



# **INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**

## **ESCUELA NACIONAL DE MEDICINA Y HOMEOPATÍA**

**SECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN**

**MAESTRÍA EN SALUD OCUPACIONAL, SEGURIDAD E HIGIENE**

### **“DIAGNÓSTICO SITUACIONAL SOBRE RIESGOS QUÍMICOS EN LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN, PROPUESTA DE ATENCIÓN Y PREVENCIÓN”**

#### **TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRIA  
EN CIENCIAS EN SALUD OCUPACIONAL SEGURIDAD E HIGIENE**

**P R E S E N T A:**

**ANABEL MARICRUZ ROJAS ALEGRIA**

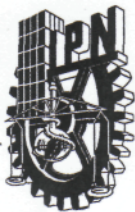


**DIRECTOR(a) DE TESIS**

**M. en C. JORGE TORRES GONZÁLEZ**

**D. en C. MANUEL ARAUJO ÁLVAREZ**

**México, D.F. 2011**



# INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

## SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

### ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

En la Ciudad de México, D.F. siendo las 16:40 horas del día 02 del mes de diciembre del 2011 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de Tesis, designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de La ENMH para examinar la tesis titulada:

**"Diagnóstico situacional para riesgos químicos en  
laboratorios de investigación, y propuesta de atención y prevención"**

Presentada por el alumno:

**ROJAS**

Apellido paterno

**ALEGRÍA**

Apellido materno

**ANABEL MARICRUZ**

Nombre(s)

Con registro:

|   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|
| B | 0 | 9 | 1 | 4 | 5 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|

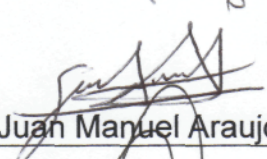
aspirante de:

**Maestría en Ciencias en Salud Ocupacional, Seguridad e Higiene**

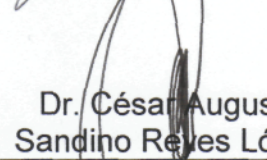
Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron **APROBAR LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

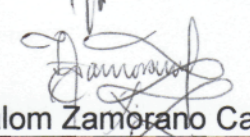
### LA COMISIÓN REVISORA

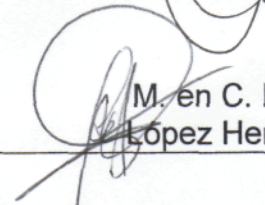
Directores de tesis

  
Dr. Juan Manuel Araujo Álvarez

  
M. en C. Jorge Torres González

  
Dr. César Augusto  
Sandino Reyes López

  
Dr. Absalom Zamorano Carrillo

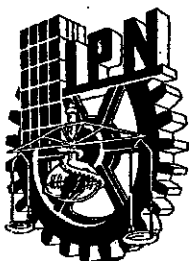
  
M. en C. Enrique  
López Hernández

PRESIDENTE DEL COLEGIO DE PROFESORES

  
Dr. César Augusto Sandino Reyes López



SECRETARÍA DE  
EDUCACIÓN PÚBLICA  
INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL  
ESCUELA NACIONAL DE MEDICINA  
Y HOMEOPATÍA  
SECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
E INVESTIGACIÓN



**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**  
**SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO**

**CARTA CESIÓN DE DERECHOS**

En la Ciudad de México, D.F., el día 12 del mes de diciembre del año 2011, el (la) que suscribe **Rojas Alegría Anabel Maricruz Rojas Alegría**, alumno(a) del Programa de **Maestría en Ciencias en Salud Ocupacional, Seguridad e Higiene**, con número de registro **B091459**, adscrito a la **Escuela Nacional de Medicina y Homeopatía**, manifiesta que es autor (a) intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección de **M. en C. Jorge Torres González** y **D. en C. Juan Manuel Araujo Álvarez**, y cede los derechos del trabajo intitulado **“DIAGNÓSTICO SITUACIONAL PARA RIESGOS QUÍMICOS EN LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN, Y PROPUESTA DE ATENCIÓN Y PREVENCIÓN”**, al Instituto Politécnico Nacional para su difusión, con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección [aleroma\\_26@hotmail.com](mailto:aleroma_26@hotmail.com). Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

Anabel Maricruz Rojas Alegría

Nombre y firma

## ÍNDICE

|                                                                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| GLOSARIO                                                                                                        | I  |
| RESUMEN                                                                                                         | IV |
| ABSTRACT                                                                                                        | V  |
| INTRODUCCIÓN                                                                                                    | 1  |
| <br><u>CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES.</u>                                                                            |    |
| 1.1 Los temas, los planteamientos teórico-metodológicos y los procesos de investigación sobre riesgos químicos. | 5  |
| 1.2 Generalidades del centro de trabajo                                                                         | 11 |
| <br><u>CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO.</u>                                                                           |    |
| 2.1 Agentes químicos y su peligrosidad.                                                                         | 15 |
| 2.1.1 Agente químico                                                                                            | 15 |
| 2.1.2 Peligrosidad de los agentes químicos.                                                                     | 16 |
| 2.2 Clasificación de los agentes químicos.                                                                      | 21 |
| 2.2.1 Clasificación de los agentes químicos por los riesgos que representan                                     | 21 |
| 2.2.2 Clasificación por su forma de presentarse.                                                                | 27 |
| 2.3 Vías de Ingreso                                                                                             | 29 |
| 2.4 Efectos a la salud de los agentes químicos usados en Laboratorio                                            | 35 |
| 2.5 Diagnóstico Situacional                                                                                     | 43 |
| 2.6 Marco jurídico sobre agentes químicos y la protección en el trabajo.                                        | 48 |
| <br><u>CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA.</u>                                                                             |    |
| 3.1 Tipo y diseño de la Investigación                                                                           | 53 |
| 3.2 Universo de estudio.                                                                                        | 53 |
| 3.2.1 Criterios selección de la población.                                                                      | 53 |
| 3.3 Materiales y Recursos.                                                                                      | 54 |
| 3.4 Diagnóstico situacional sobre riesgos químicos                                                              | 55 |
| 3.4.1. Identificación del peligro                                                                               | 57 |
| 3.4.2 Método para evaluación del riesgo.                                                                        | 57 |

## ÍNDICE

### CAPÍTULO 4. RESULTADOS.

|                                                    |    |
|----------------------------------------------------|----|
| 4.1 Peligros identificados                         | 64 |
| 4.2 Evaluación de la exposición a agentes químicos | 70 |
| 4.3 Evaluación Dosis – Respuesta.                  | 78 |
| 4.4 Caracterización y Jerarquización del Riesgo    | 79 |

|              |    |
|--------------|----|
| CONCLUSIONES | 81 |
|--------------|----|

|                 |    |
|-----------------|----|
| RECOMENDACIONES | 83 |
|-----------------|----|

|                           |    |
|---------------------------|----|
| REFERENCIAS BIBLIOGRAFICA | 88 |
|---------------------------|----|

### ANEXOS

|                                         |     |
|-----------------------------------------|-----|
| ANEXO I. Perfil Toxicológico            | 90  |
| ANEXO II. Resultados de Laboratorio     | 93  |
| ANEXO III. Cálculos                     | 105 |
| ANEXO IV. Programa de seguridad y salud | 112 |

**INDICE DE TABLAS, FIGURAS GRAFICAS Y PLANOS.**

| <b><u>Tabla</u></b> | <b><u>LISTA DE TABLAS</u></b><br><b><u>Nombre de la tabla</u></b>          | <b><u>Página</u></b> |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| <b>Tabla 2.1.</b>   | Propiedades físicas y químicas que hacen peligrosas a los agentes químicos | 19                   |
| <b>Tabla 2.2</b>    | Clasificación de los riesgos derivado de los efectos que presentan         | 26                   |
| <b>Tabla 2.3</b>    | Tipos de agentes químicos de acuerdo a la manera de presentarse            | 28                   |
| <b>Tabla 2.4.</b>   | Clasificación de Peligros                                                  | 44                   |
| <b>Tabla 3.1</b>    | Grado De Efecto A La Salud Del Contaminante                                | 58                   |
| <b>Tabla 3.2</b>    | Grado De Exposición Potencial                                              | 58                   |
| <b>Tabla 3.3</b>    | Clasificación cualitativa del riesgo                                       | 59                   |
| <b>Tabla 3.4.</b>   | Protocolo de muestreo                                                      | 60                   |
| <b>Tabla 4.1.</b>   | Puestos de trabajo por laboratorio.                                        | 66                   |
| <b>Tabla 4.2.</b>   | Evaluación cualitativa del Riesgo                                          | 67                   |
| <b>Tabla 4.3.</b>   | Distribución de sujetos según edad y sexo.                                 | 70                   |
| <b>Tabla 4.4.</b>   | Condiciones de Temperatura y humedad en áreas de trabajo                   | 72                   |
| <b>Tabla 4.5.</b>   | Resultado de evaluación de la exposición.                                  | 74                   |
| <b>Tabla 4.6</b>    | Condiciones de Temperatura y humedad en áreas de trabajo.                  | 75                   |
| <b>Tabla 4.7</b>    | Zonas contaminadas con Bromuro de Etidio                                   | 76                   |
| <b>Tabla 4.8.</b>   | Evaluación Dosis – Respuesta                                               | 78                   |
| <b>Tabla 4.9.</b>   | Caracterización y Jerarquización de riesgos.                               | 79                   |

| <b><u>Figura</u></b> | <b><u>LISTA DE FIGURAS</u></b><br><b><u>Nombre de la figura</u></b> | <b><u>Página</u></b> |
|----------------------|---------------------------------------------------------------------|----------------------|
| <b>Figura. 1.1.</b>  | Objetivos de Investigación de Trabajos sobre Riesgos Químicos       | 5                    |
| <b>Figura 1.2</b>    | Líneas de Investigación seguidas en el Centro de Trabajo            | 12                   |
| <b>Figura 1.3</b>    | Organigrama general de Laboratorios de Investigación                | 13                   |
| <b>Figura 2.1</b>    | Contexto termino riesgo-peligro                                     | 18                   |
| <b>Figura 2.2</b>    | Trayecto de ingreso de agentes químicos al Sistema respiratorio     | 31                   |
| <b>Figura 2.3.</b>   | Estructura de la piel                                               | 32                   |
| <b>Figura 2.3.</b>   | Marco Jurídico sobre agentes químicos                               | 49                   |
| <b>Figura 3.1</b>    | Equipo utilizado para monitoreo de agentes químicos                 | 55                   |
| <b>Figura 3.2</b>    | Diagrama de flujo método aplicado                                   | 56                   |
| <b>Figura 3.4.</b>   | Procedimiento de monitoreo de ácido acético en aire                 | 61                   |
| <b>Figura 4.1</b>    | Flujograma.                                                         | 64                   |
| <b>Figura 4.2</b>    | Mapa de Riesgos Generales.                                          | 65                   |
| <b>Figura 4.3</b>    | Mapa de Riesgos Químicos.                                           | 65                   |
| <b>Figura 4.4</b>    | Identificación de Zonas contaminadas por BrET                       | 77                   |

| <b><u>Grafica</u></b> | <b><u>GRÁFICAS</u></b><br><b><u>Nombre de la gráfica</u></b>       | <b><u>Página</u></b> |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------|----------------------|
| <b>Grafica 4.1</b>    | Distribución de personal ocupacionalmente expuesto en laboratorios | 65                   |
| <b>Grafica 4.2</b>    | Distribución de la Población de acuerdo al Puesto de trabajo       | 66                   |
| <b>Gráfica 4.3</b>    | Distribución de sujetos según sexo                                 | 71                   |
| <b>Gráfica 4.4</b>    | Distribución de sujetos según edad                                 | 71                   |

| <b><u>PLANO</u></b> | <b><u>PLANOS</u></b><br><b><u>NOMBRE DEL PLANO</u></b> | <b><u>Página</u></b> |
|---------------------|--------------------------------------------------------|----------------------|
| <b>Plano 4.1</b>    | Condiciones de Seguridad en los Laboratorios           | 73                   |
| <b>Plano 4.2</b>    | Zonas contaminadas por Bromuro de Etidio               | 76                   |

## AGRADECIMIENTOS

*Agradezco a mis asesores, el D. en C. Juan Manuel Araujo Álvarez y el M. en C. Jorge Torres González, por esta oportunidad y su generosa manera de abrirme las puertas a todo su conocimiento. Gracias, por todo el apoyo moral y profesional a lo largo de estos años.*

*A los profesores que participaron en mi jurado, muchas gracias por sus valiosos comentarios y sugerencias acerca de este trabajo. En especial al Dr. en C. César Sandino y al M. en C. Enrique López H., por brindarme las facilidades para la realización de este proyecto.*

*Al M. en C. Germán Pichardo Villalón y la Empresa Asesoría y Capacitación en Riesgos Industriales S.C., muchas gracias por facilitar el equipo y conocimientos necesarios para la realización de las evaluaciones ambientales dentro de este trabajo.*

*También, deseo expresar mi gratitud a la M. en C. Ma. del Carmen López, por su ayuda y consejos brindados para el buen desarrollo de este proyecto.*

*Agradezco a el personal de la Sección de Estudios de Posgrado e Investigación de la Escuela Nacional de Medicina y Homeopatía por su valiosa colaboración en el desarrollo de este trabajo.*

---

*Con cariño:*

***A Mis Padres:***

*Tomás Rojas L. y Verónica Alegría Q.*

***A mis Hermanos:***

*Carlos, Alonso  
y Paty M. (& Leo).*

***“POR SU APOYO, COMPRENSIÓN, TOLERANCIA Y AMOR INCONDICIONAL  
BRINDADO”***

---

## GLOSARIO.

**Accidente de trabajo:** Toda lesión orgánica o perturbación funcional, inmediata o posterior, o la muerte, producida repentinamente en ejercicio o con motivo del trabajo, cualesquiera que sean el lugar y el tiempo en que se preste.

**Actos inseguros:** Las acciones realizadas por el trabajador que implican una omisión o violación a un método de trabajo o medida determinados como seguros.

**Agente:** El elemento físico, químico o biológico que por ausencia o presencia en el ambiente laboral, puede afectar la vida, salud e integridad física de los trabajadores.

**Asfixiante simple:** gases o vapores inertes que desplazan el aire, disminuyendo la concentración de oxígeno, sin otros efectos importantes.

**CAS:** iniciales del nombre en inglés del servicio de información de sustancias químicas de los Estados Unidos de América (Chemical Abstract Service).

**Concentración medida en el ambiente laboral (CMA):** es la concentración medida en el medio ambiente laboral.

**Concentración promedio ponderada en tiempo (PPT):** es la sumatoria del producto de las concentraciones por el tiempo de medición de cada una de las exposiciones medidas, dividida entre la suma de los tiempos de medición durante una jornada de trabajo.

**Condiciones normales de temperatura y presión (TPN):** corresponde a un medio ambiente a una temperatura de 298 K (25°C) y a una presión de 101.3 kPa (760 mmHg).

**Contaminantes del medio ambiente laboral:** son todas las sustancias químicas y mezclas capaces de modificar las condiciones del medio ambiente del centro de

trabajo y que, por sus propiedades, concentración y tiempo de exposición o acción, puedan alterar la salud de los trabajadores.

**Eficiencia de recolección:** porcentaje de una sustancia química, específica del medio ambiente laboral, retenida en el medio de captura.

**Estrategia de muestreo:** es el conjunto de criterios a partir del reconocimiento, que sirven para definir el procedimiento de evaluación de la exposición de los trabajadores.

**Evaluación:** es la cuantificación de los contaminantes del medio ambiente laboral.

**Grupo de exposición homogénea:** es la presencia de dos o más trabajadores expuestos a las mismas sustancias químicas con concentraciones similares e igual tiempo de exposición durante sus jornadas de trabajo, y que desarrollan trabajos similares.

**Límite máximo permisible de exposición (LMPE):** es la concentración de un contaminante del medio ambiente laboral, que no debe superarse durante la exposición de los trabajadores en una jornada de trabajo, en cualquiera de sus tres tipos. El límite máximo permisible de exposición se expresa en  $\text{mg}/\text{m}^3$  o ppm, bajo condiciones normales de temperatura y presión.

**Límite máximo permisible de exposición de corto tiempo (LMPE-CT):** es la concentración máxima del contaminante del medio ambiente laboral, a la cual los trabajadores pueden estar expuestos de manera continua durante un periodo máximo de quince minutos, con intervalos de al menos una hora de no exposición entre cada periodo de exposición y un máximo de cuatro exposiciones en una jornada de trabajo y que no sobrepase el LMPE-PPT.

**Límite máximo permisible de exposición pico (P):** es la concentración de un contaminante del medio ambiente laboral, que no debe rebasarse en ningún momento durante la exposición del trabajador.

**Límite máximo permisible de exposición promedio ponderado en tiempo (LMPE-PPT):** es la concentración promedio ponderada en tiempo de un contaminante del medio ambiente laboral para una jornada de ocho horas diarias y una semana laboral de cuarenta horas, a la cual se pueden exponer la mayoría de los trabajadores sin sufrir daños a su salud.

**Muestreo ambiental:** es el procedimiento de captura, o de captura y determinación de los contaminantes del medio ambiente laboral.

**Muestreo personal:** es el procedimiento de captura de contaminantes del medio ambiente laboral, a la altura de la zona respiratoria del trabajador, mediante un equipo que pueda ser portado por el mismo durante el periodo de muestreo.

**Nivel de acción:** Es la mitad de límite máximo permisible de exposición, establecido para las sustancias.

**Polvo respirable:** son los polvos inertes cuyo tamaño sea menor a 10  $\mu\text{m}$ .

## RESUMEN.

Las actividades científicas dentro de los laboratorios de investigación, cada día, se vuelven más complejas y peligrosas, ya que se ven condicionadas, por sus propias características, que representan una serie de riesgos de origen y consecuencias muy variadas, relacionados básicamente con las instalaciones donde se realizan, el desarrollo de nuevas tecnologías y la incorporación de nuevos productos químicos.

Respecto a estos últimos debe tenerse en cuenta que suelen ser muy peligrosos, aunque normalmente se emplean en pequeñas cantidades y de manera discontinua. El objetivo de este estudio es determinar cuáles son los riesgos químicos a los que los trabajadores de los laboratorios de la Sección de Estudios de Posgrado e Investigación (SEPI), de la Escuela Nacional de Medicina y Homeopatía (ENMyH), están expuestos; para lo cual se realizó un diagnóstico situacional, bajo el método de Diagnóstico Situacional Modificado (López, 2009), basado en los componentes básicos para la evaluación del riesgo "Riesk Assesment" (NAS ,1983).

Se encontraron sustancias clave como los son acrilamida, bromuro de Etidio, ácido acético, ácido clorhídrico, ácido sulfúrico, que representa un especial riesgo para los trabajadores que realizan sus actividades en este tipo de laboratorios, se muestra información respecto a sus características, e indicadores que describen la exposición a estas sustancias, y la manera de administrar los riesgos hallados.

Las sustancias enlistadas que se encontraron representan un riesgo especial para la salud de los trabajadores, instalaciones del centro de trabajo y medio ambiente, se encuentran principalmente dentro de las sustancias clasificadas por el riesgo que representan, como sustancias Irritantes, Carcinogénicas, Mutagénicas , Tóxicas, representadas principalmente por el grupo de solventes y amidas.

En el trabajo se propone la implementación de un programa de salud y seguridad en el trabajo que como primer fase permita la delegación de responsabilidades e implementación de acciones encaminadas a la gestión integrada de los riesgos químicos, así mismo se propone la aplicación de controles operacionales que en conjunto a las acciones antes mencionadas arrojen avances en la prevención de los riesgos químicos a los que están sometidos los trabajadores del centro de trabajo.

|                                                                                                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>PALABRAS CLAVE:</b> <i>Riesgos químicos, higiene laboral, diagnóstico situacional, seguridad laboral.</i> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## **ABSTRACT**

The scientific activities in research laboratories every day become more complex and dangerous as they are conditioned by their own characteristics, which represent a number of risks and consequences of origin varied, related primarily to facilities where are made, the development of new technologies and the incorporation of new chemicals

Regarding the latter must be taken into account which can be quite dangerous, but usually used in small quantities and discontinuously. The objective of this study is to identify chemical hazards to which workers in the laboratories of the Section of Postgraduate Studies and Research (SEPI), National School of Medicine and Homeopathy (ENMyH), they are exposed for what which conducted a situational analysis, under the Modified situational Diagnosis method (Lopez, 2009), based on the basic components of risk assessment "Risk assessment" (NAS, 1983).

Key substances were found as are acrylamide, ethidium bromide, acetic acid, hydrochloric acid, sulfuric acid, which represents a particular risk to workers who operate in such laboratories, displays information about its characteristics, and indicators describing the exposure to these substances, and how to manage the risks found.

Listed substances were found represent a special risk to the health of workers, workplace facilities and environment, are found primarily in substances classified by the risk they represent, as irritant, carcinogenic, mutagenic, toxic, mainly represented by the group of solvents and amides

The paper proposes the implementation of a health and safety as a first phase allows the delegation of responsibilities and implementation of actions to the integrated management of chemical risks, and it is proposed the implementation of operational controls together with the above actions throw advances in the prevention of chemical hazards to which workers are subjected workplace.

|                                                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------|
| KEY WORDS: Chemical, occupational hygiene, situational assessment, job security |
|---------------------------------------------------------------------------------|

## INTRODUCCIÓN.

En la actualidad, el avance tecnológico, científico y la incorporación de productos químicos en los procesos productivos tanto en las empresas así como en instituciones, ha dado lugar a que la seguridad e higiene laboral adquiera mayor importancia, fundamentalmente, en la preservación de la salud de los trabajadores, pero también en la búsqueda de que las organizaciones sean más productivas.

Es así que el trabajo dentro de los laboratorios, no se ve exento ya que las actividades de investigación cada día se vuelva más complejas, esto derivado de sus propias características, que representan una serie de riesgos de origen y consecuencias muy variadas, relacionados básicamente con las instalaciones, el desarrollo de nuevas tecnologías, la incorporación de 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.

De acuerdo con los registros de la *American Chemical Society* (SAQ, Sociedad Americana de Química) existen más de 53 millones de agentes químicos en el mundo, de los cuales, en el mercado se comercializan el 77% de ellos, además existen cifras que señalan que tan solo el 0.5 % de las sustancias registradas en el sistema son reguladas por instituciones especializadas para su manejo y aun así el 10% de ellas no han sido objeto de pruebas toxicológicas completas y sistemáticas; estos registros aunados a los estudios realizados por parte de *Occupational Safety and Health Administration* (OSHA, por sus siglas en inglés), nos arrojan que 300 de las sustancias registradas son carcinógenas y 2000 son alérgenos declarados (*Chemical Abstract Service* (CAS), 2009; OSHA, 2006).

Existe, a su vez, una preocupación internacional acerca del peligro de los productos químicos para la humanidad y el ambiente natural, preocupación que se comenzó a manifestar inicialmente en la Conferencia de las Naciones Unidas para el Ambiente Humano realizada en Estocolmo, Suecia en 1972, y por su parte la Organización Mundial de la Salud (OMS) en 1977 expreso la necesidad de una acción internacional, lo que en conjunto llevó a establecer en el año 1987 el Programa Internacional de

Seguridad de las Sustancias Químicas (PISSSQ) entre la OMS, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y la Organización internacional del trabajo (OIT), cuyo objetivo sería: el de entregar una base científica Internacional sobre las cuales los países pueden desarrollar sus propias medidas de seguridad química, y para reforzar las capacidades de cada país para la prevención y tratamiento de los efectos dañinos de los productos químicos así como para el manejo de los aspectos de la salud en las emergencias químicas. (Márquez, 2000)

Lo anterior, muestra un panorama en el que los compuestos químicos representan una probabilidad de riesgo para los trabajadores que interactúan con ellos, hecho que se refuerza con las estadísticas de la OIT, que estiman que, de las 2 millones de muertes de origen laboral que tienen lugar cada año en el mundo, 440,000 se producen como resultado de la exposición de trabajadores a agentes químicos (OIT, 2003).

Es por esto que, dentro de este trabajo se realizará un diagnóstico situacional en los laboratorios de la Sección de Estudios de Posgrado e Investigación de la Escuela Nacional de Medicina y Homeopatía, para lograr los siguientes objetivos:

**Objetivo General:**

Determinar los riesgos químicos a los que se encuentran expuestos el personal ocupacional de los laboratorios de la Sección de Estudios de Posgrado e Investigación de la ENMyH.

**Objetivos Particulares:**

- Identificación de riesgos químicos específicos mediante la aplicación de la metodología del Diagnóstico Situacional.
- Determinación de zonas de riesgo prioritario.
- Elaboración de una propuesta de programa de prevención y control de riesgos químicos.

Es de vital importancia recordar que el personal de laboratorio tiene el derecho a realizar su trabajo en un ambiente seguro y confortable, que disponga de los elementos necesarios para prevenir accidentes y para solucionarlos en caso de producirse. Sin olvidar que el principal elemento de la prevención de accidentes laborales es el propio trabajador y su sentido común y de la responsabilidad, pero no se puede dejar a un lado otros elementos que se ven involucrados y que quizá no estén en manos de los trabajadores, es por ello que el presente trabajo tendrá como propósito el diseñar una propuesta de prevención y atención a los riesgos químicos a los que está expuesto el personal, mediante la propuesta de una serie de acciones, que permitan atender las necesidades de capacitación e infraestructura, presentes en el centro de trabajo.

Para dar cumplimiento a los objetivos específicos, inicialmente planteados y por ende, del objetivo general, la investigación será de tipo Documental-Campo, de Conductas no participativas y transversal, por lo que se realizará un diagnóstico sobre riesgos químicos, mediante el uso de la metodología de Risk Assessment (NAS 1983), determinada por la Universidad de Ciencias de Estados Unidos, además de hacer uso de los criterios incluidos en dicha metodología por parte del M. en C. Enrique López Hernández (2000).

Por todo lo anterior el presente trabajo se encuentra organizado de la siguiente manera. En el capítulo número uno se citan trabajos de investigación que anteceden presente estudio, con la finalidad de analizar la perspectiva que tiene otros autores respecto a la importancia de identificar y caracterizar los Riesgos químicos presentes en los centros de trabajo.

En el capítulo número dos se abordan los conceptos relacionados con cada uno de los tópicos referentes al tema y objeto de estudio, dedicándosele una sección a: el tema de peligrosidad de las sustancias químicas, su clasificación, sus efectos, así mismo se explica el método de diagnóstico situacional, además de abarcar otro área sobre el modelo de sistema de gestión OSHAS 18000, para el planteamiento de la propuesta de atención y prevención, finalmente se cubren los criterios sobre la

legislación, que actualmente regulan las actividades que representen algún peligro químico.

En el capítulo número tres donde se habla acerca de la metodología usada en la Investigación con el objetivo de conocer las características del universo de estudio, así como los criterios de inclusión y exclusión, en cuanto a los trabajadores estudiados y las actividades que se realizaran para dar cumplimiento a los objetivos.

En el capítulo cuatro, se presentan los resultados de la aplicación del Diagnóstico Situacional y su discusión, para mostrar así los riesgos identificados en cada área de trabajo, su evaluación, y su caracterización y, finalmente, en el capítulo cinco, se exponen las conclusiones de este trabajo y la propuesta de prevención y atención, de los riesgos químicos presentes en el centro de trabajo.

## CAPITULO 1. ANTECEDENTES.

### 1.1. Los temas, los planteamientos teórico-metodológicos y los procesos de investigación sobre riesgos químicos.

El estudio y análisis de los riesgos laborales ha cobrado significancia en centros de trabajo pertenecientes al sector Industrial y de Servicios, más no resulta ser la misma situación en Instituciones Educativas, cuya razón de ser es la realización de investigaciones enfocadas a la ciencia básica, aplicada y tecnológica, esto se refleja en el número reducido de grupos de estudios sobre los riesgos presentes en los laboratorios de investigación.

De manera general cuatro objetivos de investigación giran alrededor del objeto de estudio: 1) Realizar la identificación de los riesgos químicos en los centros de trabajo, 2) Establecer métodos para la evaluación de los riesgos químicos, 3) Describir los efectos a la salud humana y medio ambiente derivados de la exposición a los agentes químicos, y 4) Determinación de medidas preventivas y correctivas para la eliminación, la mitigación y el control de los riesgos químicos.

En la Fig. 1.1, se muestra los principales objetivos de los tópicos de investigación que giran alrededor del objeto de estudio del presente trabajo.

**Figura. 1.1.** Objetivos de Investigación de Trabajos sobre Riesgos Químicos



Fuente: Investigación Documental (2010)

Es así como, en la actualidad se encuentran trabajos cuyo objetivo es la identificación de los riesgos derivados de la exposición a agentes químicos, como lo son los realizados por grupos de trabajo de las Universidades en España, en especial el trabajo denominado, *“Relevamiento de Riesgos Químicos en un laboratorio de análisis bioquímico”*, en el cual se identificó las áreas de riesgo y personal expuesto en el centro de trabajo, mediante una interesante encuesta que examina 55 categorías de agentes químicos, contemplados en el listado de Enfermedades Profesionales (Decreto 658/ 96b) de la legislación Española, con lo que se muestra así un matiz de resultados que logran tener un fundamento legal, que está basado en datos referidos a las estadísticas de enfermedades profesionales que se han hallado en el campo laboral (Der Parsehin y cols., 2004).

Los resultados obtenidos por el autor revelan que, el personal en dicho Laboratorio se encuentra expuesto principalmente a solventes como alcoholes y centonas (formol, éter etílico), con esto se determinó que el personal, en su mayor porcentaje mujeres, tienen la probabilidad potencial de adquirir, un síndrome de depresión del sistema nervioso central con embriaguez, que puede llegar al coma, dermatitis irritativa por desecación de la piel que recidiva después de una nueva exposición, además de dermatitis eczematiforme recidivante, rinitis, asma o disnea asmátiforme confirmadas por test o por pruebas funcionales.

