

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

TRABAJO MONOGRÁFICO DE ACTUALIZACIÓN
DESARROLLO DE UN MANUAL DE GESTIÓN DE SEGURIDAD DE UN
LABORATORIO DE QUÍMICA FORENSE

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

QUÍMICA FARMACÉUTICA BIÓLOGA

PRESENTA

YAZMÍN FAVIOLA PÉREZ CONDE



México, D. F.



2005

EXAMENES PROFESIONALES
FACULTAD DE QUÍMICA

m342441



Universidad Nacional
Autónoma de México

Biblioteca Central

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM



UNAM – Dirección General de Bibliotecas

Tesis Digitales

Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo recepcional.

NOMBRE: Yazmín Faviola

Pérez Conde

FECHA: 29-Marzo-2005.

FIRMA: [Firma]

Jurado Asignado

Presidente **MARÍA DEL SOCORRO ALPIZAR RAMOS**

Vocal **JOSÉ SABINO SAMANO CASTILLO**

Secretario **RAÚL LUGO VILLEGAS**

1er. Suplente **FEDERICO CARLOS HERNÁNDEZ CAVARÍA**

2do. Suplente **ANGEL AVILA VILLAGRAN**

Síto en donde se desarrollo el tema: **FACULTAD DE QUÍMICA**

Asesor **M. en C. MARÍA DEL SOCORRO ALPIZAR RAMOS**

Sustentante **YAZMÍN FAVIOLA PÉREZ CONDE**

[Firma]
[Firma]

AGRADECIMIENTOS

A Dios, el padre amoroso que me dio la vida y me ayudo a reconocer mi enfermedad y estar conmigo en los momentos más difíciles.

A la más hermosa viejecita, mi abuelita, que a pesar que ya no está conmigo la tengo viva en mi corazón.

A mi madre, Hilda Conde, gracias por ser mi madre y apoyarme e impulsarme a salir adelante para lograr mi objetivo, terminar la carrera, y estar conmigo en la fase más difícil de mi enfermedad.

A mi Tío, José Conde, por ser quien es, y apoyarme sin interés alguno, y portarse como un padre para mí.

A mis hermanos, Oriana y Francisco, por brindarme su apoyo como hermana menor, y estar más unidos que nunca. Los quiero.

A mi entrañable amiga y hermana, Karina Galicia, por haber vivido juntas esos momentos inolvidables de nuestra vida, esperando que sigamos juntas siempre, te quiero mucho amiga.

A mi tía Aida, por estar conmigo siempre que lo he necesitado, aunque muchas veces no entiendo su forma de ser.

A mi sobrino consentido, José Andrés, por hacerme reír y pasar momentos felices.

A mi primo, Omar, por ser quien es conmigo y hacerme la vida menos difícil, espero estar siempre juntos.

A mis primos Jesús y José, por los momentos divertidos que hemos vivido.

A mi asesora, María Socorro Alpizar, por dedicarme su valioso tiempo y tenerme la paciencia para la realización de éste trabajo.

A mi jurado, el Doctor José Samano y el Profesor Raúl Lugo, por dedicarme su valioso tiempo para la revisión de mi trabajo.

A todo el personal de la Facultad, que siempre me apoyaron y me brindaron su amistad.

A todos los seres humanos que he conocido, que han contribuido en mi pensamiento, sentimientos y forma de ver al mundo.

INDICE

INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVO	3
CAPÍTULO I DESCRIPCIÓN DEL LABORATORIO	
I.1 Características Generales del laboratorio	4
I.2 Organización del Laboratorio	5
I.3 Personal del Laboratorio	7
CAPÍTULO II PRINCIPIOS DE BIOSEGURIDAD	
II.1 Contención	8
II.2 Contención Primaria	8
II.3 Contención Secundaria	8
II.4 Técnicas de Laboratorio	9
II.5 Equipo de Seguridad (Barreras Primarias)	10
II.6 Diseño y Construcción de Instalaciones (Barreras Secundarias)	11
II.7 Niveles de Bioseguridad	12
II.7.1 Nivel de Bioseguridad 1	12
II.7.2 Nivel de Bioseguridad 2	13
II.7.3 Nivel de Bioseguridad 3	14
II.7.4 Nivel de Bioseguridad 4	15
II.7.5 Laboratorio de Química Forense	16
CAPÍTULO III NIVEL DE BIOSEGURIDAD DE UN LABORATORIO DE QUÍMICA FORENSE: BIOSEGURIDAD DE NIVEL 2	
III.1 Seguridad Biológica (Barreras Primarias)	18
III.1.1 Protección Facial	18
III.1.2 Protección Ocular	19

III.1.3 Ropa de Protección	19
III.1.3.1 Bata de Laboratorio	19
III.1.3.2 Delantales	20
III.1.4 Protección de Manos	20
III.1.5 Protección de los Pies	21
III.1.6 Protección de la Cabeza	21
III.1.7 Protección Respiratoria	21
III.2 Instalaciones del Laboratorio (Barreras Secundarias)	22
III.2.1 Equipo	22
III.2.1.1 Campanas Extractoras	24
III.2.1.2 Lavajos	25
III.2.1.3 Regaderas de Seguridad o de Emergencia	25
III.2.1.4 Extintores	26
III.2.1.5 Mantas Ignífugas	27
III.2.1.6 Material o Tierra Absorbente	27
III.2.1.7 Rociadores	27

CAPÍTULO IV EVALUACIÓN DEL RIESGO

IV.1 Evaluación del Riesgo Biológico	29
IV.2 Análisis Preliminar de Riesgo	32
IV.2.1 Evaluación de Riesgos Generados por Productos Químicos	32
IV.2.2 Criterios para Definir Riesgos	32
IV.2.3 Administración de los Riesgos	33
IV.2.4 Reducción de Riesgos	34
IV.2.5 Seguridad en el Laboratorio	35
IV.3 Evaluación de Riesgos por Emisiones Electromagnéticas Ionizantes	35

CAPÍTULO V SEGURIDAD EN UN LABORATORIO DE QUÍMICA FORENSE

V.1 Características de Acceso al Laboratorio	36
V.2 Medidas de Seguridad de Acceso y Control	37
V.3 Contar con un Plan de Emergencia	38

CAPÍTULO VI AREAS DE LABORATORIO

VI.1 Toma de Muestras	39
VI.2 Recepción y Manejo de los Indicios	39
VI.3 Extracción	41
VI.4 Equipo Instrumental	42
VI.5 Manejo Adecuado de los Equipos	43
VI.5.1 Espectrofotometría de Luz Infrarroja	44
VI.5.2 Espectrofotometría de Absorción Atómica	44
VI.5.3 Cromatógrafo de Líquidos de Alta Resolución	44
VI.5.4 Cromatógrafo de Gases	45

CAPÍTULO VII MEDIDAS DE SEGURIDAD PARA SUSTANCIAS PELIGROSAS

VII.1 Realización de Inventarios de Material y Reactivos	46
VII.2 Identificación de Riesgos	47
VII.2.1 Riesgo para la Salud (Rótulo Azul)	48
VII.2.2 Riesgo de Inflamación (Rótulo Rojo)	48
VII.2.3 Riesgo de Reactividad y Oxidación	48
VII.2.4 Riesgo por Contacto	48
VII.3 Equipos de Protección Personal	51
VII.4 Manejo General de Reactivos Químicos	51

VII.5 Reglas para el Manejo Seguro de Productos Químicos	52
VII.6 Almacenamiento de los Reactivos Químicos	52
VII.6.1 Características de Almacenamiento	53
VII.6.2 Código de Almacenamiento	54

CAPITULO VIII MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS BIOLÓGICOS INFECCIOSOS (RPBI)

VIII.1 Tipos de Residuos que se Generan en un Laboratorio de Química Forense	56
VIII.1.1 Residuos Municipales	56
VIII.1.2 Residuos Peligrosos	56
VIII.1.3 Residuos Peligrosos Biológicos Infecciosos	56
VIII.2 Clasificación	57
VIII.2.1 Residuos de Sangre	57
VIII.2.2 Residuos Patológicos	57
VIII.2.3 Residuos No Anatómicos	57
VIII.2.4 Residuos Punzo-Cortantes	57
VIII.3 Nivel Generador	58
VIII.4 Manejo	58
VIII.4.1 Identificación y Envasado	58
VIII.4.2 Recolección y Transporte Interno	60
VIII.4.3 Almacenamiento	61
VIII.4.4 Recolección y Transporte Externo	62
VIII.4.5 Tratamiento	63
VIII.4.6 Disposición Final	63

VIII.5 Condiciones de Higiene y Seguridad en las Áreas de Laboratorio de Química Forense	64
---	----

VIII.6 Estrategias Generales de Prevención	64
---	----

VIII.7 Precauciones Universales	65
--	----

CAPÍTULO IX MANEJO DE PRODUCTOS DE LIMPIEZA Y DESINFECTANTES QUÍMICOS

IX.1 Productos de Limpieza	66
-----------------------------------	----

IX.2 Manejo Seguro de los Productos de Limpieza	66
--	----

IX.2.1 Eliminación y Tratamiento de los Residuos y Envases	66
---	----

IX.3 Desinfectantes Químicos	67
-------------------------------------	----

CONCLUSIONES	68
---------------------	----

APÉNDICE	69
-----------------	----

BIBLOGRAFÍA	72
--------------------	----

INTRODUCCION

El área de trabajo es un lugar de aprendizaje, práctico y profesional, donde no deben subestimarse los riesgos que existen cuando se manipulan materiales, equipos, reactivos y sustancias químicas, aunque parezcan sencillos y triviales. Por lo tanto en el área de trabajo no es aceptable una conducta irresponsable.

Con la finalidad de reducir riesgos en la salud o a la integridad corporal, deben observarse reglas de seguridad, a menudo sencillas, en cualquier actividad que se desarrolle, y en particular cuando realicemos trabajo práctico en el laboratorio.

Cabe mencionar que las sustancias químicas, son las que presentan un mayor peligro en las instituciones donde se les utiliza, para ello, es requisito indispensable contar con un área de almacenamiento apropiada, en donde sustancias químicas que sean compatibles se encuentren en un solo estante, teniendo en cuenta las características de cada una de ellas.

Un Manual de Seguridad es el documento que incluye, información básica e instrucciones claras y precisas que permitan a los profesionales de los laboratorios a prevenir accidentes.

