros medios en los cuales han sido adiestrados.
- e. No utilizarán los ascensores para desalojar los edificios.

### **Supervisor de Laboratorio**

- a. Avisará al personal y estudiantes para que se comience el desalojo del edificio activando la alarma y llamará al Comité de Contingencias para informar la situación siguiendo el procedimiento establecido para esta contingencia..
- b. Se comunicará con al Comité de Contingencias para que tomen control de la situación y se sigan los pasos establecidos.

### **Comité de Contingencias**

- a. Se comunicará inmediatamente con el Cuerpo de Bomberos del Perú para notificar la situación. Ellos se comunicarán simultáneamente con las agencias externas de manejo de emergencias para que nos ayuden a controlar la situación.
- b. Se comunicará con el Grupo de Apoyo y, de ser necesario, con entidades de Apoyo Externo para controlar la situación.

- c. El Comité de Contingencias asumirá la dirección y el control de las operaciones tan pronto le sea posible.

**Grupo de Apoyo**

Estará disponible y listo para intervenir y ayudar en la situación según sea requerido por el Comité de Contingencias.

**C Después de una emergencia de incendios**

**Jefe de Laboratorio o su representante**

- a. Recibirá de los funcionarios responsables una evaluación de daños y los informes necesarios.
- b. Gestionará los recursos fiscales necesarios para la recuperación del Colegio de la emergencia y para el reinicio de las labores.
- c. Será el responsable de difundir la información a la comunidad, prensa, etcétera.

**Supervisor de Laboratorio**

Será el responsable de rendir informes de todo lo sucedido y de la actividad realizada.

**Comité de Contingencias**

- a. Evaluará el proceso de respuesta a emergencias realizado y le hará un informe al Jefe de Laboratorio o su representante.
- b. El Coordinador de Contingencias será el custodio de todos los informes generados.

**6.4.2.3. Terremotos y/o Sismos**

El Perú, está geográficamente ubicado en una zona muy susceptible a los terremotos y/o sismos.

Éstos suceden sin previo aviso y tienen como peligro principal el derrumbamiento de edificios, incendios y roturas de líneas de gas, entre otros. Dado este panorama, en el Laboratorio de Ensayo se seguirán estas guías:

**A. Antes de que ocurra un terremoto y/o Sismo**

**Jefe de Laboratorio o su representante**

Garantizará que el Coordinador de Contingencias del Laboratorio de Ensayos esté nombrado y que el

Comité de Contingencias esté debidamente constituido.

**Comité de Contingencias**

- a. Establecerá comunicación con las entidades de Apoyo Externo que puedan prestar ayuda. Ésta tiene el nombre de la entidad, número(s) de teléfono y el nombre de, por lo menos, una persona contacto.
- b. Se reunirá, por lo menos, una vez al año para la revisión de este Plan.
- c. Organizará, en conjunto con el Cuerpo de Bomberos del Perú, charlas o conferencias informativas sobre terremotos y/o sismos.

**Personal de Laboratorio o Técnicos de Laboratorio**

- a. Serán responsables de mantener su área de trabajo ordenada, limpia y segura.
- b. Pedirán información a la Oficina de Salud y Seguridad sobre equipo o medidas para protección contra terremotos.
- c. Establecerán procedimientos para almacenar de forma segura los materiales o equipo. Estos deben ser aprobados por la Oficina de Salud y Seguridad Ocupacional.
- d. Se asegurarán de conocer, y que los empleados a su cargo conozcan, este Plan.

**B. Al momento de ocurrir un terremoto y/o Sismo**

**Personal de Laboratorio y/o Visitantes**

- a. Conserve la calma y muévase fuera del Laboratorio hacia las zonas seguras delimitadas para o a campo abierto si la situación se lo permite.
- b. De no lograr acceso al exterior, puede cubrirse bajo un escritorio o una mesa. Puede acercarse al marco de alguna puerta, hacia una columna o permanecer en los pasillos o recostarse de las paredes interiores.
- c. Evite correr y aléjese de los cristales.
- d. No utilice velas, fósforos ni produzca flama durante o después del sismo.

- e. No utilice los ascensores.
- f. No interfiera en las labores de rescate, a menos que se le solicite.

**C. Luego de pasado el terremoto**

**Supervisor de Laboratorio**

- a. Avisará a los empleados y visitantes para que se proceda con el desalojo inmediato del laboratorio, según lo establecido en el plan de contingencias.
- b. Coordinará con algunos empleados la inspección del laboratorio. En esta inspección se verificará:
  - 1) Personas atrapadas, heridas o lesionadas.
  - 2) Incendios, derrames de sustancias químicas, escapes de gas u otra situación que ponga en peligro la vida de los ocupantes.
- c. Informará lo ocurrido en el Laboratorio y sus diferentes ambientes al Comité de Contingencias del Laboratorio.

**Comité de Contingencias del Laboratorio**

- a. Activará automáticamente este Plan.
- b. Se movilizará a la Oficina de Operaciones de Contingencia (OOC).
- c. Evaluará la información obtenida del Supervisor de Laboratorio y asignará prioridades en la respuesta a las diversas situaciones presentadas.
- d. De ser necesario, establecerá comunicación con las entidades de Apoyo Externo para que nos asista a controlar la situación.
- e. De ser necesario, activará el(los) refugio(os) y coordinará el movimiento del personal a éstos.
- f. Hará una evaluación del área del Laboratorio y determinará si está en condiciones de ser utilizada nuevamente. Si hubiese la presencia de entidades de Apoyo Externo, se tomará en cuenta sus recomendaciones.

- g. Hará un informe escrito sobre lo ocurrido. Éste permanecerá en la oficina del Coordinador de Contingencias del Laboratorio.

**Jefe de Laboratorio o su representante**

- a. Recibirá de los funcionarios responsables una evaluación de daños y los informes necesarios.
- b. Gestionará los recursos fiscales necesarios para la recuperación del Laboratorio de la emergencia y para el reinicio de las labores.
- c. Será responsable de difundir información a la comunidad y a la prensa.

**6.4.2.4. Amenaza de Bombas y Artefactos Explosivos**

Las amenazas de bombas y artefactos explosivos muchas veces son falsas. No obstante, siempre que ocurra una de éstas se tomarán las precauciones necesarias para proteger vidas, propiedad y el ambiente. Para esto se llevarán a cabo las siguientes actividades:

**A. Antes de que ocurra una Amenaza de Bombas o Artefactos Explosivos**

**Jefe de Laboratorio o su representante**

Se asegurará que el Comité de Contingencias del Laboratorio esté debidamente constituido.

**Coordinador de Contingencias**

- a. Establecerá comunicación previa con la División de Explosivos de la Policía Nacional del Perú y con el Cuerpo de Bomberos del Perú. De ser necesario, éstos nos brindarán asistencia. En el Apéndice #1 se encuentran los números de teléfono y los nombres de las personas contacto.
- b. Se asegurará que los miembros del Comité de contingencias conozcan los procedimientos de búsqueda de artefactos explosivos.
- c. Se reunirá el mes de marzo de cada año para la revisión de este Plan.

**Supervisor de Laboratorio**

Se asegurará de conocer, y de que los empleados a su cargo conozcan, este Plan y los pasos a seguir en una amenaza de bombas y artefactos explosivos.

## **B. Al momento de recibir una Amenaza de Bomba o Artefactos Explosivos**

La mayoría de las amenazas se hacen por vía telefónica. Es por esto que se recomiendan los siguientes pasos a seguir:

- a. Mantenga la calma en todo momento. De esta manera la comunicación será más efectiva y se obtendrá más información.
- b. Haga que la persona que llama permanezca en línea el mayor tiempo posible.
- c. Haga que la persona que llama hable despacio y repita el mensaje.
- d. Haga que la persona que llama le indique la localización de la bomba, la hora en que va a explotar y el sistema de detonación, puede ser que le brinde esta información.
- e. Haga que la persona que llama comprenda el peligro al que está exponiendo a las personas y a la propiedad del Laboratorio y las nefastas consecuencias que se producirían si la Bomba explota.
- f. Tan pronto se corte la comunicación telefónica, reciba o encuentre una amenaza por escrito:
  - 1) Llame inmediatamente al Teléfono de Emergencia para notificar la situación. Ellos se comunicarán simultáneamente con la Policía, Bomberos y Defensa Civil.
  - 2) Llame al Coordinador de Contingencias del Laboratorio, su representante o a cualquier miembro del Comité de Contingencias.
  - 3) Anotará toda la información obtenida para llenar el Formulario para Amenazas Telefónicas de Bombas.

**Comité de  
Contingencias  
del Laboratorio**

Hará lo siguiente:

- a. Inspeccionará y hará un registro de todo el Laboratorio (interior y exterior) con la ayuda de, por

lo menos, dos Técnicos de Laboratorio que trabajen en el área.

- b. Éstos conocen bien el lugar y pueden identificar objetos extraños y sospechosos.
- c. Decidirá si se desaloja el Laboratorio o si se esperan los resultados de la inspección para tomar esta decisión. Aunque la División de Explosivos de la Policía Nacional del Perú recomienda que no se desaloje el área hasta que se haya encontrado el artefacto sospechoso, esta decisión permanecerá a discreción del Comité de Contingencias. Esto brinda mayor seguridad, ya que se podrá ordenar el desalojo antes de encontrar algún artefacto sospechoso.
- d. En caso de que se decida desalojar el Laboratorio, se seguirán las instrucciones sugeridas por el encargado del desalojo. Una vez fuera del Laboratorio, deben permanecer a una distancia de, no menos de, 200 metros.
- e. Bajo ninguna circunstancia se activará la alarma en una amenaza de bombas o artefactos explosivos. Si fuera una bomba real, ésta se puede activar con la alarma.
- f. La inspección será mayormente visual, ya que muchos artefactos explosivos se pueden activar fácilmente con el solo contacto con la persona. Se recomienda lo siguiente:
  - 1) Inspeccione a nivel de techo, altura de la vista y piso.
  - 2) Abra la menor cantidad de puertas posible.
  - 3) No levante objeto alguno.
  - 4) No encienda artefacto electrónico o interruptor de luz alguno

### **C. Hallazgos de objetos sospechosos**

- a. El Comité de Contingencias del Laboratorio ordenará el desalojo inmediato del edificio.
- b. Nadie tocará ni se le acercará al objeto sospechoso.

- c. Se removerá del área todo material inflamable, siempre y cuando no se ponga en riesgo la vida de las personas.
- d. Si aún no ha llegado la División de Explosivos de la Policía Nacional del Perú, se llamará nuevamente y se les informará que se ha encontrado un artefacto sospechoso.
- e. El Comité de Contingencias del Laboratorio mantendrá vigilancia y control para que los empleados, estudiantes y personal no autorizado permanezcan fuera del área.
- f. Se esperará la llegada de expertos de la División de Explosivos de la Policía Nacional del Perú para que controlen la situación.

#### **D. Después de una Emergencia de Bombas o Artefactos Explosivos**

**Jefe de Laboratorio o su representante**

- a. Recibirá de los funcionarios responsables una evaluación de daños y los informes necesarios.
- b. Gestionará los recursos fiscales necesarios para la recuperación del Laboratorio de la emergencia y para el reinicio de las labores.}
- c. Será el responsable de difundir la información a la comunidad, prensa, etcétera.

**Comité de Contingencias del Laboratorio**

- a. Evaluará el proceso de respuesta a emergencias realizado y le hará un informe al Jefe de Laboratorio o a su representante.
- b. Evaluará y, de ser necesario, le hará cambios a este Plan, por lo menos, una vez al año.
- c. El Coordinador de Contingencias del Laboratorio será el custodio de todos los informes generados.

#### **6.4.2.5. Factores a considerar para la eliminación de residuos**

Los residuos generados en el laboratorio pueden tener características muy diferentes y producirse en cantidades variables, aspectos que inciden directamente en la elección del procedimiento para su eliminación.

Entre otros, se pueden citar los siguientes factores:

- Volumen de residuos generados.
- Periodicidad de generación.
- Facilidad de neutralización.
- Posibilidad de recuperación, reciclado o reutilización.
- Coste del tratamiento y de otras alternativas.
- Valoración del tiempo disponible.

Todos estos factores combinados deberán ser convenientemente valorados con el objeto de optar por un modelo de gestión de residuos adecuado y concreto. Así por ejemplo, si se opta por elegir una empresa especializada en eliminación de residuos, se debe concertar de antemano la periodicidad de la recogida y conocer los procesos empleados por la empresa, así como su solvencia técnica.

La elección de una empresa especializada es recomendable en aquellos casos en que los residuos son de elevada peligrosidad y no les son aplicables los tratamientos generales habitualmente utilizados en el laboratorio.

#### **A. Procedimientos para eliminación-recuperación de residuos**

Los procedimientos para la eliminación de los residuos son varios y el que se apliquen unos u otros dependerá de los factores citados anteriormente, siendo generalmente los más utilizados, los siguientes:

##### **A.1. Vertido**

Recomendable para residuos no peligrosos y para peligrosos, una vez reducida ésta mediante neutralización o tratamiento adecuado. El vertido se puede realizar directamente a las aguas residuales o bien a un vertedero.

Los vertederos deben estar preparados convenientemente para prevenir contaminaciones en la zona y preservar el medio ambiente.

##### **A.2. Incineración**

Los residuos son quemados en un horno y reducidos a cenizas. Es un método muy utilizado para eliminar residuos de tipo orgánico y material biológico. Debe controlarse la temperatura y la posible toxicidad de los humos producidos.