Uno de los estudios incluidos en este primer conjunto es el realizado por Peñaloza (2002), respecto a los riesgos en los centros de trabajo de investigación, quien en su artículo *“Los riesgos químicos en los Laboratorios y su prevención”*, muestra los resultados de un censo realizado por el Instituto Pasteur que arrojó datos que reflejan que en una carrera de investigación de 30 a 40 años, los trabajadores se exponen en promedio a 250 diferentes agentes químicos, además de señalar que tan solo en la realización de una técnica se puede hacer uso de 20 productos químicos, que en conjunto logran efectos sinérgicos agudos y/o crónicos, sobre la salud de los trabajadores.

Un segundo grupo de estudios, sobre riesgos químicos son los realizados con el objetivo de mostrar métodos alternativos para la evaluación de dichos riesgos; el trabajo nombrado "*Evaluación de riesgos de un Laboratorio Central de una institución de Atención Primaria*", con el objetivo de evaluar el riesgo en el mencionado Laboratorio, realizó la identificación de susposibles causas y la caracterización de los mismos, a través de la propuesta de un método denominado, preliminar de riesgo, basado en una observación encubierta en los departamentos que integran el sitio y la aplicación de una guía de inspección para la seguridad biológica y química que abarcó 53 elementos.

Con la inspección se encontró que en las instalaciones se tenía un nivel de cumplimiento de 35.8%, lo que se traduce en un área de trabajo con las mínimas condiciones de seguridad y la realización de actividades sin buenas prácticas, este último aspecto, es el que mostró a Valdés que el personal que labora en los laboratorios de microbiología y biomédicos está expuesto a riesgos biológicos, químicos, físicos y psicofisiológicos, ya que la rutina diaria de trabajo incluye efectuar examen directo y cultivo de diversos líquidos corporales que son causa de alta morbimorbilidad.

El estudio "*Evaluación higiénica previa de acrilamida en aire durante la preparación de gel de poliacrilamida en un laboratorio de genética*", escrito por Antonio Blein (2007), muestra la metodología de evaluación cuantitativa de un agente químico, mismo que resulta presentarse comúnmente dentro de los laboratorios objetivo de estudio, dicha metodología consistió, de manera general, en el que una vez seleccionadas las etapas de preparación del gel donde hay emisión de Acrilamida, se prosiguió a la aplicación del método higiénico PV2004, de NIOSH, para la toma de muestra y el análisis; los resultados arrojaron que la concentración de Acrilamida detectada en la fase de pesada es 7.23 veces el Valor Límite de Exposición Profesional para exposición diaria y 14.5 veces mayor del Valor Límite de Exposición Profesional para corta exposición; En la fase de agitación no se detectó Acrilamida en la muestra.

Uno de los estudios mexicanos incluidos en este grupo, pero cuyo enfoque es la evaluación biológica, con ayuda de biomarcadores, es el realizado por Ostrowsky (2007), cuyo propósito fue mostrar las características del cultivo de linfocitos como sistema de prueba para la detección de efectos de sustancias tóxicas en la proliferación celular y en la inducción de aberraciones cromosómicas, como indicadores de daño temprano.

Otro grupo de investigadores que han generado información sobre los riesgos químicos, son aquellas realizadas por científicos dedicados al estudio de los efectos a la salud y medio ambiente por el uso frecuente de agentes químicos.

Cabe mencionar en este contexto el trabajo de Novas (2006), sobre efectos de la exposición a químicos, ya que tiene el mérito de sistematizar sus posibles implicaciones en la salud obrera. El autor centra su análisis en la compilación de información, a partir de la bibliografía existente en la última década que versa sobre el estrés oxidativo y su posible relación con la exposición ocupacional a diferentes sustancias tóxicas, específicamente lo relacionado con la actividad enzimática, entre ellas, de la superóxido-dismutasa, la glutatión-peroxidasa y la catalasa, y con productos de lipoperoxidación como el malondialdehído, donde se reportan alteraciones en el balance antioxidante del organismo a la exposición ocupacional a diferentes sustancias quimiotóxicas. El autor concluye que esto pudiera revelar que ocurran alteraciones fisiológicas en momentos tempranos de la exposición.

Pero hoy en día no sólo se encuentran trabajos de este tipo que reflejen la preocupación emanada por los efectos que puede traer la interacción hombre-agentes químicos, ya que instituciones internacionales como la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización Internacional del Trabajo (OIT), han diseñado el Programa Internacional de Seguridad Química (IPCS) que entre sus muchas actividades se encuentran los programas de capacitación en evaluación y manejo de riesgos de los productos químicos.

La Administración de la Salud y Seguridad Ocupacional (OSHA) también se ha preocupado por este tema y ha establecido una norma denominada "Información sobre Riesgos". Su propósito principal es el de asegurar que los empleadores y empleados conozcan sobre los riesgos laborales y cómo protegerse contra estos; además ha trabajado para generar reglamentos que limitan las exposiciones a 400 sustancias aproximadamente, dentro de las cuales se encuentra gran parte de las sustancias químicas usadas en los laboratorios de investigación.

El abordar el tema de agentes contaminantes de tipo químico dentro de laboratorios de investigación, presenta otra perspectivas de estudio, como lo muestra la autora Cabañas (2006), en su trabajo denominado *“La gestión de residuos químicos tóxicos y peligrosos en laboratorios de docencia e investigación”*, que se encuentra enfocado en la prevención, control y mitigación de los riesgos probables que estos puedan generar, por lo que en él muestra cómo realizar la gestión de residuos producidos en un laboratorio para obtener condiciones de trabajo seguras y saludables.

Guarda ciertas semejanzas con el estudio de Cabañas el trabajo, *“Alternativa para la segregación de residuos químicos generados en el laboratorio de Ingeniería Ambiental y Sanidad de la Universidad del Cauca”*, por cuanto se propone establecer medidas para la gestión de residuos en Universidades y centros de investigación donde se usen sustancias químicas y se efectúen diversas operaciones que conllevan a la generación de residuos, señalando que deberá haber una alternativa que permite la clasificación y recolección de los desechos químicos en grupos, permitiendo su fácil recuperación y potencial reutilización para que faciliten, además, la identificación de residuos peligrosos y no peligrosos. (Benavides, 2006)

Si bien es cierto que el tema de identificación de riesgos químicos es manejado de diferentes maneras en cada laboratorio, todos deberán finalizar como lo menciona Der Parsehin (2004), con el propósito de la implementación un programa que ayude al buen manejo y control de los agentes químicos, pero más aún con el valorar el cumplimiento de los objetivos, proyección y efectividad de dicho programa mediante la implementación de indicadores de calidad, como lo son los de estructura que

indican el nivel organizacional alcanzado; indicadores de proceso que muestren el nivel de ejecución de los planes y medidas, y los indicadores de resultados capaces de medir los niveles de seguridad y salud alcanzados.

Es clara la necesidad de profundizar en la formulación de una propuesta metodológica y técnica del estudio de los riesgos químicos en centros de trabajo como los son los laboratorios de investigación, ya que sus resultados se podrán extrapolar a sitios de trabajos similares trayendo consigo beneficios a dicho sector.

## **1.2. Generalidades del Centro de Trabajo.**

La Escuela Nacional de Medicina y Homeopatía (ENMyH), del Instituto Politécnico Nacional cuenta con una infraestructura de laboratorios y aulas para llevar a cabo investigación principalmente en el área de biotecnología médica, y de manera más particular en biomedicina molecular, para el trabajo de investigación, la ENMyH cuenta con siete laboratorios formales, dos de ellos están localizados en el primer piso del edificio de posgrado, junto con el laboratorio de microscopía confocal y de supercomputo, otros cuatro laboratorios se ubican en el tercer piso. Además, en la planta baja existe un laboratorio más con supercentrífugas y una ultracentrífuga. El área total de laboratorios es de aproximadamente de 350 m<sup>2</sup>.

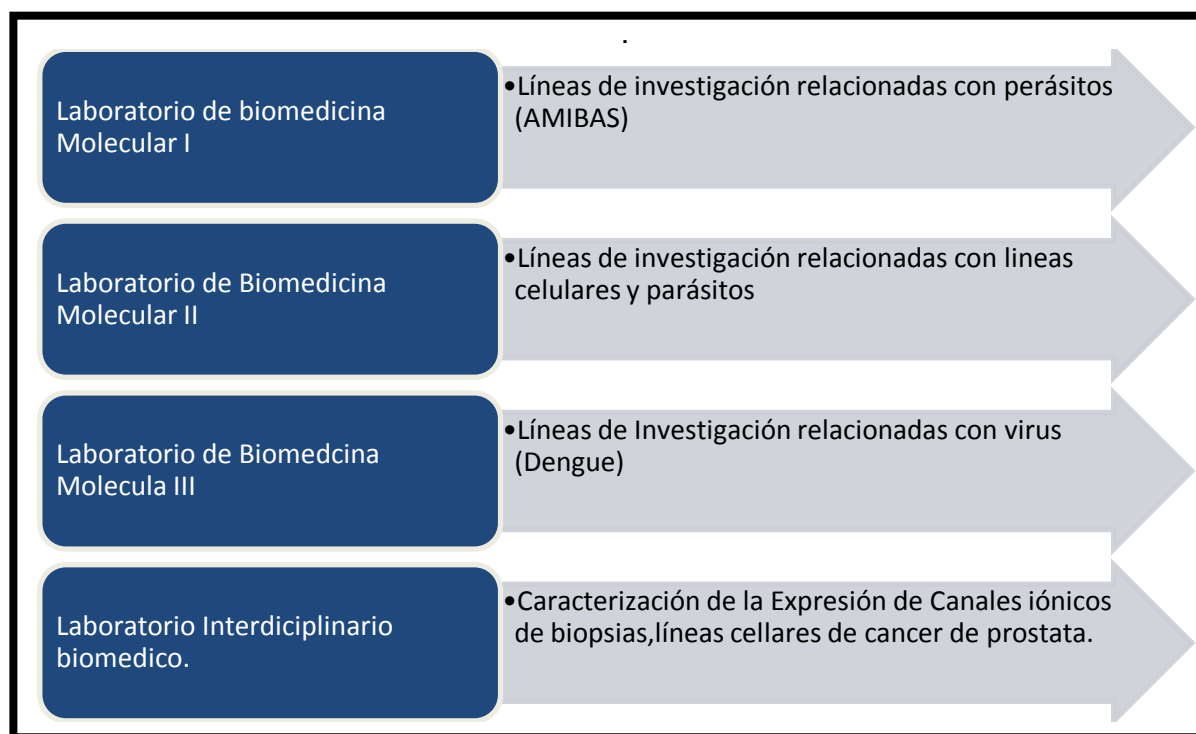
En los Laboratorios de Biomedicina molecular, se llevan a cabo actividades en tres áreas, la primera son las enfermedades hereditarias y cáncer, dónde se desarrollan proyectos relacionados con enfermedades hereditarias y crónico degenerativas, tales como obesidad, hipertensión arterial, aterosclerosis, distrofia muscular de Duchene, Síndrome metabólico, diabetes, cáncer, artritis reumatoide, osteoartritis y alergias, entre otras; en esta línea de investigación los proyectos están enfocados a describir la participación de biomoléculas, la susceptibilidad genética y la identificación de marcadores moleculares de diversas enfermedades que afectan a la población mexicana. Otros proyectos buscan caracterizar molecularmente el efecto terapéutico de nuevos tratamientos.

En la línea de enfermedades infecciosas, se agrupan proyectos enfocados al estudio de patógenos que afectan la salud humana, entre los cuales se encuentran: Entamoebahistolytica, Vibrio cholerae, Pseudomonas sp, Trichomonas vaginalis, Trypanosomasp, Escherichiacolienteropatogena, Virus del papiloma humano, Virus del dengue y de influenza AH1N1, astrovirus, Calicivirus y Mycobacterium, por mencionar algunos. En los proyectos de esta línea de investigación se estudia la biología del patógeno a través del conocimiento de diferentes mecanismos moleculares y celulares, con la finalidad de identificar blancos terapéuticos, o desarrollar métodos de diagnóstico, tratamiento, control y prevención de enfermedades causadas por virus, bacterias, hongos o parásitos antes mencionados.

Finalmente los proyectos de investigación que se desarrollan bajo el marco de la línea de fisicoquímica de las biomoléculas, comprenden la caracterización estructural y funcional de biomoléculas de interés médico, mediante aproximaciones experimentales *in vivo*, *in vitro* e *in silico*.

En la siguiente figura se muestra de manera particular las líneas de investigación que se desarrollaron durante el periodo de investigación, en cada Laboratorio en análisis.

**Figura 1.2.** Líneas de Investigación seguidas en el Centro de Trabajo-



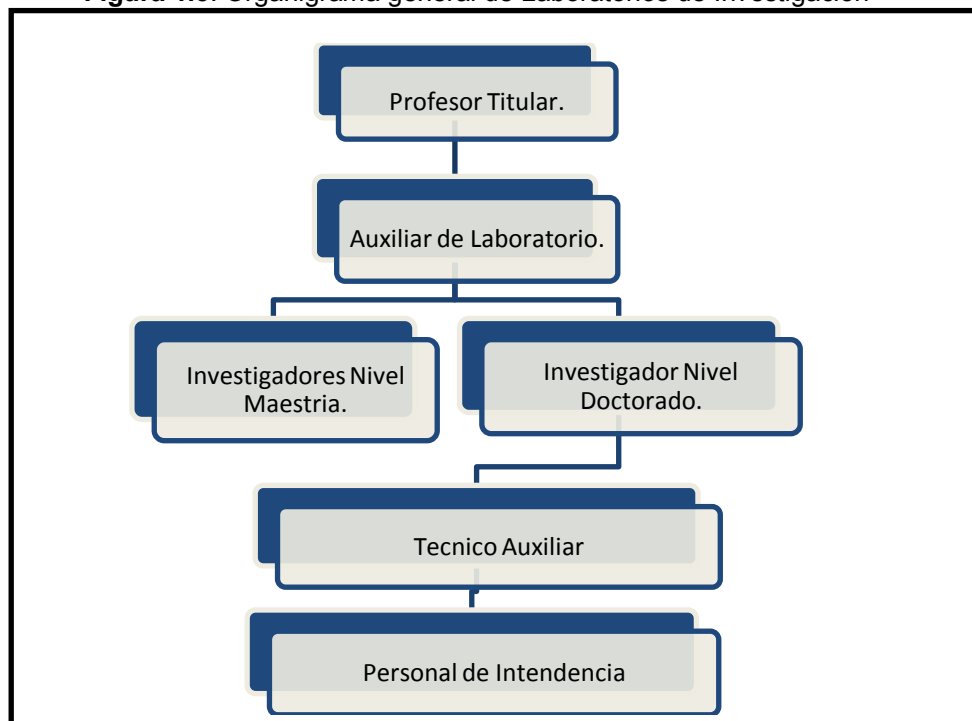
**Fuente:** Investigación de campo.

La estructuración organizacional dentro de los laboratorios, está dirigida por un Profesor Titular, encargado de tutelar cada uno de los proyectos que se llevan a cabo dentro de los Laboratorios, así mismo se encuentra el Auxiliar de Laboratorio, encargado de la supervisión de las actividades realizadas en el centro de trabajo, así como del abastecimiento de los materiales necesarios dentro de las instalaciones, y los Investigadores, población representada de manera general por los estudiantes de maestría y doctorado, cuyas funciones y/o actividades dentro del centro de trabajo es

la realización de experimentos y pruebas con la finalidad de dar cumplimiento a sus objetivos de investigación, es justo este puesto cuya actividad condiciona una mayor exposición a agentes químicos, posteriormente encontramos a los técnicos auxiliares de laboratorio, cuya función primordial es la elaboración de reactivos y limpieza del material de cristalería usado por los investigadores; finalmente, se encuentra el personal de intendencia encargado de realizar la limpieza superficial de las áreas de trabajo.

En la siguiente figura se encuentra, el esquema organizacional que se presenta en los laboratorios.

**Figura 1.3.** Organigrama general de Laboratorios de Investigación



**Fuente:** Investigación de Campo (2010)

En la actualidad, el estudio sobre los riesgos químicos, en la organización en estudio, no se ha realizado de manera formal, las actividades que se llevan a cabo en ellos, que implican el uso de agentes químicos, se realiza de manera empírica sin alguna inducción juiciosa sobre los riesgos que trae consigo el manejarlas.

Por lo que no existe la identificación y evaluación de los riesgos químicos presentes en los Laboratorios y por ende, no ha habido propuestas ni programas para su prevención, control o mitigación.

Sin embargo, hay estudios paralelos al presente que abarcan dos vertientes, siendo el primero el análisis de grado de riesgo de incendio de las instalaciones y el segundo aborda el tema de la gestión de residuos biológico infecciosos generados en el centro de trabajo, y si bien estos trabajos son tangenciales al presente estudio, sus resultados brindaran una herramienta que permitirá en conjunto con el presente estudio dar medidas integrales para tener instalaciones seguras e higiénicas, para el personal que labora en las instalaciones educativas.

## **CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO.**

### **2.1 Agentes Químicos y su Peligrosidad.**

#### **2.1.1. Agente Químico**

El concepto de agente químico se estableció a finales del siglo XVIII con los trabajos del químico Joseph Proust sobre la composición de algunos compuestos químicos puros, Proust dedujo que todas las muestras de un compuesto tienen la misma composición; esto es, todas las muestras tienen las mismas proporciones, por masa, de los elementos presentes en el compuesto (Hill 2005).

De ahí la definición acuñada para agente químico como cualquier material con una composición química definida, sin importar su procedencia (Hill,2005), aunque frecuentemente se le designa como sustancia, substancia química, compuesto químico, y en el ámbito de la toxicología se solapa con los conceptos de tóxico, veneno, y xenobiótico, porque suelen ser contaminantes y tóxicos.

Pero resulta ser de importancia para el presente trabajo tener claro el significado de los últimos términos, tóxico y xenobiotico, siendo el primero, también conocido como veneno, cualquier sustancia que causa efectos adversos a los organismos vivos y ejerce ese efecto con una relación dosis-respuesta(Alpiano,1999); Mientras que un xenobiotico es como lo define la Enciclopedia de Seguridad y salud en el Trabajo, “Toda sustancia extraña o ajena a las que proceden de la composición o metabolismo de los organismos vivos, con efectos tóxicos o al menos alteraciones en el normal funcionamiento de las células vivas”.(Holmberg,2000).

Por su parte la Legislación Mexicana, en la Ley General de del Equilibrio Ecológico y la Protección Ambiental (LGEEPA), define a los agentes químicos peligrosos y/o agente contaminante químico como: elementos, sustancias, compuestos, residuos o mezclas de ellos que, independientemente del estado físico, representan un riesgo para la salud, ambiente o los recursos naturales, por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas o inflamables, esto, en el aspecto ambiental.

Para efectos del presente trabajo se hará el uso del término de agente químico bajo el contexto de la seguridad e higiene, como toda sustancia orgánica e inorgánica, natural o sintética, que durante la fabricación, manejo, transporte, almacenamiento o uso, puede incorporarse al ambiente en forma de polvos, humos, gases o vapores, con efectos irritantes, corrosivos, asfixiantes, tóxicos o los derivados de sus propiedades fisicoquímicas, y en cantidades que tengan probabilidades de lesionar la salud de las personas que entran en contactos con ellas (MAPRE, 1999).

#### 2.1.2 Peligrosidad de los Agentes Químicos.

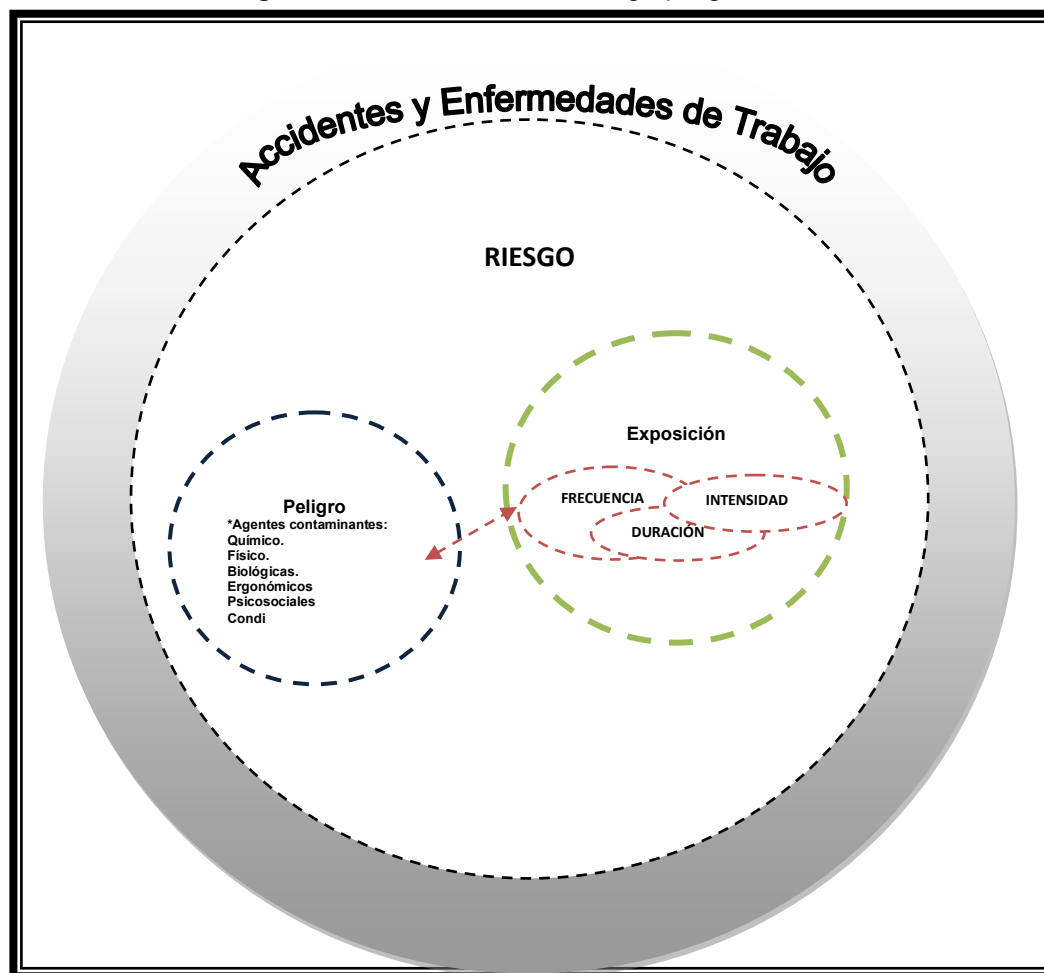
Durante mucho tiempo, en la literatura se ha identificado indistintamente el peligro del riesgo, generalmente, existen razones suficientes para el uso de esos términos, ya que en el campo laboral estas denominaciones se aplican de forma indiscriminada a condiciones, elementos o acciones capaces de provocar alguna lesión en el trabajador y/o ambiente, sin embargo para comprender la peligrosidad de los agentes químicos, dentro de esta investigación, es necesario enmarcar tal diferencia.

Para fines de esta investigación se distinguirá al peligro en forma genérica como una fuente o situación con potencial de producir daño, en términos de una lesión o enfermedad, daño a la propiedad, daño al ambiente del lugar de trabajo, o una combinación de éstos (Pichardo,2011); y al hablar de la peligrosidad de los agentes químicos, haremos referencia a la definición acuñada por la unión Internacional de Química Pura y Aplicada (1993), -IUPAC, por sus siglas en inglés-, quien lo determina como "...posibilidad de que una sustancia, mezcla de sustancias o procesos que involucran sustancias bajo ciertas condiciones de producción, uso o disposición causen efectos adversos en los organismos o en el ambiente, por sus propiedades inherentes y de acuerdo con el grado de exposición.

El término riesgo en el ámbito laboral está determinado por la Ley Federal del Trabajo como los accidentes y enfermedades a que están expuestos los trabajadores en ejercicio o con motivo del trabajo, para el presente trabajo el riesgo lo manejaremos de manera general como la probabilidad de que ocurra un daño por determinado peligro; y de manera específica como la posibilidad de que se produzca un evento dañino, (muerte, lesión o pérdida) por la exposición a un agente químico en condiciones específicas, (PNUMA,1999), así se categorizan, los accidentes y enfermedades como la materialización del riesgo.

Es así que los agentes químicos son un peligro por su propiedades intrínsecas y que representa un riesgo cuando el personal, se pone en contacto directo con él, y comienza a interactuar con su propiedades, evento que podría causar algún efecto que se pudiera traducir en términos de seguridad e higiene, en accidentes o enfermedades profesionales; En la Figura 2.1 se esquematiza los contextos de peligro y riesgos y las interacciones necesarias para que estos se presenten.

Figura 2.1. Contexto termino riesgo-peligro



Fuente: Autoría propia.

En el esquema se puede observar que no podrá existir un riesgo sin antes haber existido una exposición directa con el peligro, por ende no podrá presentarse un riesgo químico, si no existe una exposición directa del personal con el agente químico.

La peligrosidad de los agentes químicos radica, entonces, de dos elementos, sus propiedades intrínsecas y la manera de manejarlas, dentro del primer rubro se encuentran sus propiedades fisicoquímicas tales como potencial de hidrógeno, inflamabilidad, presión de vapor, coeficiente de reparto, índice de toxicidad, volatilidad. Resaltan dichas propiedades ya que son estas las que favorecen su movilización a través del aire y las que representan un riesgo elevado por su interacción al contacto, (Cuadro 2.1).

**Tabla 2.1.** Propiedades físicas y químicas que hacen peligrosas a los agentes químicos.

| Propiedades                                 | Intervalos                 | Ejemplos de Implicaciones                                                             | Consecuencias potenciales                                         |
|---------------------------------------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| Potencial de Hidrogeno                      | >11.5<br><2                | Acidez o alcalinidad de en sustancias                                                 | Corrosión en materiales, quemaduras                               |
| Solubilidad en agua                         | > 500 mg/l                 | Peligro de movilización en suelos.                                                    | Contaminación de acuíferos y acumulación en ecosistemas acuáticos |
| Presión de vapor                            | > 10 <sup>-3</sup> mmHg    | Peligro de volatilización y difusión atmosférica.                                     | Intoxicaciones. Incendios. Explosiones.                           |
| Coefficiente de reparto octanol/agua        | (Log K <sub>ow</sub> ) > 1 | Peligro de absorción a través de membranas celulares y acumulación en tejido adiposo. | Intoxicaciones agudas o crónicas.                                 |
| Punto de Inflamación<br>Punto de ebullición | >21°C<br>< 35°C            | Peligro de inflamación y explosión.                                                   | Incendios<br>Explosiones<br>Muertes<br>Pérdidas materiales        |

Fuente: Trabajo de Investigación

El potencial de Hidrógeno -pH-, es una medida de la acidez o alcalinidad de una disolución, típicamente va de valores 0 a 14 en disolución acuosa, considerándose ácidas las disoluciones con pH menores a 7, y alcalinas las que tienen pH mayores a 7, el pH = 7 indica la neutralidad de la disolución, generalmente las sustancias cuyo pH es menor a siete, son materiales tan poderosos que pueden dañar o destruir metales. En los seres humanos, pueden atacar y destruir por acción química los tejidos del cuerpo tan pronto como entren en contacto con la piel, los ojos o los pulmones.

La solubilidad de un compuesto es la máxima cantidad del mismo que puede diluirse en un determinado volumen de disolvente; de ahí la importancia de este, pues este nos señala la facilidad que un agente químico tiene de penetrarse en el suelo, o mejor aún nos ayuda a determinar que tratamiento darle en caso de derrame.

La presión de vapor: es la presión de la fase gaseosa o vapor de un sólido o un líquido sobre la fase líquida, para una temperatura determinada, en la que la fase

líquida y el vapor se encuentra en equilibrio dinámico; su valor es independiente de las cantidades de líquido y vapor presentes mientras existan ambas.

El punto de inflamación es la temperatura mínima necesaria para que un material inflamable desprenda vapores que, mezclados con el aire, se inflamen en presencia de una fuente ígnea, para volverse a extinguir rápidamente o no por sí sola y finalmente el punto de ebullición es aquella temperatura en la cual la materia cambia de estado líquido a estado gaseoso, es decir hierve. Expresado de otra manera, en un líquido, el punto de ebullición es la temperatura a la cual la presión de vapor del líquido es igual a la presión del medio que rodea al líquido. En esas condiciones se puede formar vapor en cualquier punto del líquido (Hill, 2005).

## **2.2 Clasificación de los Agentes químicos.**

### **2.2.1. Clasificación de los agentes químicos por los riesgos que representan.**

Para la presente investigación se considera como una primera clasificación de los agentes químicos, seguir la de la legislación de la Unión Europea, aplicada en todos los Estados del Espacio Económico Europeo, aceptada en nuestro país y seguida mayoritariamente a nivel mundial, se trata de la relativa a la clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas(67/548/CE) (Córtes, 2001).

Esta clasificación divide a los agentes químicos, atendiendo al tipo de riesgo que presentan, se clasifican en tres grandes grupos:

- A. Por los riesgos, a consecuencia de sus propiedades físico-químicas
- B. Por los riesgos para la salud humana
- C. Por los posibles efectos sobre el medio ambiente

#### **A. RIESGOS SEGÚN LAS PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS.**

Para la clasificación de los agentes en este grupo se toman en cuenta las propiedades fisicoquímicas, descritas en el apartado anterior, y con la determinación de estas se clasifican como:

- a. Explosivos: Aquellos que en estado sólido, líquido, gelatinoso o pastoso, pueden reaccionar en forma exotérmica, incluso en ausencia de oxígeno del aire, con rápida formación de gases y que, en determinadas condiciones de ensayo, detonan, deflagran rápidamente o, bajo el efecto del calor, en caso de confinamiento parcial, explosionan.

- b. Comburentes: Los que en contacto con otras sustancias, en especial las inflamables, producen una reacción fuertemente exotérmica. Algunos, como los peróxidos orgánicos con propiedades inflamables, pueden causar incendios aunque no estén en contacto con otros materiales combustibles, otros pueden provocar fuego en contacto con otros materiales combustibles y otros al mezclarse con estos materiales pueden llegar a la explosión, como es el caso de ciertos peróxidos inorgánicos mezclados con cloratos.
- c. Inflamables: Agentes químicos con punto de inflamación igual o superior a 21°C e inferior o igual a 55°C. En el caso de preparados que cumplan con esta condición, pero que en ningún caso pueda favorecer la combustión, y si además no existe ningún riesgo para quienes los manipulen ni para otras personas, podrá no considerarse como inflamable
- d. Corrosivos: que en contacto con materiales inerte, pueden ejercer una acción destructiva contra ellos.