La Organización Mundial de la Salud establece que en el Manual de Bioseguridad, se plasme la protección de los profesionales expuestos a agentes biológicos, es necesario contar con una infraestructura física segura y confiable.

En el manual de seguridad se hace hincapié, la prohibición para que los profesionales y usuarios no pongan en peligro su integridad física en las áreas de trabajo, para ello se requiere una continua capacitación y actualización para la realización de sus actividades.

En los Estados Unidos se han desarrollado normas complementarias asociadas a la salud y criterios de seguridad, para ayudar a los laboratorios de química Forense. Algunas de estas instituciones son: American Society of Crime Laboratorys Accreditation Board, American National Standards Institute de New York y la Internacional Standards

Organization (ISO), las cuales establecen los requisitos mínimos de protección medioambiental en programas de seguridad. Estas pautas están basadas en los estándares de la Occupational Safety and Health Administration (OSHA).

II. OBJETIVOS

- Desarrollar un manual, que incluya información e instrucciones claras y precisas, que permitan al profesional, cumplir las normas básicas de seguridad y salud en el trabajo.
- Analizar la importancia de cada una de estas reglas.
- Dar a conocer la importancia de seguir las reglas de seguridad en un laboratorio.

CAPITULO I

DESCRIPCIÓN DEL LABORATORIO

I.1 Características Generales del Laboratorio

La seguridad dentro del laboratorio se debe tener en cuenta desde la fase de diseño del mismo, por lo que hay que considerar lo siguiente¹:

- El área debe contar con instalaciones amplias, con la finalidad de facilitar la movilidad de operación del personal, así mismo, es requisito indispensable la planeación y distribución del material y equipo a utilizar.
- La iluminación debe ser suficiente.
- Las tuberías y conductos no empotrados, estarán separados de las paredes, evitando tramos que sean horizontales, para así evitar la acumulación de polvo.
- Los techos, paredes y suelos, deberán ser contruidos para su fácil limpieza, impermeables a los líquidos y resistentes a las sustancias químicas y a sanitizantes; así mismo, el piso de preferencia, debe de ser de material antiderrapante.
- Contar con mesas de trabajo y gabinetes, los cuales serán impermeables y resistentes a los ácidos, álcalis, disolventes orgánicos y al calor.
- Es importante que se cuente con refrigeradores de amplia capacidad con puertas de vidrio, para facilitar el manejo de los productos almacenados, (los cuales deben de ir perfectamente rotulados).
- Las campanas de bioseguridad, serán elegidas cuidadosamente, así como su ubicación estratégica, las cuales estarán en función de las características del flujo de aire y personal que acuden al Laboratorio.
- Contará con un espacio para manejar y almacenar disolventes, reactivos químicos, material radiactivo, en condiciones seguras.

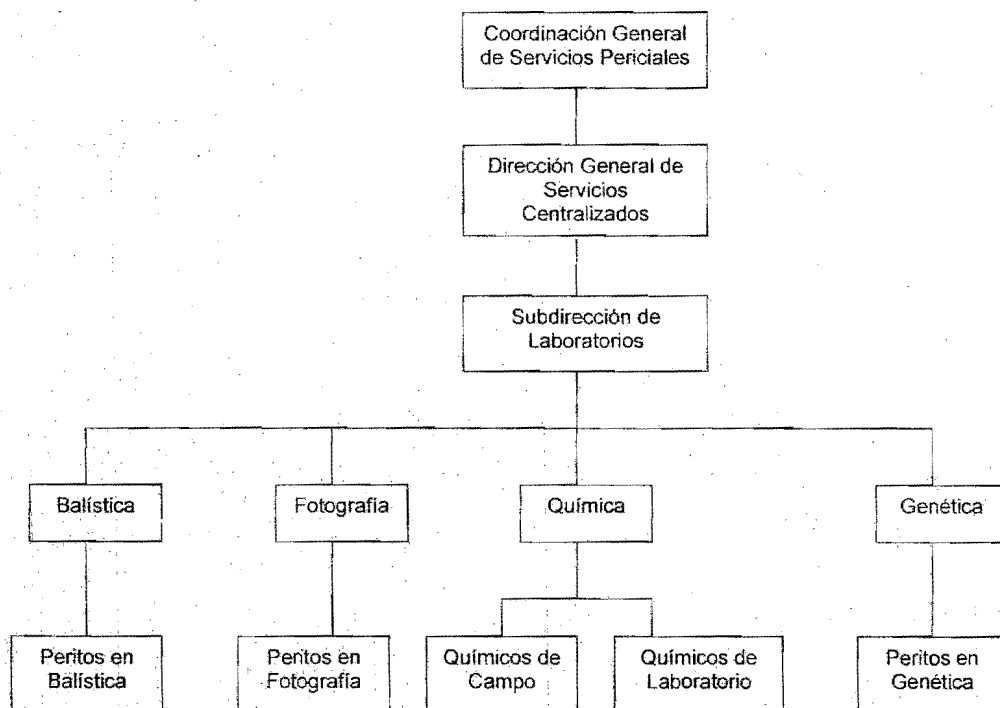
- Así mismo se contará con una zona, en donde se conserven los artículos personales de los empleados y visitantes.
- En cada área existirá un lavamanos y regaderas de seguridad o de emergencia.
- Es importante que en cada área, cuente con contenedores para los residuos-biológicos-infecciosos, de material punzo-cortante, etc.
- El botiquín de primeros auxilios es primordial y su ubicación debe de estar en un área de fácil acceso al personal.

I.2 Organización del Laboratorio.

Las responsabilidades de toda dirección incluyen las siguientes funciones^{18,21}:

- Contar con un organigrama.
- Personal suficiente y altamente calificado.
- Los análisis que se realicen, deben cumplir con las Buenas Prácticas de Laboratorio, Procedimientos Normalizativos de Operación y su respectiva documentación actualizada.
- Contar con espacio, y equipo suficiente
- Tener material adecuado, para la elaboración de las actividades en el laboratorio.

ORGANIGRAMA



Misión: proveer de manera oportuna los elementos que sirvan al Ministerio Público, para resolver eficazmente un caso que amerite la intervención de los Peritos Químicos.

Visión: contribuir en la resolución de los casos, en los que el Ministerio Público solicita la ayuda de los Peritos Químicos, utilizando eficientemente las Tecnologías con las que se cuentan para el bienestar de los ciudadanos.

Valores: proporcionar la credibilidad y confianza, compartiendo normas de ética y respeto para los ciudadanos.

I.3 Personal de Laboratorio^{18,21}

- Las obligaciones y responsabilidades del personal se deben establecer por escrito.
- Debe existir un programa documentado para la capacitación y entrenamiento del personal en las funciones que le fueron asignadas.
- Cada trabajador debe regirse con las normas que cada laboratorio establece.
- El trabajador debe cumplir con los Procedimientos Normalizativos de Operación para cada área.
- Llevar una bitácora de registro diario de las actividades de trabajo.

Aspectos fundamentales de la organización de un laboratorio de Química Forense

Un Laboratorio de Química Forense, en general se divide en tres secciones:

- a) Estudios Hematológicos, responsable de analizar todo indicio maculado de sangre, para determinar su origen (humano ó animal) y su grupo sanguíneo.
- b) Área de Química, es donde se realizan diversas determinaciones tales como: Prueba de Walker, Prueba de Harrison, Extracciones líquido-líquido, Inmunoanálisis enzimático (drogas), Cromatografía de gases, (alcohol).
- c) Área de Campo, los peritos designados, son los encargados de ir al lugar de los hechos a recavar los indicios y muestras biológicas, dependiendo de las solicitudes del Ministerio Público, quién organiza la investigación pericial en un delito; posteriormente estos indicios son trasladados al Laboratorio para que se realicen los análisis correspondientes.

En éstas tres áreas se realizan análisis químicos y tomas de diversas muestras en donde todos están relacionados con algún hecho delictivo.

CAPITULO II

PRINCIPIOS DE BIOSEGURIDAD

No existe una definición precisa de Bioseguridad, pero podemos decir, que es el conjunto de acciones de prevención y Buenas Prácticas de Laboratorio que permiten reducir, controlar y eliminar los factores de riesgo, y así la seguridad del personal sea la mejor.

II.1 Contención

El término de "Contención"³ se utiliza comúnmente, para describir los métodos seguros de manejo de materiales infecciosos en el medio ambiente del Laboratorio, donde son manipulados o conservados. Sin embargo, el término puede también aplicarse, sin discriminación alguna a todos los métodos que resguardan la seguridad del personal, haciendo que el término de contención, adquiera un aspecto más amplio. El objetivo de la contención es reducir o eliminar la exposición de contaminantes sobre aquellas personas que trabajan directamente, así como del medio ambiente externo a agentes potencialmente peligrosos que pueden generarse dentro de los sitios de trabajo¹⁷.

II.2 Contención Primaria

Es la protección del personal y del medio ambiente inmediato del Laboratorio, de la exposición a agentes infecciosos, químicos o emisiones electromagnéticas ionizantes y no ionizantes, y es provista tanto por las buenas técnicas de procedimientos, como a través del uso de equipos de seguridad adecuados.

El uso de vacunas puede brindar un mayor nivel de protección al personal³.

II.3 Contención Secundaria

Es la protección del medio ambiente externo al Laboratorio, de la exposición a materiales infecciosos, químicos o de emisiones electromagnéticas ionizantes y no ionizantes, y se

logra a través de una combinación del diseño de la instalación y prácticas operativas. Por lo tanto, los elementos de contención incluyen prácticas y técnicas de Laboratorio, equipos de seguridad y el diseño de la instalación³.

La evaluación del riesgo del trabajo a realizar, con un agente específico, determinará la combinación apropiada de éstos elementos.

II.4 Técnicas de Laboratorio

Las técnicas de laboratorio son los procedimientos de trabajo recomendados. Teniendo en cuenta que en un procedimiento ordenado de trabajo, es indispensable para la seguridad de todo el personal¹⁷.

El personal que trabaja con materiales biológicos, deben conocer los riesgos potenciales, estar capacitados y ser expertos en las prácticas y técnicas requeridas, para manipular dichos materiales en forma segura¹⁷.

La persona a cargo, es responsable de brindar u organizar la capacitación adecuada del personal²¹.

El Laboratorio de Química Forense, esta obligado a desarrollar un manual de Procedimientos Normalizativos Operacionales, para sus actividades y necesidades, que identifique los riesgos que se encontrarán o puedan producirse, los cuales deberán especificar las prácticas y procedimientos destinados a minimizar o eliminar las exposiciones a éstos riesgos.