La instalación de un incinerador sólo está justificada por un volumen importante de residuos a incinerar o por una especial peligrosidad de los mismos. En ciertos casos se pueden emplear las propias calderas y/o hornos disponibles en el laboratorio.

### **A.3. Recuperación**

Este procedimiento consiste en efectuar un tratamiento al residuo que permita recuperar algún o algunos elementos o sus compuestos que su elevado valor o toxicidad hace aconsejable no eliminar. Es un procedimiento especialmente indicado para los metales pesados y sus compuestos.

### **A.4. Reutilización – Reciclado**

Una vez recuperado un compuesto, la solución ideal es su reutilización o reciclado, ya que la acumulación de productos químicos sin uso previsible en el laboratorio no es recomendable. El mercurio es un ejemplo claro en este sentido.

En algunos casos, el reciclado puede tener lugar fuera del laboratorio, ya que el producto recuperado (igual o diferente del contaminante originalmente considerado) puede ser útil para otras actividades distintas de las del laboratorio.

## **B. Procedimientos generales de actuación**

Seguidamente se describen los procedimientos generales de tratamiento y eliminación para sustancias y compuestos o grupos de ellos que por su volumen o por la facilidad del tratamiento pueden ser efectuados en el laboratorio, agrupados según el procedimiento de eliminación más adecuado.

**Tabla 6.5. Tratamiento y vertido de residuos peligrosos**

SUSTANCIA QUÍMICA	TRATAMIENTO
<b>Haluros de ácidos orgánicos:</b>	Añadir NaHCO <sub>3</sub> y agua. Verter al desagüe.
<b>Clorhidrinas y nitroparafinas:</b>	Añadir Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> . Neutralizar. Verter al desagüe
<b>Ácidos orgánicos sustituidos (*):</b>	Añadir NaHCO <sub>3</sub> y agua. Verter al desagüe.
<b>Aminas alifáticas (*):</b>	Añadir NaHCO <sub>3</sub> y pulverizar agua. Neutralizar. Verter al desagüe.
<b>Sales inorgánicas:</b>	Añadir un exceso de Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> y agua. Dejar en reposo (24h). Neutralizar (HCl 6M). Verter al desagüe.
<b>Oxidantes:</b>	Tratar con un reductor (disolución concentrada). Neutralizar. Verter al desagüe.
<b>Reductores:</b>	Añadir Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> y agua (hasta suspensión). Dejar en reposo (2h). Neutralizar. Verter al desagüe.
<b>Cianuros:</b>	Tratar con (ClO) <sub>2</sub> Ca (disolución alcalina). Dejar en reposo (24h). Verter al desagüe.
<b>Nitrilos:</b>	Tratar con una disolución alcohólica de NaOH (conversión en cianato soluble), evaporar el alcohol y añadir hipoclorito cálcico. Dejar en reposo (24h). Verter al desagüe.
<b>Hidracinas (*):</b>	Diluir hasta un 40% y neutralizar (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ). Verter al desagüe.
<b>Alcalis cáusticos y amoníaco:</b>	Neutralizar. Verter al desagüe.
<b>Hidruros:</b>	Mezclar con arena seca, pulverizar con alcohol butílico y añadir agua (hasta destrucción del hidruro). Neutralizar (HCl6M) y decantar. Verter al desagüe. Residuo de arena: enterrarlo.
<b>Amidas inorgánicas:</b>	Verter sobre agua y agitar. Neutralizar (HCl 3M ó NH <sub>4</sub> OH 6M). Verter al desagüe.
<b>Compuestos internometálicos (cloruro de sulfúrico, triclorigen de fósforo, etc.):</b>	Rociar sobre una capa gruesa de una mezcla de Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> y cal apagada. Mezclar y atomizar agua. Neutralizar. Verter al desagüe.
<b>Peróxidos inorgánicos:</b>	Diluir. Verter al desagüe.
<b>Sulfuros inorgánicos:</b>	Añadir una disolución de Fe Cl <sub>3</sub> con agitación. Neutralizar (Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> ). Verter al desagüe.
<b>Carburos:</b>	Adicionar sobre agua en un recipiente grande, quemar el hidrocarburo que se desprende. Dejar en reposo (24h). Verter el líquido por el desagüe. Precipitado sólido: tirarlo a un vertedero.

(\*). Estas sustancias o sus residuos también pueden eliminarse por incineración (Ver Tabla 8 de "incineración").

**Fuente: NTP 276: Eliminación de residuos en el laboratorio: procedimientos generales**

**Tabla 6.6. Tratamiento y/o Incineración de residuos peligrosos**

<b>SUSTANCIA QUÍMICA</b>	<b>TRATAMIENTO</b>
<b>Aldehídos:</b>	Absorber en vermiculita ó mezclar con un disolvente inflamable. Incinerar.
<b>Alcalinos, alcalinotérreos, alquilos, alcóxidos:</b>	Mezclar con Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> , cubrir con virutas. Incinerar.
<b>Clorhidrinas, nitroparafinas (**):</b>	Incinerar.
<b>Compuestos orgánicos halogenados:</b>	Absorber sobre vermiculita, arena o bicarbonato. Incinerar.
<b>Ácidos orgánicos sustituidos (**):</b>	Absorber sobre vermiculita y añadir alcohol, o bien disolver directamente en alcohol. Incinerar.
<b>Aminas aromáticas:</b>	Absorber sobre arena y Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> . Mezclar con papel o con un disolvente inflamable. Incinerar.
<b>Aminas aromáticas halogenadas, nitrocompuestos:</b>	Verter sobre NaHCO <sub>3</sub> . Mezclar con un disolvente inflamable. Incinerar.
<b>Aminas alifáticas (**):</b>	Mezclar con un disolvente inflamable. Incinerar.
<b>Fosfatos orgánicos y compuestos:</b>	Mezclar con papel, o arena y cal apagada. Incinerar.
<b>Disulfuro de carbono:</b>	Absorber sobre vermiculita y cubrir con agua. Incinerar. (Quemar con virutas a distancia).
<b>Mercaptanos, sulfuros orgánicos:</b>	Mezclar con un disolvente inflamable. Incinerar.
<b>Eteres:</b>	Mezclar con un disolvente inflamable. Incinerar. Si hay peróxidos llevarlos a lugar seguro (canteras, etc.) y explosionarlos.
<b>Hidracinas (**):</b>	Mezclar con un disolvente inflamable. Incinerar.
<b>Hidruros (**):</b>	Quemar en paila de hierro.
<b>Hidrocarburos, alcoholes, cetonas, esterres:</b>	Mezclar con un disolvente inflamable. Incinerar.
<b>Amidas orgánicas:</b>	Mezclar con un disolvente inflamable. Incinerar.
<b>Ácidos orgánicos:</b>	Mezclar con papel o con un disolvente inflamable. Incinerar.

(\*\*) Estas sustancias o sus residuos también pueden eliminarse mediante un procedimiento de tratamiento y vertido. (Ver Tabla 7 sobre "tratamiento y vertido").

**Fuente: NTP 276: Eliminación de residuos en el laboratorio: procedimientos generales**

**Tabla 6.7. Recuperación de residuos peligrosos**

<b>SUSTANCIA QUÍMICA</b>	<b>TRATAMIENTO</b>
<b>Desechos metálicos:</b>	Recuperar y almacenar (según costes).
<b>Mercurio metal:</b>	Aspirar, cubrir con polisulfuro cálcico y Recuperar.
<b>Mercurio compuestos:</b>	Disolver y convertirlos en nitratos solubles. Precipitarlos como sulfuros. Recuperar.
<b>Arsénico, bismuto, antimonio:</b>	Disolver en HCL y diluir hasta aparición de un precipitado blanco (SbOCl y BiOCl). Añadir HCl 6M hasta redisolución. Saturar con sulfhídrico. Filtrar, lavar y secar.
<b>Selenio, telurio:</b>	Disolver en HCl. Adicionar sulfito sódico para producir SO <sub>2</sub> (reductor). Calentar. (se forma Se gris y Te negro). Dejar en reposo (12h). Filtrar y secar.
<b>Plomo, cadmio:</b>	Añadir HNO <sub>3</sub> (Se producen nitratos). Evaporar, añadir agua y saturar con H <sub>2</sub> S. Filtrar y secar.
<b>Berilio:</b>	Disolver en HCl 6M, filtrar. Neutralizar (NH <sub>4</sub> OH 6M). Filtrar y secar.
<b>Estroncio, bario:</b>	Disolver en HCl 6M, filtrar. Neutralizar (NH <sub>4</sub> OH 6M). Precipitar (Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> ). Filtrar, lavar y secar.
<b>Vanadio:</b>	Añadir a Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> (capa) en una placa de evaporación. Añadir NH <sub>4</sub> OH 6M (pulverizar). Añadir hielo (agitar). Reposar (12h). Filtrar (vanadato amónico) y secar.
<b>Otros metales (talio, osmio, deuterio, erbio, etc.):</b>	Recuperación
<b>Disolventes halogenados:</b>	Destilar y almacenar.

*Fuente: NTP 276: Eliminación de residuos en el laboratorio: procedimientos generales*

### **C. Devolver al suministrador**

Todos los productos que no tengan un uso más o menos inmediato en el laboratorio, es recomendable devolverlos al suministrador o entregarlos a un laboratorio al que le puedan ser de utilidad.

Entre estos productos se pueden citar, los metales recuperados (Pb, Cd, Hg, Se, etc.), cantidades grandes de mercaptanos (especialmente metilmercaptano), disolventes halogenados destilados, etc.

## **D. Recomendaciones generales**

Seguidamente se resumen una serie de recomendaciones generales aplicables al tratamiento de residuos en el laboratorio:

- Deben considerarse las disposiciones legales vigentes, tanto a nivel general, como local.
- Consultar las instrucciones al objeto de elegir el procedimiento adecuado.
- Informarse de las indicaciones de peligro y condiciones de manejo de las sustancias (frases R y S).
- No se deben tirar al recipiente de basuras habitual (papeleras, etc.), trapos, papeles de filtro u otras materias impregnables o impregnadas.
- Previamente se debe efectuar una neutralización o destrucción de los mismos.
- Deben retirarse los productos inflamables.
- Debe evitarse guardar botellas destapadas.
- Deben recuperarse en lo posible, los metales pesados.
- Se deben neutralizar las sustancias antes de verterlas por los desagües y al efectuarlo, hacerlo con abundante agua.

Cuando se produzcan derrames debe actuarse con celeridad pero sin precipitación, evacuar al personal innecesario, evitar contaminaciones en la indumentaria y en otras zonas del laboratorio y utilizar la información disponible sobre residuos.

### **6.4.2.6. Primeros Auxilios en Caso de Accidente**

#### **A. Corrosiones en la piel**

##### **A.1. Por ácidos**

- Cortar lo más rápidamente posible la ropa empapada por el ácido.
- Echar abundante agua a la parte afectada.
- Neutralizar la acidez de la piel con sodio bicarbonato durante 15 o 20 minutos. Quitar el exceso de pasta, secar y cubrir la piel con linimento óleo-calcáreo o similar.

## **A.2. Por ácido fluorhídrico**

- Frotar inmediatamente la piel con agua hasta que la blancura desaparezca. (Prestar atención particular a la piel de debajo de las uñas).
- Después, efectuar una inmersión de la parte afectada o tratar con compresas empapadas en magnesio sulfato 7-hidrato solución saturada enfriada con hielo, durante un mínimo de 30 minutos. Si el médico no ha llegado aún, aplíquese cantidad abundante de una pasta preparada con magnesio óxido y glicerina.

## **A.3. Por álcalis**

- Aplicar agua abundante y aclarar con ácido bórico solución saturada o ácido acético solución al 1%. Secar.
- Cubrir la parte afectada con pomada de ácido tánico.

## **A.4. Por halógenos**

- Echarse inmediatamente un chorro de amonio hidróxido 20%.
- Seguidamente lavarse con agua. Secarse y finalmente poner linimento óleo-calcáreo o similar.

## **A.5. Por sustancias reductoras**

- Aplicar una compresa de potasio permanganato solución al 0,1%.
- Secar. Espolvorear con sulfamida en polvo y vendar.

## **A.6. Por otros productos químicos**

- Echar agua abundante en la parte afectada y lavar bien con agua y jabón.

## **B. Corrosiones en los ojos**

### **B.1. Por ácidos y por halógenos**

- Inmediatamente después del accidente irrigar los dos ojos con grandes cantidades de agua templada a ser posible, bien a chorro o con ayuda de una pera de goma grande.
- Mantener los ojos abiertos. Si es necesario, cogiendo los párpados y estirándolos hacia el

exterior, manteniéndolos separados de tal modo que el agua penetre debajo de los párpados.

- Continuar con la irrigación, por lo menos, durante 15 minutos.
- A continuación lavar los ojos con sodio bicarbonato solución al 1% con ayuda de la bañera ocular, renovando la solución dos o tres veces, dejando por último en contacto durante cinco minutos.
- Finalmente, verter en cada ojo una gota de aceite de oliva puro.

## **B.2. Por álcalis**

- Inmediatamente después del accidente irrigar los dos ojos con grandes cantidades de agua templada a ser posible, bien a chorro o con ayuda de una pera de goma grande.
- Mantener los ojos abiertos. Si es necesario, cogiendo los párpados y estirándolos hacia el exterior, manteniéndolos separados de tal modo que el agua penetre debajo de los párpados.
- Continuar con la irrigación, por lo menos, durante 15 minutos.
- A continuación lavar los ojos con ácido bórico solución al 1% con ayuda de la bañera ocular, renovando la solución dos o tres veces, dejando por último en contacto durante cinco minutos.
- Finalmente, verter en cada ojo una gota de aceite de oliva puro.