## B. RIESGOS PARA LA SALUD HUMANA -TOXICIDAD Y OTROS EFECTOS ESPECÍFICOS-

Actualmente hay una tendencia a generalizar el concepto de toxicidad para abarcar cualquier tipo de efecto perjudicial para la salud humana, más allá del "clásico" envenenamiento, o si se quiere, la acción adversa para la salud a causa de la actividad biológica de una sustancia extraña introducida en el organismo, lo que incluiría hasta los riesgos anteriormente citados debidos a las propiedades físico-químicas. No obstante, se considera más conveniente para nuestro objeto la separación realizada, en general la acción tóxica de una sustancia depende de las características de ésta, las condiciones y vía de entrada al organismo y las características y situación de la persona.

Así, una agente químico puede ser inocuo por una vía, por ejemplo la digestiva, y sin embargo por la vía respiratoria ser muy peligrosa. Una misma sustancia en una cierta

dosis, puede no tener efecto alguno, en otra dosis puede ser beneficiosa o curativa (dosis terapéutica) y en otra puede resultar fatal (dosis letal). No es lo mismo una única dosis, que varias repetidas. Tampoco se producirán los mismos efectos en una persona que en otra, y para una misma persona, en una situación u otra.

Se considera interesante repasar algunos conceptos que sirven actualmente para la clasificación de los agentes según sus posibles efectos para la salud; en general se pueden distinguir efectos agudos, cuando se presentan después de muy poco tiempo de la exposición, por ejemplo, algunas horas, y de manera clara y normalmente fácilmente reconocible, como la asfixia, los vómitos y la pérdida de visión, y efectos crónicos, cuando se presentan después de un largo tiempo (meses y hasta muchos años) de producirse la exposición, que puede ser repetida durante un cierto tiempo, no siendo tan manifiestamente reconocibles y difíciles de relacionar con la situación que los ha causado. (OMS, 1986)

También los efectos pueden ser calificados como reversibles e irreversibles, si después de un cierto tiempo, en ausencia de exposición, el organismo se recupera por completo y alcanza su estado normal o si al contrario, quedan secuelas y no se llega a volver al estado normal. Por ejemplo, una irritación pasajera y una ceguera permanente, respectivamente.

Es también muy importante, sobre todo con las acciones tóxicas a largo plazo, tener en cuenta la capacidad de acumulación de los agentes tóxicos, o en su caso, la de sus metabolitos, en diversos órganos y tejidos del organismo. Unos no se eliminan o lo hacen muy baja velocidad, los de efectos acumulativos, otros lo hacen lentamente con lo que a la larga también se acumulan en el cuerpo salvo que existan largos períodos de no exposición que permitan su total eliminación, son los de efectos parcialmente acumulativos, y finalmente, los de efectos no acumulativos, son los que se eliminan rápidamente.

En muchos casos los contaminantes suelen actuar en el organismo independientemente unos de otros, pero en otros puede resultar que potencien o inhiban los efectos que resultarían en ausencia de cualquier otro tóxico.

Como es lógico, habrá que tener en cuenta al estudiar una exposición a un determinado agente, la presencia de algún otro que pueda interaccionar con él.

Las mencionadas Directivas sobre Clasificación, envasado y etiquetado de sustancias y preparados peligrosos, los clasifica según los daños para la salud humana como sigue:

- a. Muy tóxicos, si por inhalación, ingestión o penetración cutánea, en muy pequeña cantidad, pueden provocar efectos agudos o crónicos o incluso la muerte.
- b. Tóxicos, si por las mismas vías de entrada, en pequeña cantidad, pueden provocar efectos agudos o crónicos, o incluso la muerte.
- c. Nocivos, si por tales vías de entrada, en cantidades no pequeñas, pueden provocar efectos agudos o crónicos, o incluso la muerte.
- d. Corrosivos, que en contacto con tejidos vivos, pueden ejercer una acción destructiva contra ellos.
- e. Irritantes, los que no siendo corrosivos, por contacto breve, prolongado o repetido con la piel o las mucosas pueden provocar una reacción inflamatoria.
- f. Sensibilizantes, los que por inhalación o penetración cutánea, puedan ocasionar una reacción de hipersensibilización, de forma que una exposición posterior dé lugar a efectos negativos característicos.
- g. Carcinogénicos, o también cancerígenos, cuando por inhalación, ingestión o penetración cutánea, puedan producir cáncer o aumentar su frecuencia.
- h. Mutagénicos, los que por inhalación, ingestión o penetración cutánea, puedan producir alteraciones genéticas hereditarias o puedan aumentar su frecuencia.

- i. Tóxicos para la reproducción, los que por inhalación, ingestión o penetración cutánea, pueden producir efectos negativos no hereditarios en la descendencia, o aumentar la frecuencia de éstos, o afectar de forma negativa a la función o capacidad reproductora masculina o femenina.

### C. RIESGOS PARA EL MEDIO AMBIENTE

Aunque dentro de esta investigación, este aspecto no se tomará en cuenta para la evaluación de la peligrosidad de los agentes, es importante saber que existe y que en el contexto exclusivo de los productos químicos, las Directivas comunitarias sobre clasificación, envasado y etiquetado de sustancias y preparados peligrosos, ofrecen una definición general que sirve de referencia a todos los ámbitos

Se consideran agente químico peligroso para el medio ambiente, si en contacto con éste presentan o pueden presentar un peligro inmediato o futuro para uno o más componentes del medio ambiente (PNUMA, 1999).

La clasificación obedece al objetivo principal de alertar sobre los riesgos que pueden afectar a los ecosistemas, y es la siguiente:

- Tóxicos para los organismos acuáticos
- Tóxicos para la flora
- Tóxicos para la fauna
- Tóxicos para los organismos del suelo
- Tóxicos para las abejas.

En el Cuadro 2.2, se muestra la clasificación de los agente químicos, en base a lo establecido por la clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas (67/548/CE).

**Tabla 2.2.** Clasificación de los riesgos derivado de los efectos que presentan

| <b>Riesgo</b>                                                    | <b>Agente químico</b>                                                                                                             |
|------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Riesgo derivado a las propiedades<br>Físico –Químicas-Accidentes | Corrosivo<br>Reactivo<br>Explosivo<br>Inflamable                                                                                  |
| Riesgo a las Salud                                               | Muy tóxicos<br>Tóxicos<br>Nocivos<br>Irritantes<br>Sensibilizantes<br>Cancerígenas<br>Mutagénicos<br>Tóxicos para la reproducción |
| Riesgo al Medio Ambiente                                         | Tóxicos para la flora<br>Tóxicos para la fauna<br>Tóxicos para los organismos del suelo<br>Tóxicos para las abejas                |

Fuente: Grau (2000)

### **2.2.2 Clasificación por su forma de presentarse.**

#### **A. AEROSOL:**

Un aerosol es una dispersión de partículas sólidas o líquidas de tamaño inferior a 100 micras en un medio gaseoso.

Dentro del campo de los aerosoles se presentan una serie de estados físicos que anteriormente clasificamos y posteriormente definiremos.

- a. Polvo.- Suspensión de partículas sólidas en el aire, de tamaño pequeño, procedentes de procesos físicos de disgregación. La gama de tamaños de partículas de polvos es amplia, oscilan entre 0.1 y 25 micras. Los polvos no floculan excepto bajo fuerzas electrostáticas y sedimentan por la acción de la gravedad.
- b. Nieblas.- Suspensión en el aire de pequeñas gotas de líquidos, que se generan por la condensación de un estado gaseoso o por la desintegración de un estado líquido, por atomización, ebullición, etc. El margen de tamaños para estas gotitas líquidas es muy amplio, va desde 0.001 a 10 micras.
- c. Bruma.- Suspensión en el aire de pequeñas gotas líquidas apreciables a simple vista, originadas por condensación del estado gaseoso. La gama de tamaños está comprendida entre 2 y 60 micras.
- d. Humo.- Suspensión en el aire de partículas sólidas originadas en el proceso de combustión incompleta. Su tamaño es generalmente inferior a 0.1 micras.
- e. Humo metálico.- Suspensión en el aire de partículas sólidas metálicas generadas en un proceso de condensación del estado gaseoso, partiendo de la sublimación o volatilización de un metal; a menudo va acompañado de una

reacción química, generalmente de oxidación. Su tamaño es similar al del humo

## B. MOLECULAR.

- a. Gas Estado físico normal de una sustancia a la temperatura de 250°C y 760 mm. de Hg de presión. Son fluidos amorfos que ocupan el espacio que los contiene y que pueden cambiar de estado físico únicamente por una combinación de presión y temperatura. Las partículas son de tamaño molecular y por lo tanto pueden moverse bien por transferencia de masa o por difusión o bien por la influencia de la fuerza gravitacional entre las moléculas.
- b. Vapor: Fase gaseosa de una sustancia ordinariamente sólida o líquida a la temperatura de 25°C y 760 mmHg. El vapor puede pasar a sólido o líquido actuando bien sobre su presión o bien sobre su temperatura. El tamaño de las partículas también es molecular y se puede aplicar todo lo dicho para gases.

El cuadro 2.3, muestra de manera resumida, la clasificación de los agentes químicos, por la manera de presentarse en el ambiente, a su vez se encuentran ejemplificados algunos agentes químicos que pertenecen a cada grupo.

**Tabla 2.3.** Tipos de agentes químicos de acuerdo a la manera de presentarse.

|           | ESTADO  | TIPO DE CONTAMINANTE | EJEMPLO                                                                                                                                         |
|-----------|---------|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| AEROSOL   | SÓLIDO  | Polvo.               | Sílice, asbesto, óxidos, madera                                                                                                                 |
|           |         | Humo.                | Carbón, asfalto petróleo                                                                                                                        |
|           |         | Humo metálico.       | Cromo. Hierro, cadmio. Cobalto.                                                                                                                 |
|           | LIQUIDO | Niebla<br>Bruma      | Ácido cianhídrico, ácido clorhídrico, hidróxido sódico, ácido sulfúrico, ácido crómico aceite mineral.                                          |
| MOLECULAR | GASEOSO | Gas<br>Vapor         | Óxidos de carbono. Cloro, óxidos de azufre<br>Hidrocarburos aromáticos, cíclicos y alifáticos, cetonas, ésteres, alcoholes, derivados clorados. |

Fuente: Cortés (2001)

### **2.3. Vías de Ingreso**

Las vías por las más comunes de ingreso de las sustancias por la exposición en el lugar de trabajo, al organismo humano son la inhalación y la absorción a través de la piel intacta. La exposición dérmica también puede dar lugar a efectos locales como la irritación o la dermatitis. Por lo general, la ingestión de sustancias en sí no representa un problema, por el control higiénico que existe en el ambiente de trabajo.

Así pues los tóxicos industriales tienen cuatro vías fundamentales de entrada al organismo.

- A. Respiratoria.
- B. Dérmica.
- C. Digestiva.
- D. Parenteral.

#### **A. VIA RESPIRATORIA**

Se entiende como tal el sistema formado por: nariz, boca, laringe, bronquios, bronquiolos y alvéolos pulmonares; y es la vía de entrada más importante para la mayoría de los contaminantes químicos, en el campo de la higiene industrial.

Al ser indispensable la inhalación del aire en el funcionamiento normal del organismo, el contaminante que lo acompaña penetra fácilmente, esto hace posible el contacto del tóxico con zonas muy vascularizadas o incluso, en donde se van a realizar los intercambios sangre-aire, en los alvéolos pulmonares.

Los gases, humos y vapores se pueden absorber por la vía respiratoria., el grado de absorción dependerá de la concentración de la sustancia en la atmósfera, de su capacidad para cruzar las barreras de las células, el tiempo de exposición y la ventilación pulmonar.

El comportamiento de las partículas sólidas depende de su tamaño. Las partículas de polvo y las fibras de partículas de  $< 0,1 \mu\text{m}$  se comportan igual que los vapores; cuando el tamaño de la partícula es de  $> 10 \mu\text{m}$ , ingresan al tracto respiratorio superior y pueden ser ingeridas, logrando depositarse por choques. Las partículas de tamaño intermedio de  $< 10 \mu\text{m}$  (conocidas como polvos PM10) pueden penetrar profundamente en los pulmones y alcanzar los alveolos. Pueden permanecer allí durante largos períodos y hasta por varios años, ya que las membranas alveolares no tienen cilios para expulsar las partículas de los pulmones hacia la faringe. (PNUMA, 1999). Sin embargo, se debe observar que en estado húmedo -con excepción del “smog”-, la exposición por inhalación no es relevante en comparación con la exposición potencial a un polvo seco.

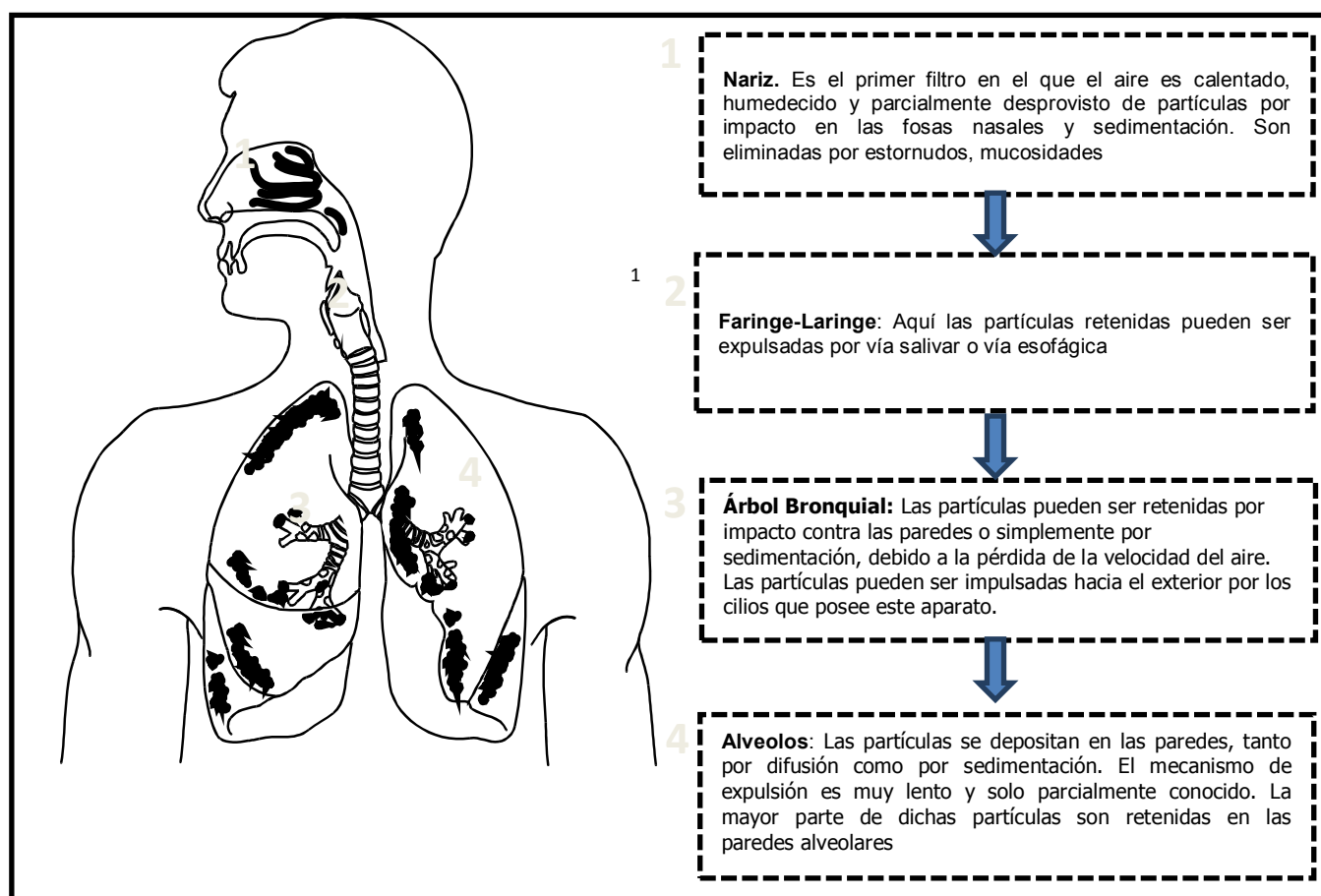
Mientras que las partículas de diámetro superior a  $50 \mu\text{m}$  sedimentan con rapidez, las menores de  $5 \mu\text{m}$  presentan una velocidad de sedimentación muy pequeña, por lo que puede permanecer en suspensión durante largo tiempo en la atmósfera de trabajo o ser arrastradas por corrientes de aire hasta puntos distantes de su lugar de origen. Son precisamente las partículas menores de  $5 \mu\text{m}$ , las que tienen mayor importancia desde el punto de vista fisiopatológico, ya que la probabilidad de alcanzar los alvéolos pulmonares aumenta a medida que disminuye el diámetro. En la Figura 2.1 se muestra el recorrido que deberá de llevar cualquier agente químico para penetrar en los pulmones.

Debido a la importancia de la exposición por inhalación en el lugar de trabajo, en varios países se han establecido valores límite de exposición en dicho espacio. Por lo general, éstos se basan en los valores establecidos por la *American Conference of Governmental Industrial Hygienists* (ACGIH) y normalmente se definen en función de una concentración promedio máxima permisible para ocho horas de una sustancia en forma de gas, vapor o suspensión en el lugar de trabajo, en México dichos valores se encuentran establecidos en la normatividad oficial identificada como NOM-010-STPS-1999, y se conocen como Límites Máximos Permisibles de Exposición (LMPE), el término “exposición” se refiere a la presencia de la sustancia en el aire dentro de la zona de respiración de un trabajador.

Esta cifra es un límite superior; en la práctica, las exposiciones reales se deben mantener en los límites más bajos que sean posibles.

En el caso de ciertos compuestos particularmente tóxicos, el límite se da como una concentración máxima permisible que nunca se debe exceder. En algunos países, esta última concentración se denomina valor o concentración “umbral”, mientras que en México la conocemos como Límite máximo permisible de Exposición pico (LMPE-P).

**Figura 2.1.** Trayecto de ingreso de agentes químicos al Sistema respiratorio

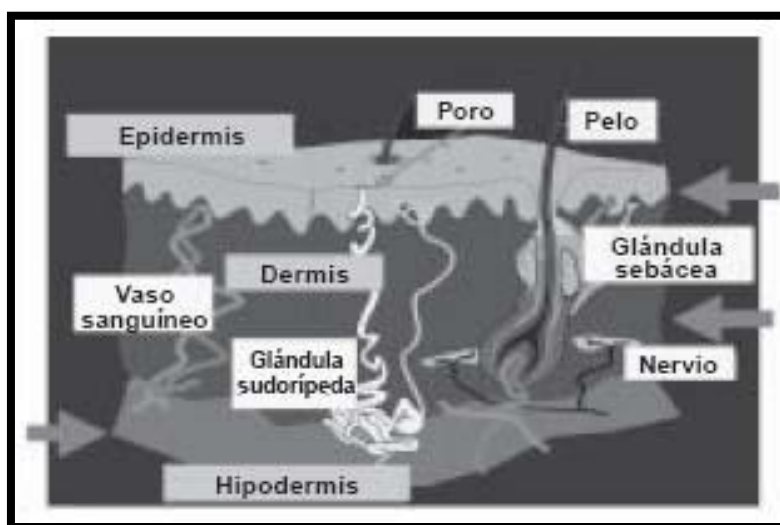


Fuente: MAPFRE, (2000)

## B. VÍA DÉRMICA.

Los agentes químicos, que entran al organismo por vía dérmica deben atravesar una serie de capas o estratos que forman la piel hasta llegar a los capilares sanguíneos y poder ser absorbidos (Porcel, 2000). La disposición de dichas capas se representa en la Figura 2.2, encontrándose en la parte superficial la capa denominada epidermis, en ella se alojan los capilares sanguíneos y linfáticos, las terminaciones nerviosas y también los llamados anexos-glándulas sebáceas y sudoríparas-, los cuales juegan un importante papel en las funciones de la piel y que son las glándulas; la segunda capa es la dermis, parte más activa de la piel pues en ella se alojan los capilares sanguíneos y linfáticos y en la parte interna se halla la hipodermis, constituida por tejido conjuntivo y tejido adiposo que actúa como aislante térmico., dichas capas conforma la ruta que sigue el xenobiótico hasta alcanzar el torrente sanguíneo.

**Figura 2.2.** Estructura de la piel



Fuente: (Porcel, 2000)

Un agente químico frente a la piel, puede actuar de la siguiente forma:

- Reacción directa: Por ejemplo productos cáusticos.
- Penetración: Lesión mecánica, disolución en algunos de los medios líquidos superficiales, filtración por poros, canales, etc.

Respecto a este último mecanismo de ingreso de xenobiótico al sistema Fiserova (1990), menciona que se puede dar por dos vías, siendo la primera absorción transpidérmica y la segunda absorción a través de los anexos.

La absorción transpidérmica, que no es más que una difusión simple a través de las barrera dérmicas, representa el mecanismo principal de penetración y las sustancias absorbibles, las de carácter más polar -etanol y ácido acético-, atraviesan por difusión la superficie hidratada y proteica de la membrana -absorción transcelular- y las sustancias apolares, como los disolventes orgánicos-benceno, tolueno- penetran a través de los espacios intersticiales que quedan entre los filamentos proteicos de la membrana -absorción intracelular-, por ser ésta una zona rica en lípidos, y algunas

Es ésta la vía cuantitativamente más importante de penetración de la piel por los contaminantes pero también es más lenta que el paso alternativo a través de los anexos.

La absorción a través de las glándulas sebáceas y sudoríparas, es relativamente de menor importancia porque la superficie de intercambio es mucho menor, aunque la capacidad de penetración -coeficiente de difusión- sea más alta. Lo característico de esta vía es el mecanismo denominado “entrada de choque”, que hace referencia a la cantidad y rapidez con que penetra el xenobiótico en una primera fase, antes de que se sature el mecanismo debido a la pequeña superficie de intercambio que representan los anexos (Fenske, 1993). Las moléculas lipofílicas de tamaño grande y algunos electrolitos pueden penetrar por este mecanismo

La evidencia indica que bajo condiciones de exposición ocupacional, la cantidad de una sustancia química absorbida a través de la piel, muchas veces puede representar una contribución sustancial a la dosis diaria. Además, la amplitud de la superficie de la piel y su contacto directo con el ambiente, favorecen esta situación, esta exposición puede surgir del contacto diario normal o después de un derrame accidental.

### C. VÍA DIGESTIVA.

Esta vía comprende, además del sistema digestivo-boca, esófago, estómago e intestinos-, las mucosidades del sistema respiratorio (Der Parshein, 2004)

La intoxicación por el contacto bucal con alimentos, manos instrumentos de trabajo que se hacen contaminados por agentes químicos; una vez ingeridas las sustancias entran el aparato digestivo, pero no todo lo que se ingiere pasa al sistema sanguíneo de inmediato.

### D. VÍA PARENTERAL

Se entiende como tal la penetración directa del contaminante en el organismo a través de una discontinuidad de la piel (herida, punción); es importante aclarar que en base a esta definición la inhalación se considera también como vía parental, sin embargo en el presente trabajo se considerara de forma independiente.

## **2.4 Efectos a la salud de los agentes químicos usados en los Laboratorios**

Las actividades de carácter docente e investigación que se llevan a cabo en los laboratorios, conllevan, en determinados casos, un riesgo; dependiendo del tipo de trabajo que se desarrolle, por lo que quienes manipulan en el laboratorio sustancias químicas obtenidas por síntesis, es necesario que tengan en cuenta varios factores para el buen uso de dichas sustancias.

Entre otros factores se deben tener en cuenta: la toxicidad de las sustancias químicas, las condiciones de trabajo en el laboratorio (buena ventilación, salidas de emergencia, extinguidores, campanas de extracción y duchas); el almacenamiento de reactivos (orgánicos e inorgánicos); el manejo de los residuos y la protección personal (guantes, gafas, bata, máscara de gases y vapores).

Respecto a la toxicidad de las sustancias químicas, es necesario conocer cuándo un reactivo químico es cancerígeno, irritante o causante de alergias; así como las reacciones de estos en el organismo y los métodos de control.

Muchas sustancias químicas producen efectos nocivos sobre la salud, debido a sus propiedades físicas y químicas que los caracterizan, por lo que en el presente trabajo, permite conocer los nombres de algunas sustancias usadas dentro del centro de trabajo que producen efectos indeseables sobre la salud humana:

### **a. Ácido clorhídrico**

El ácido clorhídrico, ácido muriático, es una disolución acuosa del gas cloruro de hidrógeno (HCl). Es muy corrosivo y ácido. Se emplea comúnmente como reactivo químico y se trata de un ácido fuerte que se disocia completamente en disolución acuosa. Una disolución concentrada de ácido clorhídrico tiene un pH inferior a 1; una disolución de HCl 0,1 M da un pH de 1.

El cloruro de hidrógeno anhidro no es corrosivo, si bien la solución acuosa ataca a casi todos los metales -salvo mercurio, plata, oro, platino, tantalio y ciertas aleaciones- con liberación de hidrógeno.

El ácido clorhídrico reacciona con sulfuros para formar cloruros y sulfuro de hidrógeno. Es un compuesto muy estable, pero cuando se somete a altas temperaturas se descompone, dando hidrógeno y cloro.

Los riesgos especiales del ácido clorhídrico son su acción corrosiva en la piel y las mucosas, la liberación de hidrógeno cuando entra en contacto con ciertos metales e hidruros metálicos, y su toxicidad. El ácido clorhídrico produce quemaduras en la piel y las mucosas cuya gravedad depende de la concentración de la solución. Estas quemaduras pueden ulcerarse, y producir, más tarde, cicatrices queloides y retráctiles. El contacto de este ácido con los ojos puede provocar reducción o pérdida total de la visión. Las quemaduras faciales pueden dejar graves cicatrices que desfiguren el rostro. El contacto frecuente con soluciones acuosas puede determinar la aparición de una dermatitis (Fhari, 1992).

Los vapores del ácido clorhídrico producen un efecto irritante en el tracto respiratorio, lo que causa laringitis, edema de glotis, bronquitis, edema pulmonar y muerte. También son frecuentes las enfermedades digestivas, caracterizándose por necrosis dental molecular, que consiste en un proceso por el cual los dientes pierden su brillo, se tornan amarillos, blandos y afilados y, finalmente, se rompen.

Este ácido nunca debe almacenarse en la proximidad de sustancias oxidantes o inflamables, como ácido nítrico o cloratos, ni cerca de metales e hidruros metálicos que puedan ser atacados por él, con liberación de hidrógeno, cuyo límite de explosividad es de 4-75 por 100 de volumen de aire. Toda la instalación eléctrica será a prueba de llamas y estará protegida contra la acción corrosiva de los vapores.

#### b. Ácido sulfúrico

El ácido sulfúrico es un ácido fuerte que, cuando se calienta por encima de 30 °C, desprende vapores y, por encima de 200 °C, emite trióxido de azufre. En frío, reacciona con todos los metales, incluido el platino; en caliente, su reactividad se intensifica.

El ácido sulfúrico diluido disuelve el aluminio, el cromo, el cobalto, el cobre, el hierro, el manganeso, el níquel y el zinc, pero no el plomo ni el mercurio. Tiene una gran afinidad por el agua, y es por esta razón que absorbe la humedad de la atmósfera y extrae el agua de las materias orgánicas, carbonizándolas.

La acción del ácido sulfúrico en el organismo es la propia de un agente tóxico general y un potente cáustico. Cuando se introduce en el organismo, bien sea en forma líquida o vapor, produce gran irritación y quemaduras químicas en las mucosas de los tractos digestivo y respiratorio, los dientes, los ojos y la piel. En contacto con la piel, el ácido sulfúrico produce una intensa deshidratación, con liberación de calor, suficiente para producir quemaduras similares a las térmicas, que pueden ser de primero, segundo o tercer grado. La profundidad de estas lesiones depende de la concentración del ácido y de la duración del contacto (Aleixandre, 1998).

La inhalación de vapores de esta sustancia produce los siguientes síntomas: secreción nasal, estornudos, sensación de quemazón en la garganta y la región retroesternal. Estos síntomas van seguidos por tos, dificultad respiratoria, a veces acompañada de espasmos de las cuerdas vocales, y sensación de quemazón en los ojos, con lagrimeo y congestión de la conjuntiva. Los vapores con altas concentraciones de ácido sulfúrico pueden causar secreciones nasales y esputos sanguinolentos, hematemesis, gastritis, etc. Son también frecuentes las lesiones dentales, que afectan sobre todo a los incisivos, los cuales se tornan de color marrón, con estriaciones en el esmalte, caries y destrucción rápida e indolora de la corona dental. Las exposiciones profesionales a vapores de ácidos inorgánicos fuertes, como los del ácido sulfúrico, han sido clasificadas por la Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer (AIRC) como cancerígenos humanos.

Las lesiones que se encuentra con más frecuencia en los trabajadores empleados en los procesos de producción de ácido sulfúrico son las quemaduras químicas. Las soluciones concentradas causan quemaduras profundas en las mucosas y la piel. Inicialmente la zona que ha hecho con el ácido está blanquecina, se tornan más tarde de color marrón para, finalmente, aparecer una úlcera perfectamente definida sobre

una zona ligeramente enrojecida. Estas lesiones tardan mucho tiempo en curar y, con frecuencia, dejan extensas cicatrices que producen impotencia funcional. Si la quemadura es muy extensa, el pronóstico puede ser fatal.

El contacto repetido de la piel con soluciones poco concentradas de este ácido produce desecación de ésta, ulceraciones en las manos y panadizo o inflamación crónica purulenta alrededor de las uñas. Las salpicaduras de ácido sulfúrico en los ojos son particularmente graves, que pueden causar ulceración profunda de la córnea, que rato conjuntivitis y lesiones palpebrales con graves secuelas.

La acción general tóxica del ácido sulfúrico determina una depleción alcalina del organismo, es decir, una acidosis que afecta al sistema nervioso central y produce agitación, desequilibrio, y debilidad generalizada.