Se debe de alertar al personal, acerca de los riesgos especiales y se debe de exigir que se lea y cumpla las prácticas y procedimientos requeridos.

Un profesional capacitado y bien informado, acerca de las Buenas Prácticas de Laboratorio, procedimientos de seguridad y riesgos asociados a la manipulación de agentes peligrosos, debe ser responsable de la conducción de los trabajos con cualquier agente dañino o material infeccioso, el cual tiene la obligación de consultar a

profesionales especializados, en seguridad de productos químicos, agentes biológicos, emisiones ionizantes y no ionizantes u otros profesionales de la salud y seguridad, respecto de la evaluación de riesgos potenciales, propios de las instalaciones, equipos, reactivos y evidencia con la que se este en contacto¹⁸.

Cuando los Manuales de Procedimientos y de Seguridad, no sean suficientes para controlar los riesgos asociados a un agente o a un procedimiento en particular, será necesario aplicar medidas adicionales².

El director del Laboratorio, es responsable de seleccionar las prácticas de seguridad adicionales, las cuales deben guardar relación con los riesgos a los que se está expuesto.

II.5 Equipos de Seguridad (Barreras Primarias)

Los equipos de seguridad, incluyen gabinetes de seguridad biológica, recipientes cerrados, y otros controles de ingeniería, destinados a eliminar o minimizar las exposiciones a materiales peligrosos³.

El gabinete de seguridad biológica, es el depósito principal, utilizado para proporcionar contención de salpicaduras o aerosoles de productos químicos o infecciosos, generados por los diversos procedimientos de análisis de los indicios².

Existen tres clases de gabinetes de seguridad biológica (Clase I, II, III), utilizados en Laboratorios microbiológicos², que se adecuan perfectamente con las necesidades del Laboratorio de Química Forense.

Los gabinetes de seguridad biológica Clase I y Clase II, son barreras primarias, que ofrecen niveles significativos de protección al personal y del medio ambiente, cuando se les utiliza en combinación con buenas técnicas y procedimientos.

El gabinete de seguridad biológica Clase II, también brinda protección contra la contaminación externa de los materiales², (por ejemplo, fluidos biológicos, tejidos y sustratos varios en que se halla el indicio), los cuales se manipulan dentro del gabinete.

Un ejemplo de otra barrera primaria, es la cubeta centrífuga de seguridad, un recipiente cerrado, destinado a prevenir la liberación de aerosoles durante el centrifugado. Para minimizar este riesgo, se deben de utilizar cubetas centrífugas cuando se manipulen agentes biológicos, que puedan transmitirse a través de la exposición de aerosoles⁸.

II.6 Diseño y Construcción de Instalaciones (Barreras Secundarias)

El diseño y la construcción de la instalación, contribuyen a la protección de quienes trabajan en el Laboratorio, así como la zona de influencia de éste⁴.

La gerencia del laboratorio, es responsable de la provisión de instalaciones que guarden relación, con la función del laboratorio y el nivel de bioseguridad, recomendado para los agentes y sustancias que se manipulan.

La barrera o barreras que deberán aplicarse, dependerán del riesgo de transmisión de los agentes específicos, mismos que serán determinados por el director o jefe del laboratorio, luego de un estudio y análisis de riesgo¹⁸.

Los laboratorios de Química Forense, se asocian a riesgos de exposición de agentes infecciosos, contenidos en los indicios y sustancias químicas peligrosas, utilizadas durante su análisis, que los ubican en el nivel de Bioseguridad 1 y 2, de los 4 niveles de Bioseguridad reconocidos.

Las barreras secundarias, en este caso, pueden incluir la separación de áreas de trabajo y de acceso al público, la disponibilidad de un sistema de descontaminación, (áreas de esterilización y autoclave) e instalaciones para el lavado de manos.

Cuando el riesgo de contaminación, por exposición a un aerosol infeccioso o químico peligroso éste presente, es necesario implementar un mayor nivel de contención y barreras secundarias, para evitar que los agentes infecciosos o químicos peligrosos se escapen hacia el medio ambiente¹⁸.

Dichas características de diseño, incluyen sistemas de ventilación especializados para asegurar el flujo de aire direccional, sistemas de tratamiento de aire para descontaminar o eliminar agentes, las zonas de acceso controladas⁸.

Los Ingenieros en diseño de laboratorios, deben consultar las recomendaciones de ventilación específicas, en el manual, *Applications Handbook for Heating, Ventilation and Air conditioning*, publicado por la Sociedad Americana de Ingenieros en Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado (ASHRAE)⁵.

II.7 Niveles de Bioseguridad

Los niveles de Bioseguridad, representan las condiciones, bajo las cuales un agente biológico infeccioso o sustancia química peligrosa, pueda manipularse en forma segura⁶.

El director del laboratorio, es la persona específica y responsable de evaluar los riesgos y de aplicar adecuadamente los niveles de bioseguridad recomendados¹⁸.

Los cuatro niveles de bioseguridad, constan de combinaciones de prácticas y técnicas de laboratorio, equipos de seguridad e instalaciones. Cada combinación debe ser específica y propia de las operaciones llevadas a cabo, considerando las causas y vías de riesgo de accidentes documentados, de los posibles agentes químicos ó biológicos infecciosos, como de las funciones y actividades del laboratorio³.

A continuación, se describen brevemente los cuatro niveles de bioseguridad, a fin de advertir un contexto más amplio sobre las medidas que deben considerarse.

II.7.1 Nivel de Bioseguridad 1

El trabajo en este nivel, se ve involucrado normalmente, y no se conocen que los microorganismos que se trabajan aquí causen enfermedades en adultos sanos. Sin embargo, cuando están inmunosuprimidos o inmunodeficientes, tienen un alto riesgo y deben informarle al responsable del laboratorio³.

Las instalaciones y equipos, deben ser apropiadas para la instrucción de estudiantes³.

El nivel de Bioseguridad 1, representa un nivel básico de contención, basado en prácticas de laboratorio estándar y con barreras primarias básicas, y no se requiere un equipo especial para trabajar en él³.

II.7.2 Nivel de Bioseguridad 2

Las prácticas, equipos, el diseño y la construcción de instalaciones del Nivel de Bioseguridad 2, son adecuados para trabajos que involucren agentes con un moderado potencial de riesgo, para el personal que trabaja. El personal del laboratorio que se encuentra en este nivel es específico, como en la capacitación universitaria para la formación de científicos, así como de laboratorios de investigación u otros laboratorios donde se trabaja con un amplio espectro de agentes de riesgo moderado, que se encuentran presentes en la comunidad y que están asociados con enfermedad humana de variada gravedad^{3,6}, como son el caso de los laboratorios propios de las ciencias forenses.

Con buenas técnicas y procedimientos, estos agentes pueden ser manipulados en forma segura. Algunas de sus prácticas podrán ser realizadas en una mesa de trabajo, siempre que el potencial de que se produzcan salpicaduras o aerosoles sea bajo³. El virus de la Hepatitis B, el VIH, la *salmonella* y el *Toxoplasma sp.* son representativos de los microorganismos asignados a este nivel de contención³, dado que pueden estar presentes en el indicio a analizar.

El nivel de Bioseguridad 2, es adecuado cuando se trabaja con materiales biológicos, como es la sangre, fluidos corporales, tejidos, donde, puede desconocerse la presencia de algún agente infeccioso.

El personal que trabaja con materiales biológicos deben de seguir el *Estándar de Patógenos de Transmisión por Sangre OSHA*.

Los riesgos primarios del personal que trabaja con estos agentes, están relacionados principalmente con cortaduras, y por la ingestión accidental de sustancias que se emplean para el análisis¹⁷.

No se ha demostrado que los organismos que se manipulan en el Nivel de Bioseguridad 2, sean transmisibles a través de la vía de aerosoles, pero se debe de tomar en cuenta los procedimientos para reducir salpicaduras que puedan incrementar el riesgo de exposición, en donde el personal debe de trabajar en equipos de contención primaria o en dispositivos, tales como, campanas de bioseguridad⁶.

Se deben de utilizar las demás barreras primarias que correspondan, tales como, protección facial, batas y guantes¹⁷.

Se contará con barreras secundarias, tales como, lavabos para la higiene de manos y áreas para el control de desechos, a fin de reducir la contaminación potencial del medio ambiente¹⁷.

II.7.3 Nivel de Bioseguridad 3

Las prácticas, equipos de seguridad, el diseño y la construcción de las instalaciones del Nivel de Bioseguridad 3, pueden aplicarse a clínicas, centros de producción, investigación, educación o diagnóstico, donde se trabaja con sustancias peligrosas. La tuberculosis (*Mycobacterium*), el virus de la encefalitis de St. Louis y el *Coxiella burnetii*, son representativos de los microorganismos asignados a este nivel³.

Los riesgos primarios del personal que trabaja con estos agentes, están asociados a la auto-inoculación, ingestión y exposición a aerosoles infecciosos¹⁷.

Al manipular agentes en el Nivel de Bioseguridad 3, se pone mayor énfasis en las barreras primarias y secundarias para proteger al personal, a la comunidad y al medio ambiente, de la exposición a aerosoles potencialmente infecciosos⁶.

Todas las manipulaciones que se realicen, deben llevarse a cabo en un gabinete de seguridad biológica u otros equipos cerrados⁶.

Las barreras secundarias para este nivel incluyen, el acceso controlado al laboratorio y requisitos de ventilación, que minimicen la liberación de aerosoles infecciosos³.

II.7.4 Nivel de Bioseguridad 4

Las prácticas, equipos de seguridad, el diseño y la construcción de instalaciones del Nivel de Bioseguridad 4, son aplicables al trabajo con sustancias altamente peligrosas o agentes tóxicos, que representan un alto riesgo individual de enfermedades, que ponen en peligro la vida, que pueden transmitirse a través de aerosoles y para las cuales no existen vacunas o terapias disponibles^{3,6}.

Los agentes con una relación antigénica cercana o idéntica a los agentes de los Niveles de Bioseguridad 4, deben manejarse conforme a las normas de este nivel.

El virus como *Marburg* o la fiebre hemorrágica Congo-Criemeana, se manipulan a Nivel de Bioseguridad 4³.

Los riesgos principales para el personal que trabaja con agentes del Nivel de Bioseguridad 4, son la exposición respiratoria a aerosoles infecciosos, la piel que se encuentre lastimada y a la auto-inoculación.