## **B.3. Por otros productos químicos**

- Inmediatamente después del accidente irrigar los dos ojos con grandes cantidades de agua templada a ser posible, bien a chorro o con ayuda de una pera de goma grande.
- Mantener los ojos abiertos. Si es necesario, cogiendo los párpados y estirándolos hacia el exterior, manteniéndolos separados de tal modo que el agua penetre debajo de los párpados.
- Continuar con la irrigación, por lo menos, durante 15 minutos.
- A continuación lavar los ojos con ácido bórico solución al 1% con ayuda de la bañera ocular, renovando la solución dos o tres veces, dejando por último en contacto durante cinco minutos.
- Finalmente, verter en cada ojo una gota de aceite de oliva puro.

## **C. Ingestión de productos químicos**

- Antes de cualquier actuación concreta: **REQUERIMIENTO URGENTE DE ATENCION MEDICA.**
- Retirar el agente nocivo del contacto con el paciente.
- Si el paciente se encuentra inconsciente ponerlo en posición inclinada, con la cabeza de lado y sacarle la lengua hacia adelante.
- No darle a ingerir nada por la boca ni inducirlo al vómito.
- Mantenerlo caliente (taparlo con manta).
- Si el paciente está consciente, mantenerlo caliente (taparlo con una manta) y recostado.
- Estar preparado para practicar la respiración artificial boca a boca.
- No dejarlo jamás solo.
- No dar coñac ni bebida alcohólica precipitadamente sin conocer la identidad del veneno. El alcohol en la mayoría de veces aumenta la absorción de algunos venenos.
- Obtener atención médica tan pronto como sea posible.

### **C.1. Ácidos corrosivos**

- No provocar jamás el vómito.
- No dar a ingerir sodio carbonato ni bicarbonato.
- Administrar lechada de magnesia en grandes cantidades.
- Administrar grandes cantidades de leche o claras de huevo batidas con agua.

### **C.2. Alcalis corrosivos**

- No provocar jamás el vómito.
- Administrar abundantes tragos de ácido acético solución al 1%.
- Administrar grandes cantidades de leche o claras de huevo batidas con agua.

### **C.3. Alcohol metílico (metanol)**

- Administrar de 2 a 4 vasos de agua inmediatamente.
- Provocar el vómito introduciendo los dedos en la boca del paciente hasta tocarle la campanilla.

- A cada vómito darle abundantes tragos de agua salada templada (una cucharada sopera de sal por vaso).
- A cada vómito repetir las tomas de agua salada hasta que los líquidos sean claros. Si es posible guardar la muestra de los vómitos.
- Administrar 1 vaso de agua con 2 cucharadas soperas de sodio bicarbonato.

#### **C.4. Bromo**

- Administrar de 2 a 4 vasos de agua inmediatamente.
- Provocar el vómito introduciendo los dedos en la boca del paciente hasta tocarle la campanilla.
- A cada vómito darle abundantes tragos de agua salada templada (una cucharada sopera de sal por vaso).
- A cada vómito repetir las tomas de agua salada hasta que los líquidos sean claros. Si es posible guardar la muestra de los vómitos.
- Administrar 15g de ANTIDOTO UNIVERSAL en medio vaso de agua templada.
- ANTIDOTO UNIVERSAL: Carbón activo 2 partes, magnesio óxido 1 parte, ácido tánico 1 parte.
- Administrar una cucharada de sodio tiosulfato 5-hidrato en 1 vaso de agua y luego lechada de magnesia, como máximo 30 g en agua.

#### **C.5. Cianuros, ácido cianhídrico**

- Si el paciente está inconsciente, no darle nunca nada por la boca.
- Si el paciente está consciente o esta débil, decirle que vomite, si lo puede realizar y esperar al médico.

#### **D. Inhalación de productos químicos**

- Llevar al paciente al aire fresco inmediatamente. Obtener atención médica tan pronto como sea posible.
- Al primer síntoma de dificultad respiratoria, iniciar la respiración artificial boca a boca. El oxígeno debe ser administrado solamente por personal entrenado. Continuar la respiración artificial boca a boca hasta que el médico lo aconseje. Tratar de identificar el humo o vapor causante de la dificultad respiratoria. Si se trata de cloro,

hidrógeno sulfuro, hidrógeno cianuro, fosgeno u otros gases altamente tóxicos, debe usarse el tipo adecuado de máscara para gases durante el tiempo del rescate del accidentado.

- Si la máscara disponible no es la apropiada, el rescatador debe contener la respiración durante todo el tiempo que esté en contacto con los humos o vapores.

## **E. Botiquín**

El botiquín a mantener en cada laboratorio debe responder a las necesidades del propio centro de trabajo.

Es evidente que un laboratorio aislado precisará de un botiquín más ampliamente dotado que otro incluido en un centro de trabajo mayor y, presumiblemente, mejor abastecido.

Independientemente de su emplazamiento, y, a título de ejemplo, indicamos a continuación el contenido de un botiquín, material, productos y pre-Material, productos y preparados aconsejables en el botiquín de un laboratorio químico:

Se han omitido productos habituales de primeras curas, como alcohol etílico 96, agua oxigenada 10 vol., etc. dejándolo a criterio del jefe de laboratorio que a este respecto proveerá de lo que estime oportuno.

Suele ocurrir que los botiquines, se llenan de preparados que con el tiempo van perdiendo su eficacia a causa de la falta de atención y seguimiento del mismo. Por ello nos remitimos de nuevo al apartado en que tratábamos de la conveniencia de responsabilizar a una persona el cuidado de los elementos de protección y muy particularmente, del botiquín.

### **E.1. MATERIAL:**

Algodón hidrófilo (500g)  
Bañeras oculares (preferiblemente de vidrio) (4)  
Caja Linitul grande (1)  
Cartón ondulado  
Cucharilla tipo postre (puede ser de plástico) (6)  
Dediles de goma (surtido)  
Esparadrapo 5 X 1,5 (3)  
Esparadrapo 5 X 2,5 (3)

Gasas esterilizadas (cajas)  
Pera de goma grande (2)  
Pinzas (1)  
Tijeras curvas (1 )  
Curitas 25 x 6 (2 cajas)  
Curitas surtidas (2 cajas)  
Vendas 5 x 5 (7)  
Vendas 10 x 10 (6)

## **E.2. PRODUCTOS:**

Aceite de oliva puro  
Acido tánico  
Almidón  
iso-Amilo nitrito  
Amonio acetato  
Amonio hidróxido 20%  
Carbón activo polvo (uso médico)  
Glicerina  
Magnesio oxido  
Magnesio sulfato 7-hidrato  
Sodio bicarbonato  
Sodio cloruro  
Sodio sulfato 10-hidrato  
Sodio tiosulfato 5-hidrato  
Sulfamida en polvo

## **E.3. PREPARADOS:**

Ácido acético solución al 2%  
Ácido bórico solución al 1%  
Ácido bórico solución saturada  
Colirios antiséptico y sedante  
Calcio cloruro anhidro solución al 1%  
Agua de cal (Calcio hidróxido solución saturada)  
Lechada de magnesia (20-30 g. Oxido de magnesio + 300 ml. de agua)  
Linimento óleo-calcáreo o similar (\*)  
Magnesio sulfato 7-hidrato  
Pomada de ácido tánico o de sulfadiacina argéntico  
Potasio permanganato solución al 0,1%  
Sodio bicarbonato solución al 1%

## **7. Plan de Abandono**

El abandono y la recuperación del “Laboratorio de ensayos de petróleo, gas natural y derivados” será el resultado de la decisión del Jefe de laboratorio conjuntamente con los supervisores de medio ambiente, de cerrar la totalidad o parte de las instalaciones de dicho laboratorio.

Se define como Abandono al cierre de las operaciones, retiro de equipos, edificios y estructuras de producción y/o proceso, así como la limpieza de los sitios en los que estas actividades se desarrollaron.

La restauración, a implementar luego del abandono, se refiere a los trabajos que serán necesarios para establecer y lograr la recuperación real y total del equilibrio ecológico de toda el área de influencia del “Laboratorio de ensayos de petróleo, gas natural y derivados”, teniendo en cuenta, entre otras cosas:

- Los requerimientos de las autoridades y habitantes del área donde funciona u opera el laboratorio.
- □□ Tipo de actividades futuras que han sido previstas desarrollar en el área de operación del laboratorio.
- Condiciones geográficas actuales del área de funcionamiento del laboratorio.
- Condiciones originales de los ecosistemas en el área de operación del laboratorio.
- El tiempo y costo necesario para completar las medidas de restauración en el área de operación del laboratorio.
- La factibilidad de implementación de las opciones de restauración.

### **7.1. Objetivos**

#### **7.1.1. Generales**

- Establecer las acciones correctivas necesarias para aminorar o revertir la degradación ambiental subsistente, generada por la Instalación, funcionamiento y cierre del laboratorio.
- Establecer las previsiones y medidas adecuadas para el abandono gradual, cuidadoso y planificado del laboratorio e instalaciones que forman parte de dicho Laboratorio.
- Establecer la opción de abandono que se va a tener de las instalaciones del Laboratorio.

### 7.1.2. Específicos

- Realizar el cronograma y la metodología para el traslado de infraestructura del lugar como equipos de laboratorio, recipientes de almacenamiento, traslado de sustancias químicas, lagunas de almacenamiento y pozas de almacenamiento;
- Realizar un resumen de datos sobre contaminantes presentes a niveles que excedan los criterios de limpieza propuestos;
- Identificar, delinear, caracterizar y cuantificar materiales que serán tratados o retirados;
- Resumir y describir alternativas para la limpieza del lugar;
- Estudiar alternativas para la disposición de materiales contaminados;
- Describir métodos propuestos para la limpieza del área, incluyendo la factibilidad técnica y los costos aproximados;
- Cronograma de trabajo propuesto;
- Discusión sobre el destino de contaminantes residuales (es decir, contaminantes en suelos que presentan niveles por encima del nivel natural pero por debajo de los criterios) y la manera como estas condiciones afectaran el desarrollo futuro del área;
- Resumen de las medidas de control y monitoreo de emisiones fugitivas, así como un plan de salud y seguridad para los trabajadores;
- Resumen y metodología de medidas de recuperación para volver a hacer al lugar apto para el uso propuesto del área;
- Identificación de cualquier disposición relativa al monitoreo a largo plazo y restricciones al uso de la tierra que pudieran aplicarse al uso futuro del lugar.

### 7.2. Plan propuesto

El Plan de Abandono incluye entre otras acciones las que se listan a continuación:

#### **a) Construcción de instalaciones de contención**

- Construir e inspeccionar instalaciones de contención temporales o permanentes antes de retirar cualquier desecho;
- Si se requiere, al momento de construir las instalaciones de contención, instalar sistemas de control y recolección de soluciones de lixiviación y dispositivos para el monitoreo a largo plazo;

#### **b) Manejo de drenajes de aguas residuales y superficiales**

- Desviar agua superficial limpia y mantener un sistema de tratamiento durante todo el proceso de limpieza, con el fin de tratar las aguas residuales generadas por las operaciones de limpieza y abandono;

- Monitoreo afluentes y efluentes durante todo el proceso hasta que ya no se necesiten las instalaciones de tratamiento, luego continuar con el cierre y la limpieza;

**c) Control de las emisiones hacia la atmósfera**

- Eliminar emisiones fugitivas, de ser posible, rociando con agua o supresores químicos apropiados;
- Considerar el uso de recintos temporales de presión negativa en zonas altamente contaminantes;
- Monitorear la calidad del aire en áreas de trabajo y en los límites del lugar;

**d) Remoción, tratamiento y disposición de residuos sólidos y semisólidos**

- Desaguar materiales fangosos y residuos generados por la descontaminación, con el fin de reducir costos de disposición y a granel;
- Antes de su disposición, tratar todas las aguas residuales generadas, con el fin de satisfacer normas relativas a efluentes;
- Transportar sólidos en vehículos seguros para evitar la propagación de contaminantes;

**e) Remoción y disposición de equipos de proceso**

- Descontaminar el equipo de ser necesario y retirarlo para usarlo en otro lugar o venderlo como chatarra;
- Usar sopletes cortadores con precaución para dismantelar equipo (vapores explosivos/inflamables, pinturas con contenido de plomo, otros riesgos);
- Asegurar que todos los tanques y tuberías sean drenados, así como venteados/purgados antes de su traslado;
- Retirar todo el aislamiento de asbesto empleando medidas de protección adecuadas. Separar y disponer de manera apropiada materiales contaminados con PCB;

**f) Limpieza y dismantelamiento de edificios**

- Limpiar todas las superficies, sumideros y sistemas de ductos usando técnicas apropiadas (aspiración, lavado a presión (con surfactantes o solventes), limpieza por chorro de arena y/o escarificación, etc.);

**g) Remoción de equipos y servicios enterrados**

- Drenar, purgar, excavar, ventear y disponer de todos los tanques de almacenamiento subterráneos (ver Guía Ambiental para el Manejo de Tanques de Almacenamiento Enterrados);

- Excavar y retirar cilindros enterrados para su tratamiento, destrucción o disposición;
- Drenar y purgar tuberías enterradas y, de ser apropiado, excavar, así como disponer de tuberías y cualquier suelo contaminado;

***h) Excavación de suelos y sedimentos contaminados***

- Implementar en el lugar un plan de manejo y movimiento de materiales;
- En áreas extensas, excavar el suelo en áreas contaminadas en lotes con muestreos periódicos y análisis químicos, con el fin de monitorear el progreso del traslado de contaminantes;
- Efectuar excavaciones siguiendo una secuencia lógica para evitar posibles perturbaciones por parte de vehículos en áreas donde ha culminado el traslado de contaminantes;
- No rellenar excavaciones hasta que culminen el muestreo y el análisis confirmatorio;
- No traer suelos de otro lugar para rellenar áreas en las que se han efectuado excavaciones a menos que se haya verificado que el suelo importado este “limpio”, según los criterios de limpieza que se requieran en el lugar donde se están efectuando los trabajos;

***i) Aplicación de medidas de recuperación o mitigación***

- Establecer controles de drenaje superficial y de acceso antes de implementar un programa para aquellas áreas donde se aplicaran tratamientos al suelo, incluyendo áreas de biotratamiento;
- Estabilizar todas las estructuras que permanezcan en el lugar, con el fin de garantizar que sean seguras para el uso futuro del lugar y que se controle el acceso a áreas potencialmente peligrosas (pozos, socavones, pozos perforados grandes, etc.);

***j) Monitoreo de contaminantes***

- Monitorear niveles de material particulado en el medio ambiente transportados por el aire usando dispositivos de muestreo apropiados;
- Si existen vapores tóxicos o combustibles, monitorearlos empleando instrumentos apropiados;
- Si se requiere de monitoreo temporal del agua subterránea, instalar pozos de monitoreo apropiados.