Las medidas de seguridad más eficaces, son el completo aislamiento de los procesos y la mecanización de los procedimientos de manipulación para evitar el contacto de los trabajadores con el ácido sulfúrico. Se prestará una atención especial a los procesos de almacenamiento, manipulación y aplicación; a la ventilación e iluminación de los puestos de trabajo, al mantenimiento y a la limpieza; y, al uso de equipos de protección personal. Además de las precauciones generales antes indicadas, el ácido sulfúrico no debe almacenarse en la proximidad de cromatos, cloratos o sustancias similares, por el peligro de incendio o explosión.

El ácido sulfúrico no es inflamables por sí mismos, pero reaccionan violentamente con muchas sustancias, sobre todo materiales orgánicos, con liberación de calor suficiente como para provoca un incendio o explosión; además, el hidrógeno liberado durante la reacción con metales puede formar una mezcla explosiva con el aire.

c. Ácido acético.

Los vapores de ácido acético pueden formar mezclas explosivas con el aire, constituyendo un riesgo de incendio, bien directamente o por liberación de hidrógeno.

El ácido acético glacial y el ácido acético concentrado son muy irritantes para la piel y producen eritema (enrojecimiento), quemaduras químicas y ampollas. En casos de ingestión accidental, se han observado lesiones ulcero necróticas graves del tracto digestivo superior, con vómitos sanguinolentos, diarrea, shock y hemoglobinuria seguida de anuria y uremia.

Los vapores de ácido acético tienen una acción irritante en las mucosas, sobre todo en la conjuntiva, la rinofaringe y el tracto respiratorio superior. En una mujer que había inhalado vapores de ácido acético, produciéndole desvanecimiento, se desarrolló una bronconeumonía aguda, (OIT, 2001)

Los trabajadores expuestos durante varios años a concentraciones de ácido acético superiores a 200 ppm han llegado a sufrir edema palpebral, con hipertrofia de los ganglios linfáticos, hiperemia conjuntival, faringitis crónica, bronquitis catarral crónica y, en algunos casos, bronquitis asmática y signos de erosión en la superficie vestibular de los dientes (incisivos y caninos).

La aclimatación es una medida de seguridad que puede ser considerable, pero eso no significa que desaparezcan los efectos tóxicos. Por ejemplo, las exposiciones reiteradas pueden causar trastornos digestivos, con pirosis y estreñimiento. La piel de la palma de las manos es la que sufre una mayor exposición, pues se agrieta y se torna hiperqueratótica, por lo que las pequeñas erosiones y cortes cicatrizan lentamente.

Es importante mencionar que, debido a la acción lesiva directa de estos tres tipos de ácido, la toxicinética y su toxicodinamia, carece de un interés clínico.

d. Bromuro de Etidio

El bromuro de etidio (Br Et) es un agente intercalante usado comúnmente como marcador de ácidos nucleicos en laboratorios de biología molecular para procesos como la electroforesis en gel de agarosa. Cuando se expone esta sustancia a luz ultravioleta, emite una luz roja-anaranjada, que se intensifica unas 20 veces después de haberse unido a una cadena de ADN. Este efecto es debido al aumento de la hidrofobia del medio, y no a la rigidificación del anillo bencénico, no estando éste entre pares de bases del ADN.

Como el bromuro de etidio se intercala en el ADN, por esta razón tiene un poderoso efecto mutágeno y, posiblemente puede ser cancerígeno o teratógeno, de acuerdo a los estudios realizados por el centro nacional de Salud Publica de España, este agente es nocivo por ingestión, tóxico por inhalación e irritante para los ojos, la piel y las vías respiratorias. En el Anexo I, se encuentran el perfil toxicológico, correspondiente a dicho agente (Von Oettigen, 1955).

En el Anexo I. Perfil toxicológicos de las sustancias se encuentra mayor información sobre los efectos y sobre su toxicidad, toxicocinética etc.

e. Acrilamida

La acrilamida es un compuesto orgánico de tipo amida; Es blanca, inodora y cristalina, soluble en agua, etanol, éter y cloroformo. Se emplea en la fabricación de papel, extracción de metales, industria textil, obtención de colorante y en la síntesis de poliacrilamidas.

Esto puede suponer un problema pues, de acuerdo a estudios toxicológicos en animales, la acrilamida es un probable carcinógeno en humanos.

Se han administrado a ratas, nueve compuestos químicamente muy emparentados con la acrilamida, a dosis que si se hubiera tratado de acrilamida, habrían provocado una intoxicación aguda. Sólo la N-hidroximetilacrilamida produjo algunos efectos

neurotóxicos, probablemente imputables a la presencia de la acrilamida en estado de impureza. No se ha informado de ningún caso de intoxicación humana por la metacrilamida o por la N, N- dimetilacrilamida.

Por ingestión o absorción repetida se pueden producir efectos tóxicos tardíos en el sistema nervioso central, de los animales de experimentación. La acrilamida puede ser absorbida a través de la piel intacta y también por inhalación de aire cargado de polvo o gotitas de solución. En el Anexo I, se presentan el perfil toxicológico de la Acrilamida.

Garland y Patterson (1967) han observado que, antes de 1967, eran raros los trabajos publicados sobre la toxicología humana sobre la acrilamida, aunque la afectación neurológica se diagnosticó desde los primeros días en un establecimiento piloto. Actualmente han sido señalados casos de intoxicación en Alemania, Australia, Canadá, Francia y Japón.

Todos los casos informados en el Reino Unido se produjeron durante la fabricación floculantes, y produjeron afectaciones principalmente cutáneas. La duración de las afecciones detectadas, oscilaban entre 4 y 60 semanas siendo la media de 16. Además del eritema y de la descamación palmar el cuadro clínico evocaba una neuropatía periférica, y trastornos del mesencéfalo. Los principales síntomas y signos eran el adormecimiento y parestesias en los miembros, la debilidad de los miembros inferiores, la inestabilidad de la postura de pie, los trastornos del equilibrio, una sudoración profunda en las manos, astenia y la letargía. Algunos trabajadores presentaban, además, trastornos del lenguaje-tartamudeo-, adelgazamiento y trastornos de vejiga, no se observó trastorno de la personalidad. En los intoxicados, menos gravemente el tiempo de curación era entre 2 y 12 meses.

Jones y Simmons (1972), han descrito dos casos en trabajadores de fabricación de poliacrilamida a partir de la acrilamida. El más afectado de los dos llevaba un mes en la empresa, las concentraciones de acrilamida en la zona de trabajo eran de 2.7, 0.5, 1.5 y 0.8 mg/m<sup>3</sup>, estas concentraciones se midieron durante la carga de la cuba de

mezclado, durante la molienda y el embalado de acrilamida y en la zona de fuga de vapor de las estufas durante la reacción.

El vapor contenía hasta 1.1 % en peso de acrilamida, mientras que el polímero acabado peso el 2.9 %. Parece que la exposición del vapor cargado de acrilamida tiene un gran interés, en este estadio de proceso de fabricado, el personal no llevaba equipo de protección y no se pensaba que pudiera tener algún riesgo, entre los síntomas observados en esta ocasión figuraban adormecimientos episódico, debilidad de los músculos de las piernas, episodios de incontinencia de orina y trastornos de la visión, enlentecimiento marcado de la palabra con tendencia a tartamudear.

La conducción motora del nervio poplíteo lateral derecho descendió a 35 m/s, y solo al cabo de tres meses volvió a lo normal. El segundo sujeto presentaba una descamación en las palmas de las manos, se quejaba de engrosamiento de los dedos y una menor tolerancia al alcohol. A semejanza de 4 de los sujetos citados por Garland y Patterson (1967), que presentaban sensaciones anormales en la piel, un sujeto presento un hormigueo en la piel de la cara.

Un estudio electrofisiológico de 15 trabajadores alemanes que manipulaban acrilamida presentaban signos de anomalías de las funciones nerviosas periféricas, especialmente una deficiencia o una disminución de los reflejos profundos y superficiales a la abolición de la sensación de vibración. El potencial de acción de los nervios medianos y tibial, estaban considerablemente disminuido, aunque no estaban sensiblemente afectados a la velocidad de conducción, los trabajadores con mayor antigüedad presentaron vértigos, siendo marcha atáxica y anormal, su trazado electroencefalógrafo.

En el Anexo I. Perfil toxicológico de las sustancias se encuentra mayor información sobre su toxicidad.

## 2.5. Diagnóstico Situacional.

El diagnóstico situacional es una metodología, cuyos orígenes provienen del método denominado *Risk Assessment*, usado primordialmente para realizar evaluaciones en el campo de la Toxicología Ambiental, con el fin cuantificar y describir el riesgo químico, y no es más que una ponderación entre un hallazgo y una referencia apropiada, acerca del impacto potencial adverso de un acontecimiento sobre un sitio, una persona o una población.

Esta metodología, adaptada de la metodología del *Risk Assessment*, establecida en 1983 por la Academia Nacional de Ciencias de los E.U.A, que originalmente está compuesta de cuatro componentes básicos: Identificación o reconocimiento del riesgo, evaluación de la dosis respuesta, evaluación de la exposición y caracterización del riesgo, dicho trabajo consistió en realizar una adecuación a tal método de tal manera que este se adecuara a los propósitos de la Higiene Industrial (López, 2009).

Esta modificación contempla el estudio de los riesgos laborales presentes en una organización, desde su detección, evaluación de la exposición y efectos, hasta su caracterización integral, siempre con el propósito de prevenir o controlar sus potenciales efectos nocivos.

Las etapas que comprenden dicha metodología son:

- A. Reconocimiento del peligro
- B. Evaluación de la Exposición.
- C. Evaluación Dosis-Respuesta.
- D. Caracterización y Jerarquización del riesgo.

En la presente investigación, se realice bajo el contexto de la higiene Industrial, también es importante mencionar que el diagnóstico situacional, solo se le dará el enfoque de identificar los peligros generados por los agentes químicos en el centro de trabajo y evaluar los riesgos que conllevan.

## A. RECONOCIMIENTO DEL PELIGRO.

Esta primera etapa, consiste en la identificación de cada uno de los agentes contaminantes que representan un peligro a la población potencialmente expuesta, y sus riesgos asociados, en el cuadro 2.2.1, se encuentran descrito la clasificación de los agentes contaminantes que representan un peligro dentro en los centros de trabajo.

**Tabla 2.4.** Clasificación de Peligros.

| PELIROS                 |                                                                                   | TIPO                                   |
|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| AGENTES CONTAMINANTES   | QUÍMICOS                                                                          | Corrosivos                             |
|                         |                                                                                   | Reactivos                              |
|                         |                                                                                   | Explosivos                             |
|                         |                                                                                   | Inflamables                            |
|                         |                                                                                   | Combustibles                           |
|                         |                                                                                   | Tóxicos                                |
|                         |                                                                                   | Sensibilizantes                        |
|                         |                                                                                   | Irritantes                             |
|                         |                                                                                   | Carcinogénicos                         |
|                         |                                                                                   | Mutagenicos                            |
|                         |                                                                                   | Efecto reproductivos                   |
|                         | FÍSICOS                                                                           | Iluminación                            |
|                         |                                                                                   | Condiciones térmicas elevada           |
|                         |                                                                                   | Condiciones térmicas abatidas          |
|                         |                                                                                   | Radiaciones Ionizantes y no ionizantes |
|                         |                                                                                   | Ruido                                  |
|                         |                                                                                   | Vibraciones                            |
|                         | BIOLÓGICOS                                                                        | Micro y macro organismos.              |
|                         | ERGONÓMICOS                                                                       | Mal diseño de utensilios y áreas.      |
|                         |                                                                                   | Sobrecarga Postural                    |
| Manejo manual de cargas |                                                                                   |                                        |
| Movimientos repetitivos |                                                                                   |                                        |
| Estrés                  |                                                                                   |                                        |
| Sobrecarga de trabajo   |                                                                                   |                                        |
| Acoso                   |                                                                                   |                                        |
| Hostigamiento           |                                                                                   |                                        |
| CONDICIÓN INSEGURA      | Daños en instrumental de vidrio y/o equipos                                       |                                        |
|                         | Falta de orden y limpieza                                                         |                                        |
|                         | Ausencia de piso antiderrapante                                                   |                                        |
|                         | Falta de Equipos de Emergencia                                                    |                                        |
|                         | Falta Identificación de Agentes químicos                                          |                                        |
|                         | Mal funcionamiento de sistemas de extracción                                      |                                        |
| ACTO INSEGURO           | Mal uso de E.P:P                                                                  |                                        |
|                         | Almacenamiento de sustancias de acuerdo a sus características de Incompatibilidad |                                        |
|                         | Realización de tareas en áreas no específicas                                     |                                        |

Fuente : López 2007.

Por lo que, en esta fase se requiere de la descripción de cada etapa, cada puesto y cada actividad del proceso estudiado, la herramienta utilizada para plasmar las etapas que conforman el proceso de trabajo es un flujograma, que al agregar los demás elementos descriptivos se convertirá en un Mapeo de riesgos.

## B. EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN.

L

En esta fase de la metodología, se realiza la evaluación del riesgo; es decir, se mide el contacto directo con el peligro, para ello se deberá de describir los siguientes factores de la exposición

Factores del Peligro.

- Agente contaminante
- Frecuencia de Exposición
- Duración de la Exposición
- Concentración o Intensidad.

Factores del Ambiente

- Condiciones de la actividad
- Estado de las Instalaciones
- Estado de los medios de trabajo.
- Turnos y horarios de trabajo.

Factores del Trabajador

- Edad
- Sexo
- Estado de Salud
- Suceptibilidad
- Entrenamiento

Es importante mencionar que para la realización de la evaluación-Factores de Riesgo- en específico de la concentración o intensidad de los agentes químicos, la metodología se apoya en un monitoreo ambiental, personal o biológico, con la finalidad de determinar que las concentraciones medidas en el ambiente de trabajo, no rebasan los límites máximos permisibles de exposición; o que el agente xenobiótico no se encuentre presente y pueda tener efectos potenciales en el organismo del trabajador respectivamente.

En cuanto a la frecuencia de exposición, ésta hará referencia al número de veces por jornada laboral que el trabajador se expone al agente contaminante, por su parte, la duración, refiere al tiempo efectivo que dura la exposición del trabajador con el peligro, para el caso de la presente investigación se referirá al tiempo en el que el personal permanece en contacto directo con el agente químico.

### C. EVALUACIÓN DÓISIS-RESPUESTA.

Consiste en realizar tres análisis del caso estudiado, uno retrospectivo, uno prospectivo y uno inductivo, con la finalidad de identificar la interacción del peligro y el trabajador es decir analizar:

- Qué efectos ha provocado la materialización de los riesgos en el centro de trabajo, en caso de haberse presentado.
- Qué es lo que está provocando a los trabajadores el estar expuesto a los peligros.

E inducir con estos dos análisis:

- Qué efectos potenciales pueden existir en caso de materializarse los riesgos.

#### D. CARACTERIZACIÓN DEL RIESGO.

En esta fase de la metodología se pretende resumir, los datos obtenidos en las etapas anteriores, al mostrar cuales son los peligros a los que se exponen los trabajadores, en que etapas del proceso, la evaluación de sus riesgos, y la determinación del personal ocupacionalmente expuesto y como les afecta dicha exposición.

Asimismo se logra tener una perspectiva del peligro tal que permite jerarquizarlo mediante los siguientes criterios: Peligrosidad intrínseca, peligrosidad por condiciones específicas de exposición personal por magnitud del personal expuesto y para los agentes químicos con el uso de  $DL_{50}$ , (para fines de la presente investigación se hará uso del criterio del Límite Máximo Permisible de Exposición).

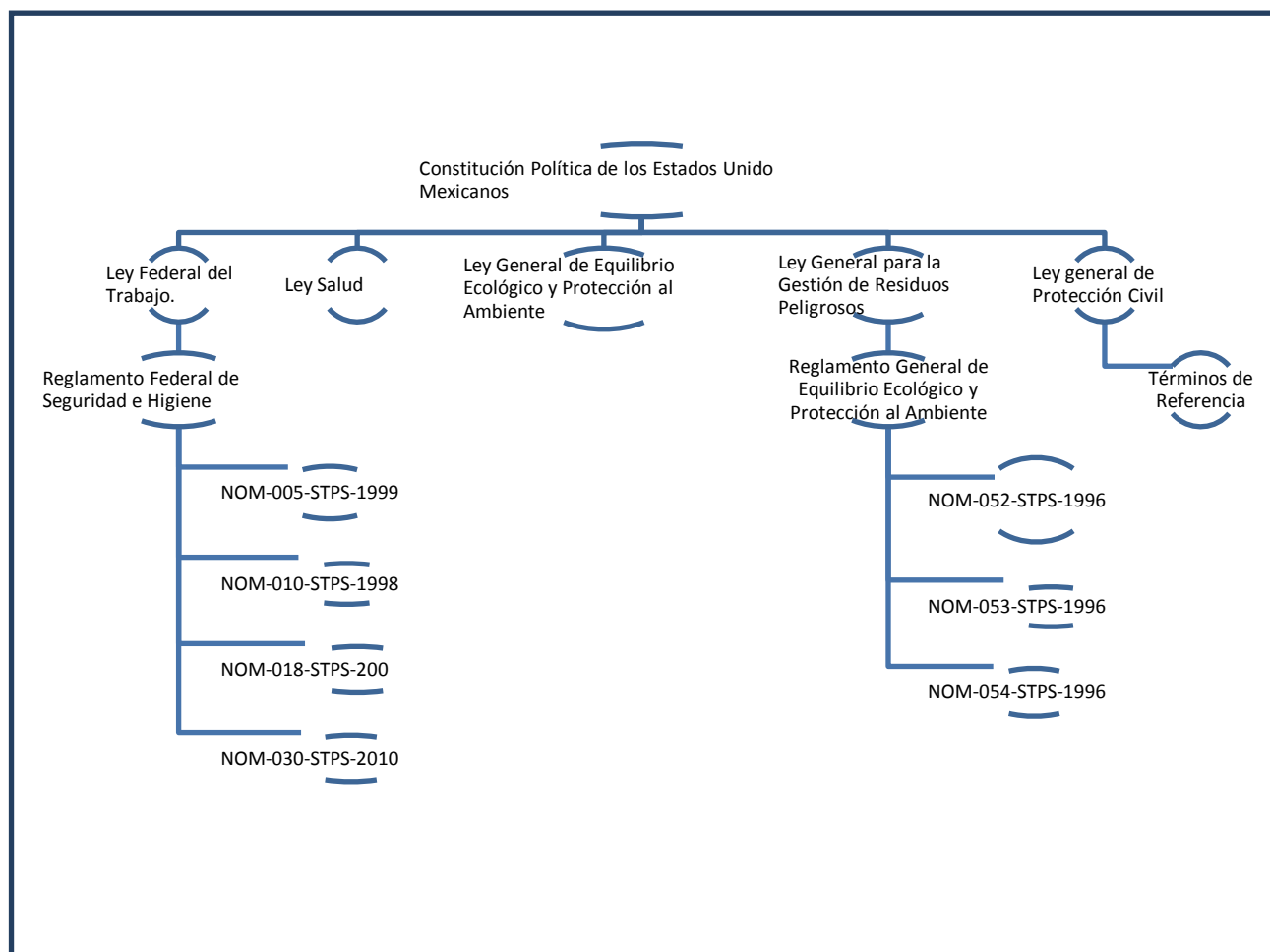
## **2.5. Marco jurídico sobre agentes químicos y la protección en el trabajo.**

El marco jurídico de los agentes químicos en el país comprende una serie de ordenamientos habilitadores que dan el sustento y la guía para el diseño e implementación de políticas y estrategias encaminadas a autorizar su uso y comercialización, en apoyo al desarrollo de las actividades económicas en el país, y a proteger su vez a la población y los ecosistemas por su utilización.

La regulación de las sustancias químicas y sus residuos se sustenta en las disposiciones constitucionales que rigen el derecho de la población a la protección de la salud y a un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar (artículo 4, Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos-CPEUM-) considerándolos riesgos que éstas pueden representar para la salud humana y el medio ambiente; así como en la atribución del Estado para regular el aprovechamiento de los recursos naturales a fin de cuidar su conservación y evitar su destrucción (artículo 27, CPEUM).

Con la finalidad de instrumentar los derechos constitucionales de los ciudadanos, la Federación ha creado numerosas leyes, reglamentos y normas oficiales mexicanas (NOM) que en su conjunto prácticamente regulan cada paso del ciclo de vida de los agentes químicos y sus residuos, hasta su disposición final como residuos peligrosos. Las leyes con una atribución directa en la regulación de estas sustancias son: Ley General de Salud (LGS), Ley Federal del Trabajo (LFT), Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA); Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), Ley de Protección Civil (LPC).

Figura 2.3.Marco Jurídico sobre Agentes Químicos



**Fuente:** Trabajo de investigación.

La cobertura de la Ley Federal del Trabajo, publicada en 1970 (DOF 2006), y de su Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo, publicado en 1997 (DOF, 1997), en cuanto a la regulación de sustancias químicas peligrosas, se enfoca a prevenir o reducir accidentes o enfermedades por la exposición a éstas en el ambiente laboral. En la Ley se presenta una lista de enfermedades de trabajo causadas por contacto o inhalación de sustancias químicas peligrosas y la indemnización a la que serán acreedores los trabajadores por sus efectos.

Dentro de las obligaciones de los patrones señaladas por esta Ley, se cita la aplicación de los principios y medidas de seguridad e higiene en el área de trabajo establecidas en leyes, reglamentos y normas (art. 132), y las obligaciones por parte de los trabajadores, se centran en el cumplimiento de las medidas de higiene establecidas por la legislación (art. 134).

En consistencia con lo anterior, el Reglamento asienta las disposiciones a seguir para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas para prevenir y evitar daños a la vida y salud de los trabajadores (art. 54).

- NOM-005-STPS-1998. Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas.
- NOM-010-STPS-1999. Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se manejen, transporten, procesen o almacenen sustancias químicas capaces de generar contaminación en el medio ambiente laboral.
- NOM-017-STPS-2001. Equipo de protección personal- Selección, uso y manejo en los centros de trabajo.
- NOM-018-STPS-2000. Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo.
- NOM-019-STPS-2010. Constitución, organización y funcionamiento de las Comisiones de Seguridad e Higiene en los Centros de Trabajo.
- NOM-026-STPS-1998. Colores y señales de seguridad e higiene, identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías

- NOM-028-STPS-2004. Organización del Trabajo-Seguridad en los procesos de sustancias químicas
- NOM-030-STPS-2009. Servicios preventivos de seguridad y salud en el trabajo-organización y funciones

Por su parte La Ley General de Salud (DOF 2006) junto con su Reglamento en Materia de Control Sanitario de Actividades, Establecimientos, Productos y Servicios (DOF 1988a), representan las piezas legislativas principales para la protección de la salud de los trabajadores, consumidores y población en general que se encuentran expuestos directa o indirectamente a sustancias químicas peligrosas.

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGGEPA) publicada en 1988, y reformada en varias ocasiones a partir de 1996 (DOF, 2007), prescribe las disposiciones aplicables para la protección del ambiente por los riesgos que poseen las sustancias químicas peligrosas. Dentro de la temática sobre preservación, restauración y mejoramiento del ambiente y bajo el rubro de la prevención y control de la contaminación del suelo, atmósfera y agua, y por residuos peligrosos, se encuentran los principales lineamientos aplicables a estas sustancias.

La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) (DOF, 2007) representa el instrumento rector para el manejo y control de los residuos en los tres niveles de gobierno (federal, estatal y municipal), el cual se ve fortalecido por la publicación de leyes sobre el tema en las distintas entidades Federativas y demás ordenamientos que de ellas derivan. Esta Ley considera como prioridad minimizar la generación y maximizar la valoración y aprovechamiento de los residuos dentro de un marco de responsabilidad compartida y gestión integral, cuando esto sea posible, y establece como últimas opciones su incineración o disposición final.

Entre los instrumentos de política ambiental que se definen en esta Ley se encuentran los planes de manejo a los cuales serán sometidos los residuos. La Ley lista aquellos

residuos peligrosos y productos que serán objeto de estos planes, como los BPC y los plaguicidas y sus envases vacíos.

Por otra parte se encuentra la de Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal (DOF, 2005) señala explícitamente la responsabilidad de la Secretaría de Comunicaciones y Transporte (SCT) de regular el autotransporte de materiales, residuos, remanentes y desechos peligrosos que circulen en vías generales de comunicación, sin perjuicio de las atribuciones de otras dependencias (art. 50). Particularmente, dispone que los permisionarios de autotransporte de carga estén obligados a cubrir los daños que pudiese causar la carga desde la salida de las instalaciones del generador hasta que se reciba por el destinatario (art. 68).

Los términos y condiciones a que se sujetará el autotransporte de estos materiales y residuos se precisan en el Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos, publicado en 1993 (DOF, 1993), que otorga las siguientes facultades a la SCT: Expedir un permiso para los transportistas de materiales y residuos peligrosos sin perjuicio de las autorizaciones que otorguen otras secretarías.

Establecer una clasificación de sustancias para su fácil identificación y sobre su base determinar las condiciones de transporte, incluyendo su envase y embalaje; etiquetado, y marcado del envase y embalaje, haciendo uso de la clasificación señala en la presente investigación, y las características, especificaciones y equipamiento de los vehículos motrices y unidades de arrastre a utilizar.

## **CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA.**

En este capítulo se describe la población de estudio, las herramientas, métodos y técnicas que integran la presente investigación documental y de campo, y cuya utilidad fue determinar a qué riesgos químicos son a los que se encuentran expuestos los trabajadores en los Laboratorios de investigación.

### **3.1 Tipo y diseño de la Investigación**

Se realizó una investigación de tipo Documental-Campo, de Conductas no participativa y transversal.

### **3.2 Universo De Estudio.**

La investigación se realizó en la Escuela Nacional de Medicina y Homeopatía, durante el periodo de Agosto 2009 a Septiembre del 2011, en la Sección de estudios de Posgrado e Investigación, en las instalaciones identificadas como Laboratorios de Biomedicina Molecular I, II y III, y el Laboratorio de Biomedicina Interdisciplinaria.

La población de estudio estuvo integrada por Profesores titulares, Auxiliares Técnicos, Investigadores de nivel Maestría y Técnicos Auxiliares, que realizan sus actividades en estos laboratorios.

La descripción de dicha población se logró a través de las siguientes variables: Edad, sexo, número de trabajadores por área, por puesto de trabajo y antigüedad en el mismo, datos que se obtuvieron a través de entrevistas no estructuradas realizadas durante los recorridos de inspección y verificación a las instalaciones del centro de trabajo.

#### **3.2.1 Criterios selección de la Población.**

La población, se seleccionó de entre aquellos que dieron su aceptación de forma voluntaria y con consentimiento informado.

#### 3.2.1.1 Criterios de Inclusión para la población trabajadora en estudio:

1. Trabajadores asignados a los Laboratorios de Biomedicina Molecular I,II, III y laboratorio de Biomedicina Interdisciplinaria, expuestos a agentes químicos.
2. Ambos sexos.
3. Cualquier puesto.

#### 3.2.1.2 Criterios de Exclusión para la población trabajadora en estudio.

1. Trabajadores que no asignados al área de laboratorios de Biomedicina Molecular I, II, III y Laboratorio de Biomedicina Interdisciplinaria.
2. Investigadores que no se encontraban en el momento que se inició el estudio.
3. Personal que laboraba en otras instituciones cuya actividad condicionaba el contacto con agentes químicos.

### 3.3 Materiales y Recursos.

#### Materiales:

- Equipo de Cómputo.
- Papelería.
- Bibliografía.
- Equipo fotográfico

#### Equipo de Monitoreo

- Bombas SKC modelo AIR LITE para flujos de 3000 cc operado con pilas alcalinas.
- Portafiltros y almohadillas de soporte.
- Filtros de PVC de 37 mm y 5 micras.
- Membrana filtrante de mezcla de éster de celulosa, tamaño de poro de 0.8  $\mu\text{m}$  y de 37 mm de diámetro.
- Regulador de flujo
- Tubos de Carbón activado
- Calibrador digital Mini Buck modelo M5.

- Cámara de Calibración de 1lt.
- Lámpara portátil con tubo de luz ultravioleta de 6 watts-STEREN

**Fig. 3.1** Equipo utilizado para monitoreo de agentes químicos



Fuente: Trabajo de Campo

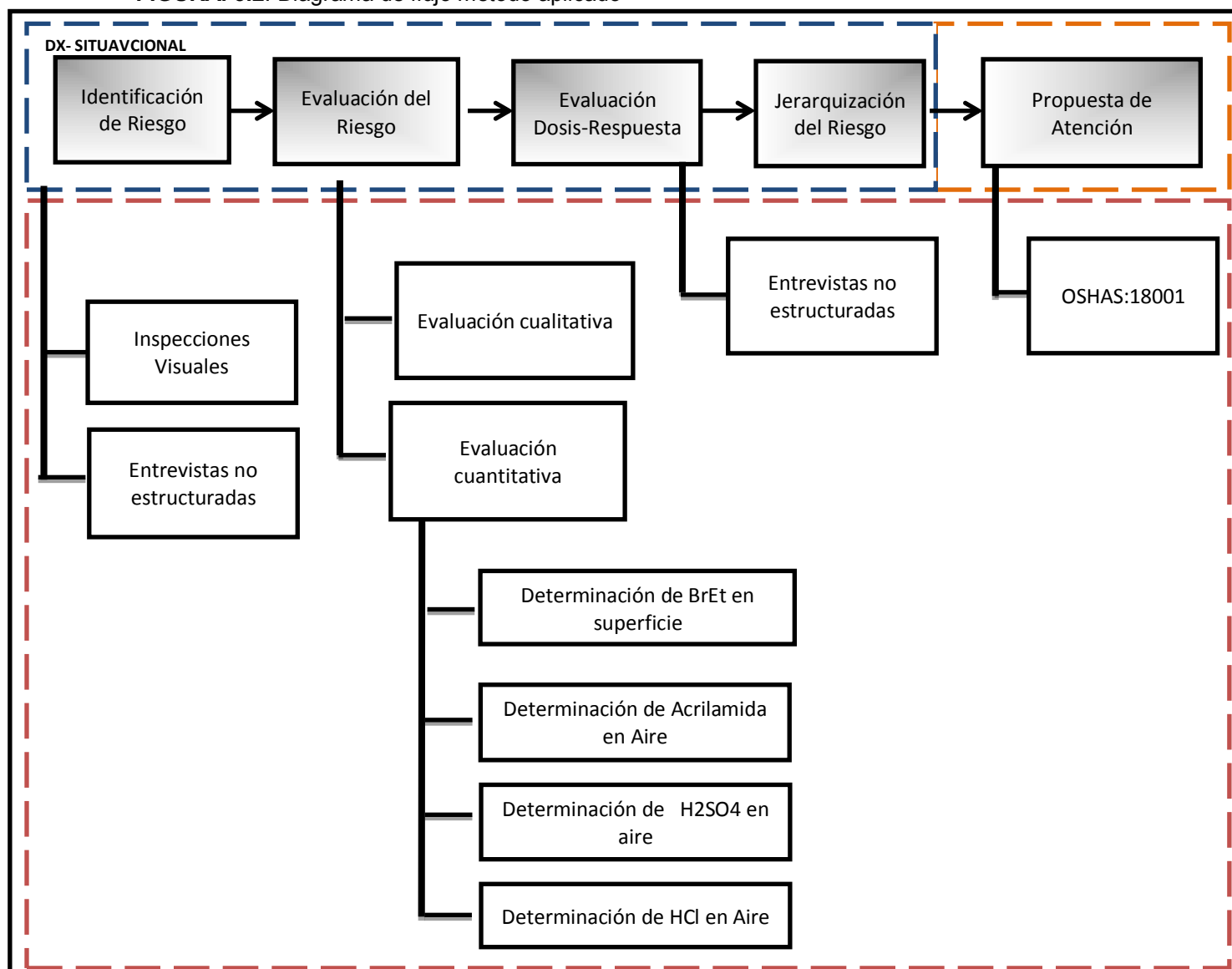
### 3.4 Diagnóstico situacional sobre riesgos químicos.