Todas las manipulaciones de materiales biológicos, implican un alto riesgo de exposición e infección para el personal, la comunidad y el medio ambiente.

El aislamiento completo del personal que manipula estos materiales biológicos, se logra principalmente trabajando en un gabinete de Bioseguridad de Clase III, o un traje completo, con provisión de aire y presión positiva⁶.

Por lo general, la instalación del Nivel de Bioseguridad 4, es un edificio separado o una zona totalmente aislada, con sistemas de gestión de desechos y requisitos de ventilación

especializados y complejos, para prevenir la liberación de agentes viables al medio ambiente³.

El director, es la persona específica y responsable de la operación segura del Laboratorio.

Su conocimiento y criterio, son esenciales en la evaluación de los riesgos y en la aplicación correcta de estas recomendaciones⁴.

El nivel de bioseguridad recomendado, representa aquellas condiciones bajo las cuales, el agente puede manipularse en forma segura.

II.7.5 Laboratorio de Química Forense

El Laboratorio de Química Forense, no está comprendido dentro de los centros de atención de la salud, aunque reciben especímenes clínicos, tales como, fluidos biológicos o tejidos para su análisis. Es generalmente aceptable que el indicio, como los fluidos biológicos, sean manejados dentro de un Nivel de Bioseguridad 2, el cual es recomendado para trabajar con patógenos de transmisión por sangre, tales como el virus de la Hepatitis B y el VIH³.

Los elementos de contención descritos en el Nivel de Bioseguridad 2, están en línea con el estándar de la *Occupational Exposure to Bloodborne Pathogens* (Exposición Ocupacional a Patógenos de Transmisión por Sangre), de la Administración de Salud y Seguridad Ocupacional. Sin embargo, es necesario el uso de precauciones específicas con todos los indicios de sangre u otros materiales biológicos¹⁷.

Se deben de utilizar barreras primarias, como los gabinetes de seguridad biológica (Clase I o II), cuando deban realizarse, procedimientos que puedan provocar salpicaduras, rociado ó pulverización de gotitas¹⁷.

La distribución de áreas, en función de las actividades del laboratorio y el acceso limitado o restringido a dichas áreas, es responsabilidad del director, así como, establecer

procedimientos estándar, por escrito, destinados a abordar los riesgos potenciales y las precauciones necesarias que se deban implementar¹⁸.

CAPITULO III

NIVEL DE BIOSEGURIDAD DE UN LABORATORIO DE QUÍMICA FORENSE:

BIOSEGURIDAD DE NIVEL 2

El nivel de Bioseguridad 2, es similar al Nivel de Bioseguridad 1 y es adecuado para trabajos que involucren sustancias o agentes de riesgo moderado para el personal y el medio ambiente. Difiere del Nivel de Bioseguridad 1 en que; (1) el personal del laboratorio, cuenta con una capacitación específica en la manipulación de sustancias y agentes patogénicos; (2) el acceso es limitado cuando se están desarrollando actividades; (3) se toman precauciones extremas con elementos cortantes contaminados.

III.1 Seguridad Biológica (Barreras Primarias)

Se utilizan gabinetes biológicos de Clase II u otros equipos de protección personal adecuados, cuando se realicen procedimientos que puedan generar salpicaduras; entre otros, centrifugado, pulverizado, mezclado, agitación, sonicación, la apertura de recipientes con sustancias peligrosas o de los indicios³.

III.1.1 Protección Facial

Se utiliza una protección facial, para las probables salpicaduras de materiales biológicos, o en donde se manipule el indicio fuera de los gabinetes de seguridad biológica³. Los lentes protectores deben de ofrecer protección frontal y lateral; deben ser cómodos, ajustándose a la nariz y cara para no interferir en los movimientos del usuario.

La entrada a zonas peligrosas, en las que se requiere protección ocular, deberá anunciarse con símbolos³⁶

III.1.2 Protección Ocular

La protección ocular siempre debe ser obligatoria en todas las áreas de un Laboratorio, pero en ciertas actividades se hace mayor hincapié en el uso de ellos^{8,24}.

- Sustancias inestables o de características explosivas
- Sustancias cáusticas, irritantes o corrosivas.
- Materiales biológicos infecciosos.
- Sustancias químicas tóxicas.
- Sustancias carcinogénicas.
- Emisiones ultravioleta.
- Luz láser.
- Material de vidrio, a presión reducida o presión elevada.

III.1.3 Ropa de Protección

El equipo de protección personal, ayuda a prevenir la exposición ocupacional a materiales infecciosos. Este equipo incluye: bata de manga larga, guantes, cofia, lentes, y si es necesario cubrebocas¹⁷.

Se considera que el equipo de protección personal es adecuado, para que no haya daño alguno en la integridad física de los usuarios.

III.1.3.1 Bata de Laboratorio

La bata de laboratorio está diseñada, para proteger la ropa y la piel de las sustancias químicas que pueden derramarse o producir salpicaduras, la cual se debe de portar durante su permanencia en el laboratorio²³.

Debe llevarse siempre abrochada, ser de manga larga y cubrir hasta debajo de la rodilla.

III.1.3.2 Delantales

El delantal proporciona una alternativa a la bata de laboratorio²³.

Generalmente es de plástico o de caucho para protegerse de sustancias químicas corrosivas, irritantes y material expulsado con relativa fuerza. Un delantal debe de llevarse sobre prendas que cubran los brazos y el cuerpo, siendo adecuadas para las labores de limpieza en donde son utilizadas sustancias con carácter corrosivo²³.

Un delantal puede ser también una alternativa cuando se está cortando hueso.

III.1.4 Protección de Manos

Son las prendas que cubren a la mano y parte del antebrazo, fabricadas de cloruro de polivinilo que reúne condiciones de protección contra infecciones manuales²⁶.

Se debe de usar guantes cuando, es posible que las manos entren en contacto con materiales biológicos, superficies o equipos contaminados¹⁷.

Se descartan los guantes cuando están contaminados, y se retiran cuando se completa el trabajo con los materiales biológicos, o cuando está comprometida la integridad del guante¹⁷.

Los guantes desechables no se lavan, ni se vuelven a usar y no se utilizan para tocar superficies "limpias" (teclados, teléfonos, etc)¹⁷.

Se debe de higienizar las manos después de retirarse los guantes.

Cierto tipo de guantes pueden disolverse en contacto con ciertos solventes, por lo que es importante tener un cuidado extremo en seleccionar el guante protector que se adapte a la naturaleza del trabajo a realizar²⁶.

III.1.5 Protección de los Pies

La protección de los pies está diseñada, para prevenir heridas producidas por sustancias corrosivas, objetos pesados, descargas eléctricas, así como para evitar deslizamientos en suelos mojados²⁷.

Si se cayera al suelo una sustancia corrosiva o un objeto pesado, la parte más vulnerable del cuerpo serán los pies, por este motivo es necesario llevar zapatos que cubran y protejan completamente los pies¹⁷.

Los zapatos de tela, como tenis absorben fácilmente los líquidos, si se derrama una sustancia química en un zapato de tela, hay que quitarlo inmediatamente²⁷.

Se debe de elegir un zapato de piel resistente que cubra todo el pie. No se debe de llevar ninguno de los siguientes tipos de zapatos en el laboratorio:

- Huaraches
- Suecos
- Zapatillas
- Sandalias

III.1.6 Protección de la Cabeza

El cabello debe llevarse recogido. La utilización de cofias, gorras, cintas elásticas o redecillas evitará que el cabello entre en contacto con los instrumentos utilizados y con posibles contaminantes¹⁷.

III.1.7 Protección Respiratoria

La protección respiratoria es importante en todas las áreas de trabajo, porque se puede estar expuesto a numerosas fuentes de vapores peligrosos y partículas en el aire⁸.

Las mascarillas para polvos son principalmente designadas sólo para remover partículas grandes que afectan al sistema respiratorio, pero no remueven pequeñas partículas que pueden entrar a los pulmones⁹.

Las mascarillas individuales, deben de contener el adsorbente adecuado al tipo de sustancia que se va a manipular, en el caso de partículas sólidas, un filtro adecuado al tamaño mínimo²⁵.

III.2 Instalaciones del Laboratorio (Barreras Secundarias)

1. El laboratorio estará diseñado para que sea limpiado y sanitizado fácilmente.
2. Los muebles, gabinetes, equipos y mesas de trabajo, deben ser construidos para su fácil limpieza.
3. La iluminación debe ser adecuada para todas las actividades, evitando los reflejos y el brillo que puedan molestar la visión.
4. Las superficies de las mesas de trabajo, deben ser impermeables al agua y resistentes al calor, así como a distintas sustancias químicas empleadas.
5. Los gabinetes de seguridad biológica, deben de contar con un lugar amplio, bien ventilados y ser un área restringida a personal ajeno al laboratorio⁹.
6. El laboratorio debe tener un lavabo para la higiene de manos. Se recomiendan los lavabos controlados con los pies, las rodillas o los que operan automáticamente⁸.
7. Se debe de disponer de una estación para el lavado de ojos y regaderas de seguridad o de emergencia⁸.

III.2.1 Equipo

Los riesgos para la seguridad se deben eliminar, manteniendo las áreas de trabajo del laboratorio en perfecto orden.

1. Es muy importante conocer la localización y uso de los equipos de seguridad

- Campanas extractoras de gases
 - Lavaojos
 - Maletín de primeros auxilios
 - Regaderas de seguridad o de emergencia
 - Control de limpieza
 - Extintores
 - Mantas ignífugas
 - Alarmas de fuego
 - Equipos de protección respiratoria
2. Se tiene que tener conocimiento, de las rutas de evacuación e información de los procedimientos que se deben de seguir ante cualquier siniestro¹⁸.
 3. El depósito de los residuos biológicos infecciosos, se debe de hacer en sus respectivos contenedores¹⁸.
 4. Se tiene que realizar un entrenamiento previo, antes de la utilización de algún equipo que nunca se haya utilizado¹⁸.
 5. Los indicios se manejarán con material desechable.
 6. El piso del laboratorio debe de estar siempre seco.
 7. Todos los equipos, que estén en fase de ajuste o compostura deben estar identificados.¹⁸
 8. Se tendrán fichas de seguridad (MSDS) de todos los productos químicos que se usen en el laboratorio⁸.
 9. Se contará con un directorio telefónico actualizado de hospitales, bomberos y policía, para cualquier siniestro que pudiera ocurrir¹⁸.