**7.2.1. OPCIONES DE ABANDONO**

Existen 3 opciones de abandono que pueden ser considerados:

- Desactivación del Laboratorio.
- Abandono Parcial del Laboratorio.
- Abandono Completo del Laboratorio.

### **7.2.1.1. Desactivación del Laboratorio**

La desactivación consiste en el cierre temporal del Laboratorio con la intención de reactivarla en un futuro, siendo las medidas generales que se toman, las siguientes:

- Cerrar y hacer mantenimiento del laboratorio, estructuras y equipos;
- Mantener un acceso controlado al Laboratorio que garantice que las instalaciones no sean violadas;
- Brindar protección contra impactos ambientales a partir de la aplicación de medidas de mitigación, de forma tal de que el lugar sea estabilizado, restaurado o protegido y que se minimice la propagación de una posible contaminación;
- Monitorear periódicamente el estado ambiental y operativo del lugar, a partir de la aplicación de un plan de monitoreo.

### **7.2.1.2. Abandono Parcial del Laboratorio**

El abandono parcial será aplicable sólo si una parte del Laboratorio está siendo cerrada o si el uso provisional no justifica un abandono y recuperación total.

El enfoque del abandono parcial incluirá el mismo enfoque por etapas que el abandono completo.

### **7.2.1.3. Abandono Total del Laboratorio**

El abandono total del Laboratorio comprende todas las actividades necesarias para cerrar el lugar, retirar todas las instalaciones y estructuras, corregir cualquier condición ambiental adversa e implementar la recuperación que sea necesaria para volver al lugar su condición original o apropiada para el uso proyectado.

## **7.2.2. REQUISITOS MÍNIMOS PARA EL ABANDONO**

El propósito del abandono y la posterior recuperación es permitir el uso beneficioso del Laboratorio mediante la eliminación o aislamiento de impactos ambientales o a la salud. Los requisitos mínimos recomendados para el abandono del Laboratorio son, entre otros:

- a. Desarrollo de un Plan de Abandono;
- b. Retirar y/o asegurar todas las estructuras sobre y bajo tierra;
- c. Retirar, corregir o garantizar el aislamiento y/o tratamiento de materiales contaminados, tanto en el laboratorio como fuera del mismo, según los criterios específicos mínimos de limpieza del lugar;

- d.  Realizar controles de acceso para estructuras que queden en el Laboratorio, con el objeto de garantizar su aislamiento de humanos y/o animales;
- e. Monitorear periódicamente las áreas de represamiento, control o tratamiento de contaminantes que permanezcan en el lugar;
- f. Limpiar el lugar hasta un nivel que ofrezca protección ambiental a corto, mediano y largo plazo y que lo haga seguro para el o los usos futuros proyectados para el Laboratorio;
- g. Registro en el título de propiedad de cualquier sustancia contaminante, desechos o estructuras dejadas en el Laboratorio que restrinjan el uso futuro y/o requieran un monitoreo periódico, con el fin de garantizar su integridad permanente;
- h. Restauración de áreas perturbadas a una condición que guarde armonía con el uso proyectado de la tierra o su estado natural;
- i. Realizar una auditoría ambiental luego de finalizado el abandono, según lo establecido por el Artículo 56° del Decreto Supremo 046-93-MEM.

## 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 8.1. Conclusiones

Del siguiente plan de Contingencias se puede concluir lo siguiente:

- a) El Comité de Contingencias debe implementar un cronograma de capacitación para todo el personal del laboratorio.
- b) Todas las personas involucradas en el Laboratorio de Ensayos, deben capacitarse y tomar conciencia de la importancia que tiene un adecuado manejo de productos y sustancias que pueden, en el caso de un deficiente manejo, producir daños al medio ambiente.
- c) El personal de Laboratorio debe conocer las medidas de seguridad del laboratorio y las acciones a tomar si ocurre una emergencia.
- d) Toda persona que visite el laboratorio debe ser informado mediante una cartilla de seguridad las medidas de seguridad del laboratorio y debe conocer las zonas de seguridad del laboratorio.
- e) El personal que trabaje en forma directa dentro del área de almacenamiento de los productos involucrados en el presente plan de contingencias, deberá poseer un conocimiento concreto de las propiedades de dichos productos (desde ya, aquellas especialmente relevantes como la inflamabilidad, corrosividad, etc).
- f) El laboratorio debe estar totalmente señalizado para facilitar la evacuación del personal de laboratorio, así como también, para evacuar a los visitantes.
- g) El plan de Contingencias debe ser revisado periódicamente para ser actualizado y/o modificado.
- h) Se debe monitorear periódicamente los niveles de las emisiones gaseosas y la calidad del aire, para mitigar cualquier impacto que pueda tenerse.
- i) El acceso a las puertas de salida deben estar completamente libres, para evitar accidentes en el momento de la evacuación, durante una emergencia.

## 8.2. Recomendaciones

- a) El personal del laboratorio debe cumplir todas las indicaciones de este plan de contingencias, y de esta manera se estará cumpliendo con lo que la ley indica.
- b) Un día a la semana se debe reunir a todo el personal del laboratorio para una charla de seguridad, de 10 minutos como máximo antes que se empiece a laborar.
- c) Se debe realizar coordinaciones con los organismos externos para realizar simulacros de sismos y de incendios, para que todo el personal del laboratorio este entrenado para actuar en dichas emergencias.
- d) El plan de contingencias periódicamente se debe poner en práctica para prevenir las posibles emergencias que se puedan tener en el laboratorio.
- e) Se debe tener un programa de mantenimiento de equipos e instrumentos para minimizar los posibles riesgos de accidentes y otras emergencias en el laboratorio.
- f) Todas las sustancias utilizadas en el laboratorio deben estar correctamente etiquetados.
- g) Se realizarán auditorias de seguimiento en las instalaciones de almacenamiento para evaluar las condiciones de contención y de mantenimiento de instalaciones (se debe tener en cuenta este punto debido a las condiciones de corrosión imperantes en la costa marina). Se plantea realizar estas auditorias, como mínimo, en forma semestral.
- h) Se debe entregar a los trabajadores, empleados y personal del Laboratorio y los visitantes al Laboratorio un manual resumido de bolsillo, que contendrá los siguientes datos:
  - 1. Compuestos y sustancias almacenadas y procesadas en el Laboratorio;
  - 2. Descripción de las características básicas de los compuestos utilizados y almacenados en el Laboratorio (inflamabilidad, toxicidad, etc.);
  - 3. Descripción de las etiquetas utilizadas en los envases, contenedores y tanques;
  - 4. Condiciones mínimas de funcionalidad de los sistemas de contención (ejemplo: la no presencia de líquidos en los espacios de contención secundaria);
  - 5. Esquema básico de rol de contingencias y emergencias.
  - 6. Ubicación de las Zonas de Emergencia en caso de Desalojar el laboratorio

## **9. Anexos**

### **9.1. Programa de Monitoreo**

#### **9.1.1 Monitoreo de Ruido**

Para el monitoreo de los niveles de ruido producidos por la operación de los equipos de un laboratorio de ensayos de petróleo, gas natural y sus derivados, se tomarán mediciones en los puntos medios de los cuatro lados del laboratorio y a las distancias que surjan de las mediciones realizadas (para evaluar el nivel de disminución de intensidad).

Como inicio del estudio de ruido, se realizarán mediciones de estudio de frecuencia e intensidad en los equipos emisores, con el fin de caracterizar los distintos espectros de frecuencia. Con esta caracterización inicial se podrá evaluar las distintas emisiones de los equipos involucrados en el estudio.

#### **9.1.2 Monitoreo de Emisiones Gaseosas**

Con respecto a la caracterización y posterior evaluación de los efluentes gaseosos considerados en el laboratorio de ensayos de petróleo, gas natural y derivados, se van a evaluar las fuentes de emisión directa (emisión a través de conducto) y las emisiones difusas (emisión dispersa).

Toda fuente de emisión gaseosa será controlada, declarada y previamente auditada (de acuerdo a procedimientos del MINEM y OSINERG) y deberá cumplir con los estándares establecidos en el EIA. Cabe aclarar que en la etapa operativa y luego de sucesivos muestreos se realizarán los cálculos de emisión según los factores AP-42 de la EPA y en caso de que se observe que el inventario es considerablemente menor a lo estipulado en el Protocolo de Monitoreo de Calidad de Aire y Emisiones de la DGAA del MEM se procederá a reconsiderar los equipos a ser monitoreados.

En la Tabla 9.1, se muestra el programa de monitoreo de emisiones gaseosas del MINEM.

Tabla 9.1. Programa de Monitoreo de Emisión Gaseosa

**PROGRAMA DE MONITOREO DE EMISIÓN GASEOSA**

CARACTERÍSTICAS	SUMATORIA DE VENTEOS DE GAS POR CAMPO	ESTACIONES DE GENERACIÓN (GASES DE COMBUSTIÓN)	CHIMENEA (2) (GASES DE COMBUSTIÓN)	AIRE
CAUDAL	X	X	X	
CROMATOGRFÍA (3)	X			
PARTÍCULAS		X	X	X
MONÓXIDO DE CARBONO		X	X	X
H <sub>2</sub> S	X			X
SO <sub>2</sub>		X	X	X
NO <sub>x</sub>		X	X	X
Hidrocarburos menos Metano		X	X	X
<p>(1) Calculado con AP – 42 de la EPA                      (2) Análisis gases de chimenea o calculado con AP – 42 de la EPA                      (3) Una vez al año, cromatografía típica.</p>				
<p><b>FRECUENCIA DE MEDICIÓN:</b> Será la que determine el responsable de la operación para obtener información confiable por la elaboración de estándares de emisión. La frecuencia de monitoreo durante los primeros 12 meses de la promulgación, con R.D. de DGAA, de los lineamientos para el monitoreo, no podrá ser menor de 1 vez por mes, posteriormente será de acuerdo a la frecuencia que el responsable propondrá en el PAMA.</p>				
<p><b>PUNTO DE MUESTREO DEL AIRE:</b> Aproximadamente 300 metros de la fuente mayor de emisión en la dirección del viento, a 1,50 metros del suelo.</p>				

*Fuente: D.S. 046-93-EM “Reglamento para la protección Ambiental en las actividades de hidrocarburos”*

**9.1.3 Monitoreo de Agua Subterránea**

Se prevé la instalación de una red freaticométrica de monitoreo de la primera napa subterránea a ser instalada en la etapa de operación y que permitirá, a partir de los monitoreos periódicos, realizar un seguimiento de la evolución de la calidad del agua de esta primera napa. El criterio para la ubicación de los freáticos será el de evaluar la influencia del laboratorio de ensayos de petróleo, gas natural y derivados sobre la napa freática subterránea así como de las industrias vecinas a la misma sobre el mencionado recurso subterráneo. Los principales parámetros a analizar se muestran en la tabla 9.2.