Se realizó un diagnóstico sobre riesgos químicos, mediante el uso del método del Diagnóstico Situacional Modificado, diseñado por el M. en C. Enrique López Hernández (2000), al cual se le dio el enfoque pertinente para realizar la identificación y evaluación de los riesgos de tipo químico presentes en el centro de trabajo, por lo que fue necesario hacer énfasis en el uso de los criterios iniciales en los que se basa dicho método y que son establecidos en el método determinado por la Universidad de Ciencias de Estados Unidos, denominado *Risk Assessment*, y cuyo enfoque es la evaluación de los riesgos a la salud humana derivados de la exposición a agentes químicos.

iniciales en los que se basa dicha metodología, a su vez se hizo uso de los criterios de la metodología de *Risk Assessment* (NAS 1983), determinada por la Universidad de Ciencias de Estados Unidos.

A continuación se describe, cada una de las técnicas y métodos, seguidos para cubrir las fases del Diagnostico situacional sobre riesgos químicos (Ver diagrama 3.2).

**FIGURA. 3.2.** Diagrama de flujo método aplicado



### 3.4.1. Identificación del Peligro

Se identificaron los riesgos asociados, a través de la investigación y análisis del proceso productivo de la organización, estudiada. Ello requirió de diversos recorridos de inspección y observación en los que se realizó la recopilación de datos mediante entrevistas no estructuradas. En el Anexo I se muestra el formato de llenado de Bitácora utilizado durante la recopilación de información.

### 3.4.2 Método para Evaluación del Riesgo.

#### 3.4.2.1 Método de Evaluación Cualitativa.

De acuerdo a lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-010-STPS-1999, se realizó una evaluación cualitativa e los riesgos químicos a los que están expuestos los trabajadores, esto debido a que no existían evaluaciones preliminares de los agentes químicos que pudieron ayudar a determinar el nivel de concentración en el ambiente.

Esta evaluación preliminar consistió en determinar el grado de efecto a la salud de los agentes químicos tomando como referencia los sistemas reconocidos internacionalmente de la NationalFireProtectionAssociation(NFPA) y en los casos donde no se tenga logro obtener dicha información, se tomó en los criterios de la tabla 3.1 que toma en cuenta los valores de la dosis letal media ( $DL_{50}$ ) ; y el segundo criterio a considerar dentro de esta evaluación preliminar es el grado de exposición potencial de los agentes químicos usados dentro del centro de trabajo en estudio 3.2, y los datos recolectados durante la fase de reconocimiento del peligro.

Una vez obtenidos los grados de efectos a la salud y de exposición potencial, se obtuvo la clasificación cualitativa del riesgo, mediante el cruce de los valores señalados en la tabla 3.3., con la finalidad de definir los agentes y zonas prioritarias de muestreo.

TABLA 3.1 Grado De Efecto A La Salud Del Contaminante.

| GRADO DE EFECTO A LA SALUD | EFECTO A LA SALUD                                                                   | CRITERIOS DE TOXICIDAD   |                          |                          |                            |
|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|
|                            |                                                                                     | RATA DL <sub>50</sub>    | CONEJO DL <sub>50</sub>  | RATA CL <sub>50</sub>    |                            |
|                            |                                                                                     | VÍA ORAL<br>mg/kg        | VÍA CUTÁNEA<br>mg/kg     | VÍA RESPIRATORIA<br>mg/l | ppm                        |
| 0                          | EFFECTOS LEVES REVERSIBLES O SIN EFECTOS CONOCIDOS                                  | MAYOR QUE 5000           | MAYOR QUE 2000           | MAYOR QUE 20             | MAYOR QUE 10000            |
| 1                          | EFFECTOS MODERADOS REVERSIBLES                                                      | MAYOR QUE 500 HASTA 5000 | MAYOR DE 1000 HASTA 2000 | MAYOR QUE 2 HASTA 20     | MAYOR QUE 2000 HASTA 10000 |
| 2                          | EFFECTOS SEVEROS REVERSIBLES                                                        | MAYOR QUE 50 HASTA 500   | MAYOR QUE 200 HASTA 1000 | MAYOR QUE 0.5 HASTA 2    | MAYOR QUE 200 HASTA 2000   |
| 3                          | EFFECTOS IRREVERSIBLES. SUSTANCIAS CARCINÓGENAS SOSPECHOSAS, MUTÁGENAS, TERATÓGENAS | MAYOR QUE 1 HASTA 50     | MAYOR QUE 20 HASTA 200   | MAYOR QUE 0.05 HASTA 0.5 | MAYOR QUE 20 HASTA 200     |
| 4                          | EFFECTOS INCAPACITANTES O FATALES, SUSTANCIAS CARCINÓGENAS COMPROBADAS              | IGUAL O MENOR DE 1       | IGUAL O MENOR DE 20      | IGUAL O MENOR DE 0.05    | IGUAL O MENOR DE 20        |

Fuente: NOM-010-STPS-1999.

TABLA 3.2 Grado De Exposición Potencial

| GRADO | * DESCRIPCIÓN DE LA EXPOSICIÓN                                                                                            |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0     | NO EXPOSICIÓN CON LA SUSTANCIA QUÍMICA                                                                                    |
| 1     | EXPOSICIÓN POCO FRECUENTE CON LA SUSTANCIA QUÍMICA A BAJOS NIVELES O CONCENTRACIONES                                      |
| 2     | EXPOSICIÓN FRECUENTE CON LA SUSTANCIA QUÍMICA A BAJAS CONCENTRACIONES O EXPOSICIÓN POCO FRECUENTE A ALTAS CONCENTRACIONES |
| 3     | EXPOSICIÓN FRECUENTE A ALTAS CONCENTRACIONES                                                                              |
| 4     | EXPOSICIÓN FRECUENTE A MUY ALTAS CONCENTRACIONES                                                                          |

Fuente NOM-010.STPS-1999

TABLA 3.3 Clasificación cualitativa del riesgo

|                               |   |        |   |          |   |          |  |
|-------------------------------|---|--------|---|----------|---|----------|--|
| GRADO DE EFECTO A LA SALUD    | 4 | BAJO   |   | ALTO     |   | MUY ALTO |  |
|                               | 3 |        |   |          |   |          |  |
|                               | 2 | BAJO   |   | MODERADO |   | BAJO     |  |
|                               | 1 |        |   |          |   |          |  |
|                               | 0 | INOCUO |   | BAJO     |   | BAJO     |  |
|                               |   |        |   |          |   |          |  |
|                               |   | 0      | 1 | 2        | 3 | 4        |  |
| GRADO DE EXPOSICIÓN POTENCIAL |   |        |   |          |   |          |  |

Fuente: NOM-010-STPS-1999.

#### 3.4.2.2. Método de Evaluación Cuantitativa de Agentes químicos en el Medio de trabajo.

En base a los resultados obtenidos en la fase de evaluación cualitativa se seleccionaron procedimientos específicos y tipo de muestra a tomar por cada agente, siendo los siguientes procedimientos los utilizados para determinar la concentración medida en el ambiente de los agentes.

##### A. Procedimiento 034.Determinación de ácido acético en aire–método de cromatografía de gases.

El principio de este método consiste en hacer pasar un volumen conocido de aire a través de un tubo conteniendo carbón activado decáscaras de coco para atrapar vapores de ácido acético.El ácido acético es desadsorbido del carbón activado con ácido fórmico y la muestra se analiza enun cromatógrafo de gases.

## a. Estrategia de Muestreo.

El ácido acético es usado durante la etapa de destañido de los geles de acrilamida, por lo que de acuerdo a la evaluación cualitativa, se determinó realizar durante dicha actividad, en los laboratorios de Biomedicina molecular I y III, pues son aquellos en los que se manejan de manera frecuente, y cuyas concentraciones fueron percibidas en el ambiente.

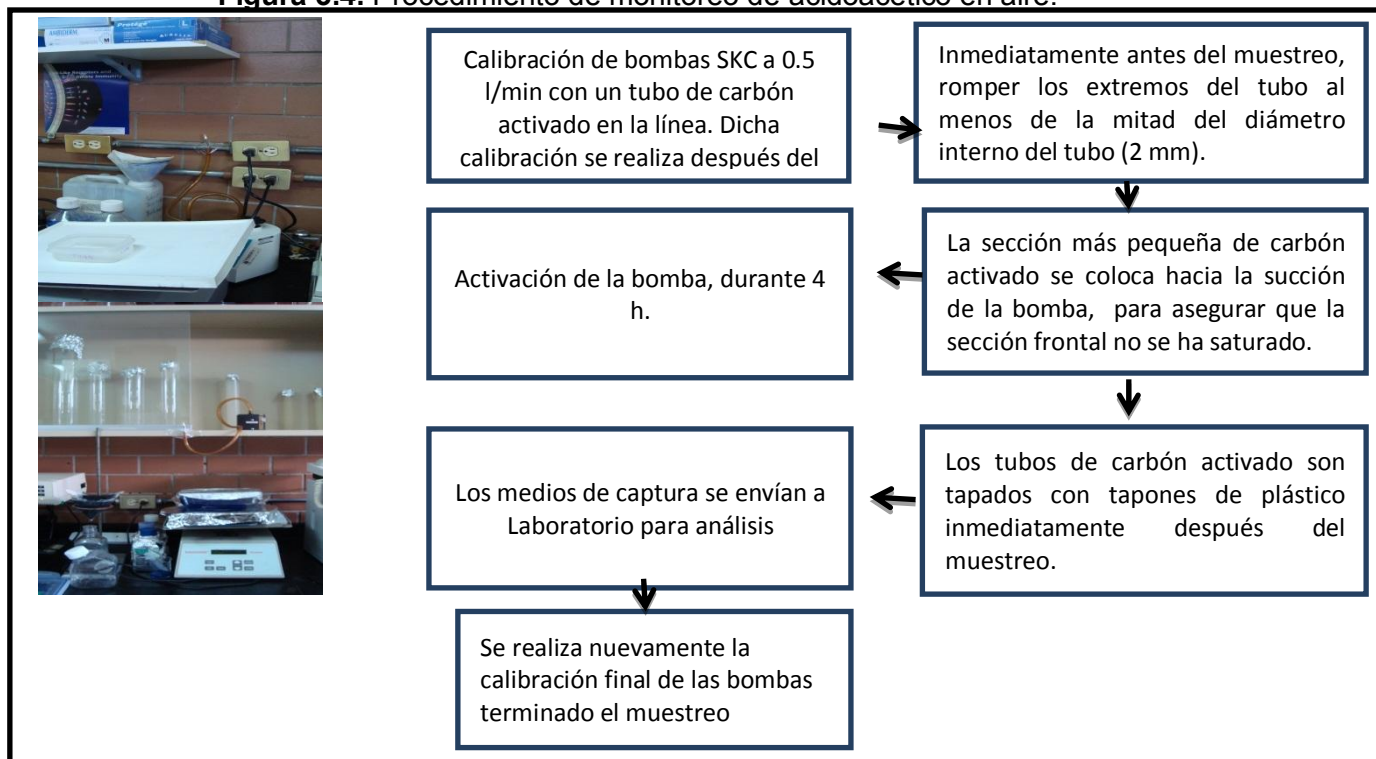
En la Tabla 3.4, se encuentra el protocolo de muestreo, en el Anexo 2, se encuentran los resultados de laboratorio, donde se especifican, los flujos, y tiempos de monitoreo.

TABLA 3.4. Protocolo de muestreo

| Procedimiento 034 Determinación de Ácido Acético en Aire                                                                                    |                        |                                              |           |                                                         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|----------------------------------------------|-----------|---------------------------------------------------------|
| Contaminante                                                                                                                                | Método                 | Procedimiento                                | Intervalo | Equipo                                                  |
| Ácido Acético                                                                                                                               | Cromatografía de gases | 034 NOM-010-STPS-1990                        | 0.5 - 10  | Bombas SKC                                              |
| <b>Intervalo y sensibilidad</b><br>12.5 a 50 mg/m <sup>3</sup> a temperatura y presión atmosférica de 295 K y 102.241 kPa (22°C y 767 mmHg) |                        | <b>Calibración de la bomba</b><br>0.5 lt/min |           | <b>Interferencias</b><br>Ninguna                        |
| <b>Volumen mínimo de captura</b><br>168 L                                                                                                   |                        | <b>Volumen máximo de captura</b><br>173 L    |           | <b>Elemento de captura</b><br>Filtro de Carbónactivado. |
| <b>Numero de muestras</b><br>2                                                                                                              |                        | <b>Filtros testigo</b><br>1                  |           | <b>Precisión del método</b><br>0.01 mg                  |
| <b>Tipo de muestreo</b>                                                                                                                     |                        | Muestra continua periodo parcial             |           |                                                         |

## b. Monitoreo.

El monitoreo se realizó de acuerdo a los establecido en la figura 3.4.

**Figura 3.4.** Procedimiento de monitoreo de ácidoacético en aire.

#### B. Procedimiento 053. Determinación de polvos totales en aire-método de determinación gravimétrica.

Para realizar la determinación de Acrilamida se ha seguido el método 053- de la NOM-010-STPS-1999, este método a diferencia del método PV2004 de NIOSH, que determina la concentración en el ambiente de acrilamida, solo tiene el alcance de detectar la concentración de la acrilamida como un polvo total, en su fracción respirable, es decir, se considera que todos las partículas colectadas de tamaño menor a 10 micras pertenecen a este agente, y fue seleccionado a partir del análisis de la actividad que muestra que durante la etapa de preparación de la solución de acrilamida, solo existe la presencia de este agente y cuya tamaño de partícula es viable capturar a partir de este procedimiento.

Los filtros de MEC, tienen un tratamiento inicial, que consiste en su pesado en condiciones controladas y ensambladas en el portafiltros junto con su almohadilla de soporte

Las muestras se obtienen haciendo pasar durante un tiempo representativo un caudal de aire 1.5 L/min, por medio de una bomba, a través de un filtro de éster de celulosa (MEC). La bomba se calibra antes y después de la toma de muestra, debiendo dar una diferencia entre ambas inferior al 5% para que la medición se considere válida.

a) Estrategia de Muestreo

Las etapas del proceso de preparación de gel de Poliacrilamida que presentan riesgo de inhalación de Acrilamida son, el pesado del producto, y la disolución y agitación durante dos horas, que se realizan actualmente ambas fuera de campana de extracción de gases. Por ello la toma de muestra se centra en dichas dos etapas.

En el caso de la etapa de, disolución y agitación, se realizará un muestreo ambiental, puesto que la operación es estática y sin presencia permanente de la persona. Mientras que para la etapa de pesado se ha optado por un muestreo personal.

C. Procedimiento para determinación de Determinación de Bromuro de Etidio

Para realizar la determinación del Bromuro de Etidio en aire, no existe una metodología determinada dentro de la legislación internacional, ni nacional, lo que abre paso que como se estipula dentro de la normatividad Mexicana NOM.010.STPS-1999, se puede hacer uso de una metodología alterna para su determinación, por lo que en base a los recursos y materiales al alcance de esta investigación, se decidió realizar una evaluación cualitativa de la presencia o no del agente en superficies de las áreas de trabajo, provechando la propiedad de fluorecer de dicho material, se realizó una

a. Estrategia de muestreo.

Se realizó un recorrido por cada uno de los laboratorios en un ambiente tal que favoreciera la ausencia de luz.

Se realizó un primer barrido sobre las superficies, con ayuda de Lámpara de Luz Ultravioleta, con la finalidad de identificar producto, que emitiera la luz representativa del BrEt -luz roja-anaranjada-.

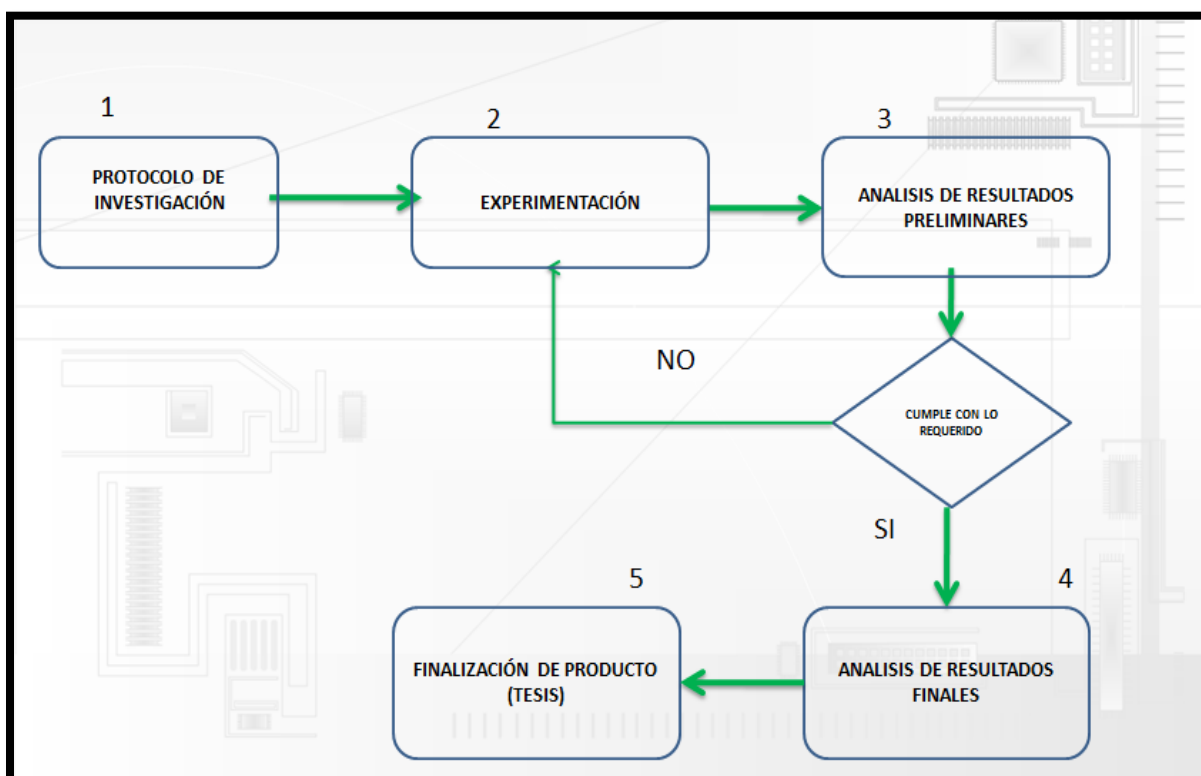
Posteriormente, se realiza un segundo barrido, sobre las superficies, antes habiendo realizando una aspersion sobre ellas de alcohol isopropilico al 90% de pureza, ya que este intensifica la luz roja-anaranjada, del agente químico.

## CAPÍTULO 4. RESULTADOS.

### 4.1 Peligros Identificados.

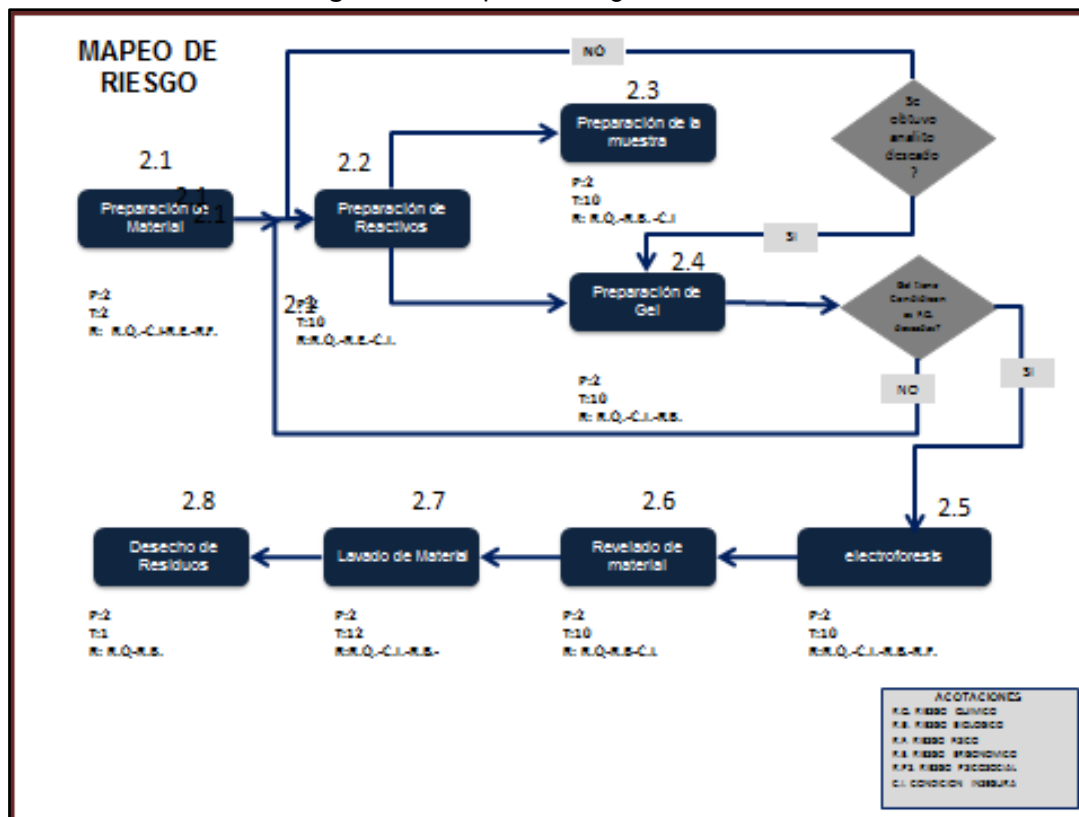
A. A partir de la Primera fase de la aplicación de Diagnostico Situacional Modificado, se encontró que derivado de la naturaleza del proceso realizado en el centro de trabajo, Figura 4.1., el riesgo por exposición a agentes químicos, es el que se encuentra presente en cada una de las etapas del proceso, Figura 4.2. Mapa de riesgos general-, donde se encuentran, plasmadas cada una de las etapas del proceso, número de trabajadores expuestos y peligros existentes en ellas.

Figura 4.1. Flujograma.



Fuente: Trabajo de campo

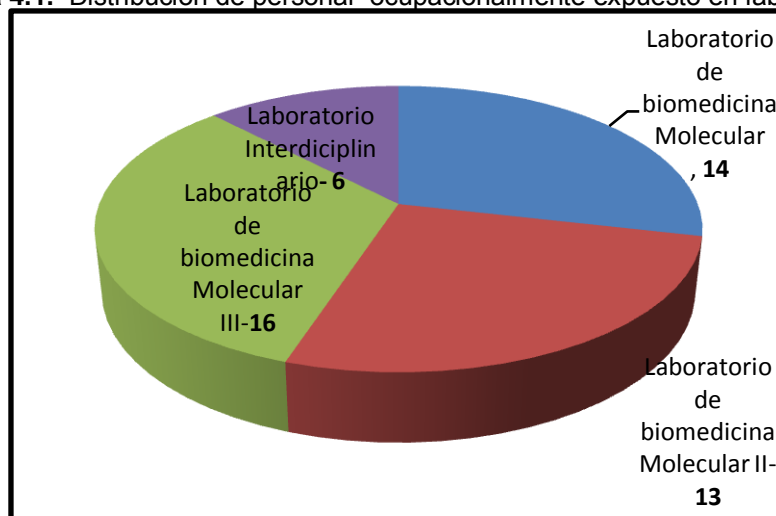
Figura 4.2. Mapa de Riesgos Generales.



Fuente: Trabajo de Campo.

- B. Se obtuvo que la población expuesta al riesgo de tipo químico está conformada por 47 individuos, Gráfica 4.1.

Gráfica 4.1. Distribución de personal ocupacionalmente expuesto en laboratorios.



Fuente: Trabajo de campo.

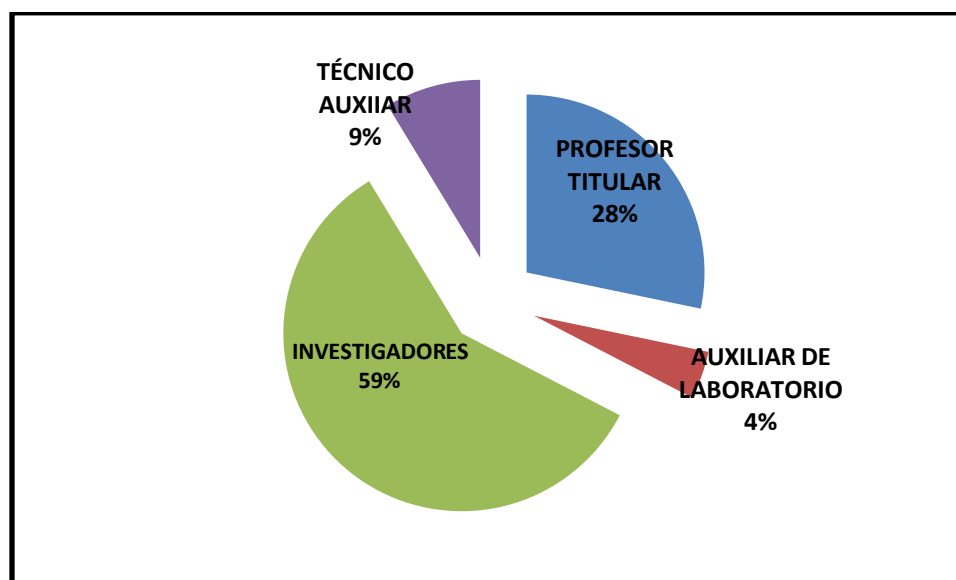
- C. Se ubicó que en los laboratorios existen 5 puestos de trabajo en común, que están expuestos a los riesgos de tipo químicos: los profesores titulares, auxiliar de laboratorio, investigadores y el técnico auxiliar, (Tabla 4.1), la .distribución de la población por puesto de trabajo se presenta en la Gráfica 4.2.