III.2.1.1 Campanas Extractoras

Están designadas para procesos donde involucren sustancias químicas tóxicas. Las campanas no están diseñadas para capturar contaminantes, tales como, polvo y partículas grandes que se generan en el área de trabajo⁸.

Las campanas se encuentran localizadas en los lugares en donde se generan fuentes de contaminación, por ejemplo, en laboratorios químicos, hornos, etc⁸.

La concentración de contaminantes, debe mantenerse dentro de los límites de seguridad a fin de proteger al operador⁸.

La capacidad de la campana para proporcionar una protección adecuada, depende de los siguientes factores⁸:

- Control de velocidad en el frente de la campana (flujo de 80 a 100 pies por minuto)
- Movimiento del aire y trayectoria del flujo en la habitación (relacionado con la ubicación de la campana).
- Efecto de la presencia del operador, sobre la trayectoria de flujo en el frente de la campana.
- Turbulencias en el interior de la campana.

Recomendaciones para la utilización de las campanas extractoras⁸:

- Todos los que trabajan en una campana extractora deben de estar familiarizados con su uso.
- Se debe de trabajar siempre, al menos a 15 cm del marco de la campana.
- Las salidas de los gases de los reactores, deben estar enfocadas hacia la pared interior y, si fuera posible, hacia el techo.
- No se debe de utilizar la campana, como almacén de productos químicos.

- Se debe de tener precaución en las situaciones que, requieren bajar la ventana de guillotina, para conseguir una velocidad frontal mínima aceptable. La ventana debe colocarse a menos de 50 cm de la superficie de trabajo.
- Las campanas extractoras, deben estar siempre en buenas condiciones de uso. El operador no debe detectar olores fuertes, procedentes del material ubicado en su interior.

III.2.1.2 Lavaojos

Los lavaojos proporcionan un método efectivo de tratamiento, en caso de que entre en contacto con los ojos algún reactivo químico⁸.

Se debe acceder a los lavaojos con facilidad y deben estar claramente señalizados y a cortas distancias del área de trabajo, de forma que la persona accidentada sea capaz de llegar a él sin dificultad⁸.

Se les dará un mantenimiento periódico.

III.2.1.3 Regaderas de Seguridad o de Emergencia

Las regaderas de seguridad o de emergencia, proporcionan un medio efectivo de tratamiento, cuando se producen salpicaduras o derrames de sustancias químicas sobre la piel y ropa⁸.

Las regaderas deben estar instaladas, en cualquier lugar en el que haya sustancias químicas, (por ejemplo, ácidos, bases y otras sustancias corrosivas) y deben estar disponibles fácilmente para todo el personal⁸.

Se consideran características necesarias para un buen funcionamiento de las regaderas de seguridad o de emergencia las siguientes⁸:

1. Debe caer gran volumen de agua.
2. Una presión constante de agua.

3. Fijar y mantener la temperatura del agua.
4. Un drenaje eficiente, para evitar encharcamientos de agua.

III.2.1.4 Extintores

Es el aparato indicado para combatir conatos de incendio, que contiene un agente que es expulsado por la acción de una presión interna²⁸.

Los extintores se clasifican de acuerdo al tipo particular de fuego y se les etiqueta con la misma letra y símbolo que al tipo de fuego²⁸.

- Fuego de Clase A, son los fuegos de materiales sólidos de tipo orgánico, cuya combustión tiene lugar normalmente con formación de brasas, como madera, telas, papel, hule, plásticos y similares²⁹.
- Fuego de Clase B, es aquel que se presenta en líquidos y gases combustibles e inflamables²⁹.
- Fuego de Clase C, es aquel en que intervienen equipos eléctricos energizados en donde, es de importancia la no conductividad eléctrica del agente extintor²⁹.
- Fuego de Clase D, en donde intervienen ciertos materiales como el magnesio, titanio, zirconio, sodio, litio y potasio²⁹.

Están recomendados los extintores de aplicación múltiple.

1. Todos los extintores deben inspeccionarse al menos cada 12 meses para detectar rotura de los sellos, deterioro, baja presión o montaje indebido²⁸.
2. Las unidades deben reemplazarse o recargarse si se han utilizado, estropeado o descargado²⁸.
3. Los extintores, se identificarán mediante señalización adecuada²⁸.

III.2.1.6 Mantas Ignífugas

Estas mantas tienen la cualidad de suprimir, disminuir o retardar la combustión de ciertos materiales combustibles³⁰.

III.2.1.6 Material o Tierra Absorbente

Está diseñado para extinguir rápida y fácilmente los pequeños fuegos que puedan ocasionarse en el laboratorio³⁰.

- Estos materiales, deben almacenarse en recipientes manejables, identificados debidamente, y utilizarse de acuerdo al tipo de fuego.
- Los recipientes de tierra, no deben ser utilizados como ceniceros.

III.2.1.7 Rociadores²⁸

- Se activan automáticamente; el sistema debe estar siempre activado.
- No se deben de colgar objetos de las salidas de los rociadores.
- No se debe de utilizar calor intenso cerca de las salidas de los rociadores.

CAPITULO IV

EVALUACIÓN DEL RIESGO

Implica la probabilidad de que ocurra un daño, lesión o enfermedad. "Riesgo"³⁵

En el contexto de los laboratorios microbiológicos, biomédicos, la evaluación del riesgo, se concentra principalmente, en la prevención de infecciones y contacto con sustancias peligrosas. Cuando se realicen actividades que involucren riesgo, durante la manipulación y análisis de diferentes materiales, como son los indicios de naturaleza biológica, la determinación del riesgo, representa un ejercicio crítico.

Nos ayuda a asignar, los niveles de bioseguridad: las instalaciones, el equipo y las prácticas, que permitan reducir al mínimo el riesgo de exposición al profesional y del medio ambiente⁴.

La evaluación del riesgo, puede ser cualitativa o cuantitativa. Ante la presencia de materiales peligrosos conocidos, (por ejemplo, niveles residuales de formaldehído, una vez descontaminado el laboratorio o emisiones electromagnéticas ionizantes, como las generadas por lámparas UV), se puede realizar una determinación cuantitativa⁶. Sin embargo, en muchos de los casos, los datos cuantitativos pueden ser incompletos o hasta no existir, (por ejemplo, la investigación de un indicio desconocido, recepción de una muestra no etiquetada, etc.).

Los tipos, subtipos y variantes de agentes peligrosos o infecciosos que involucren vectores diferentes, la dificultad de los ensayos para medir el potencial de amplificación de un agente y las consideraciones de los posibles daños a nivel genético, son solamente algunos de los desafíos que impone la realización de un trabajo seguro¹⁶. Ante dicha complejidad, con frecuencia no se cuenta con métodos de muestreo cuantitativo significativos; por lo tanto, el proceso de evaluación o determinación del riesgo cuando revisten peligro, no puede depender de un algoritmo prescripto².

El jefe del laboratorio, es el responsable de evaluar el riesgo, con la finalidad de establecer el nivel de bioseguridad para el trabajo.

Esto debe realizarse, en estrecha colaboración de profesionales de seguridad y bioseguridad, según lo requiera el caso, para garantizar el cumplimiento de las guías y reglamentaciones establecidas¹⁶.

Al realizar una evaluación del riesgo cualitativa, en primer lugar, se debe de identificar y explorar todos los factores de riesgo. Los factores de interés en la evaluación del riesgo incluyen: evaluación de riesgo biológico, evaluación de riesgos generados por productos químicos y evaluación de riesgos por emisiones electromagnéticas ionizantes⁸.

IV.1 Evaluación de Riesgo Biológico

1. La patogenicidad del agente infeccioso o la sospecha de que pueda serlo, incluyendo la incidencia y la gravedad de la enfermedad, éste será mayor de contraerla¹³. Por ejemplo, el *Staphylococcus aureus*, rara vez provoca una enfermedad grave o de riesgo de muerte, dentro del ambiente del laboratorio y es relegada a un Nivel de Bioseguridad 2³. Los trabajos que involucran el virus de inmunodeficiencia humana (VIH) y el de la Hepatitis B, también se realizan en un Nivel de Bioseguridad 2, si bien, pueden causar una enfermedad potencialmente letal, no se transmiten por vía de aerosoles; la incidencia de la infección adquirida en laboratorio es extremadamente baja para el VIH y existe una vacuna efectiva para la Hepatitis B³.
2. Es posible que la ruta de transmisión, (por ejemplo, parenteral, por aire o por ingestión), de agentes infecciosos no se haya establecido de manera definitiva. Los agentes que pueden transmitirse por aire son los que han originado la mayoría de las infecciones de laboratorio. Es aconsejable que al planificar un trabajo con

- un agente que no haya sido caracterizado y cuyo modo de transmisión no sea bien conocido, se debe de considerar la posibilidad de que se transmita por aerosol⁴.
3. La estabilidad del agente, es una consideración que involucra no sólo la infección por aerosol, (bacterias que forman esporas), sino también la habilidad del agente para sobrevivir durante largo tiempo en el ambiente, como los siguientes factores, la desecación, la exposición a la luz solar, a la luz ultravioleta o la exposición a desinfectantes químicos⁴.
 4. La dosis infecciosa del agente, representa otro de los factores a considerar. La dosis que origine la infección, puede variar de una a miles de unidades. La compleja naturaleza de la interacción de los microorganismos y del huésped, presenta un desafío significativo, aún para el más sano e inmune de los profesionales del laboratorio, y puede generar, un serio riesgo, a aquellos que posean una menor resistencia⁶. El estado inmune del personal de laboratorio está directamente relacionado a su susceptibilidad a la enfermedad¹⁷.
 5. La concentración, (número de organismos infecciosos por unidad de volumen), es importante en el proceso de evaluación del riesgo¹⁷. Tal determinación incluirá la consideración del ambiente que contenga el organismo, (por ejemplo, los sustratos en que se aloja el indicio, tejido, sangre, esputo o un medio líquido) y a la fragmentación del indicio y a los procesos de centrifugación que se somete. También es de importancia, el volumen del material concentrado que se está manipulando. En la mayoría de los casos, los factores de riesgo aumentan a medida que aumenta el volumen¹⁷.
 6. El origen del material biológico, también representa un elemento crítico al determinar el riesgo. "Origen"⁶, puede referirse a la ubicación geográfica (dentro o fuera del país) y huésped (ser humano o animal).