**Tabla 9.2. Parámetros a analizar para aguas subterráneas.**

Parámetros				
	Metodología de Laboratorio	Unidad	LDM	LQM
pH	SM 4500-H+-B	UpH	-	1 - 14
Temperatura del agua	SM 2550B	°C	-	0,1
Oxígeno disuelto	SM 4500-O-G	mg/L	-	0,1
Conductividad	SM 2510B		-	0,1
Aceites y grasas	EPA418.1	mg/L	-	0,1
Hidrocarburos totales de petróleo (TPH)	EPA413.1	mg/L	0,05	0,1
Total de sólidos disueltos(TSD)	-	US/cm	-	-
Total de sólidos suspendidos(TSS)	SM 2540C	mg/L	0,20	1
Cloruros	SM 4500-Cl-B	mg/L	0,10	1
Sulfatos	SM 4500-SO <sub>4</sub> -B	mg/L	1,00	4
Nitratos	SM 4500-NO <sub>3</sub> -C	mg/L	1,00	4
Nitrógeno Amoniacal	SM 4500-NH <sub>3</sub> -C	mg/L	0,01	0,05
Fósforo total	SM 4500-P-C	mg/L	0,50	1
Demanda bioquímica de oxígeno(DBOS)	SM 5210-B	mg/L	-	10
Demanda química de oxígeno(DQO)	SM 5220-D	mg/L	5	20
Fenoles	EPA 8270	mg/L	0,05	0,2
Sulfuros	SM 4500-S <sub>2</sub> -B	mg/L	0,10	0,40
Bario total	SM 3500-Ba-B	mg/L	0,005	0,01
Plomo total	SM 3500-Pb-B	mg/L	0,001	0,005
Cadmio total	SM 3500-Cd-B	mg/L	0,005	0,02
Mercurio total	SM 3500-Hg-B	mg/L	0,001	0,004
Cromo total	SM 3500-Cr-B	mg/L	0,05	0,20
Coliformes totales	SM 9221 / 9222	NMP/ 100 mL	3,00	1,00
E. Coli	SM 9221 / 9222	NMP/ 100 mL	3,00	1,00
Cloro libre		mg/L		
Cloro total		mg/L		
Nivel freático/sobrenadante (1)				
(1): Monitoreo de agua subterránea				

**Fuente: Plan de Manejo Ambiental y Social para la Etapa de Operación del Proyecto Planta de Fraccionamiento de Líquidos de Gas Natural e Instalaciones Marinas Componente Upstream - Proyecto Camisea. Pluspetrol Perú Corporation**

### 9.1.4 Monitoreo de residuos y efluentes líquidos

Se llevarán registros mensuales de residuos sólidos generados en el campamento discriminando por tipo de residuo: orgánicos, inorgánicos, aceitosos, metales y diversos. Se utilizará un formulario tipo donde se incluirá: responsable del registro, cantidad y destino final de los mismos. El registro será llevado mensualmente y será entregado al Monitor Ambiental Jefe o Supervisor de EHS para su archivo.

**Tabla 9.3. Programa de Monitoreo de Efluentes Líquidos**

#### PROGRAMA DE MONITOREO

CARÁCTERÍSTICAS	AGUAS SERVIDAS	EFLUENTES REFINERÍAS TOPPING	AGUA PRODUCIDA	AGUA DE LLUVIA CONT (1)	EFLUENTE REFINERÍA FCC +	CUERPO RECEPTOR
CAUDAL	X	X	X	X	X	X
TEMPERATURA	X	X	X	X	X	X
PH	X	X	X	X	X	X
CONDUCTIVIDAD	-	X	X	X	X	X
TSD	X	X	X	X	X	X
CI -	-	X	X	-	X	X(2)
DBO	X					-
OXÍGENO DISUELTO	X					X
COLIFORMES TOTALES	X					-
ACEITES Y GRASAS	-	X	X	X	X	X
FÓSFORO	X					-
NITRÓGENO AMONIACAL	X					-
FENOLES	-	-	-	-	X	-
SULFUROS	-	-	-	-	X	-
Pb	-	-	X	-	X	X
Cd	-	-	X	-	X	X
Ba	-	-	X	-	X	X
Hg	-	-	X	-	X	X
Cr	-	-	X	-	X	X

**FRECUENCIA DE MEDICIÓN:** Será la que determine el responsable de la operación para obtener información confiable para la elaboración de estándares de emisión. La frecuencia de monitoreo durante los primeros 12 meses de la promulgación, con R.D: de DGAA, de los lineamientos para el monitoreo, no podrá ser menos de 1 vez por mes, posteriormente será de acuerdo a la frecuencia que el responsable propondrá en el PAMA.

*Fuente: D.S. 046-93-EM "Reglamento para la protección Ambiental en las actividades de hidrocarburos"*

### 9.1.5 Monitoreo de Calidad de Aire

Con el fin de realizar un control en la calidad del aire atmosférico, que contemple todas las fuentes emisoras de efluentes gaseosos, se desarrolló el siguiente plan de monitoreo, del cual se presenta un resumen a continuación (este plan podrá ser revisado una vez comenzadas las operaciones, con la finalidad de realizar los ajustes de control necesarios).

Se propone ubicar 3 estaciones de monitoreo fijas (más dos de control), para el seguimiento y evaluación de la calidad del aire atmosférico en la locación y zona de influencia directa. Se realizará un estudio que evalúe las emisiones en su totalidad (incluyendo el sistema de antorcha), con el fin de obtener una información global de incidencia.

En lo que respecta al control de las emisiones producidas por el sistema de antorcha, se realizarán evaluaciones de rendimiento, las cuales quedarán incluidas en los informes de monitoreo de calidad de aire y emisiones gaseosas.

Aun no se ha definido la ubicación definitiva de las estaciones de monitoreo.

Sin embargo, la metodología a utilizar se transcribe a continuación en la tabla 9.4.

**Tabla 9.4. Parámetros a examinar en la calidad del aire.**

<b>Parámetros</b>	<b>Metodología de laboratorio</b>
SO <sub>2</sub>	ASTM D 2414
CO	NA
NO <sub>x</sub>	ASTM D 3608
Material particulado en suspensión PM10	EPA IO2,1 Caudal medio
VOCS	ASTM D 3689
H <sub>2</sub> S	ASTM D 2913

**Fuente: Plan de Manejo Ambiental y Social para la Etapa de Operación del Proyecto Planta de Fraccionamiento de Líquidos de Gas Natural e Instalaciones Marinas Componente Upstream - Proyecto Camisea. Pluspetrol Perú Corporation**

**Tabla 9.5. Concentración Máxima aceptable de Contaminantes en el Aire.**

**CONCENTRACIÓN MÁXIMA ACEPTABLE DE CONTAMINANTES EN EL AIRE**

<b>PARÁMETRO</b>	<b>LÍMITES RECOMENDADOS</b>
Contaminantes Convencionales	
Partículas, promedio 24h	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Monóxido de Carbono, promedio 1h / 8h	35 $\text{mg}/\text{m}^3$ / 15 $\text{mg}/\text{m}^3$
Gases Ácidos	
Ácidos Sulfhídrico ( $\text{H}_2\text{S}$ ), promedio 1h	30 $\mu\text{g} / \text{m}^3$
Dióxido de Azufre ( $\text{SO}_2$ ), promedio 24h	300 $\mu\text{g} / \text{m}^3$
Óxidos de Nitrógeno ( $\text{NO}_x$ ), promedio 24h, 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
Compuestos Orgánicos	
Hidrocarburos, promedio 24h	15000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Con el objeto de estandarizar la composición del gas y los contaminantes, los objetivos de emisión se expresan en relación a los metros cúbicos secos de gas de combustión a 25 °C y 101,3 Kpa (presión atmosférica) y 11% de oxígeno con el gas de salida.	

**Fuente: D.S. 046-93-EM "Reglamento para la protección Ambiental en las actividades de hidrocarburos"**

## 9.2. SISTEMAS DE IDENTIFICACIÓN DE LOS MATERIALES PELIGROSOS.

En general se utilizan diversos sistemas internacionales, los cuales son:

- Sistema ICS (International Classification System): nombre del material. Número de la ONU.
- Sistema CEE/MERCOSUR: panel naranja, código europeo.
- Código HAZCHEM (Reino Unido).
- Rombo de Riesgos de la NFPA (National Fire Protection Association). Norma 704.
- Norma DIN (Alemania).

### 9.2.1. SISTEMA ICS DE CLASIFICACIÓN DE MATERIALES PELIGROSOS

La ONU establece la clasificación ICS (International Classification System) para los materiales. Estos se clasifican en nueve grupos o clases de acuerdo a sus propiedades físicas y químicas, y a su vez se subdividen en clases de riesgos o divisiones.

#### **Clases:**

Clase 1: Sustancias y artículos explosivos.

Clase 2: Gases comprimidos, licuados, disueltos a presión y refrigerados.

Clase 3: Líquidos inflamables y combustibles.

Clase 4: Sólidos inflamables.

Clase 5: Sustancias oxidantes.

Clase 6: Tóxicos o sustancias venenosas.

Clase 7: Sustancias radiactivas.

Clase 8: Materiales corrosivos.

Clase 9: Diversas sustancias peligrosas.

En la tabla 9.6. de Clasificación de Materiales Peligrosos (MATPEL) se muestran las características, los riesgos y medidas de prevención.

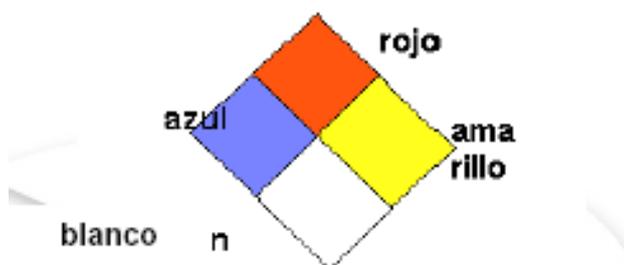
**Tabla 9.6. Clasificación de los Materiales Peligrosos**

<b>CLASIFICACIÓN DE LOS MATERIALES PELIGROSOS</b>				
<b>MAPTEL</b>	<b>CLASIFICACIÓN</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>RIESGOS</b>	<b>MEDIDAS DE PREVENCIÓN</b>
CLASE 1 EXPLOSIVOS	1.1 Con peligro de explosión en masa (Clase A):nitroglicerina 1.2 Con peligro de proyección (Clase B):pólvora 1.3 Con peligro de inflamación  <b>1.4 Con peligro de explosión no significativo (Clase C):munición</b>	Sensibles al: * Calor * Choque * Fricción	* Explosión de toda la masa * Proyección de partículas * Incendio	* Control de fuentes de ignición * Usar material antideflagrante * No fumar, ni hacer fuego
CLASE 2 GASES	1.5 Muy insensibles :agentes explosivos (detonadores):ANFO 1.6 Sustancias extremadamente insensibles Pueden ser: * CONTAMINADOS :metano , oxígeno * LICUADOS :cloro. Butano. etc.  * DISUELTOS: NH3 en agua, acetileno 2.1 Gas inflamable: H2, acetileno, amoníaco 2.2 Gas comprimido no inflamable no tóxico:O2, N2, He 2.3 Gas venenoso: F2, HCN, H2S, etc.	* Inflamables * No inflamables * Reactivos * Tóxicos	*Recipientes a presión * Incendio (si es inflamable) * A veces tóxico o corrosivo * Posibilidad de bleves	*Control de fuentes de ignición * Controlar posibles incendios cortar suministro * Prevenir de acuerdo a las características del gas * Evitar BLEVES
CLASE 3 LIQUIDOS	2.4 Gas corrosivo: Cl2, etc. 3.1 Líquido inflamable (Clase IA ) : gasolina 3.2 Líquido combustible con pi intermedio (Clase II): diesel	Su peligrosidad es proporcional al	* Inflamables	* Control de fuentes de ignición * Controlar posibles incendios
CLASE 4 SOLIDOS	3.3 Líquido combustible con alto Pi (Clase IIIB): aceites, líquido frenos 4.1 Sólidos inflamables: naftalina, azufre 4.2 Sólidos propensos a combustión espontánea: fósforo	Flash Point Su peligrosidad es proporcional al	* A veces explosiva * A veces tóxico o corrosivo	* Limitar la cantidad a utilizar * No fumar , ni hacer fuego
CLASE 5 OXIDANTES	4.3 Sólidos que Rx. Con agua y emiten gases inflamables: Na, K 5.1 Comburente u oxidante : percloratos, nitratos, permanganatos 5.2 Peróxidos orgánicos: de butilo, de benzoilo	Flash Point Sustancias ricas O2 Ayudan la combustibles	*Incremento de incendio * a veces explosión	* Separar inflamables * Separar fuentes de ignición
CLASE 6 TOXICOS (VENENOS)	6.1 Tóxicos: sustancias nocivas la salud (incluso muerte). Veneno A: HCN; bromoacetona; fosgeno; etc. Veneno B: fenol; nitroanilina; parathion; cianuros; pesticidas 6.2 Sustancias infecciosas: virus, parásitos; hongos; polio ;etc.	* Polvos * Líquidos * Gases * Vapores	* Ingestión * Inhalación Absorción cutánea	
CLASE 7 RADIATIVOS	7.1 Radiación máxima en la superficie 0,5 mRem/hr: Cr 51 7.2 Radiación máxima en la superficie 50 mRem/h: yodo 131 7.3 Radiación máxima en la superficie 200 mRem/h: Co 60	Isótopos radiactivos Combustibles nucleares Material fusible	Radiactividad Contaminación del ambiente Tumores	Separar de incendios y explosivos Hermeticidad total Uso de ropa de protección especial
CLASE 8 CORROSIVOS	Ácidos orgánicos e inorgánicos Bases	Lesiones graves tejidos Ataca metales	Contaminación del ambiente Corrosión	* Uso de ropa protección adecuada * Evitar contaminación
CLASE 9 MISCELANEOS	9.1 Materiales peligrosos misceláneos: cloroformo 9.2 Sustancias ambientalmente peligrosos 9.3 Residuos peligrosos			* Envases herméticos

**Fuente: Seguridad en Laboratorio Químico, Tecsup Virtual, 2003**

### 9.2.2. NORMA 704 DEL NFPA

Es un sistema de normas de la identificación de diversos riesgos de los materiales, mediante el símbolo de un rombo. En cual está dividido en cuatro cuadrantes o secciones, cada uno con un código de colores que se indican.



**El rombo de la NFPA**

Los colores representan:

El **azul**: Riesgos para la salud.

El **rojo**: Riesgos de inflamabilidad.

El **amarillo**: Riesgos de reactividad.

El **blanco**: Información especial.