**Tabla 4.1.** Puestos de trabajo por laboratorio.

| Laboratorio                                   | NO DE TRABAJADORES POR PUESTO |                         |                |                  |
|-----------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------|----------------|------------------|
|                                               | PROFESOR TITULAR              | AUXILIAR DE LABORATORIO | INVESTIGADORES | TECNICO AUXILIAR |
| Laboratorio de biomedicina Molecular          | 4                             | 1                       | 8              | 1                |
| Laboratorio de biomedicina Molecular II       | 3                             | 1                       | 8              | 1                |
| Laboratorio de biomedicina Molecular III      | 3                             | 2                       | 10             | 1                |
| Laboratorio Interdisciplinario de Biomedicina | 3                             | 1                       | 1              | 1                |
| <b>TOTAL</b>                                  | <b>13</b>                     | <b>2</b>                | <b>27</b>      | <b>4</b>         |

**Fuente:** Trabajo de campo.

**Grafica 4.2** Distribución de la Población de acuerdo al Puesto de trabajo.



**Fuente:** Trabajo de campo.

- D. De manera específica, se encontró que, en los Laboratorios los trabajadores se encuentran expuestos, en promedio a 23, diferentes agentes químicos durante la realización de sus actividades.
- E. A través del análisis cualitativo del riesgo de los agentes químicos mediante la metodología establecida por la NOM-010-STPS-1999, se logró catalogar como ALTO, el riesgo que representa la exposición a agentes químicos, son la (Bis-Acrilamida, Acrilamida, Ácido sulfúrico, Ácido Clorhídrico, Bromuro de Etidio y ácido acético), dentro de los Laboratorios, esto primordialmente por los peligros derivados de sus propiedades intrínsecas, la manera en que se presentan, el grado de exposición a ellos, y los efectos a la salud que representan (Tabla 4.2)

**Tabla 4.2.** Evaluación cualitativa del Riesgo

| Agente Químico           | Grado de Efecto a la Salud | Grado de exposición Potencial | Evaluación cualitativa |
|--------------------------|----------------------------|-------------------------------|------------------------|
| 1. Acetato de Amonio     | 1                          | 1                             | Baja                   |
| 2. Acetona               | 1                          | 2                             | Moderada               |
| 3. Ácido Acético         | 3                          | 2                             | Alta                   |
| 4. Ácido acético glacial | 3                          | 2                             | Alta                   |
| 5. Ácido Clorhídrico     | 3                          | 2                             | Alta                   |
| 6. Ácido Sulfúrico       | 3                          | 2                             | Alta                   |
| 7. Ácido Fosfórico       | 3                          | 1                             | Moderada               |
| 8. Acrilamida            | 3                          | 2                             | Alta                   |
| 9. Agarosa               | 1                          | 2                             | Moderada               |
| 10. Alcohol Isopropilico | 1                          | 2                             | Moderada               |
| 11. Azul de Comassie     | 2                          | 2                             | Moderada               |
| 12. Bis Acrilamida       | 3                          | 2                             | Alta                   |
| 13. Bromuro de Etidio    | 4                          | 2                             | Alta                   |
| 14. Carbón activado      | 1                          | 2                             | Moderada               |
| 15. Cloroformo           | 1                          | 1                             | Baja                   |
| 16. Cloruro de Potasio   | 1                          | 1                             | Baja                   |
| 17. Cloruro de Sodio     | 1                          | 1                             | Baja                   |
| 18. EDTA                 | 1                          | 1                             | Baja                   |
| 19. Etanol               | 0                          | 2                             | Baja                   |
| 20. Fosfato de Sodio     | 1                          | 1                             | Baja                   |

| Agente Químico            | Grado de Efecto a la Salud | Grado de exposición Potencial | Evaluación cualitativa |
|---------------------------|----------------------------|-------------------------------|------------------------|
| 21. Fostato de Potasio    | 1                          | 1                             | Baja                   |
| 22. Glicerol              | 1                          | 1                             | Baja                   |
| 23. Glicina               | 1                          | 1                             | Baja                   |
| 24. Hidróxido de Sodio    | 3                          | 1                             | Baja                   |
| 25. HidroxidodePotasio    | 3                          | 1                             | Baja                   |
| 26. Lauril Sulfato        | 3                          | 1                             | Baja                   |
| 27. Metanol               | 0                          | 1                             | Inocua                 |
| 28. Naranja de acridina   | 2                          | 1                             | Moderada               |
| 29. Nitrato de Calcio     | 1                          | 1                             | Baja                   |
| 30. Nitrato de Plata      | 3                          | 1                             | Moderada               |
| 31. Pentamidina           | 2                          | 1                             | Moderada               |
| 32. Peroxido de Hidrogeno | 3                          | 1                             | Moderada               |
| 33. Persulfato de Amonio  | 2                          | 1                             | Baja                   |
| 34. Propanol              | 1                          | 2                             | Baja                   |
| 35. Rojo de Metilo        | 2                          | 2                             | Moderada               |
| 36. SDS                   | 1                          | 2                             | Moderada               |
| 37. TEMED                 | 2                          | 2                             | Moderada               |
| 38. Xilol                 | 2                          | 1                             | Moderada               |

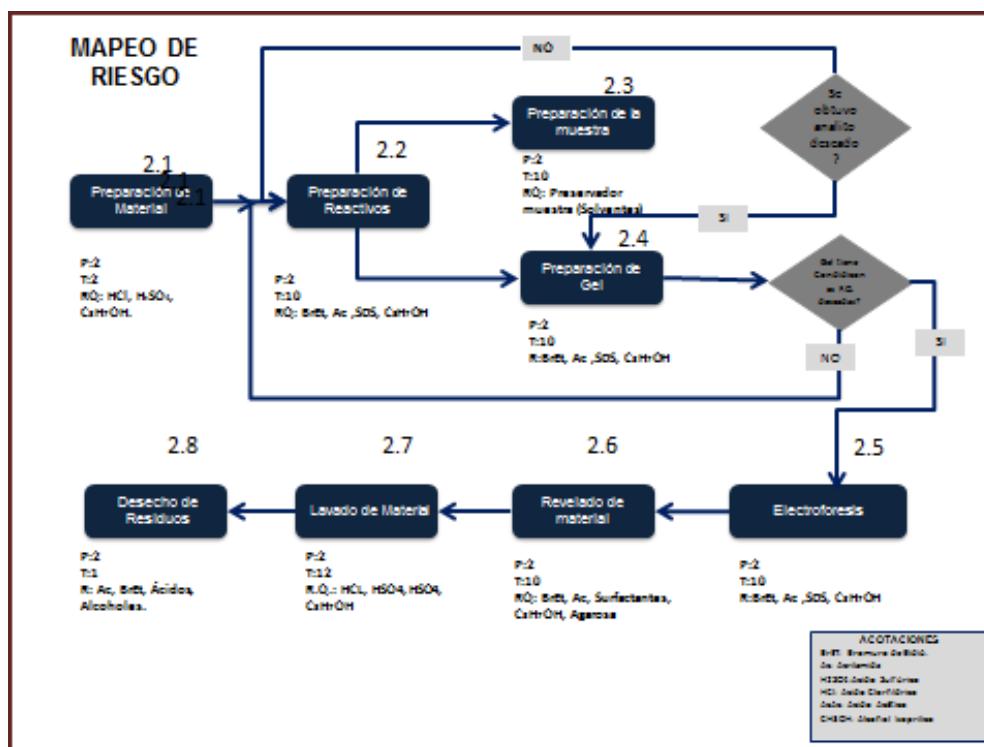
**Fuente:** Investigación de campo

F. Asimismo se pudo terminar que por puesto los trabajadores se encuentran expuestos a los siguientes riesgos de tipo químico.

- a. Investigadores, se encuentran expuestos a agentes químicos, que representan un riesgo a su salud por ser de tipo: tóxicos, sensibilizantes e irritantes -Alcohol etílico, alcohol isopropolico, ácido acético, dodecil sulfato de sodio-, mutagénicos –Bromuro de Etidio, Acrilamida, Bis Acrilamida-.
- b. Auxiliar de Laboratorio, se encuentra expuesto a agentes químicos sensibilizantes, mutagénicos y cancerígenos, la actividad realizada por este puesto es la realización de la solución de Acrilamida, se cataloga de acuerdo a las características de la exposición como la más crítica.

- c. Técnico auxiliar se encuentra expuesto a peligros químicos derivados de las propiedades fisicoquímicas de las sustancias, principalmente a ácidos como el clorhídrico y sulfúrico, que representan un riesgo a la salud, por ser sustancias, sensibilizantes e irritantes. Los trabajadores a su vez tienen un riesgo acumulativo al ser los encargados de gestionar los residuos peligrosos.
- d. Profesor titular: es el personal cuya exposición a los agentes contaminantes no es significativa, pero de acuerdo al análisis de la dosis respuesta se pudo verificar, que es el puesto de trabajo que presenta padecimientos en la piel como hipersensibilidad derivadas de las actividades que pudieron haber realizado mientras ocuparon el puesto de investigadores.

**Figura 4.3.** Mapa de Riesgos Químicos.



Fuente: Trabajo de Campo

## 4.2. Evaluación de la exposición a agentes químicos.

La evaluación de los factores de la exposición, como los del trabajador, los del ambiente y los factores del propio riesgo arrojaron los siguientes resultados:

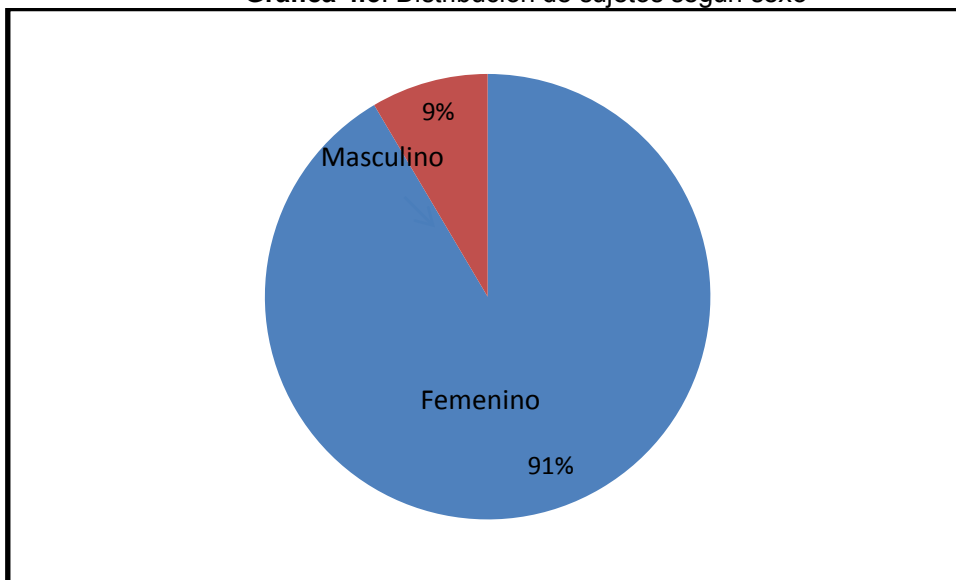
- A. La evaluación de la exposición que considera los factores del trabajador, arroja que el 72 % de la población total se encuentra expuesta a los peligros químicos, y está representada por el 91% de trabajadores de sexo femenino, y que el 41% del total de la población se encuentra en el intervalo de edad de entre 25 y 30 años.(Gráfica 4.3.).

**Tabla 4.3.** Distribución de sujetos según edad y sexo.

| Laboratorio                              | No de trabajadores existentes en el área de acuerdo al sexo. |           | Edad promedio del trabajador |
|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-----------|------------------------------|
|                                          | MASCULINO                                                    | FEMENINO  |                              |
| Laboratorio de biomedicina Molecular     | 2                                                            | 10        | 32 años                      |
| Laboratorio de biomedicina Molecular II  | 1                                                            | 15        | 30 años                      |
| Laboratorio de biomedicina Molecular III | 1                                                            | 15        | 30 años                      |
| Laboratorio Genética                     | 1                                                            | 3         | 30 años                      |
| <b>TOTAL</b>                             | <b>3</b>                                                     | <b>43</b> |                              |

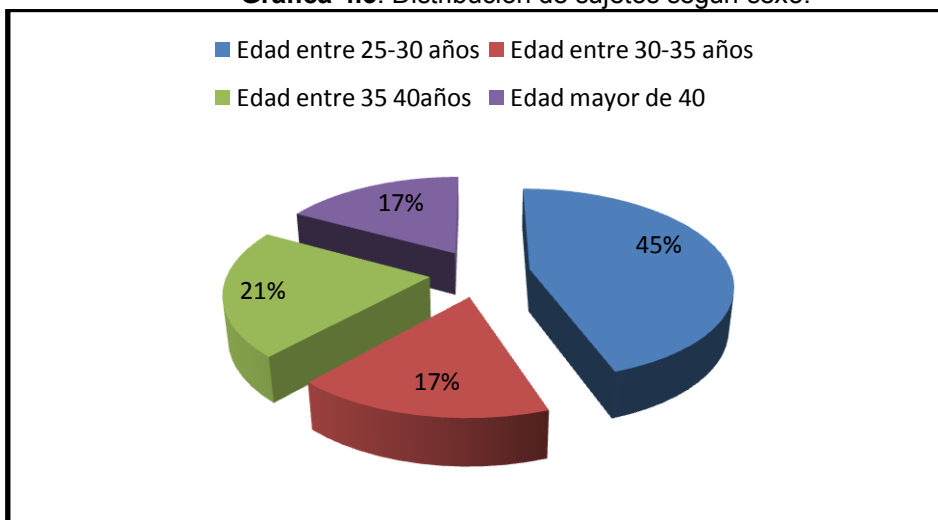
**Fuente:** Investigación de campo

**Gráfica 4.3.** Distribución de sujetos según sexo



**Fuente:** Investigación de campo

**Gráfica 4.3.** Distribución de sujetos según sexo.



**Fuente:** Investigación de campo

B. La evaluación de la exposición de acuerdo a los factores ambientales, nos pudo arrojar que:

- a. La medición de temperatura en las diversas áreas de trabajo, arrojó resultados que evidencian que este factor se encuentra dentro de los intervalos de confort establecidos por la Organización Mundial de Salud (OMS), que van entre 20° y 26 °C, mientras que los valores de porcentaje de humedad nos arroja valores por debajo de los de confort-30 y 60%, lo que nos refiere ambiente secos ideales para que los agentes contaminantes como la acrilamida y bromuro de Etidio, tengan el medio ideal para conservar su tamaño de particular e ingresar al organismo.

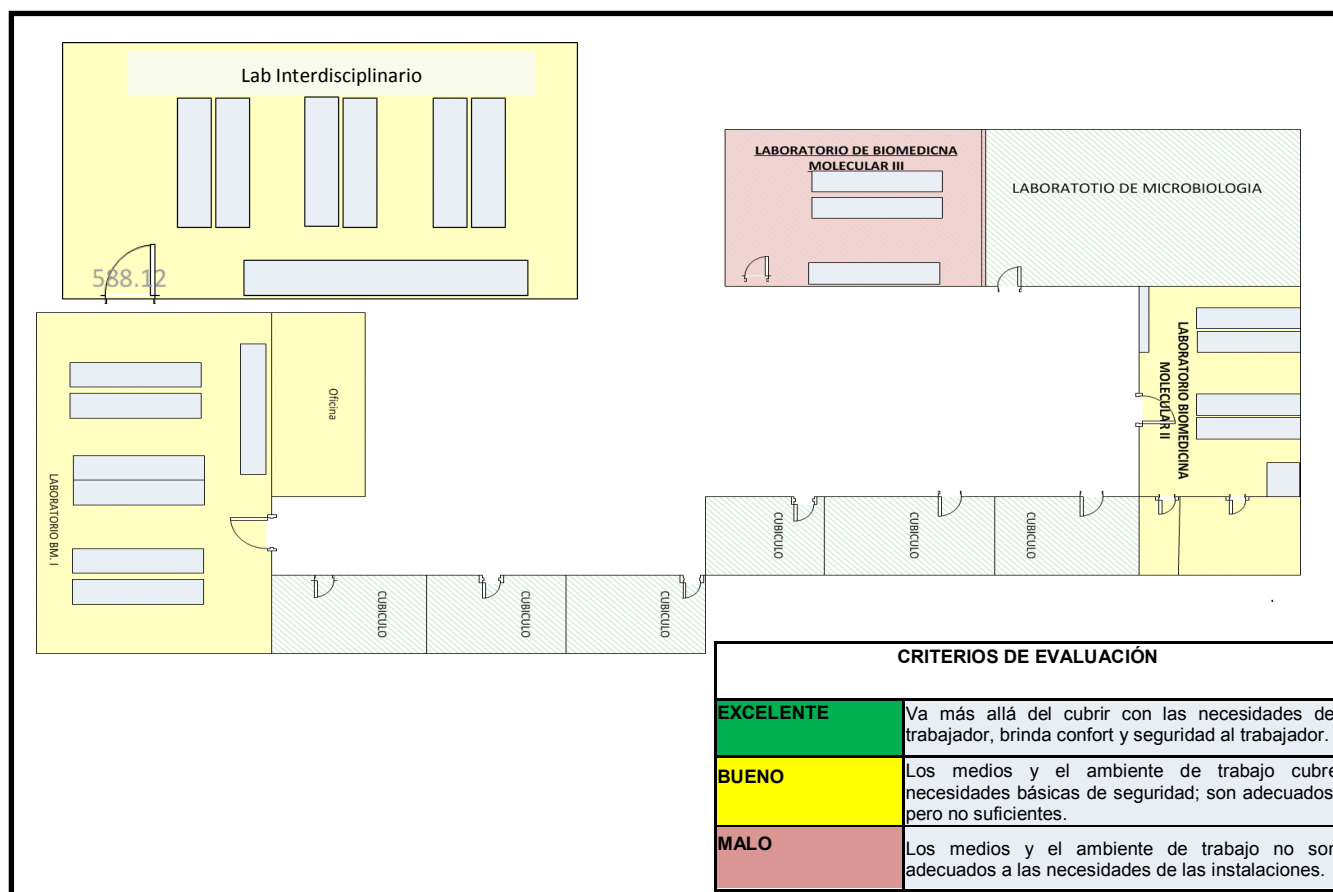
**Tabla 4.4.** Condiciones de Temperatura y humedad en áreas de trabajo.

| Laboratorio                              | Temperatura (°C) | %Humedad | Velocidad de aire. m/s |
|------------------------------------------|------------------|----------|------------------------|
| Laboratorio Biomedicina Molecular I.     | 24.3             | 24.5°C   | 76                     |
| Laboratorio de Biomedicina Molecular II  | 23.91            | 13.25    | 48                     |
| Laboratorio de Biomedicina Molecular III | 23.3             | 17.5     | 83                     |
| Laboratorio Interdisciplinario           | 23.4             | 28.8     | 85                     |

**Fuente:** Investigación de campo.

- b. Al evaluar si las instalaciones de trabajo, cubren las necesidades del trabajador, si brindan confort y seguridad al trabajador se obtuvo que el Laboratorio de Biomedicina Molecular III, representa una de las áreas de riesgo prioritario, al ser el laboratorio que mayor deficiencia de espacio e infraestructura presenta, esto aunado al análisis de los grupos homogéneos de exposición es el personal que mayor número de trabajadores expuestos puede llegar a tener en una hora pico de trabajo, en el Plano 4.1 su muestra por codificación de colores la evaluación de los factores ambientales en cada laboratorio.

## Plano 4.1 Condiciones de Seguridad en los Laboratorios



**Fuente:** Investigación de campo

C. La evaluación de la exposición (Tabla 4.5), de los factores del propio riesgo como frecuencia, duración e intensidad, arrojaron que los trabajadores se encuentran expuesto, con mayor y frecuencia y duración a:

- a. Bromuro de Etidio y acrilamida y ácido acético: Investigadores y auxiliares de laboratorio,
- b. Ácido clorhídrico, ácido sulfúrico, el Técnico Auxiliar

**Tabla. 4.5.** Resultado de evaluación de la exposición.

| AGENTE QUIMICO | ACIDO CLORHIDRICO | ACRILAMIDA-BIS ACRILAMIDA  | BROMURO DE ETIDIO | ACIDO ACÉTICO            | ACIDO SULFURICO            |
|----------------|-------------------|----------------------------|-------------------|--------------------------|----------------------------|
| ETAPA          | 1-7               | 2-4-8                      | 2-4-8-6           | 2-4-                     | 2-4-                       |
| DURACIÓN       | 1 HORA            | 45 min                     | 30 min            | 30 min                   | 1 min                      |
| FRECUENCIA     | 2 veces al día    | 3 veces al día             | 2 vez al día      | 2 veces al día           | 20 veces                   |
| INTENSIDAD     | > 5ppm            | 0.72 mg/cm <sup>3</sup> ,. | Hay presencia.    | <1.513 mg/m <sup>3</sup> | <0.610 mg/m <sup>3</sup> . |

- c. La evaluación ambiental personal realizada, para el ácido acético, en la etapa de destañido de gel en el laboratorio de Biomedicina molecular I, y el realizado en el Laboratorio de Biomedicina Molecular II, después de detectar en dicha área frecuentemente el olor característico de dicho agente, arrojo resultados menores al límite de detección del método, lo que señala que las concentraciones medidas en el ambiente no superan el nivel de acción, donde los agentes comienza a ejercer algún efecto sobre el organismo y por ende tampoco rebasa el límite máximo permisible de exposición ( Ver anexo II).
- d. La evaluación cuantitativa realizada para medir la concentración de ácido acético en el ambiente, resulto <0.610 mg/m<sup>3</sup>, lo que significa que este se encuentra en concentraciones por debajo del ambiente. (Ver Anexo III).
- e. La evaluación cuantitativa de la acrilamida como polvo total, arrojo una concentración de 0.72 mg/m<sup>3</sup>, valor que se encuentra por debajo del Límite máximo permisible de exposición que es 5 mg/m<sup>3</sup>, sin embargo este resultado, nos arroja que efectivamente existe dicho agente en el ambiente.

**Tabla 4.6.** Condiciones de Temperatura y humedad en áreas de trabajo.

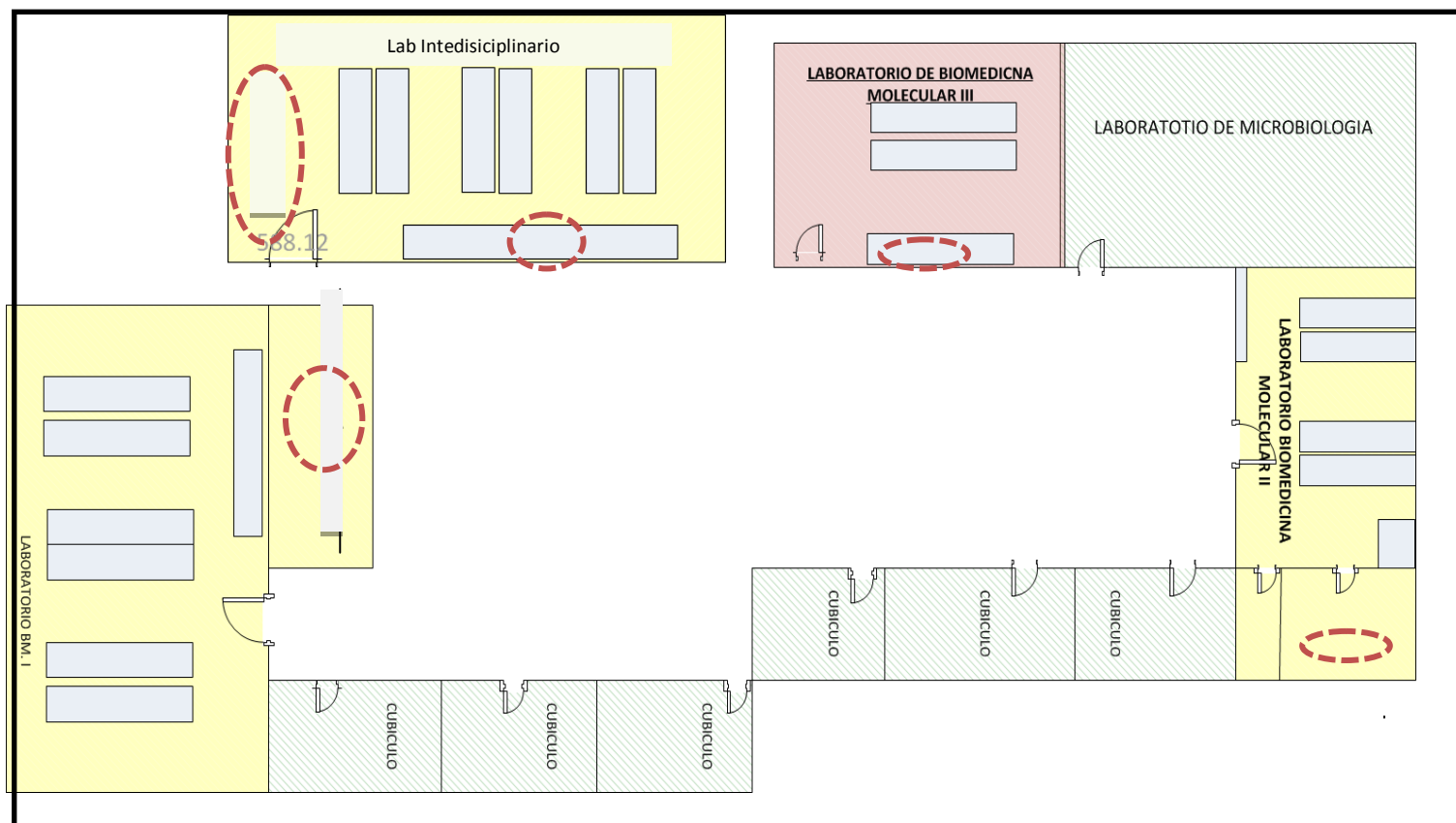
| Contaminante                      | Área                                                     | Puesto/Ubicación                 | LMPE-PPT<br>corregido<br>mg/m3 | CMA<br>mg/m3 | LSC<br>mg/m3 |
|-----------------------------------|----------------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|--------------|--------------|
| <b>ACRILAMIDA<br/>Polvo Total</b> | Área de Pesado<br>Lab. Biomedicina<br>Interdisciplinaria | Balanza                          | 10                             | 0.11         | 0.54         |
| <b>ACRILAMIDA<br/>Polvo Total</b> | Lab. Biomedicina<br>Interdisciplinaria                   | Investigador<br>Elibeth González | 10                             | 0.72         | 0.93         |
| <b>Ácido Acético</b>              | Lab. Biomedicina<br>Molecular III                        | Área de desteñido                | 25                             | <1.573       | N.A          |
| <b>Ácido Acético</b>              | Lab. Biomedicina<br>Molecular I                          | Área de desteñido                | 25                             | <1.573       | N.A.         |
| <b>Ácido<br/>Sulfúrico</b>        | Lab. Biomedicina<br>Molecular II                         | Área de lavado                   | 1                              | <0.610       | N.A          |
| <b>Ácido<br/>Clorhídrico</b>      | Lab Biomedicina<br>Molecular I                           | Aula Gral.                       | < 5ppm                         | 2.5 ppm      | N.A          |
| <b>Ácido<br/>Clorhídrico</b>      | Lab, Biomedicina<br>Molecular II                         | Aula Gral.                       | < 5ppm                         | 2.5 ppm      | N.A          |
| <b>Ácido<br/>Clorhídrico</b>      | Lab. Biomedicina<br>Molecular III                        | Aula Gral.                       | < 5ppm                         | 2.5 ppm      | N.A          |
| <b>Ácido<br/>Clorhídrico</b>      | Laboratorio<br>Interdisciplinario                        | Aula Gral.                       | < 5ppm                         | 2.5 ppm      | N.A          |

Fuente: Trabajo de campo.

En el Anexo III, se muestran los cálculos y registros de los análisis realizados.

- f. Mientras que la evaluación de Bromuro de Etidio, nos revela que existen superficies contaminadas por dicho agente, en el plano 4.2 se muestran los puntos donde se halló dicha contaminación.

**Plano 4.2.** Zonas contaminadas por Bromuro de Etidio



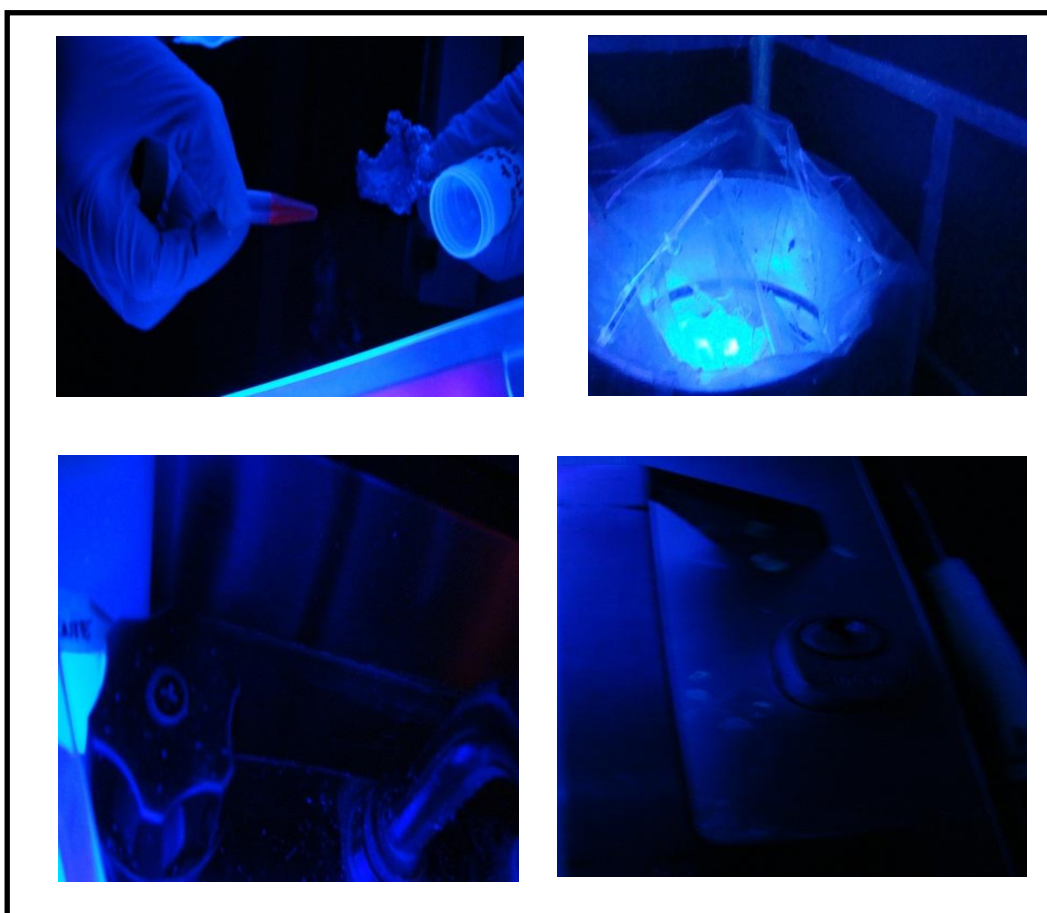
**Fuente:** Investigación de campo

**Tabla 4.7** Zonas contaminadas con Bromuro de Etidio

| LABORATORIO                    | Presencia de Br Et en:                                                |
|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| Lab. Biomedicina Molecular I   | Área de revelado de gel<br>Perilla de Puertas<br>Tarja<br>Microscopio |
| Lab. Biomedicina Molecular II  | Área de Revelado de gel                                               |
| Lab. Biomedicina Molecular III | Mesa de trabajo de Gel BrEt                                           |
| Lab. Interdisciplinario        | Balanza de Peso, Área de revelado, Mesa de Trabajo                    |

**Fuente:** Investigación de campo.

Figura 4.4. Identificación de Bromuro de Etidio.