7. La disponibilidad de datos surgidos de estudios con animales, en ausencia de datos humanos, puede brindar información de utilidad al evaluar el riesgo. La información relacionada con la patogenicidad, y ruta de transmisión puede brindar pautas valiosas. Sin embargo, siempre hay que tomar en cuenta sobre la ineffectividad de una especie animal a otra, como lo es la humana⁶.
8. Otro de los factores a ser considerados, es la disponibilidad de una profilaxis eficaz o la intervención terapéutica. La forma de profilaxis más usual, consiste en la inmunización con una vacuna. La evaluación del riesgo incluye determinar si existe una inmunización efectiva posible. Si bien es importante, la inmunización solo sirve como un paso adicional de protección, más allá de los controles técnicos, de las prácticas, procedimientos y del uso de equipo de protección personal. Ocasionalmente, la inmunización o la intervención terapéutica (antibióticos o terapia antiviral), puede ser de particular importancia, en las condiciones del ambiente¹⁷.
9. La supervisión médica, garantiza que las medidas de seguridad que se han tomado, realmente produzcan los resultados de salud esperados. La supervisión médica es parte de la evaluación del riesgo¹⁸.
10. La determinación del riesgo, también debe incluir, una evaluación de la experiencia y del nivel de capacitación del personal, que se encuentra expuesto al riesgo, como es el caso, de los profesionales que trabajan en el laboratorio, personal de mantenimiento y personal de limpieza¹⁸. Puede ser necesaria la planificación de instrucción adicional para garantizar la seguridad de las personas que trabajan en actividades o áreas particulares.

IV.2 Análisis Preliminar de Riesgo

Se emplea como etapa previa a la evaluación de riesgo, centrándose en los aspectos que pueden condicionar accidentes, en donde se vean involucrados, materiales tóxicos, inflamables y explosivos¹⁸.

A través de este procedimiento se identifican en primer término, las variables dentro de la elaboración de reactivos y análisis de los indicios, que pueden generar riesgos, tras lo cual, se procede a especificar los acontecimientos, que al ocurrir en dichos procesos, puedan provocar un accidente.

IV.2.1 Evaluación de Riesgos Generados por Productos Químicos

Las sustancias explosivas, reactivos químicos, son los que tienen características más peligrosas, tanto en su manejo como en su almacenamiento, debiéndose realizar una evaluación cuidadosa⁸.

Así mismo, en la cantidad, características físicas y químicas de las sustancias involucradas en el análisis del indicio, constituyen los factores de mayor importancia para definir su grado de riesgo.

IV.2.2 Criterios para Definir Riesgos

Por ubicación:

- Si el sitio de almacenamiento dentro y fuera de las áreas de trabajo cumple con las normas de conformidad con las reglamentaciones federales, estatales y locales¹⁷.
- Si las características de los contenedores, corresponden a las propiedades de los reactivos de conformidad con las reglamentaciones federales, estatales y locales¹⁷.
- Si la disposición de los productos químicos es la más adecuada⁸.

Por Proceso:

- Si los productos de mayor riesgo que se involucran en el análisis del indicio, pueden o no ser sustituidos.
- Si la elaboración de reactivos, para el análisis del indicio requiere cuidados especiales.
- Si equipo y material para su manipulación son los más adecuados.
- Si el equipo de seguridad durante los diferentes procesos de análisis, es el más apropiado.

IV.2.3 Administración de los Riesgos

De manera general, puede decirse que la prevención de accidentes y administración de los riesgos comprende tres fases¹⁸:

1. la identificación de los riesgos,
2. la evaluación cuantitativa o cualitativa de los riesgos y
3. la toma de decisiones para su reducción y control.

Con base a estos datos, experiencias y en consideraciones técnicas, económicas y, en algunos casos políticas, el jefe de laboratorio, deberá de tomar decisiones, que juzgue pertinente para autorizar o no una actividad de alto riesgo.

La suma de las actividades desarrolladas, para caracterizar un procedimiento de alto riesgo, en donde se identifique los factores internos y externos, y se pueda producir un accidente, tendrá como objetivos¹⁸:

- Evaluar la integridad física, de todo el personal que labora en el centro.
- Se debe dar un margen de probabilidad de accidentes;
- Llevar en forma periódica y sistemática, reuniones con el personal, para conocer la frecuencia de los riesgos.

- Dar a conocer las medidas de seguridad a seguir.

Todo lo anterior constituye, lo que se conoce como, procesos de manejo o administración de los riesgos. A través de este proceso, se espera responder a preguntas tales como:

1. ¿Qué puede fallar en el laboratorio y provocar un accidente?
2. ¿Qué tan frecuente pueden ocurrir fallas?
3. ¿Cuáles pueden ser las consecuencias de los posibles accidentes?
4. ¿Qué factores pueden aumentar o disminuir los daños de un accidente?
5. ¿De qué magnitud son los riesgos?
6. ¿Son aceptables los riesgos?
7. ¿Se requiere hacer algo para prevenirlos o controlarlos?
8. ¿Qué tanto hay que reducir el riesgo?

IV.2.4 Reducción de Riesgos

El riesgo de exposición, se reducirá al nivel más bajo posible, para garantizar la protección sanitaria y la seguridad de los trabajadores, en base a las siguientes medidas¹⁹:

- Reducir al mínimo el número de trabajadores expuestos.
- Establecer procedimientos de trabajo, para evitar la liberación de agentes biológicos.
- Contar con un plan de emergencia actualizado.
- Respetar la señal de peligro biológico, así como, señales de precaución en todas las áreas.
- Medidas de higiene, con el objetivo de minimizar la contaminación en las distintas áreas.
- Medios seguros para la recolección y almacenamiento de los residuos biológicos infecciosos.

IV.2.5 Seguridad en el Laboratorio

Es indispensable lograr el manejo seguro, de las sustancias que se trabajan en el laboratorio, tanto en su preparación como, para el análisis del indicio; lo cual implica maximizar medidas, como, cambios de diseño, reducción de inventarios de materiales peligrosos y aislamiento de áreas riesgosas, desarrollando medidas preventivas, tales como, inspección, mantenimiento y capacitación para un excelente desarrollo de las prácticas de trabajo¹⁸.

IV.3 Evaluación de Riesgos por Emisiones Electromagnéticas Ionizantes.

La evaluación de riesgo por emisiones electromagnéticas ionizantes, incluye una serie de medidas de tipo general, que tienden a afectar a cualquier instalación o equipo generador de éstas y a una serie de medidas específicas, de acuerdo con el tipo de radiación presente en cada caso³.

Sin embargo, el trabajo que se realiza, dentro de un laboratorio, sólo comprende la emisión de radiaciones, acotadas dentro del espectro del Infrarrojo, que deben considerarse factores como, el tiempo mínimo necesario para analizar la molécula, así como los solventes utilizados⁶.

La evaluación de riesgos incluirá los siguientes aspectos:

- Análisis sobre los efectos biológicos que genera el tipo de radiación empleada.
- Normas generales de protección y precauciones a tomar durante el régimen normal de trabajo.
- Normas específicas, medios y métodos de trabajo para su protección en las operaciones a efectuar¹⁹.
- Conocimiento y utilización del o los equipos y medios de protección personal¹⁹.
- Actuación en caso de emergencia.
- Importancia del cumplimiento de las medidas técnicas

CAPITULO V

SEGURIDAD EN UN LABORATORIO DE QUÍMICA FORENSE

Las pautas de bioseguridad tradicionales, han resaltado la utilización de prácticas satisfactorias, el equipo de contención adecuado, las instalaciones bien diseñadas y los controles administrativos, para minimizar los riesgos de una infección o lesión accidental, para el personal del laboratorio y para prevenir la contaminación del medio ambiente.

Como se sabe, en los laboratorios manejan en el área de investigación, una serie de materiales radioactivos, biológicos, químicos, etc., hasta el presente no se han recibido reportes, que dicho material haya ocasionado daño al personal que labora.

Sin embargo, existe una creciente preocupación por el mal uso de éstos materiales, por lo cual se han externado medidas de seguridad, como son:

- a) El ingreso únicamente a personal autorizado.
- b) Llevar un control estricto del material existente, para evitar su sustracción.

Las siguientes pautas se ofrecen, para los laboratorios que utilizan agentes que son capaces de causar enfermedades serias o mortales para el ser humano. Los laboratorios forenses, trabajan conforme a las condiciones de un nivel de Bioseguridad 2, que se ha descrito, para minimizar las oportunidades de sustracción intencional o accidental de estos agentes.

V.1 Características de Acceso al Laboratorio

1. El área de almacenamiento de material y/o productos químicos y áreas peligrosas, deben estar separadas y restringidas a personal ajeno.
2. Deben utilizarse gafetes, que identifiquen su identidad del profesional que labora en la institución.

3. Se registrarán todas las entradas, (visitas, empleados de mantenimiento, técnicos y otras personas que entren en forma ocasional), ya sea por medio de una tarjeta de ingreso o firmando en el libro de registro.
4. El ingreso en el área de laboratorio, se permitirá sólo aquellos que laboren en él. El acceso a científicos, estudiantes, etc, debe limitarse a un horario preestablecido.
5. Los congeladores, refrigeradores, gabinetes y otros contenedores donde se almacenen agentes biológicos, productos químicos y materiales radiactivos, deben permanecer cerrados cuando no están bajo directa supervisión.
6. El acceso para la limpieza, mantenimiento y las reparaciones, deben limitarse a horas hábiles, cuando los profesionales estén presentes.

V.2 Medidas de Seguridad de Acceso y Control

1. Se debe llevar, un control estricto de los profesionales que laboran, para facilitar la tarea de directores y administradores.
2. Las visitas de científicos, estudiantes y personal temporal, deben registrarse bajo un horario preestablecido, así como, deberán portar un gafete que los identifique, este incluirá, fotografía, nombre, ocupación en el cargo y fecha de vencimiento.
3. Existirá una persona capaz y responsable, la cual, será la encargada de recibir el material, debiendo seguir los lineamientos establecidos.
4. Los materiales biológicos o indicios que se envían a otros laboratorios, deben ser empaquetados y rotulados, en conformidad con todas las reglamentaciones de envíos locales, federales e internacionales aplicables¹⁷.
5. El transporte manual, de los indicios y materiales biológicos a otros laboratorios, deben ser transportados por una compañía autorizada, la cual cumplirá con todas las reglamentaciones aplicables⁴⁶.