Los números que pueden estar en los rombos azul, rojo o amarillo indican el nivel o grado de peligrosidad del producto químico, en escala de 0 a 4.

#### ***Riesgos de los productos químicos:***

NIVEL	GRADO
Muy alto	4
Alto	3
Mediano	2
Bajo	1
Muy bajo	0

Los símbolos del rombo del NFPA sirven para señalar e identificar los productos químicos y así prevenir riesgos en su manipulación, transporte y almacenamiento.

La mayor parte de los reactivos químicos, todavía no usan estos códigos, en los productos de la **J.T. Baker**, se observa dichos códigos.

Sin embargo es usual observar que en tanques cisternas, cilindros u otros recipientes grandes se utilizan los rombos; los camiones cisternas de ácido sulfúrico o combustibles normalmente llevan esta señalización.

Los laboratorios químicos deberían usar estos tipos de señalizaciones en aquellos frascos que accidentalmente perdieron sus etiquetas.

**La clave de identificación de los riesgos:**

<b>Riesgos de salud</b>	
> Demasiado peligroso (muerte)	<b>4</b>
> Extremadamente peligroso	<b>3</b>
> Peligroso	<b>2</b>
> Ligeramente peligroso	<b>1</b>
> Como material corriente	<b>0</b>

<b>Riesgos de inflamabilidad</b>	
> Extremadamente inflamable	<b>4</b>
> Extra ignición a temperatura normal	<b>3</b>
> Extra ignición al calentarse	<b>2</b>
> Debe precalentarse para arder	<b>1</b>
> No arde	<b>0</b>

<b>Riesgos de reactividad</b>	
> Pueden detonar si están expuestas al fuego	<b>4</b>
> Pueden detonar por fuerte golpe o calor	<b>3</b>
> Posibilidad de cambio químico violento.	<b>2</b>
> Inestable si se calienta	<b>1</b>
> Estable normalmente	<b>0</b>

Información especial	
> Oxidante	OXI
> Acido	ACID
> Alcalino	ALC
> Corrosivo	CORR
> No usar agua	<u>W</u>
> Peligro de radiación	ΔΔ
	Δ

### 9.2.3. NORMA DIN SÍMBOLOS. SIGNIFICADO

Los símbolos o **pictogramas** colocados en los reactivos químicos, así como las indicaciones sobre riesgos y los consejos de prudencia o seguridad, sirven para asegurarnos contra los daños a la salud. La simbología correspondiente está aprobada por convenciones internacionales sobre seguridad, conocidas como NORMA DIN. Acompañando al pictograma aparecen una indicación de peligro, códigos de Frases de Riesgos (**R**) y códigos de Consejos de Prudencia o Seguridad (**S**), que son un conjunto de consideraciones sobre los riesgos y la forma de contrarrestarlos.

#### 9.3.1.1. LOS PICTOGRAMAS DE PELIGRO.

Los pictogramas más difundidos, son los que muestran:

Símbolos de Peligro

#### Explosivos (E)

**Clasificación:** son sustancias y preparaciones, que reaccionan exotérmicamente también sin oxígeno y que detonan según condiciones de ensayo fijadas, deflagran rápidamente o pueden explotar al calentar bajo inclusión parcial.

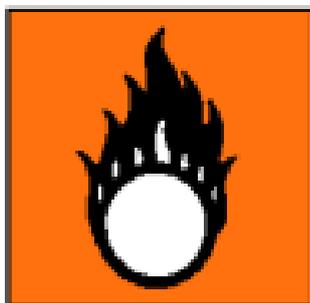


**Precaución:** evitar toque, percusión, fricción, formación de chispas, fuego y acción del calor.

### **COMBURENTES (O)**

**Clasificación:** peróxidos orgánicos que son combustibles aunque no estén en contacto con materiales combustibles. Otras sustancias y preparaciones, normalmente no son combustibles pero en contacto con materiales combustibles, sobre todo por cesión de oxígeno, aumentan considerablemente el peligro de incendio y la violencia del mismo.

O



**Precaución:** Evitar todo contacto con sustancias combustibles.

**Peligro de inflamación:** Pueden favorecer los incendios comenzado, y dificultando su extinción.

### **FÁCILMENTE INFLAMABLES (F)**

**Clasificación:** Líquidos con un punto de inflamación inferior a 21°C, pero que no son altamente inflamables. Sustancias sólidas y preparaciones que por acción breve de una fuente de inflamación pueden inflamarse fácilmente y luego pueden continuar quemando o permanecer incandescentes.



**Precaución:** Mantener lejos de llamas abiertas, chispas y fuentes de calor.

## EXTREMADAMENTE INFLAMABLES (F +)

**Clasificación :** Líquidos con un punto de inflamación inferior a 0°C y un punto de ebullición de máximo 35 °C. Gases y mezclas de gases, que a presión normal y temperatura usual son inflamables en el aire.

F+



**Precaución:** Mantener lejos de llamas abiertas, chispas y fuentes de calor.

## TÓXICOS (T)

**Clasificación:** La inhalación, ingestión o absorción cutánea en pequeña cantidad pueden conducir a daños para la salud de magnitud considerable, posiblemente con consecuencias mortales.

En caso de sospecha de daños graves para la salud, posiblemente irreversibles, por absorción única, repetida o prolongada, especialmente en el caso de efectos cancerígenos, mutágenos y tóxicos para la reproducción.

T



**Precaución:** Evitar cualquier contacto con el cuerpo humano. En caso de malestar consultar inmediatamente al médico. En caso de sustancias clasificadas como cancerígenas, mutágenas o tóxicas para la reproducción se hace referencia a estos peligros. En caso de manipulación de estas sustancias deben observarse prescripciones especiales.

## MUY TÓXICOS (T + )

**Clasificación:** La inhalación, ingestión o absorción cutánea en muy pequeña cantidad pueden conducir a daños de considerable magnitud para la salud, posiblemente con consecuencias mortales.

En caso de sospecha considerable de daños graves para la salud, posiblemente irreversibles, por absorción única, repetida y prolongada.



T+

**Atención:** Evitar cualquier contacto con el cuerpo humano. En caso de malestar consultar inmediatamente con el médico.

## CORROSIVO (C)

**Clasificación:** Destrucción del tejido cutáneo en todo su espesor en el caso de piel sana, intacta, o si este resultado puede ser predicho.



C

**Precaución:** Mediante medidas protectoras especiales evitar el contacto con los ojos, piel y vestidos. No inhalar los vapores. En caso de accidente o malestar consultar inmediatamente al médico.

## NOCIVO (XN)

**Clasificación:** La inhalación, ingestión o absorción cutánea pueden provocar daños para la salud agudos o crónicos. En el caso de sospecha de daños graves para la

salud, posiblemente irreversibles, por absorción única, repetida o prolongada, especialmente en caso de sospecha de efectos cancerígenos, mutágenos y tóxicos en la reproducción.



**Precaución:** Evitar el contacto con el cuerpo humano. En el caso de sustancias que se encuentran bajo sospecha de ser cancerígenas, mutágenas y tóxica en la reproducción se hará referencia a estas circunstancias.

### **IRRITANTE (XI)**

**Clasificación:** Sin ser corrosivas, pueden producir inflamaciones en caso de contacto breve, prolongado o repetido con la piel o las mucosas. Peligro de sensibilización en caso de contacto con la piel.

**Xi**



**Precaución:** Evitar el contacto con los ojos y la piel, no inhalar los vapores.

### **PELIGROSOS PARA EL MEDIO AMBIENTE ( N )**

**Clasificación:** En caso de ser liberados en el medio ambiente acuático y no acuático puede producirse un daño del ecosistema por cambio del equilibrio natural, inmediatamente o con posterioridad.

Ciertas sustancias o sus productos de transformación pueden alterar simultáneamente diversos compartimentos.



**Precaución:** Según sea el potencial de peligro no dejar que alcancen la canalización, el suelo o el medio ambiente. Observar las prescripciones de gestión de residuos especiales.

## 9.2.4. Riesgos específicos y consejos de seguridad

### 9.2.4.1. Código de riesgos

Código	Descripción
R 1	Explosivo en estado seco.
R 2	Riesgo de explosión por choque, fricción, fuego u otras entes de ignición.
R 3	Alto riesgo de explosión por choque, fricción, fuego u otras fuentes de ignición.
R 4	Forma compuestos metálicos explosivos muy sensibles.
R 5	Peligro de explosión en caso de calentamiento.
R 6	Peligro de explosión, lo mismo en contacto que sin contacto con el aire.
R 7	Puede provocar incendios.
R 8	Peligro de fuego en contacto con materias combustibles.
R 9	Peligro de explosión al mezclar con materias combustibles.
R 10	Inflamable.
R 11	Fácilmente inflamable.
R 12	Extremadamente inflamable.
R 13	Gas licuado extremadamente inflamable.
R 14	Reacciona violentamente con el agua.
R 15	Reacciona con el agua liberando gases fácilmente inflamables.
R 15.1	Reacciona con ácidos produciendo gases muy inflamables.
R 16	Puede explosionar en mezcla con sustancias comburentes.
R 17	Se inflama espontáneamente en contacto con el aire.
R 18	Al usarlo pueden formarse mezclas vapor-aire explosivas inflamables.
R 19	Puede formar peróxidos explosivos.
R 20	Nocivo por inhalación.
R 21	Nocivo en contacto con la piel.
R 22	Nocivo por ingestión.
R 23	Tóxico por inhalación.
R 24	Tóxico en contacto con la piel.

R 25	Tóxico por ingestión.
R 27	Muy tóxico en contacto con la piel.
R 28	Muy tóxico por ingestión.
R 29	En contacto con agua libera gases tóxicos.
R 30	Puede inflamarse fácilmente al usarlo.
R 31	En contacto con ácidos libera gases tóxicos.
R 31.1	En contacto con ácidos libera gases tóxicos.
R 32	En contacto con ácidos libera gases muy tóxicos.
R.33	Peligro de efectos acumulativos.
R 34	Provoca quemaduras.
R 35	Provoca quemaduras graves.
R 36	Irrita los ojos.
R 37	Irrita las vías respiratorias.
R 38	Irrita la piel.
R 39	Peligro de efectos reversibles muy graves.
R 40	Posibilidad de efectos irreversibles.
R 41	Riesgos de lesiones oculares graves.
R 42	Posibilidad de sensibilización por inhalación.
R 43	Posibilidad de sensibilización en contacto con la piel.
R 44	Riesgo de explosión al calentarlo en ambiente confinado.
R 45	Puede causar cáncer.
R 45.1	Puede causar cáncer (Reglamentación grupo IT)
R 45,2	Puede causar cáncer (Reglamentación grupo IIT)
R. 45.3	Puede causar cáncer (Reglamentación grupo IIIT)
R 46	Puede causar alteraciones genéticas hereditarias.
R 47	Puede causar malformaciones congénitas.
R 48	Riesgos de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada.
R 49	Puede causar cáncer por inhalación.
R 50	Muy tóxico para los organismos acuáticos,
R 51	Tóxico para los organismos acuáticos.
R 52	Nocivo para los organismos acuáticos.
R 53	Puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático.
R 54	Tóxico para la flora.
R 55	Tóxico para la fauna.
R 56	Tóxico para los organismos del suelo.
R 57	Tóxico para las abejas.
R 58	Puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente.
R 59	Peligrosos para la capa de ozono.

### Combinación de las frases R

<b>Código</b>	<b>Descripción</b>
<b>R 14/15</b>	Reacciona violentamente con el agua liberando gases muy inflamables.
<b>R 15/29.</b>	Reacciona con el agua, formando gases tóxicos y fácilmente inflamables
<b>R 20/21</b>	Nocivo por inhalación y en contacto con la piel.
<b>R 20/22</b>	Nocivo por inhalación y por ingestión.
<b>R 20/21/22</b>	Nocivo por inhalación, por ingestión y en contacto con la piel.
<b>R 21/22</b>	Nocivo en contacto con la piel y por ingestión.
<b>R 23/24</b>	Tóxico por inhalación y en contacto con la piel.
<b>R 23/25</b>	Tóxico por inhalación y por ingestión.
<b>R 23/24/25</b>	Tóxico por inhalación y en contacto con la piel.
<b>R 24/25</b>	Tóxico en contacto con la piel y por ingestión.
<b>R 26/27</b>	Muy tóxico por inhalación y en contacto con la piel.
<b>R 26/28</b>	Muy tóxico por inhalación y por ingestión.
<b>R 26/27/28</b>	Muy tóxico por inhalación, por ingestión y en contacto con la piel.
<b>R 27/28</b>	Muy tóxico por contacto con la piel y por ingestión.
<b>R 36/37</b>	Irrita los ojos y las vías respiratorias.
<b>R 36/38</b>	Irrita los ojos y la piel.
<b>R 36/37/38</b>	Irrita los ojos, la piel y las vías respiratorias.
<b>R 39/23</b>	Tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por inhalación.
<b>R 39/24</b>	Tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por contacto con la piel.
<b>R 39/25</b>	Tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por ingestión.
<b>R 39/23/24</b>	Tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por inhalación y contacto con la piel.
<b>R 39/23/25</b>	Tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por inhalación e ingestión.
<b>R 39/24/25</b>	Tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por contacto con la piel e ingestión.
<b>R39/23/24/25</b>	Tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por inhalación, contacto con la piel e ingestión.
<b>R 39/26</b>	Muy tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por inhalación.
<b>R 39/27</b>	Muy tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por contacto con la piel.
<b>R 39/28</b>	Muy tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por ingestión.
<b>R 39/26/27</b>	Muy tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por inhalación y contacto con la piel.
<b>R 39/26/28</b>	Muy tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por ingestión e inhalación.