Fuente: Trabajo de Campo

## 4.2 Evaluación Dosis – Respuesta.

Tabla 4.8. Evaluación Dosis - Resultado

| RIESGO                        |                               | EFECTO                                                                                  |                                                      |                                                                                                                                                     | MEDIDAS DE CONTROL UTILIZADAS                                                                        | RESULTADO                                                    |
|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| TIPO                          | NATURALEZA                    | DURANTE EL PERIODO PREVIO                                                               | DURANTE EL PERIODO ACTUAL DE ESTUDIO                 | POTENCIALES                                                                                                                                         |                                                                                                      |                                                              |
| QUIMICO                       | ÁCIDO CLORHIDRICO             | No registrado. Población expuesta refiere irritación en tracto respiratorio Dermatitis. | Irritación en tracto respiratorio                    | Inflamación en las áreas anatómicas con las que entran en contacto, principalmente piel y mucosas del sistema respiratorio Lesión en tejidos vivos. | Uso de E.P.P. (1-guantes) Controles de Ingeniería ( Campana de extracción, solo durante preparación) | Mitiga el resultado de potenciales por daños en tejido vivo. |
|                               | ÁCIDO ACETICO-ÁCIDO SULFURICO | No registrado. Población expuesta refiere irritación en tracto respiratorio Dermatitis  | Irritación en tracto respiratorio Quemaduras en piel |                                                                                                                                                     |                                                                                                      |                                                              |
|                               | ACRILAMIDA                    | No registrado                                                                           | No registrado                                        | Cáncer Alteraciones genéticas hereditarias Originan cambios en la piel deshidratación, inflamación. Neumoconiosis                                   | En LBM-I y LBM-III Medidas Administrativas                                                           | Mayor control de la solución                                 |
|                               | BROMURO DE ETIDIO             | No registrado                                                                           | No registrado                                        | Efectos Mutagénicos Generan o potencializan el desarrollo de un crecimiento desordenado de células. Irritación                                      | Uso de E.P.P. (3-Guantes)                                                                            | No hay seguimiento.                                          |
|                               |                               |                                                                                         |                                                      |                                                                                                                                                     |                                                                                                      |                                                              |
| CONDICIONES Y ACTOS INSEGUROS | Derrames de Sustancias        | No registrado Contaminación por BrET                                                    | No registrado                                        | Intoxicaciones Deterioro de Materiales                                                                                                              | Manejo de Residuos Peligrosos                                                                        | No hay seguimiento                                           |

## 4.5 Caracterización y Jerarquización del Riesgo

Tabla 4.9. Caracterización y Jerarquización de riesgos.

| Peligro |                          | Mayor efecto Nocivo                                                                                        | DL <sub>50</sub> (mg/Kg), rata vía oral | Condiciones Particulares de Exposición |        |                                                                          | Puesto Involucrado      | Grupo Homogéneo de Exposición |     | Ubicación del Peligro           | Jerarquización del Riesgo |
|---------|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------|--------|--------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------------|-----|---------------------------------|---------------------------|
| TIPO    | NATURALEZA               |                                                                                                            |                                         | F                                      | D      | I                                                                        |                         | Lab.                          | Num |                                 |                           |
| QUIMICO | Bromuro de elidío        | Efectos Muta génico Irritación                                                                             | 100                                     | 1 vez /jornada                         | 30 min | Si hay prescencia                                                        | Investigador            | LBM-I                         | 9   | 3.2<br>3.4<br>3.5<br>3.6<br>3.8 | 26<br>1                   |
|         |                          |                                                                                                            |                                         |                                        |        |                                                                          | Auxiliar Técnico        | LBM-II                        | 9   |                                 |                           |
|         |                          |                                                                                                            |                                         |                                        |        |                                                                          |                         | LBM-III                       | 11  |                                 |                           |
|         |                          |                                                                                                            |                                         |                                        |        |                                                                          |                         | LBI                           | 2   |                                 |                           |
|         | Acrilamida               | Cáncer Alteraciones genéticas hereditarias Originan en la piel deshidratación, inflamación . Neumoconiosis | 350                                     | 3 veces/jornada                        | 45 min | 0.217 mg/m <sup>3</sup><br><br><b>LMPE</b><br><br>0.03 mg/m <sup>3</sup> | Investigador            | LBM-I                         | 9   | 3.2<br>3.4<br>3.5<br>3.6<br>3.8 | 26<br>1                   |
|         |                          |                                                                                                            |                                         |                                        |        |                                                                          | Auxiliar de Laboratorio | LBM-II                        | 9   |                                 |                           |
|         |                          |                                                                                                            |                                         |                                        |        |                                                                          |                         | LBM-III                       | 12  |                                 |                           |
|         |                          |                                                                                                            |                                         |                                        |        |                                                                          |                         | LBI                           | 4   |                                 |                           |
|         | Dodecil Sulfato de Sodio | Neuropatía y degeneración fibrótica pulmonar                                                               | 1288                                    | 2 veces /jornada                       | 30 min | (30%) (10% presenta irritación)                                          | Investigador            | LBM-I                         | 9   | 3.2<br>3.4<br>3.6               | 20<br>2                   |
|         |                          |                                                                                                            |                                         |                                        |        |                                                                          | Auxiliar de Laboratorio | LBM-II                        | 9   |                                 |                           |
|         |                          |                                                                                                            |                                         |                                        |        |                                                                          |                         | LBM-III                       | 12  |                                 |                           |

| Peligro |                   | Mayor efecto Nocivo                                                                    | DL <sub>50</sub> (mg/Kg), rata vía oral | Condiciones Particulares de Exposición |        |                                          | Puesto Involucrado | Grupo Homogéneo de Exposición |     | Ubicación del Peligro | Jerarquización del Riesgo |
|---------|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------|--------|------------------------------------------|--------------------|-------------------------------|-----|-----------------------|---------------------------|
| TIPO    | NATURALEZA        |                                                                                        |                                         | F                                      | D      | I                                        |                    | Lab.                          | Num |                       |                           |
|         |                   |                                                                                        |                                         |                                        |        |                                          |                    | LBI                           | 4   |                       |                           |
|         | Ácido Clorhídrico | No registrado. Población expuesta refiere irritación en tracto respiratorio Dermatitis | 900                                     | 2 veces/jornada                        | 60 min | (50%V) (>25%V:Irritación/4ppm) LMPE 5ppm | Técnico Auxiliar   | LBM-I                         | 1   | 3.1<br>3.8            | 20<br>2                   |
|         |                   |                                                                                        |                                         |                                        |        |                                          |                    | LBM-II                        | 1   |                       |                           |
|         |                   |                                                                                        |                                         |                                        |        |                                          |                    | LBM-III                       | 1   |                       |                           |
|         |                   |                                                                                        |                                         |                                        |        |                                          |                    | LBI                           | 1   |                       |                           |
|         |                   |                                                                                        |                                         |                                        |        |                                          |                    | LBM-II                        |     |                       |                           |

Fuente: Trabajo de Campo.

## CONCLUSIONES

El personal ocupacional de los Laboratorios de la Sección de Estudios de Posgrado e Investigación de la Escuela Nacional de Medicina y Homeopatía, realizan actividades que condiciona la exposición a agentes químicos. Es decir, riesgos de origen químico

Mediante la aplicación del diagnóstico situacional, se logró identificar que el personal se encuentra expuesto a riesgos de tipo químico, derivados de las propiedades intrínsecas de las sustancias manejadas, encontrando primordialmente que el personal conformado por los investigadores, se encuentra expuesto a riesgos generados por sustancias como 1. Ácido clorhídrico, 2. Ácido sulfúrico, 3. Ácido acético, 4. **Acrilamida** y 5. **Bromuro de etidio**, usados durante la etapa de la preparación de reactivos, y de gel, respectivamente; dichas sustancias con el potencial de generar efectos significativos para la salud, como lo son efectos mutagénicos y cancerígenos.

La evaluación cuantitativa, arrojó que los valores de acrilamida en polvo no rebasan los valores establecidos como límites máximos permisibles de exposición, sin embargo muestra que existe una fuga de material, aunque mínima, durante la realización de la solución de acrilamida, que en personal sensible, podría provocar efectos de hipersensibilidad.

El manejo del Bromuro de Etidio, no es el adecuado, ya que la investigación identificó en algunas áreas este compuesto, aún activo y otras inactivado, lo que refuerza el argumento de que dentro de las instalaciones no existen áreas asignadas y restringidas a personal como investigadores, profesores titulares y auxiliares de laboratorio, específicamente para la realización de las actividades con este agente intercalante, capaz de producir daños reproductivos o efectos mutagénicos en la salud humana a bajas concentraciones en exposiciones crónicas.

El personal perteneciente al grupo de técnicos auxiliares de Laboratorio, se encuentra expuestos a solventes y ácidos, de manera frecuente, capaces de producir efectos irritantes en vías respiratorias y dérmicas, por exposiciones a corto plazo y bajas concentraciones.

Los agentes químicos, con mayor exposición y mayor grado de riesgo a la salud, en esta área ya sea por contacto directo o el indirecto que se genera por la contaminación de zonas de trabajo o atmósfera del trabajador, son el Bromuro de Etidio, Acrilamida y Bis acrilamida, Acido Clorhídrico, Acido Sulfúrico y Acido acético, por otra parte dichos riesgos son originados principalmente por los siguientes factores:

- Manejo empírico de Agentes químicos
- Infraestructura insuficiente para realización de actividades
- Almacenamiento inadecuado de Agentes químicos
- Manejo inadecuado de Residuos peligrosos

Elementos que nos ayudaron a su vez a determinar que el área de riesgo prioritario, está el Laboratorio de Biomedicina Molecular III, porque es el área con un mayor grupo de exposición homogénea, con un área reducida de trabajo, y sin elementos de ingeniería, capaces de eliminar el riesgo.

La valoración ambiental de la exposición a los agente químicos, mostro qué la concentración medida en el ambiente de dichos agentes se encuentran por debajo del límite máximo permisible de exposición, sin embargo se considera se considerara como no tolerable, debido a sus potenciales efectos.

Es así que dentro, de este trabajo de investigación se considera como intolerables los riesgos a la salud de los agentes químicos antes mencionas.

Y se considerará como tolerable la exposición a los agentes químicos señalados en el listado de la tabla 4.2 con riesgo moderado bajo e inocuo.

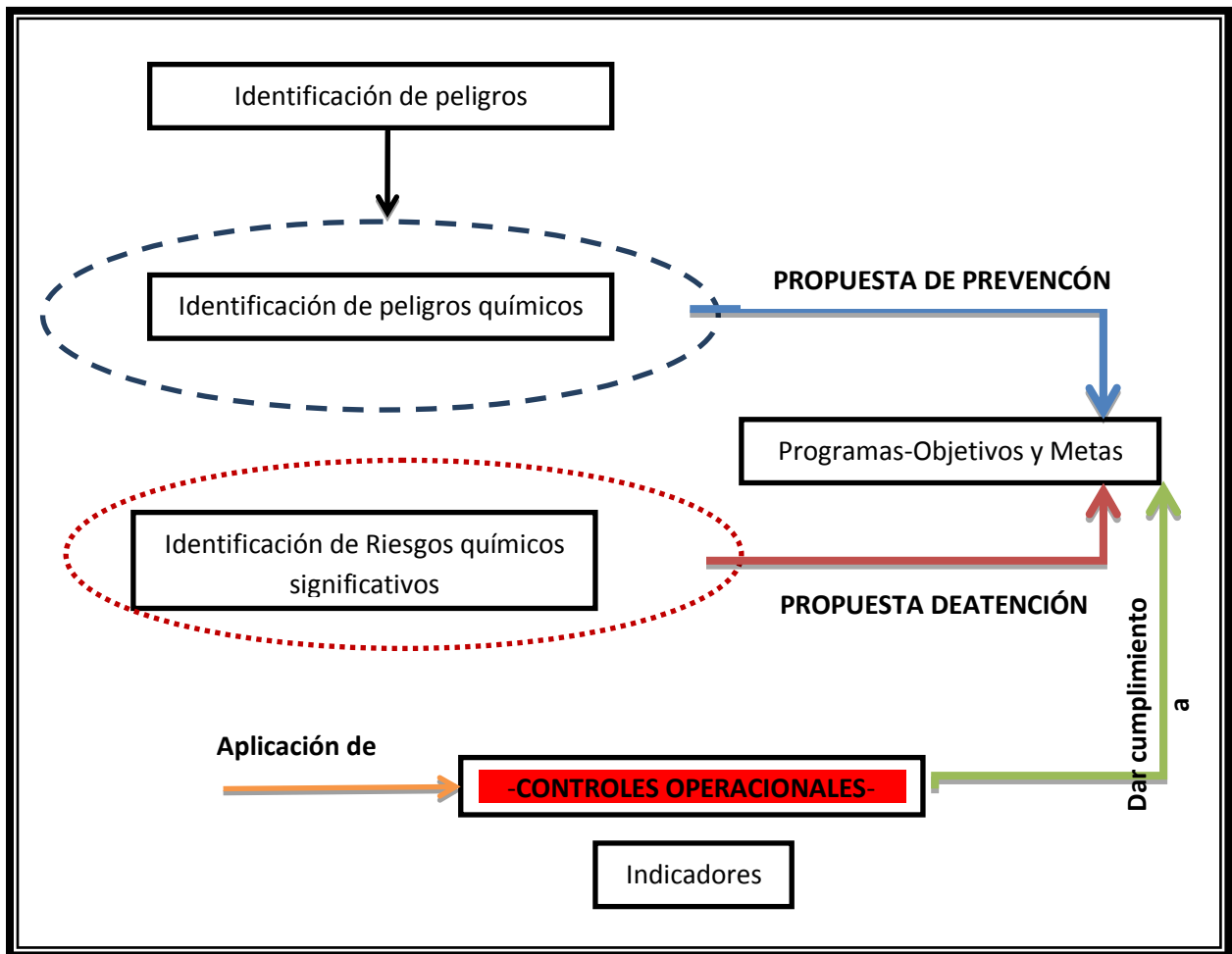
Asímismo se concluye en el presente trabajo, que no existen las condiciones de seguridad necesarias dentro de los laboratorios para el manejo, uso y almacenamiento de agentes químicos. Existe una carencia absoluta de capacitación a personal en tópicos inicialmente de inducción en el área, y la capacitación que abarque la peligrosidad de las sustancias.

## RECOMENDACIONES.

Derivado de los hallazgos obtenidos, dentro de la presente investigación, se propone que en el centro de trabajo implemente un programa de trabajo cuyo objetivo sea la implementación de condiciones de seguridad e higiene que permitan realizar sus actividades de manera segura.

El esquema de recomendación está basado inicialmente, en proponer un programa que abarque tanto medidas preventivas para aquellos riesgos químicos identificados como tolerables, y medidas de atención-correctivas- para aquellos riesgos identificados como no tolerables.(Figura 6.1)

**Figura 6.1.** Esquema de propuesta de Prevención y Control



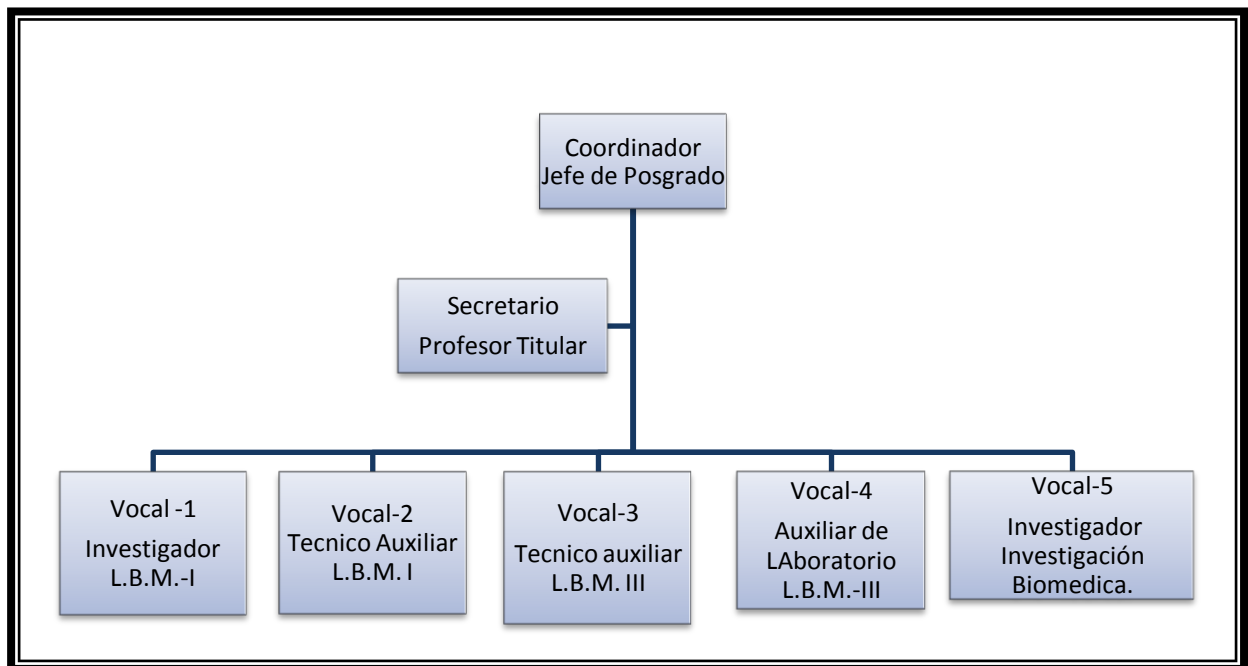
Para dar cumplimiento a los objetivos y metas de dichos programas se propone:

- a. Formación de Comisión de Seguridad e Higiene del Departamento de Posgrado e Investigación de la ENMyH

La formación de esta comisión tendrá la finalidad inicialmente de la delegación de responsabilidades y de coordinar la revisión de las condiciones de seguridad e higiene en que se encuentran las instalaciones para prevenir accidentes y enfermedades de trabajo, así como la verificar la implementación cumplimiento y seguimiento de los programas propuestos.

Dicha comisión, se recomienda, sea integrada por un coordinador, un secretario y 3 vocales. Por lo tanto, con base en la estructura organizacional del centro de trabajo investigado, se conforme de la siguiente manera (cabe señalar que la presente investigación sólo se realizó en una parte de dicha sección, pero queda abierta la posibilidad de integrar a los demás laboratorios para que estas medidas se efectúen de manera integral), que se señala en la figura 6.1: [en seguida presentar la figura]

**Figura 6.1.** Organigrama Propuesto de C.S.H.



**Fuente:** Trabajo de Campo.

Las responsabilidades del Coordinador de la Comisión serán:

- ✓ Presidir las reuniones de trabajo de la comisión.
- ✓ Dirigir y coordinar el funcionamiento de la comisión.
- ✓ Promover la participación de los integrantes de la comisión y constatar que cada uno de ellos cumpla con las tareas asignadas.
- ✓ Coordinar las investigaciones sobre las causas de los accidentes y enfermedades de trabajo

Las responsabilidades del Secretario serán:

- ✓ Convocar a los integrantes de la comisión a las reuniones de trabajo y recorridos de verificación programado
- ✓ Apoyar la realización de investigaciones sobre las causas de los accidentes y enfermedades de trabajo.
- ✓ Participar en las inspecciones sobre las condiciones generales de seguridad e higiene que practique la autoridad laboral en el centro de trabajo

Las responsabilidades de las vocales serán:

- ✓ Detectar y recabar información sobre los agentes, condiciones peligrosas o inseguras y actos inseguros identificados en sus áreas de trabajo;
- ✓ Colaborar en la realización de investigaciones sobre las causas de los accidentes y enfermedades de trabajo.
- ✓ Revisar las actas de los recorridos de verificación;
- ✓ Participar en el seguimiento a la instauración de las medidas propuestas por la comisión relacionadas con la prevención de riesgos de trabajo.
- ✓ Apoyar las actividades de asesoramiento a los trabajadores para la identificación de agentes, condiciones peligrosas o inseguras y actos inseguros en su área de trabajo;
- ✓ Identificar temas de seguridad y salud en el trabajo para su incorporación en el programa anual de capacitación de los integrantes de la comisión,

b. Implementación de Programa de Seguridad e Higiene.

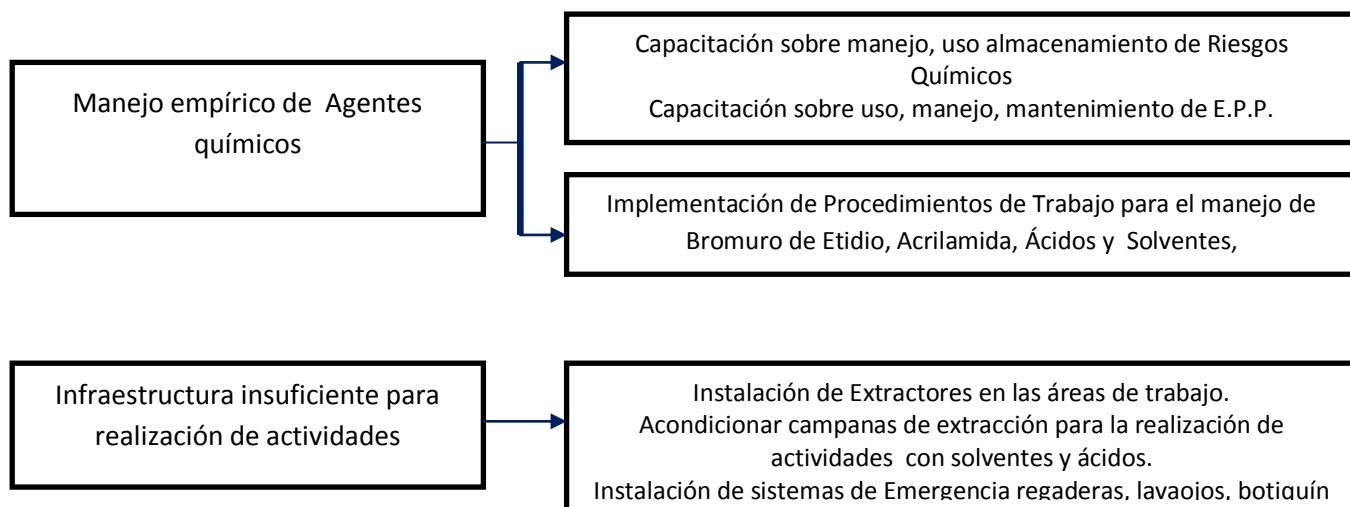
Dicho programa contendrá las actividades necesarias para programar y dar seguimiento a los compromisos que se asumen para la adecuada instauración y funcionamiento un Sistema de Administración en Seguridad y Salud en el Trabajo, que permita brindar las condiciones necesarias a los trabajadores de realizar sus actividades de manera segura. (Ver anexo IV)

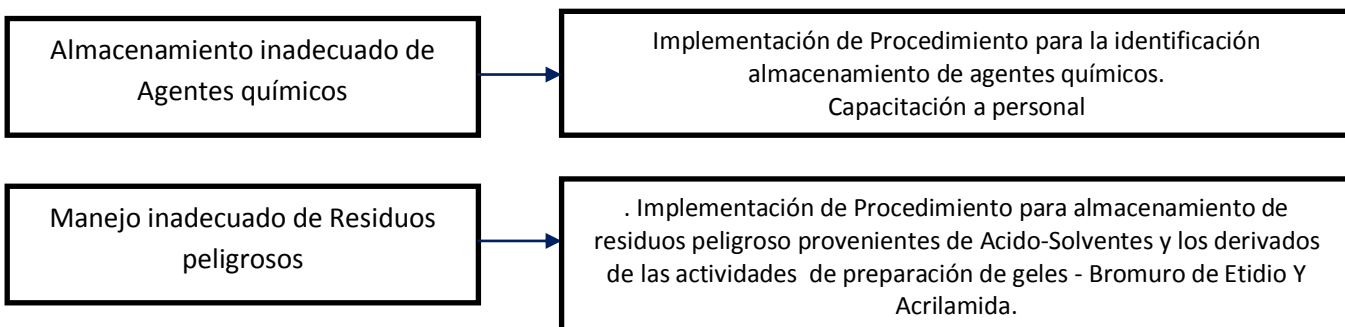
Por lo que dicho programa se enfocara a la definición de actividades y responsabilidades con el objetivo de cubrir las siguientes necesidades:

- Vigilar las condiciones de Seguridad de las instalaciones.
- Vigilar las condiciones de Higiene de las Instalaciones.
- Implementación de Capacitación sobre seguridad e higiene-Agentes Químicos-

c. Implementación de controles operativos

Estos controles, serán aplicados para poder controlar los orígenes de los riesgos identificados a continuación se muestra una relación de ello.





## REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

American Chemical Society (2009).The Latest CAS Registry Number and Substance Count.Obtenida 21 Septiembre 2009 de: <http://www.cas.org/cgi-bin/regreport.pl>

Alvarado, J. (2007), Manifestaciones radiológicas por inhalación de sustancias irritantes,Revista publica y nutrición;(E-82)9;1-18.

Alvesa,J (1974), Higiene de Campo, higiene Analitica y Seguridad del trabajo al servicio de la empresa, Plan Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. Madrid 1974

Calero AR. (1999), *Riesgo químico Laboral, elementos para un diagnóstico en España*, Revista Española Salud Publica, 79 (2): 23-29.

Der Parsheian, Relevamiento de Riesgos Químicos en un laboratorio de análisis bioquímico, Revista del hospital materno infantil Ramón Sarda, año/ vol. 23, número 003, Buenos aires Argentina.

Dekker M. (1999),Toxicology and Risk Assessment - Principles, Methods, and Application (2aed), New York, Louis W. Chang.

González, S. (2007). Memoria del congreso Nacionmal Manejo de Riesgos Quimicos. Salud Publica y nutrición; (ES”),1-29

López HE. (2009). Análisis de riesgos-Diagnóstico Situacional, Curso Higiene Industrial Maestría en Ciencias en Salud Ocupacional, Seguridad Higiene Industrial, México 2009. (mimeo).

Mera, A, (2007), *Alternativa para la segregación de residuos químicos generados en el Laboratorio de Ingeniería Ambiental y Sanitaria de la Universidad del Cauca, Universidad de Cauca (Tesis Licenciatura)*

Pavón, I. (2007), *Ambientes Laborales con exposición a agente químicos en el Sector Industrial: Clasificación , predicción y soluciones*, Madrid ,Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales (Tesis de Doctorado).

Takal Y. (2003). Enfoque Estratégico para una Gestión Química Internacional. Obtenida el 4 de Septiembre de 2009 de <http://osha.eu.int/ew2003/presspack>

Valdés , F. (2006), Evaluación de riesgos de un laboratorio Central de una Institución de atención primaria, España, Universidad Autónoma de Madrid. (Tesis Maestría)

Vargas, M. (2005). Prevención y control del Riesgo de los productos químicos,Revista Española de salud publica; 29(4), 409-420.

Organización Internacional del Trabajo (OIT), Seguridad en el manejo de productos químicos en el trabajo. Repertorio de recomendaciones prácticas de la OIT. Ginebra 1993.}

Programa de vigilancia de contaminantes químicos y microbiológicos en alimentos Red de Laboratorios Oficiales de Análisis de Alimentos (RELOAA),

“Boletín Informativo de la Red de Laboratorios Oficiales de Análisis de Alimentos”,<http://www.ops.org.bo/textocompleto/rnrloaa3087.pdf>, Septiembre 2009.