6. Los materiales contaminados, deben ser descontaminados antes de abandonar el área del laboratorio, así como, los materiales químicos y radioactivos, deben ser eliminados de acuerdo con las reglamentaciones locales y federales⁴⁶.

V.3 Contar con un Plan de Emergencia

1. Identificar los problemas de seguridad, antes de confeccionar un plan de emergencia.
2. Los administradores, directores, investigadores, profesionales, deben participar en el diseño de un plan de emergencia¹⁸.
3. Los Servidores Públicos, serán informados, acerca de los tipos de materiales con los que se trabaja en éste.
4. El plan, debe incluir, la disposición inmediata del personal que labora.
5. La planificación, debe estar coordinada por todos los profesionales que laboran.

CAPÍTULO VI

AREAS DE LABORATORIO

VI.1 Toma de Muestras

La reducción de riesgos en la salud, principalmente la de infecciones en un área de toma de muestras, está relacionada directamente con las características de organización y funcionamiento del área²⁰.

En el caso de los Laboratorios de Química Forense, la mayoría de los casos a investigar son, indicios biológicos, proporcionados por los Peritos de Campo, en donde ellos realizan la toma de muestras, muchas de las ocasiones en la Agencia del Ministerio Público, Hospitales y en el Servicio Médico Forense; se debe de tomar en cuenta que también se puede realizar en el mismo laboratorio.

El hecho en que se designen peritos para esta labor, no excluye a ningún perito de contar con el mismo adiestramiento.

Se deberá cumplir con los siguientes aspectos para la toma de muestra:

1. Contar (o en su caso llevar), con una unidad de extracción.
2. Es indispensable que el material empleado para la extracción, sea estéril y desechable. De sospechar de roturas en las envolturas que los contienen, éstos deben desecharse.
3. Las muestras biológicas recolectadas son: orina y sangre, por lo que se tiene que tener las precauciones suficientes para evitar ser contaminado.

VI.2 Recepción y Manejo de los Indicios

La recepción de los indicios es quizá, el área con mayores peligros en cuanto a riesgos se refiere, esto se desprende del hecho de que los indicios, son en la mayoría, muestras biológicas de origen desconocido, situación que habrá de exigir cuidados máximos en su manejo.

1. Las mesas de trabajo deben de contar sólo con el equipo necesario:
 - a. Microscopio de disección
 - b. Lentes de aumento en brazo movable, preferentemente con lámparas de luz.
 - c. Contenedores de materiales corto-punzo-cortantes.
 - d. Tubos de ensaye
 - e. Pipetas desechables
 - f. Pinzas de disección
2. Los indicios serán recibidos, siempre que cumplan con las normas, requisitos y reglamentaciones federales, estatales y locales, para embalaje y envío de materiales biológicos infecciosos.
3. El criterio del perito para determinar el nivel de seguridad que debe de utilizarse en el manejo del indicio, estará en función de las características de riesgo que presenta, (se trate de tejidos, fluidos biológicos y el tipo de material en el que se encuentran).
4. El manejo administrativo del indicio, se realizará al menos por dos personas, en donde una de ellas, estará dedicada a la captura de datos y otra a su manipulación, éste último debe ser un perito del laboratorio, y ambos habrán de contar con equipo y elementos de seguridad personal.
5. El área de recepción y manejo de los indicios, debe de contar con una sub-área para el almacenamiento de éstos. Tejidos y fluidos biológicos que se encuentren frescos, deben almacenarse en refrigeradores a una temperatura que evite su descomposición; en el caso de muestras secas (manchas de sangre), deben ser almacenadas a una temperatura ambiente.

6. Para evitar la contaminación y crecimiento de agentes patógenos en los indicios, es recomendable que éstos sean embalados en bolsas de plástico, con agentes desecantes en su interior⁴⁶.
7. Todos los indicios, deben estar perfectamente etiquetados, de preferencia usar plumón indeleble.
8. Los indicios una vez etiquetados, deben ser resguardados en espacios que designe cada perito.
9. El manejo del indicio, debe realizarse en campanas de bioseguridad, en los casos en que no sea necesario, pueden utilizarse mesas de trabajo, las cuales serán desinfectadas antes y después de cada estudio realizado.
10. Los guantes que sean utilizados en el manejo del indicio, con trazas de fluidos biológicos, en forma de manchas secas, deben desecharse, ya que el látex del que están hechos, genera estática, adhiriendo así, una gran cantidad de partículas pulverizadas procedentes de las muestras¹⁷.
11. Los tubos o recipientes en que se tenga que colocar el indicio, deben contar con tapa y estar claramente etiquetados.

VI.3 Extracción

Las muestras biológicas, para la cuantificación de alcohol y drogas, tienen el potencial de transmitir enfermedades infecciosas, pero cuando éstas son procesadas con agentes químicos, los riesgos se elevan; y en la extracción implica, la aplicación de procedimientos para determinar la sustancia la cual está en estudio.

Se deben tomar en cuenta los siguientes factores:

1. Contar con una tarja, la cual debe evitarse la caída violenta de agua, ya que produce salpicaduras, en donde, puede llevar agentes patógenos o sustancias tóxicas. Son adecuadas las llaves que son controladas por rodillas o pies¹⁷.

2. Las centrifugas utilizadas, deben ubicarse en superficies sólidas y firmes.
3. Es importante que las centrifugas, cuenten con un sistema de seguridad, que evite que la tapa sea abierta mientras ésta, se encuentra en funcionamiento.
4. Los tubos que se encuentren en la centrifuga, deben estar en posición simétricamente opuesta, además de estar equilibrados de peso.
5. Cuando se cambien los cabezales de la centrifuga, se debe de tener cuidado en apretarlos; siempre es conveniente una revisión periódica, para asegurar que éstos no se hayan aflojado.
6. Cuando se utilice la parrilla eléctrica, en donde exija ebullición, como vasos de precipitados, no deberán de sobrepasar el 50 por ciento de su capacidad, a fin de evitar salpicaduras.
7. Cuando se realicen extracciones, se deberán llevar a cabo dentro de una campana de extracción².
8. Los oculares y tornillos del microscopio, no deben ser manipulados con guantes que hallan estado en contacto con muestras o reactivo alguno.

VI.4 Equipo Instrumental

El área de instrumentación, requiere de cuidados de seguridad, de manera que el perito que labore en ésta debe de ser cuidadoso. Además de tener en cuenta que existen diferentes tipos de radiaciones, en donde pueden causar efectos biológicos, principalmente en la piel y en ojos.

Los profesionales que laboran en esta área, deben recibir información, para la protección radiológica y acerca del nivel de riesgo de exposición a radiaciones ionizantes en su puesto de trabajo, que incluirá los siguientes aspectos³³:

- Riesgos de las radiaciones ionizantes y sus efectos biológicos.

- Normas generales de protección y precauciones a tomar durante el régimen normal de trabajo y en caso de accidente.
- Normas específicas, medios y métodos de trabajo para su protección en las operaciones a efectuar.
- Conocimiento y utilización de los instrumentos de detección y protección de radiaciones de los equipos.
- Efectuar exámenes médicos con periodicidad.
- Actuación en caso de emergencia.

VI.5 Manejo Adecuado de los Equipos

Antes de usar cualquier equipo instrumental, es necesario que se lea los manuales de seguridad de cada uno de ellos, teniendo cuidado en las recomendaciones y advertencias en lo que concierne a los peligros que existan al usar el equipo^{14,15}.

Al trabajar con los equipos de instrumentación, se tienen que tomar en cuenta los siguientes aspectos^{14,15}:

- Deberá estar conectado a una toma de corriente, la cual tendrá un conductor protector.
- No se le realizarán ningún ajuste, excepto si lo indica el manual correspondiente.
- No se operará el equipo si no cuenta con sus guardas de seguridad o si alguna de sus partes han sido removidas.
- El servicio de mantenimiento sólo lo realizará personas especializadas.
- El instrumento funcionará a una temperatura ambiente de +15°C a +35°C.
- Una humedad relativa del 20% al 80%
- Una altitud en un rango de 0m a 2000m.

VI.5.1 Espectrofotometría de Luz Infrarroja

El equipo de infrarrojo sus radiaciones son no ionizantes, que son producidas por cambios en las moléculas, las cuales, requieren menor energía para producir variaciones en los niveles rotacionales y vibracionales^{13,14}.

No se debe estar directamente en contacto directo con el láser generado, ya que daña a piel y ojos. Para evitarlo, es necesario que el operador utilice lentes protectores y minimizar el tiempo y la potencia de la energía del haz emitido¹⁴.

VI.5.2 Espectrofotometría de Absorción Atómica

Consiste en la excitación de la sustancia a ensayar por medio de una fuente de radiación adecuada, con el fin de provocar un cambio en el estado energético de sus átomos o moléculas, en donde éstos, en su estado fundamental, absorben luz de la misma longitud de onda que emitirán^{13,14}.

Se tiene que tener cuidado con los materiales inorgánicos que se emplean; los símbolos de advertencia que se localizan en el equipo, así como, el uso y mantenimiento del mismo¹⁴.

VI.5.3 Cromatógrafo de Líquidos de Alta resolución

La cromatografía de líquidos de alta resolución, es una técnica físico-química que separa los componentes individuales de una mezcla, basándose en su distribución entre dos fases: la estacionaria y la móvil, en donde cada componente de la mezcla analizada se desplazará a distinta velocidad a lo largo del sistema.^{13,15}

- Se requiere de una buena ventilación en la zona de trabajo, a causa de los efluentes de los detectores, ya sea producto de la combustión¹⁵.
- Se deben de usar dispositivos, los cuales deben ser efectivos para la remoción de gases tóxicos¹⁵.

- El tanque de gas suministrado, debe estar perfectamente etiquetado, y las conexiones deben estar aseguradas, al equipo¹⁵.
- Las muestras que se procesan, deben estar claramente identificadas.
- Los estándares que se usen, deben ser de la concentración que se indique en el estudio.

VI.5.4 Cromatografía de gases

En el caso de la cromatografía de gases, la fase móvil involucrada es gas, en donde se producen radiaciones ionizantes en los detectores de captura de electrones.

La muestra, que ha de ser volátil, se disuelve en un disolvente orgánico, como es la acetona, el hexano y el acetato de etilo, por lo que hay que tener cuidado en el manejo de estas sustancias y consultar sus fichas de seguridad de cada uno de ellos^{13,15}.