<b>R 39/27/28</b>	Muy tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por contacto con la piel e ingestión.
<b>R39/26/27/28</b>	Muy tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por inhalación, contacto con la piel e ingestión.
<b>R 40/20</b>	Nocivo: posibilidad de efectos irreversibles por inhalación.
<b>R 40/21</b>	Nocivo: posibilidad de efectos irreversibles por contacto con la piel.
<b>R 40/22</b>	Nocivo: Posibilidad de efectos irreversibles por ingestión.
<b>R 40/20/21</b>	Nocivo: posibilidad de efectos irreversibles por inhalación y contacto con la piel.
<b>R 40/20/22</b>	Nocivo: posibilidad de efectos irreversibles por inhalación e ingestión.
<b>R 40/21/22</b>	Nocivo: posibilidad de efectos irreversibles por contacto con la piel e ingestión.
<b>R40/20/21/22</b>	Nocivo: posibilidad de efectos irreversibles por inhalación, contacto con la piel e ingestión.
<b>R 42/43</b>	Posibilidad de sensibilización por inhalación y por contacto con la piel.
<b>R 48/20</b>	Nocivo: peligro de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación.
<b>R 48/21</b>	Nocivo: peligro de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por contacto con la piel.
<b>R 48/22</b>	Nocivo: peligro de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación y contacto con la piel.
<b>R 48/20/21</b>	Nocivo: peligro de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación y contacto con la piel.
<b>R 48/21/22</b>	Nocivo: peligro de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por contacto con la piel e ingestión.
<b>R48/20/21/22</b>	Nocivo: peligro de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación, contacto con la piel e ingestión.
<b>R 48/23</b>	Tóxico: peligro de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación.
<b>R 48/24</b>	Tóxico: peligro de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por contacto con la piel.
<b>R 48/25</b>	Tóxico: peligro de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por ingestión.
<b>R 48/23/24</b>	Tóxico: peligro de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación y contacto con la piel.
<b>R 48/23/25</b>	Tóxico: peligro de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación e

	ingestión.
<b>R 48/24/25</b>	Tóxico: peligro de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por contacto con la piel e ingestión.
<b>R48/23/24/25</b>	Tóxico: peligro de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación, contacto con la piel e ingestión.

#### 9.2.4.2. Consejos de seguridad o prudencia (Frases S)

<b>Código</b>	<b>Descripción</b>
<b>S 1</b>	Consérvese bajo llave.
<b>S 2</b>	Manténgase fuera del alcance de los niños.
<b>S 3</b>	Consérvese en lugar fresco.
<b>S 4</b>	Manténgase lejos de locales habitados.
<b>S 5</b>	Consérvese en ...
<b>S 5. 1</b>	Agua.
<b>S 5.2</b>	Petróleo
<b>S 6</b>	Consérvese en ...
<b>S 6.1.</b>	Nitrógeno
<b>S 6.2</b>	Argón.
<b>S 6.3</b>	Dióxido de carbono.
<b>S 7</b>	Manténgase el recipiente bien cerrado.
<b>S 8</b>	Manténgase el recipiente en lugar seco.
<b>S 9</b>	Consérvese el recipiente en lugar bien ventilado.
<b>S 12</b>	No cerrar herméticamente el recipiente.
<b>S 13</b>	Manténgase lejos de alimentos y bebidas.
<b>S 14</b>	Consérvese lejos de...
<b>S 14.1</b>	Reductores, compuestos de metales pesados, ácidos y álcalis.
<b>S 14.2</b>	Productos oxidantes y ácidos, compuestos de metales pesados.
<b>S 14.3</b>	Hierro.
<b>S 14.4</b>	Agua.
<b>S 14.5</b>	Ácidos.
<b>S 14.6</b>	Lejías.
<b>S 14.7</b>	Metales.
<b>S 14.8</b>	Productos oxidantes y ácidos.
<b>S 14.9</b>	Sustancias orgánicas inflamables.
<b>S 14.10</b>	Ácidos, medios de reducción.
<b>S 14.11</b>	Sustancias orgánicas inflamables.
<b>S 15</b>	Protéjase del calor.
<b>S 16</b>	Protéjase de fuentes de ignición. No fumar.
<b>S 17</b>	Manténgase lejos de materias combustibles.
<b>S 18</b>	Manipúlese y ábrase el recipiente con prudencia.
<b>S 20</b>	No comer ni beber durante su utilización.

<b>S 21</b>	No fumar durante su utilización.
<b>S 22</b>	No respirar el polvo.
<b>S 23</b>	No respirar los gases/humos/vapores aerosoles.
<b>S 23.1</b>	No respirar el gas.
<b>S 23.2</b>	No respirar el vapor.
<b>S 23.3</b>	No respirar el aerosol.
<b>S 23.4</b>	No respirar el humo.
<b>S 23.5</b>	No respirar el vapor aerosol
<b>S 24</b>	Evítase el contacto con la piel.
<b>S 25</b>	Evítase el contacto con los ojos.
<b>S 26</b>	En caso de contacto con los ojos, lávenlos inmediata y abundantemente con agua y acúdase a un médico.
<b>S 27</b>	Quítense inmediatamente la ropa manchada o salpicada.
<b>S 28</b>	En caso de contacto con la piel, lávese inmediata y abundantemente con...
<b>S 28.1</b>	Agua.
<b>S 28.2</b>	Agua y jabón
<b>S 28.3</b>	Agua y jabón, a ser posible también con polietilenglicol 400.
<b>S 28.4</b>	Polietilenglicol 300 y etanol (2.1) y después con abundante agua y jabón.
<b>S 28.5</b>	Polietilenglicol 400.
<b>S 28.6</b>	Polietilenglicol 400 y agua abundante.
<b>S 28.7</b>	Agua y jabón ácido.
<b>S 29</b>	No tirar los residuos por el desagüe.
<b>S 30</b>	No echar jamás agua el producto.
<b>S 33</b>	Evítense la acumulación de cargas electrostáticas.
<b>S 34</b>	Evítense golpes y rozamientos.
<b>S 35</b>	Elimínense los residuos del producto y sus recipientes con todas las precauciones posibles.
<b>S 35.1</b>	Elimínense los residuos y sus recipientes después de un tratamiento con hidróxido de sodio al 2%.
<b>S 36</b>	Usen indumentaria protectora adecuada
<b>S 37</b>	Use guantes adecuados.
<b>S 38</b>	En caso de ventilación insuficiente, usen equipo respiratorio adecuado.
<b>S 39</b>	Usen protección para los ojos/cara.
<b>S 40</b>	Para limpiar el suelo y los objetos contaminados por este producto, úsese ..
<b>S 40.1</b>	Agua
<b>S 41</b>	En caso de incendio y/o de explosión, no respire los humos.
<b>S 42</b>	Durante las fumigaciones/pulverizaciones utilícese equipo respiratorio adecuado.
<b>S 43</b>	En caso de incendio úsese ...
<b>S 43.1</b>	Agua.
<b>S 43.2</b>	Agua o polvo extintor.
<b>S 43.3</b>	Polvo extintor. No usar nunca agua.
<b>S 43.4.</b>	Dióxido de carbono. No usar nunca agua
<b>S 43.5</b>	Halógenos. No usar nunca agua.

<b>S 43.6</b>	Arena. No usar nunca agua.
<b>S 43.7</b>	Polvo extintor para metales. No usar nunca agua.
<b>S 43.8</b>	Arena, dióxido de carbono o polvo extintor. No usar nunca agua.
<b>S 44</b>	En caso de malestar, acuda al médico (si es posible, muéstrole la etiqueta).
<b>S 45</b>	En caso de accidente o malestar, acuda inmediatamente al médico (si es posible muéstrole la etiqueta).
<b>S 46</b>	En caso de ingestión, acuda inmediatamente al médico y muéstrole la etiqueta o envase.
<b>S 47</b>	Consérvese a una temperatura no superior a .. °C.
<b>S 48</b>	Consérvese húmedo con ...
<b>S 48.1</b>	Agua.
<b>S 49</b>	Consérvese únicamente en el recipiente de origen.
<b>S 50</b>	No mezclar con ...
<b>S 50.1</b>	Ácidos.
<b>S 50.2</b>	Lejías.
<b>S 50.3</b>	Ácidos fuertes, bases fuertes, metales no férricos y sus sales.
<b>S 51</b>	Úsese únicamente en lugares bien ventilados.
<b>S 52</b>	No usar sobre grandes superficies en locales habitados.
<b>S 53</b>	Evítense la exposición - recábense instrucciones especiales antes del uso.
<b>S 54</b>	Obtener autorización de las autoridades de control de la contaminación antes de verter hacia las instalaciones de depuración de aguas residuales.
<b>S 55</b>	Trátense con las mejores técnicas disponibles antes de verter en desagües o en el medio acuático.
<b>S 56</b>	No verter en desagües o en el medio ambiente. Elimínese en un punto autorizado de recogida de residuos.
<b>S 57</b>	Utilícese un envase de seguridad adecuado para evitar la contaminación del medio ambiente.
<b>S 58</b>	Elimínese como residuo peligroso.
<b>S 59</b>	Remitir al fabricante proveedor para obtener información sobre su reciclado/recuperación.
<b>S 60</b>	Elimínese el producto y/o recipiente como residuos peligrosos.

### Combinación de las frases S

<b>Código</b>	<b>Descripción</b>
<b>S 1 / 2</b>	Consérvese bajo llave y manténgase fuera del alcance de los niños.
<b>S 3/7/9</b>	Consérvese el recipiente en lugar fresco y bien ventilado y manténgase bien cerrado.
<b>S 3/9</b>	Consérvese el recipiente en lugar fresco y bien ventilado.
<b>S 3/9/14</b>	Consérvese en lugar fresco y bien ventilado y lejos de ..

<b>S 3/9/14.1</b>	Reductores, compuestos de metales pesados, ácidos y álcalis.
<b>S 3/9/14.2</b>	Sustancias oxidantes y ácidas y compuestos de metales pesados.
<b>S 3/9/14.3</b>	Hierro.
<b>S 3/9/14.4</b>	Aguas y lejías.
<b>S 3/9/14.5</b>	Ácidos.
<b>S 3/9/14.6</b>	Lejías.
<b>S 3/9/14.7</b>	Metales.
<b>S 3/9/14.8</b>	Sustancias oxidantes y ácidas.
<b>S 3/9/14/49</b>	Consérvese únicamente en el recipiente de origen, en lugar fresco y bien ventilado y lejos de ...
<b>S3/9/14.1/49</b>	Reductores, compuestos de metales pesados, ácidos y álcalis.
<b>S3/9/14.2/49</b>	Sustancias oxidantes y ácidas y compuestos de metales pesados.
<b>S3/9/14.3/49</b>	Hierro.
<b>S3/9/14.4/49</b>	Agua y lejías.
<b>S3/9/14.5/49</b>	Ácidos.
<b>S3/9/14.6/49</b>	Lejías.
<b>S3/9/14.7/49</b>	Metales.
<b>S3/9/14.8/49</b>	Sustancias oxidantes y ácidas.
<b>S 3/9/49</b>	Consérvese únicamente en el recipiente de origen, en lugar fresco y bien ventilado.
<b>S 3/9/14</b>	Consérvese en lugar fresco y lejos de ..
<b>S 3/9/14.1</b>	Reductores, compuestos de metales pesados, ácidos y álcalis.
<b>S 3/9/14.2</b>	Sustancias oxidantes y ácidas y metales pesados.
<b>S 3/9/14.3</b>	Hierro.
<b>S 3/9/14.4</b>	Agua y lejías.
<b>S 3/9/14.5</b>	Ácidos.
<b>S 3/9/14.6</b>	Lejías.
<b>S 3/9/14.7</b>	Metales.
<b>S 3/9/14.8</b>	Sustancias oxidantes y ácidas.
<b>S 7/8</b>	Manténgase el recipiente bien cerrado y en lugar fresco.
<b>S 7/9</b>	Manténgase el recipiente bien cerrado y consérvese en lugar bien ventilado.
<b>S 20/21</b>	No comer, beber, ni fumar durante su utilización.
<b>S 24/25</b>	Evítese contacto con los ojos y la piel.
<b>S 36/37</b>	Usen indumentaria y guantes de protección adecuados.
<b>S 36/37/39</b>	Usen indumentaria y guantes adecuados y protección para los ojos/ cara.
<b>S 37/39</b>	Usen guantes adecuados y protección para los ojos /la cara.
<b>S 47/49</b>	Consérvese únicamente en el recipiente de origen y a temperatura no superior a ...°C.

### 9.3. Plan de Desalojo del Laboratorio

Lo más importante es la seguridad de los visitantes y de los empleados que se encuentran dentro del laboratorio en el momento de una contingencia.