## **ANEXO I. PERFIL TOXICOLOGICO DE AGENTES QUIMICO**

## PERFIL TOXICOLOGICO BROMURO DE ETIDIO

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Nombre químico</b> Bromuro de Etidio</p> <p><b>Sinónimos:</b> Bromuro de 2,7-diamino-10-etil-6-fenilfenantridinio<br/>Bromuro de 2,7-diamino-10-etil-9-fenilfenantridinio<br/>Bromuro de 3,8-diamino-1-etil-6-fenilfenantridinio<br/>Bromuro de 3,8-diamino-5-etil-6-fenilfenantridinio<br/>Bromuro de Homidio</p> <p><b>No. CAS</b> 1239-45-8</p> <p><b>DL50:</b> 20 mg/Kg-subcutánea-rata.<br/>&gt; 2000 mg/Kg (dermal-rata )<br/>1500 mg/Kg [(oral-rata)</p> <p><b>CL50:</b> 0.118-0.134 mg/L</p> <p><b>LMPE:</b> 40 ppm-1210 mg/m3</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <p><b>Vías de Ingreso</b> Oral<br/>Dérmica.<br/>Inhalatoria<br/>Mucosas.</p> <p><b>Distribución</b> Tejidos Corporales</p> <p><b>Acumulación</b> Tejido Hepático, Material Genético</p> <p><b>Biotransformación</b> Metabolito generado<br/>Etidio 3-N-glucoronido,<br/>Etidio 8-N-glucurónido,<br/>hydroxyethidium<br/>glucurónido</p> <p><b>Vida Media</b> N.D.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <p><b>Órgano DIANA</b> Tejido Hepático, Nivel celular</p> <p><b>Mecanismo de Toxicidad</b> Debido a su particular incorporación al material genético se sospecha que presenta propiedades mutagénicas porque puede interferir en los procesos normales de replicación del ADN.</p> <p><b>Efectos</b> Bromuro de Etidio tiene la capacidad de Oxidar el hierro de la molécula heme y aumentar los niveles basales de la metahemoglobina.<br/>Tumores<br/>Por inhalación puede causar irritación del tracto respiratorio, progresando como edema pulmonar. Puede causar mareos, somnolencia, dolor de cabeza, dificultad respiratoria, cianosis (coloración azulada de la piel debido a la deficiencia de oxigenación de la sangre), frecuencia cardíaca rápida y chocolate de sangre marrón. Nocivo si se inhala.<br/>Necrosis<br/>Fenobarbital.</p> <p><b>Tratamiento</b> Azul de metileno (1- 2 mg/Kg)-, diluido en solución salina</p> | <p><b>Referencia</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• BabeR, D. <i>Metabolism, toxicokinetics and hemoglobin adduct formation in rats following subacute and subchronic acrylamide dosing Neurotoxicology</i> 22:34.</li> <li>• Moreno, N, Bromuro de Etidio ,contaminatequimico o, en Revista Toxicologia ; 24(001), 1-9</li> <li>• MSDS,bromuro de etidio, <a href="http://www.cdc.gov/spanish/niosh/">http://www.cdc.gov/spanish/niosh/</a>, revisada 1/06/10</li> <li>• <a href="http://.inchem.org/pages/jecfa.html">http://.inchem.org/pages/jecfa.html</a>.</li> <li>• <a href="http://www.encolombia.com/.../Metahemoglobiemia.htm">www.encolombia.com/.../Metahemoglobiemia.htm</a> .</li> <li>• <a href="http://toxnet.nlm.gov">http://toxnet.nlm.gov</a></li> </ul> |

## PERFIL TOXICOLOGICO ACRILAMIDA

|                       |                                                        |                          |                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Nombre químico</b> | <b>Acrilamida</b>                                      | <b>Vías de Ingreso</b>   | Inhalatoria, Digestiva, Piel y Mucosas.                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Sinónimos:</b>     | 2-Propenamida Amida del ácido propenoico, Vinil amida, | <b>Distribución</b>      | Todos los tejidos corporales (leche. placenta)                                                                                                                                                                                                 |
| <b>No. CAS</b>        | 79-06-1                                                | <b>Acumulación</b>       | Tejido corporal/ Tejido hepático                                                                                                                                                                                                               |
| <b>DL50:</b>          | 124mg/Kg (oral-rata)<br>400 mg/Kg (rata-piel)          | <b>Biotransformación</b> | Oxidación mediante la acción del citocromo P450 que da lugar al metabolito <i>glicidamida</i><br>Conjugación con glutatión, catalizada por <i>glutatión-Stransferasa</i> dando lugar al metabolito <i>ácido mercaptúrico</i>                   |
| <b>CL50:</b>          | 160 mg/L                                               | <b>Vida Media</b>        | Estudios en humanas arrojan la vida media de ambos metabolitos es corta, apareciendo durante las primeras 24 h, en la orina, como ácido mercaptúrico, aunque siempre queda un pequeño porcentaje permanece durante algunas semanas en tejidos. |
| <b>LMPE:</b>          | > 1500 mg/m <sup>3</sup> -4 h, (inhalación –rata)      |                          |                                                                                                                                                                                                                                                |

|                               |                                                                                                                                                                                                   |                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Órgano DIANA</b>           | Tejido hepático, Órganos reproductores.                                                                                                                                                           | <b>Referencia</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>BabeR, D. <i>Metabolism, toxicokinetics and hemoglobin adduct formation in rats following subacute and subchronic acrylamide dosing Neurotoxicology</i> 22:34.</li> <li>Moreno, N, Bromuro de Etidio, <i>contaminatequimico o</i>, en <i>Revista Toxicologia</i> ; 24(001), 1-9</li> <li>MSDS, bromuro de etidio, <a href="http://www.cdc.gov/spanish/niosh/">http://www.cdc.gov/spanish/niosh/</a>, revisada 1/06/10</li> <li><a href="http://.inchem.org/pages/jecfa.html">http://.inchem.org/pages/jecfa.html</a>.</li> <li><a href="http://www.encolombia.com/.../Metahemoglobi nemia.htm">www.encolombia.com/.../Metahemoglobi nemia.htm</a>.</li> <li><a href="http://toxnet.nlm.gov">http://toxnet.nlm.gov</a></li> </ul> |
| <b>Mecanismo de Toxicidad</b> | Comienza a haber daño y modificaciones en la GOT y FAL, durante las primeras                                                                                                                      |                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Efectos</b>                | Ingestión: No hay efectos agudos, pero crónicos puede producir tumores cancerígenos.<br>Inhalación: Irritación de vías, insuficiencia respiratoria.<br>Piel: Irritación y enrojecimiento de piel. |                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Tratamiento</b>            | En caso de ingestión : enjuagar la boca, provocar el vómito (UNICAMENTE EN PERSONAS CONSCIENTES), dar a beber agua abundante y proporcionar asistencia médica                                     |                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

## **ANEXO II. RESULTADOS DE LABORATORIO**



|                           |                                 |                                                            |  |
|---------------------------|---------------------------------|------------------------------------------------------------|--|
| Manual de Procedimientos  |                                 | <b>INFORME TÉCNICO MUESTRAS DE LABORATORIO POLVOS Y HS</b> |  |
| Año emisión: Julio 2008   | Elaboró: Martha C. Garfias      | FOR 619                                                    |  |
| Próx. Emisión: Julio 2012 | Revisó: María Ana Olvera        |                                                            |  |
| Revisión: 05              | Autorizó: Ing Ignacio Sarmiento |                                                            |  |
| Versión: 01               |                                 |                                                            |  |

olicitado por: **DEPTO. DE AMBIENTE LABORAL**

**O.T. Laboratorio: L B - 1540**

At'n.: Ing Raúl Tlapale

**Cliente: LAB. DE INVESTIGACION BIOMEDICINA MOLECULAR Y BIOQUIMICA**

O.T de Referencia: **AL-129**

Determinación de **Polvos respirables, totales**  
y/o humos de soldadura (NOM-010-STPS-1999)

**Área: QUÍMICA HÚMEDA**

|                                  | Día | Mes | Año |
|----------------------------------|-----|-----|-----|
| <b>Fecha promesa de reporte:</b> | 19  | SEP | 11  |
| <b>Fecha del informe:</b>        | 26  | SEP | 11  |

|                                                   |                               |
|---------------------------------------------------|-------------------------------|
| Disposición de Muestras                           |                               |
| Fecha: 26/SEP/11                                  |                               |
| <input checked="" type="checkbox"/> Confinamiento | <input type="checkbox"/> Otro |

Analista: **KAC**

| Número único                                   | Identificación | No. filtro | Peso inicial g/muestra | Peso final g/muestra | Aspecto   | Referencia DLA |
|------------------------------------------------|----------------|------------|------------------------|----------------------|-----------|----------------|
| 1540-1                                         | POL. TOT. 1    | 704        | 0,01118                | 0,01122              | SIN COLOR | 642/24         |
| 1540-2                                         | POL. TOT. 2    | 711        | 0,01023                | 0,01050              | SIN COLOR | 642/25         |
| 1540-5                                         | BCO            | 740        | 0,01189                | 0,01190              | SIN COLOR | 642/27         |
|                                                |                |            |                        |                      |           |                |
|                                                |                |            |                        |                      |           |                |
|                                                |                |            |                        |                      |           |                |
|                                                |                |            |                        |                      |           |                |
|                                                |                |            |                        |                      |           |                |
|                                                |                |            |                        |                      |           |                |
| Límite de detección del instrumento: 0,00001 g |                |            | %H.R.= 50              |                      | T°C= 20   |                |

PR: Polvos Respirables (Método 068)  
PT: Polvos Totales (Método 053)  
HS: Humos de soldadura (Método 053)

Observaciones: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

  
**MOG-28/SEP/11**  
Jefe del Laboratorio

\*Los valores reportados en este informe pertenecen únicamente a las características de las muestras sometidas a prueba.  
\*\* De acuerdo NOM-008-SCFI-2002 en su tabla 21 "Reglas para escritura de los números y signo decimal", el signo decimal debe ser una coma sobre la línea (,)

Notas: I.- Se prohíbe la reproducción parcial o total del contenido del presente sin la previa autorización del Director General. de DEISA.



## Manual de Procedimientos

INFORME TÉCNICO MUESTRAS  
DE LABORATORIO  
VARIOSAño emisión: Julio 2008  
Próx. Emisión: Julio 2012  
Revisión: 05  
Versión: 01Elaboró: Martha C. Garfías  
Revisó: María Ana Olvera  
Autorizó: Ing Ignacio Sarmiento

FOR 620

Solicitado por: **DEPTO. DE AMBIENTE LABORAL**

At'n.: Ing Raúl Tlapale

**Cliente: LAB. DE INVESTIGACIÓN BIOMEDICINA  
MOLECULAR Y BIOQUIMICA****O.T. Laboratorio: L B - 1540**O.T de Referencia: **AL -129****Área: QH**

|                                  | Día | Mes | Año |
|----------------------------------|-----|-----|-----|
| <b>Fecha promesa de reporte:</b> | 21  | SEP | 11  |
| <b>Fecha del informe:</b>        | 28  | SEP | 11  |

## Disposición de Muestras

Fecha: 28/SEP/11

☒ Tarja ☐ Confinamiento ☐ P.destruct.Jefe de Laboratorio: **MOG 28/SEP/11**

| No.<br>único      | Parámetro                      | Parámetro | Parámetro | Parámetro | Parámetro | Parámetro |
|-------------------|--------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                   | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> |           |           |           |           |           |
| 1540-4            | <0,610                         |           |           |           |           |           |
| 1540-5            | <0,610                         |           |           |           |           |           |
|                   |                                |           |           |           |           |           |
|                   |                                |           |           |           |           |           |
|                   |                                |           |           |           |           |           |
|                   |                                |           |           |           |           |           |
|                   |                                |           |           |           |           |           |
|                   |                                |           |           |           |           |           |
|                   |                                |           |           |           |           |           |
|                   |                                |           |           |           |           |           |
| Unidades          | mg/mtra                        |           |           |           |           |           |
| Método o Norma    | NOM-010-STPS-99<br>PROC:023    |           |           |           |           |           |
| % Rec MCL         | 93,1                           |           |           |           |           |           |
| Lim. Cuant.       | 0,610                          |           |           |           |           |           |
| Fecha de análisis | 19SEP11                        |           |           |           |           |           |
| Analista          | LSG                            |           |           |           |           |           |
| Referencia DLA    | 652                            |           |           |           |           |           |

\*Los valores reportados en este informe pertenecen únicamente a las características de las muestras sometidas a prueba.

\*\* De acuerdo NOM-008-SCFI-2002 en su tabla 21 "Reglas para escritura de los números y signo decimal", el signo decimal debe ser una coma sobre la línea (,).



|                           |                                 |                                                                  |  |
|---------------------------|---------------------------------|------------------------------------------------------------------|--|
| Manual de Procedimientos  |                                 | <b>INFORME TÉCNICO MUESTRAS<br/>DE LABORATORIO<br/>VARIOS CG</b> |  |
| Año emisión: Julio 2009   | Elaboró: Martha C. Garfias      | FOR 630                                                          |  |
| Próx. Emisión: Julio 2012 | Revisó: María Ana Olvera        |                                                                  |  |
| Revisión: 05              | Autorizó: Ing Ignacio Sarmiento |                                                                  |  |
| Versión: 02               |                                 |                                                                  |  |

Solicitado por: **DEPTO. DE AMBIENTE LABORAL**

**O.T. Laboratorio: L B - 1540**

At'n.: Ing Raúl Tlapale

**Cliente: LAB. DE INVESTIGACIÓN BIOMEDICINA  
MOLECULAR Y BIOQUIMICA**

O.T de Referencia: **AL -129**

**Área: QH**

|                                  | Día | Mes | Año |
|----------------------------------|-----|-----|-----|
| <b>Fecha promesa de reporte:</b> | 21  | SEP | 11  |
| <b>Fecha del informe:</b>        | 30  | SEP | 11  |

|                                           |                                                                             |
|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| Disposición de Muestras                   |                                                                             |
| Fecha: 30/SEP/11                          |                                                                             |
| <input checked="" type="checkbox"/> Tarja | <input type="checkbox"/> Confinamiento <input type="checkbox"/> P.destruct. |

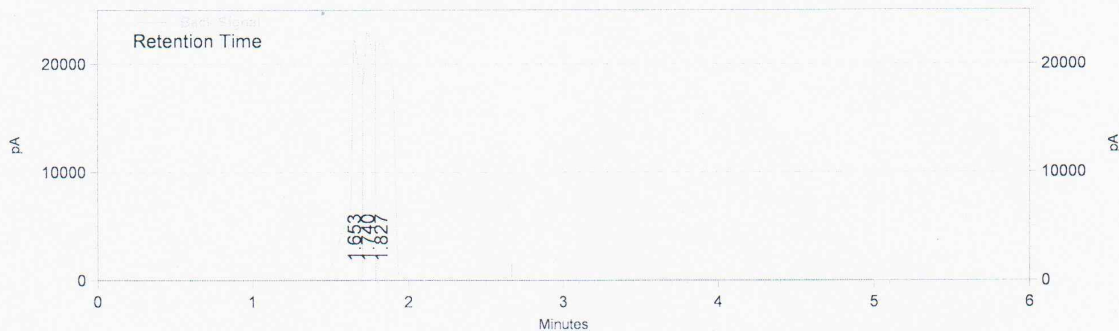
Jefe de Laboratorio: **MOG 30/SEP/11**

| No.Unico       | Parámetro                   |           | Parámetro |           | Parámetro |           | Parámetro |           |
|----------------|-----------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                | ACIDO ACETICO               |           |           |           |           |           |           |           |
|                | Sección A                   | Sección B | Sección A | Sección B | Sección A | Sección B | Sección A | Sección B |
| 1540-6         | <1,573                      | <1,573    |           |           |           |           |           |           |
| 1540-7         | <1,573                      | <1,573    |           |           |           |           |           |           |
|                |                             |           |           |           |           |           |           |           |
|                |                             |           |           |           |           |           |           |           |
|                |                             |           |           |           |           |           |           |           |
|                |                             |           |           |           |           |           |           |           |
|                |                             |           |           |           |           |           |           |           |
|                |                             |           |           |           |           |           |           |           |
|                |                             |           |           |           |           |           |           |           |
|                |                             |           |           |           |           |           |           |           |
| Unidades       | mg/mtra                     |           |           |           |           |           |           |           |
| Método         | NOM-010-STPS-99<br>PROC:034 |           |           |           |           |           |           |           |
| % ED           | 85                          |           |           |           |           |           |           |           |
| % Rec MCL      | 105                         |           |           |           |           |           |           |           |
| Lim.Cuant.     | 1,573                       |           |           |           |           |           |           |           |
| Analista       | LSG                         |           |           |           |           |           |           |           |
| Referencia DLA | 652                         |           |           |           |           |           |           |           |

\*Los valores reportados en este informe pertenecen únicamente a las características de las muestras sometidas a prueba.

\*\* De acuerdo NOM-008-SCFI-2002 en su tabla 21 "Reglas para escritura de los números y signo decimal", el signo decimal debe ser una coma sobre la línea (,)

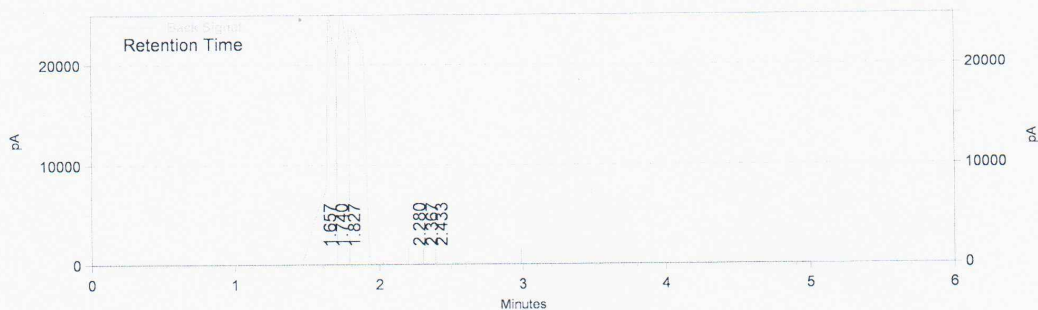
DETERMINACION DE ACIDO ACETICO  
 BLANCO DEL METODO  
 OT LB:1540 AL:129  
 ANALISTA:LIZBETH S. G.



**Back Signal  
Results**

| Retention Time | Area       | Area % | Height    | Height % |
|----------------|------------|--------|-----------|----------|
| 1.653          | 894455171  | 30.48  | 171051912 | 33.09    |
| 1.740          | 815603835  | 27.79  | 176613117 | 34.16    |
| 1.827          | 1224843134 | 41.73  | 169288861 | 32.75    |
| Totals         | 2934902140 | 100.00 | 516953890 | 100.00   |

DETERMINACION DE ACIDO ACETICO  
MUESTRA CONTROL DE LABORATORIO  
OT LB:1540 AL:129  
ANALISTA:LIZBETH S. G.



**Back Signal  
Results**

| Retention Time | Area       | Area % | Height    | Height % |
|----------------|------------|--------|-----------|----------|
| 1.657          | 1022448131 | 32.07  | 192007914 | 33.79    |
| 1.740          | 920465343  | 28.87  | 192771340 | 33.93    |
| 1.827          | 1240460861 | 38.90  | 182280298 | 32.08    |
| 2.280          | 1522740    | 0.05   | 327218    | 0.06     |
| 2.367          | 1821810    | 0.06   | 404519    | 0.07     |
| 2.433          | 1745296    | 0.05   | 410045    | 0.07     |

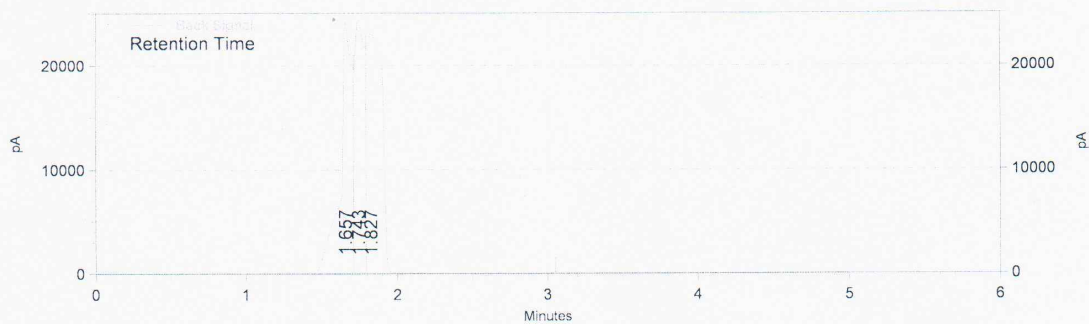
|        |            |        |           |        |
|--------|------------|--------|-----------|--------|
| Totals | 3188464181 | 100.00 | 568201334 | 100.00 |
|--------|------------|--------|-----------|--------|

## DETERMINACION DE ACIDO ACETICO

No. UNICO:1540-6A

OT LB:1540 AL:129

ANALISTA:LIZBETH S. G.


**Back Signal  
Results**

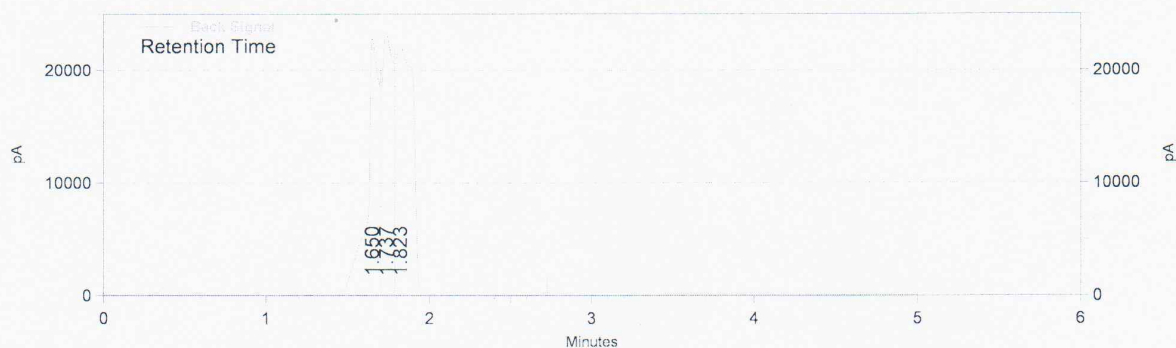
| Retention Time | Area       | Area % | Height    | Height % |
|----------------|------------|--------|-----------|----------|
| 1.657          | 992246961  | 31.95  | 185103057 | 33.66    |
| 1.743          | 864901960  | 27.85  | 186998908 | 34.00    |
| 1.827          | 1248143059 | 40.19  | 177841334 | 32.34    |
| Totals         | 3105291980 | 100.00 | 549943299 | 100.00   |

## DETERMINACION DE ACIDO ACETICO

No. UNICO:1540-6ADUP

OT LB:1540 AL:129

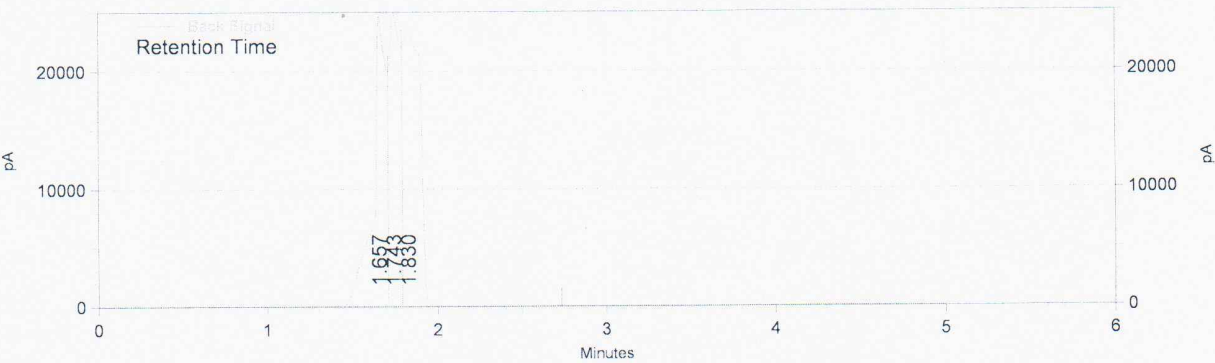
ANALISTA:LIZBETH S. G.



### Back Signal Results

| Retention Time | Area       | Area % | Height    | Height % |
|----------------|------------|--------|-----------|----------|
| 1.650          | 908882937  | 30.33  | 174902215 | 33.36    |
| 1.737          | 823641341  | 27.48  | 178905338 | 34.12    |
| 1.823          | 1264596890 | 42.19  | 170465978 | 32.51    |
| Totals         | 2997121168 | 100.00 | 524273531 | 100.00   |

DETERMINACION DE ACIDO ACETICO  
No. UNICO:1540-6B  
OT LB:1540 AL:129  
ANALISTA:LIZBETH S. G.



Back Signal  
Results

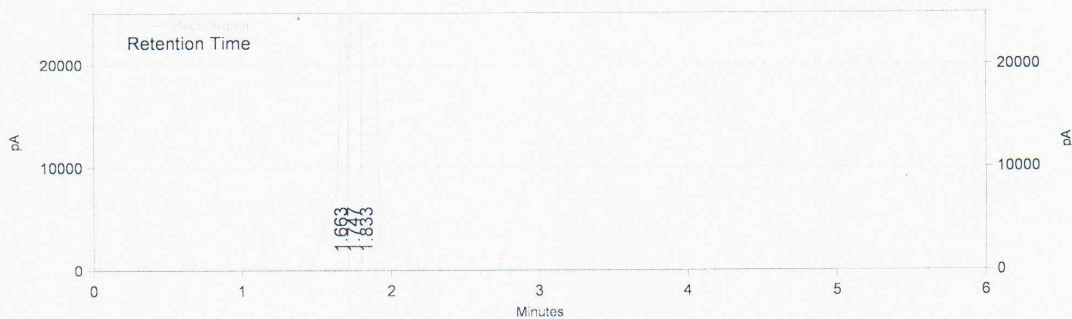
| Retention Time | Area       | Area % | Height    | Height % |
|----------------|------------|--------|-----------|----------|
| 1.657          | 1012531680 | 32.11  | 189391441 | 33.74    |
| 1.743          | 881299658  | 27.95  | 191480330 | 34.11    |
| 1.830          | 1259633231 | 39.94  | 180482898 | 32.15    |
| Totals         | 3153464569 | 100.00 | 561354669 | 100.00   |

## DETERMINACION DE ACIDO ACETICO

No. UNICO:1540-7A

OT LB:1540 AL:129

ANALISTA:LIZBETH S. G.


**Back Signal  
Results**

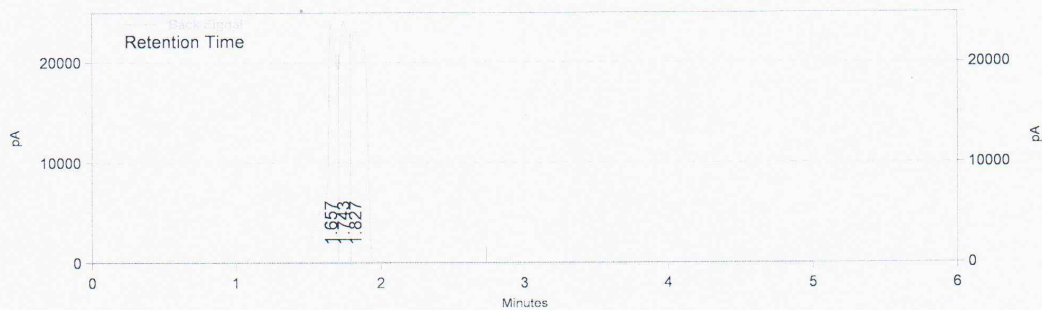
| Retention Time | Area       | Area % | Height    | Height % |
|----------------|------------|--------|-----------|----------|
| 1.663          | 1058810804 | 32.91  | 196739423 | 34.03    |
| 1.747          | 939183169  | 29.19  | 196044953 | 33.91    |
| 1.833          | 1219233965 | 37.90  | 185300167 | 32.05    |
| Totals         | 3217227938 | 100.00 | 578084543 | 100.00   |

## DETERMINACION DE ACIDO ACETICO

No. UNICO:1540-7ADUP

OT LB:1540 AL:129

ANALISTA:LIZBETH S. G.


**Back Signal  
Results**

| Retention Time | Area       | Area % | Height    | Height % |
|----------------|------------|--------|-----------|----------|
| 1.657          | 977502151  | 31.69  | 183278491 | 33.53    |
| 1.743          | 858096629  | 27.82  | 186199246 | 34.06    |
| 1.827          | 1249096914 | 40.49  | 177195514 | 32.41    |
| Totals         | 3084695694 | 100.00 | 546673251 | 100.00   |

## DETERMINACION DE ACIDO ACETICO

No. UNICO:1540-7B

OT LB:1540 AL:129

ANALISTA:LIZBETH S. G.

Back Signal  
Results

| Retention Time | Area       | Area % | Height    | Height % |
|----------------|------------|--------|-----------|----------|
| 1.650          | 964582534  | 31.38  | 182206601 | 33.61    |
| 1.737          | 853522815  | 27.76  | 184887529 | 34.11    |
| 1.820          | 1256114333 | 40.86  | 175013769 | 32.28    |
| Totals         | 3074219682 | 100.00 | 542107899 | 100.00   |

### **ANEXO III. CÁLCULOS Y RESULTADOS DE EVLUACIÓN DE POLVOS**

## MUESTREO DE AGENTES QUÍMICOS

|                 |                                               |                  |                           |                |   |             |           |        |
|-----------------|-----------------------------------------------|------------------|---------------------------|----------------|---|-------------|-----------|--------|
| EMPRESA         | LABORATORIO DE BIOMEDICINA MOLECULAR          |                  | LUGAR DE MUESTREO         | MÉXICO D.F.    |   |             | HOJA      | 1 de 1 |
| CONTAMINANTE(S) | Acilamida Total-Acido Acetico-Acido Sulfurico | MEDIO DE CAPTURA | Filtros de PVC            | No DE MUESTRAS | 6 | TEMPERATURA | 20 °C     |        |
| BOMBAS          | SKC MODELO AIR LITE                           | CALIBRADOR       | MINI BUCK M5 SERIE 052410 |                |   | PRESIÓN ATM | 585 mm Hg |        |

[illegible]

## CONTROLES, ACTIVIDADES Y OBSERVACIONES

|                 |                                      |                   |                           |                |   |             |           |
|-----------------|--------------------------------------|-------------------|---------------------------|----------------|---|-------------|-----------|
| EMPRESA         | LABORATORIO DE BIOMEDICINA MOLECULAR | LUGAR DE MUESTREO | MÉXICO D.F.               |                |   | HOJA        | 1 de 1    |
| CONTAMINANTE(S) | Acrilamida Total-Acido Acetico-      | MEDIO DE CAPTURA  | Filtros de PVC            | No DE MUESTRAS | 6 | TEMPERATURA | 20 °C     |
| BOMBAS          | SKC MODELO AIR LITE                  | CALIBRADOR        | MINI BUCK M5 SERIE 052410 |                |   | PRESIÓN ATM | 585 mm Hg |

[illegible]

## Calibración de bombas

|                 |                                                |                   |                           |                |   |             |           |        |
|-----------------|------------------------------------------------|-------------------|---------------------------|----------------|---|-------------|-----------|--------|
| EMPRESA         | LABORATORIO DE BIOMEDICINA MOLECULAR           | LUGAR DE MUESTREO | MÉXICO D.F.               |                |   |             | HOJA      | 1 de 1 |
| CONTAMINANTE(S) | Acrilamida Total-Acido Acetico-Acido Sulfurico | MEDIO DE CAPTURA  | Filtros de PVC            | No DE MUESTRAS | 6 | TEMPERATURA | 20 °C     |        |
| BOMBAS          | SKC MODELO AIR LITE                            | CALIBRADOR        | MINI BUCK M5 SERIE 052410 |                |   | PRESIÓN ATM | 585 mm Hg |        |

[illegible]



## Resultados

|                 |                                                |                   |                           |                |             |             |           |        |
|-----------------|------------------------------------------------|-------------------|---------------------------|----------------|-------------|-------------|-----------|--------|
| EMPRESA         | LAB. DE BIOMEDICINA MOLECULAR                  | LUGAR DE MUESTREO | MÉXICO D.F.               |                |             |             | HOJA      | 1 de 1 |
| CONTAMINANTE(S) | Acrilamida Total-Acido Acetico-Acido Sulfurico | MEDIO DE CAPTURA  | Filtros de PVC            | No DE MUESTRAS | 6           | TEMPERATURA | 20 °C     |        |
| BOMBAS          | SKC MODELO AIR LITE                            | CALIBRADOR        | MINI BUCK M5 SERIE 052410 |                | PRESIÓN ATM |             | 585 mm Hg |        |

[illegible]

|                 |                                               |                   |                           |                |             |             |           |        |
|-----------------|-----------------------------------------------|-------------------|---------------------------|----------------|-------------|-------------|-----------|--------|
| EMPRESA         | LABORATORIO DE BIOMEDICINA MOLECULAR          | LUGAR DE MUESTREO | MÉXICO D.F.               |                |             |             | HOJA      | 1 de 1 |
| CONTAMINANTE(S) | Acilamida Total-Acido Acetico-Acido Sulfurico | MEDIO DE          | Filtros de PVC            | No DE MUESTRAS | 6           | TEMPERATURA | 20 °C     |        |
| BOMBAS          | SKC MODELO AIR LITE                           | CALIBRADOR        | MINI BUCK M5 SERIE 052410 |                | PRESIÓN ATM |             | 585 mm Hg |        |

[illegible]

**ANEXO IV. PROGRAMA DE SEGURIDAD Y SALUD.**