Es por esto que, en la mayoría de las situaciones de emergencia, desalojar el laboratorio es la medida de seguridad más efectiva. El concepto de Operaciones de Desalojo del Laboratorio de Ensayos de petróleo, gas natural y derivados establece lo siguiente:

1. El Supervisor de Laboratorio tiene la facultad y la responsabilidad de avisar, tanto al Comité de Contingencias como al personal y visitantes, para que se comience el desalojo cuando exista un riesgo que atente contra la seguridad debido a una situación de emergencia.
2. El aviso para desalojar el edificio será la alarma. El Supervisor de Laboratorio o un empleado del laboratorio la activará y, a la misma vez, se comunicará con la Oficina de Operaciones de Contingencia. El teléfono de la Oficina de Operaciones de contingencia estará disponible 24 horas. Esta Oficina se comunicará con el Comité de Contingencias, quienes tendrán un megáfono, el cual se utilizará para alertar verbalmente a las personas sobre el desalojo. En los ambientes pequeñas donde no se requiere el uso de alarmas, el Supervisor de Laboratorio avisará al personal sobre el desalojo verbalmente o con el uso de un instrumento que emita un sonido de alerta (pito, bocina, etc.). El aviso verbal dirá repetidamente **“ESTO ES UNA EMERGENCIA, FAVOR DE DESALOJAR EL LABORATORIO AHORA”**.
3. Cuando se emita la señal de desalojo, todas las personas deben proceder inmediatamente a salir del Laboratorio en forma ordenada. Una vez fuera, deben permanecer a, no menos de, 200 m. de distancia del Laboratorio.
4. La orden de desalojo es solamente para el Área del Laboratorio donde se da la señal. Si hay que desalojar todo el Laboratorio, se impartirán instrucciones al respecto.
5. La forma más rápida y efectiva de desalojar todo el Laboratorio es a pié. Por tal razón, se debe seguir este procedimiento a menos que se impartan otras instrucciones.
6. Los empleados del Laboratorio identificarán con anticipación cualquier persona con impedimentos que se encuentre en el Laboratorio y que pueda tener dificultad para desalojarlo. También identificarán, por lo menos, dos que ayudarán a estas personas en el desalojo.
7. Una vez notificada la situación, el Jefe de Laboratorio tomará la decisión de activar este Plan utilizando las guías establecidas. Desde ese momento el Comité de Contingencias tomará el control y la dirección de las operaciones.

8. De ser necesario, el Comité de Contingencias se comunicará con las entidades de Apoyo Externo.
9. Luego de que pase la emergencia, el Comité de Contingencias hará una evaluación del área y determinará si el Laboratorio está en condiciones para ser habitado. Si hubiese la presencia de alguna entidad de Apoyo Externo, se tomará en consideración las sugerencias de estos en la toma de decisiones.
10. El Supervisor de Laboratorio le proveerá información al Comité de Contingencias, quienes harán un informe escrito sobre lo ocurrido. Una copia permanecerá en la Oficina del Coordinador de Contingencias del Laboratorio, quien lo entregará al Jefe de Laboratorio con recomendaciones y otra copia se enviará a la Oficina de Salud y Seguridad Ocupacional
11. Se ofrecerán adiestramientos para el Grupo Directivo y para el Grupo Operacional. Éstos serán organizados por la Oficina de Salud y Seguridad Ocupacional y serán ofrecidos por la Oficina de Calidad Ambiental, Salud y Seguridad Ocupacional (CASSO) de la Administración Central del Laboratorio y por entidades de apoyo externo como Defensa Civil y el Cuerpo de Bomberos, entre otros.
12. Se realizarán esporádicamente ejercicios de desalojo de emergencia con el propósito de practicar el ejercicio de desalojo con el personal administrativo y personal técnico del Laboratorio. El Comité de Contingencias decidirá el lugar del Laboratorio donde se realizarán los ejercicios de desalojo y coordinará con El Jefe de Laboratorio y Supervisor de Laboratorio los detalles de dicha actividad. En algunos ejercicios de desalojo se contará con la ayuda de entidades de apoyo externo como Defensa Civil o el Cuerpo de Bomberos del Perú.
13. Todo el personal de Laboratorio tendrá muy claro las instrucciones de desalojo y le impartirán estas instrucciones de desalojo a los visitantes al Laboratorio. Éstas se encuentran en párrafos posteriores. Será responsabilidad del Jefe de Laboratorio asegurarse que los empleados y el personal técnico del laboratorio cumplan con esta encomienda.

#### 9.4. Instrucciones de Desalojo para el personal del laboratorio, empleados y visitantes

Lo más importante es la vida del personal, empleados y visitantes que están presentes en el laboratorio en el momento de ocurrir la emergencia, es por esto que, en la mayoría de las situaciones de emergencia, desalojar el edificio es la medida de seguridad más efectiva. Por tal razón, en el laboratorio de ensayos de petróleo, gas natural y derivados se tomarán las siguientes consideraciones:

1. El aviso para desalojar el edificio será la alarma. Esta será activada por el Supervisor de Laboratorio quien, al mismo tiempo, se comunicará con el Comité de Contingencias para que se controle la situación.
2. En los ambientes pequeños donde no se requiere el uso de alarmas, el Supervisor de Laboratorio avisará al personal sobre el desalojo verbalmente: **ESTO ES UNA EMERGENCIA, FAVOR DE DESALOJAR EL LABORATORIO AHORA.**
3. Una vez emitido el aviso de la alarma o verbal, todas las personas que se encuentren en el Laboratorio procederán al desalojo inmediato del mismo, utilizando las puertas de salida más cercanas (Lo debe realizar por la puerta más cercana a su ubicación). Se tomará en cuenta lo siguiente:
  - a. Mantenga la calma en todo momento.
  - b. Recoja rápido sus pertenencias personales.
  - c. Siga las instrucciones impartidas por el Coordinador de Contingencias del Laboratorio para salir del mismo.
  - d. Una vez fuera del edificio, manténgase lo más alejado posible del mismo, a una distancia de no menos de 200 m.
4. No intervenga en las labores de respuesta a emergencias, a menos que le sea requerido por el Comité de Contingencias.
5. No regrese al Laboratorio hasta que el Comité de Contingencias determine que no existe ninguna situación de peligro y que se pueden reiniciar las labores. Recuerde que la mejor manera de proteger su vida en caso de una emergencia es responder con calma e inmediatamente ante una alarma o aviso de desalojo. Si se adoptan estas instrucciones, la operación de desalojo será exitosa y el riesgo de lesiones o pérdida de vidas será mínimo.

## 9.5. FORMULARIO PARA AMENAZAS TELEFÓNICAS DE BOMBAS

1. Nombre, posición y área de trabajo de la persona que recibe la amenaza de bomba:

\_\_\_\_\_

2. Fecha y hora de la amenaza de bomba:

\_\_\_\_\_

3. Texto de la amenaza de bomba:

\_\_\_\_\_

4. Número de teléfono o extensión por donde se recibió la amenaza de bomba:

\_\_\_\_\_

5. Localización de la bomba:

\_\_\_\_\_

6. Hora en que va a estallar la bomba:

\_\_\_\_\_

7. Sistema de detonación:

\_\_\_\_\_

8. Número de personas o voces que hacen la amenaza:

\_\_\_\_\_

9. Sexo de la persona, o personas, que hacen la llamada:

\_\_\_\_\_

10. Edad aproximada de la persona, o personas, que hacen la amenaza:

Niño \_\_\_\_\_ Persona de mediana edad \_\_\_\_\_

Joven \_\_\_\_\_ Persona de mayor edad \_\_\_\_\_

11. Tono de voz:

lento \_\_\_\_\_ rápido \_\_\_\_\_ alto \_\_\_\_\_ bajo \_\_\_\_\_

fino \_\_\_\_\_ ronco \_\_\_\_\_ disfrazado \_\_\_\_\_

12. Animosidad:

calmado \_\_\_\_\_ agitado \_\_\_\_\_ nervioso \_\_\_\_\_ lloroso \_\_\_\_\_

alegre \_\_\_\_\_ triste \_\_\_\_\_ con coraje \_\_\_\_\_

13. Acento (regionalismo o nacionalidad):

\_\_\_\_\_

14. Sonidos de fondo:

\_\_\_\_\_

## 9.6. SIMULACROS

Para poder asegurar que el presente Plan de Contingencias es operativo se comenzará ideando un supuesto de emergencia de nivel medio, pero que tenga la característica de ser participativo para toda el personal que labora y/o visita las instalaciones del “Laboratorio de Ensayos de Petróleo, gas natural y derivados”. Lo más adecuado es una evacuación general por un supuesto de fuga tóxica u otro motivo similar. Tomando este ejemplo guía, comenzamos por planificar con detalle el supuesto con indicación de lo que deben realizar los distintos grupos de actuación.

Siempre se debe avisar previamente a la realización del simulacro a los responsables del Laboratorio implicados más directamente.

Una vez alcanzado un mínimo de experiencia en simulacros, sólo deben conocer la fecha y hora de la prueba el máximo responsable de la Seguridad, el Jefe de Laboratorio y algún personal técnico del laboratorio que se considere no debe participar en dicha prueba porque sea imprescindible para asegurar la continuidad de la labor en el Laboratorio.

Deberán haber observadores dedicados exclusivamente a tomar nota de los detalles mejorables, anomalías y cronometración de los tiempos de evacuación.

Con anterioridad al simulacro se deben organizar sesiones recordatorias de los procedimientos de actuación en la evacuación para evacuadores y resto de personal con funciones específicas como telefonistas, vigilantes y personal sanitario.

Mantenimiento revisará también previamente al simulacro las instalaciones de alarma y comunicaciones del “Laboratorio de Ensayos de petróleo, gas natural y derivados”, como intervención extra fuera del programa normal establecido y debe informar al Comité de Contingencias del Laboratorio, los resultados de dicha revisión.

Después de realizado este primer simulacro, se debe hacer un análisis inmediato de las incidencias y posteriormente en reuniones con el personal de intervención y resto de personal comunicar todo el análisis resaltando las incidencias más notables. Finalmente se harán las correcciones oportunas en el Plan de Contingencias.

Paulatinamente se irá aumentando la dificultad de los supuestos de los simulacros a razón de uno o dos por año. Se buscará el momento idóneo de nivel de entrenamiento alcanzado, para plantearse el primer simulacro de Emergencia General con intervención de toda la Ayuda Exterior, con una planificación previa minuciosa con los responsables de esta ayuda externa.

Los simulacros reflejaran alguna hipotética situación de emergencia que pueda acontecer en el Laboratorio. A continuación se citan algunos tipos de eventos característicos que podrían ser causantes de la activación de este Plan de Contingencias. Los tres tipos principales son escapes, incendios y explosiones. Los escapes pueden ser en fases líquida o vapor/gas, por lo que podemos describir los siguientes ejemplos de escapes:

- Escape en fase líquida con formación sobre el suelo de charco y evaporación.
- Escape en fase líquida de fluidos solubles sobre agua con posterior dispersión entre ambos líquidos.
- Escape en fase líquida de fluidos insolubles sobre agua con formación de charco sobre agua y evaporación posterior.
- Escape en fase vapor/gas a alta/baja velocidad con densidad inferior/superior a la del aire y posterior dispersión por turbulencia/gravedad.

Como ejemplos de lo anterior podemos citar los:

- de líquido en un depósito (tank fire)
- de líquido en un charco (pool fire)
- de vapores a baja velocidad (fireball)
- de vapores a alta velocidad (jet fire).

Dentro de las explosiones se pueden considerar:

- Las confinadas de polvos inflamables
- De productos de reacción inestables (run-away reaction)
- De gas/vapor inflamable.

Las explosiones no confinadas o parcialmente confinadas pueden ser:

- De gas/vapor inflamable (U.V.C.E., Unconfined Vapor Cloud Explosion)
- De líquidos criogénicos (rapid phase transition).
- Mención aparte merecen las explosiones llamadas BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosión).

Todos los supuestos deberán ser analizados detalladamente por los responsables de seguridad del Laboratorio, para escoger entre ellos el más idóneo para cada simulacro, según el nivel de emergencia considerado y la simulación posible dentro de las instalaciones.

## 10. BIBLIOGRAFÍA

PANREAC

**Seguridad en los laboratorios químicos**

Moniplet y Esteban S.A. Barcelona, 1988

GIT VERLAG

**Seguridad Manual para el Laboratorio**

Merck KgaA, 1998

ENGINE ZONE

**Inspección basada en Riesgo**

ASME Internacional, 2003

J. M. STORCH DE GRACIA

**Manual de Seguridad Industrial en Plantas Químicas y Petroleras, Vol I, II**

Mc Graw Hill, 1998

CURSO A DISTANCIA

**Seguridad en Laboratorio Químico**

Tecsup Virtual, 2003

LEY N° 26221

**Ley Orgánica de Hidrocarburos**

Ministerio de Energía y Minas

D.S. 046-93-EM

**“Reglamento para la protección Ambiental en las actividades de hidrocarburos”**

Ministerio de Energía y Minas

### **Normas NTP(Nacional Toxicology Programs)**

NTP 225: Electricidad estática en el trasvase de líquidos inflamables

NTP 269: Cancerígenos, mutágenos y teratógenos: manipulación en el laboratorio

NTP 307: Líquidos inflamables y combustibles: almacenamiento en recipientes móviles

NTP 359: Seguridad en el laboratorio: gestión de residuos tóxicos y peligrosos en pequeñas cantidades

NTP 362: Fugas en recipientes y conducciones: emisión en fase líquida

NTP 459: Peligrosidad de productos químicos: etiquetado y fichas de datos de seguridad

Programa de Salud Laboral  
**Cómo responder a una emergencia**  
Universidad de California, Berkeley

**MANUAL DE SUPERVIVENCIA EN EL LABORATORIO**  
Universidad de Alicante

**PLAN DE HIGIENE LABORAL**  
Universidad de Granada

**Plan de Manejo Ambiental y Social para la Etapa de Operación del Proyecto  
Planta de Fraccionamiento de Líquidos de Gas Natural e Instalaciones  
Marinas Componente Upstream - Proyecto Camisea**  
Pluspetrol Perú Corporation