Se deben de tomar en cuenta algunas medidas de seguridad sobre el equipo:

- Se requiere que el aparato se encuentre en una buena ventilación, a causa de los efluentes de los detectores¹⁵.
- Por ningún motivo, debe desarmarse el equipo (solo el ingeniero encargado del mantenimiento), debido a que emite radiaciones ionizantes¹⁵.
- Impresoras y tableros, para captura de datos, no deben ser manipulados con guantes que hayan estado en contacto con material y equipo empleado.

CAPÍTULO VII

MEDIDAS DE SEGURIDAD PARA SUSTANCIAS PELIGROSAS

VII.1 Realización de Inventarios de Material y Reactivos

La elaboración de inventarios, es fundamental en un Laboratorio de Química, no sólo para tener el control de todo lo que se encuentre presente, sino, para advertir posibles causas y riesgos que deban ser cubiertos en caso de un accidente⁶.

Los inventarios deben realizarse en forma periódica, que puede ser bimestral o semestral, dependiendo de la cantidad de productos consumidos⁶.

Para que la institución cuente con sustancias químicas seguras, se debe de tener en cuenta para la realización de un buen inventario lo siguiente⁶:

- Sustancias caducadas o productos no usados.
- Recipientes dañados y sin etiquetas.
- Recipientes con volúmenes desconocidos.
- Productos químicos que se encuentren abandonados de un experimento.

Además de las actualizaciones periódicas, se debe de hacer una actualización inmediata luego de⁶:

1. Llegada de material, equipo y reactivos.
2. Cambios en la administración.

Respecto al inventario de reactivos, debe de contener especificaciones, tales como, la cantidad de reactivo presente, nombres comúnmente utilizados y el nombre IUPAC presente en el rótulo del envase, fabricante, el tipo de recipiente que lo contenga, tamaño, número ó código de barras, que lo identifique para hacer más fácil su control de almacenaje⁶.

Un tipo de formato de inventario que se debe de usar, es como el que se muestra en la Tabla 7.1

Tabla 7.1 Formato de Inventario

Laboratorio de Química Forense
Fecha último Control: 02/02/2004

Realizado por: QFB. Lucía Ramírez
Fecha: 02/08/2004

Ficha de Seguridad MSDS*
Recipiente
Nombre Químico
Cantidad Actual
Tamaño
No. Chemical Abstract
Fabricante

**Ficha de Seguridad Material Safety Data Sheet (Ver Apéndice)*

Dado el riesgo, que presentan muchos de los reactivos empleados en el laboratorio, se necesita de documentos que contengan detalladamente las propiedades de éstos, su peligrosidad, medidas de primeros auxilios en caso de derrame, incendio y contacto, control de exposición y protección del personal, propiedades del compuesto y sobre las medidas de seguridad que deben de estar sujetos los reactivos⁸.

VII.2 Identificación de Riesgos

Los riesgos que involucran, la mayoría de los compuestos químicos, es necesario contar con una simbología y nomenclatura internacional, que nos indiquen sobre los riesgos para la salud, inflamabilidad y reactividad³⁵. Para éstos puntos se identifican colores característicos y cuatro grados de riesgo, como se indica en la Tabla 7.2

Tabla 7.2 Identificación de Grado de Riesgos

Grado de Riesgo	Significado
0	Ningún Riesgo
1	Riesgo Ligero
2	Riesgo Moderado
3	Riesgo Severo
4	Riesgo Extremo

VII.2.1 Riesgo para la Salud (Rótulo Azul)

Corresponde al riesgo de toxicidad de una sustancia química, cuando es inhalada, ingerida o absorbida a través de la piel y cause daños a la salud de los trabajadores, que sea producto de exposiciones únicas o continuas^{8,35}. Tabla 7.3

VII.2.2 Riesgo de Inflamación (Rótulo Rojo)

Corresponde a la susceptibilidad de una sustancia química a inflamarse, lo que queda determinado por su temperatura de inflamación³⁵. Tabla 7.4

VII. 2.3 Riesgo de Reactividad y Oxidación

Corresponde al riesgo de reactividad y oxidación de una sustancia química, cuando entra en contacto con el aire, agua, con otros productos químicos, materiales, así como en condiciones de temperatura y presiones elevadas³⁵. Tabla 7.5

VII.2.4 Riesgos por Contacto

Corresponde al riesgo por contacto de una sustancia química, con alguna parte del cuerpo, con la consecuencia de efectos agudos o crónicos³⁵. Tabla 7.6

Tabla 7.3 Riesgos para la Salud

Grado de Riesgo	Significado
0	Sustancia <i>NO TÓXICA</i>
1	Sustancia <i>LIGERAMENTE NOCIVA</i> , a la cual una exposición única o continua en el tiempo podría causar una irritación o lesión residual leve.
2	Sustancia <i>MODERADAMENTE TOXICA O NOCIVA</i> , a la cual una exposición intensa o continua podría causar una incapacidad temporal o posible lesión, a menos que se de un tratamiento médico rápido.
3	Sustancia <i>TÓXICA EN GRADO SEVERO</i> , donde una exposición breve o prolongada, podría causar una importante lesión temporal o residual, aún se de un tratamiento médico rápido.
4	Sustancia <i>EXTREMADAMENTE TÓXICA O VENENOSA</i> , donde una corta o larga exposición puede causar la muerte o lesión residual importante, aún cuando se dé un tratamiento médico rápido.

Tabla 7.4 Riesgo de Inflamación

Grado de Riesgo	Significado
0	Sustancia <i>NO COMBUSTIBLE</i> . En este grado se incluye cualquier sustancia que no se quema en el aire por sí sola.
1	Sustancia <i>LEVEMENTE COMBUSTIBLE</i> , que debe ser calentada para que se produzca su ignición. En este grado se incluyen: • Sustancias con temperatura de inflamación mínima de 93°C. • Sustancias que se queman en el aire al ser expuestas a una temperatura mayor, por un periodo de 5 minutos.
2	Sustancia <i>COMBUSTIBLE O MODERADAMENTE INFLAMABLE</i> , que debe ser calentada para que se produzca su ignición en este grado se incluyen: • Sustancias con temperatura de inflamación superior a los 37°C, pero inferiores a los 93°C.
3	Sustancia <i>INFLAMABLE EN GRADO SEVERO</i> , que puede ser encendida en cualquier condición de temperatura ambiental. En este grado se incluyen: • Sustancia con temperatura de inflamación entre 22.8 y 37.8°C. • Sustancias con temperatura de inflamación menor que 22.8°C y una temperatura de ebullición igual o mayor que 37.8°C.
4	Sustancia <i>EXTREMADAMENTE INFLAMABLE</i> que entran en combustión con facilidad. En este grado se incluyen: • Sustancias con temperatura de inflamación menor que 22.8°C y una temperatura de ebullición menor que 37.8°C. • Gases Inflamables

Tabla 7.5 Riesgos de Reactividad y Oxidación

Grado de Riesgo	Significado
0	Sustancia <i>ESTABLE</i> , no reactiva ni oxidante.
1	Sustancia <i>NORMALMENTE ESTABLE</i> . Se incluyen en este grado: - Sustancias que pueden volverse inestables en caso de exponerse a temperaturas y/o presiones elevadas. - Sustancias que pueden reaccionar con el agua, aire u otros productos que pudieran generar energía.
2	Sustancias con <i>MODERADA ESTABILIDAD</i> . Se incluyen en este grado: - Sustancias que por sí mismas son capaces de deteriorar o de reacción explosiva, con fuente iniciadora a, golpes mecánicos, a temperaturas o presiones elevadas. - Sustancias que pueden explotar con el agua sin necesidad de calor o confinamiento, o reacciones similares con el aire u otros productos.
4	Sustancia con <i>EXTREMADA REACTIVIDAD O FUERTEMENTE OXIDANTE</i> . Se incluyen en este grado: Sustancia que por sí misma es capaz de detonar o reaccionar explosivamente a temperaturas y presiones normales.

Tabla 7.6 Riesgo por contacto

Grado de Riesgo	Significado
0	Sustancias <i>SIN RIESGO POR CONTACTO</i> .
1	Sustancia <i>LEVEMENTE IRRITANTE</i> , que puede producir una ligera inflamación de la piel u otras áreas del cuerpo en la que entra en contacto, producto de una exposición única o continua.
2	Sustancia <i>IRRITANTE O MODERADAMENTE CORROSIVA</i> , que en contacto con la piel u otra zona del cuerpo, puede generar inflamaciones o quemaduras moderadas.
3	Sustancia <i>CORROSIVA EN GRADO SEVERO</i> , que puede producir importantes quemaduras en diferentes partes del cuerpo, con posibilidad de daño permanente.
4	Sustancia <i>EXTREMADAMENTE CORROSIVA</i> , que genera graves quemaduras, ulceraciones en el cuerpo, con daño permanente.

VII.3 Equipos de Protección Personal

En el manejo de los productos químicos peligrosos, está asociada a la exposición a diversos riesgos, que pueden conducir a que se produzca una lesión^{8,17}.

Dentro de las consecuencias, más comunes de accidentes y efectos a largo plazo que ocurren en los laboratorios químicos, nos encontramos con⁸:

- Reacciones violentas que provocan incendios y explosiones.
- Lesiones en la piel y ojos por contacto o proyección de sustancias químicas.
- Intoxicaciones por inhalación, ingestión o absorción a través de la piel.
- Depresión del sistema nervioso central, con dolor de cabeza, mareos, náuseas, vómito y vértigo.
- Efectos cancerígenos, mutagénicos y teratogénicos.
- Heridas por cortaduras con vidrios rotos u otros objetos de bordes afilados.

Lo cual deben de existir mecanismos preventivos, tendientes a que el personal potencialmente expuesto, no llegue a sufrir un accidente o enfermedad de origen laboral, esto a través de factores de control de exposición por diseño de las instalaciones, elaboración de procedimientos de trabajo seguro y uso de equipos de protección personal¹¹.

VII.4 Manejo General de Reactivos Químicos

Se debe de considerar los siguientes aspectos⁸:

1. No debe de pipetearse ningún reactivo o solución con la boca. Se deben de usar pro-pipetas o pipetas automáticas.
2. Usar repisas con varillas de sujeción.
3. No dejar los reactivos al borde de los mesas.
4. Nunca mantenerlos dentro de una campana, donde se este realizando algún análisis.

5. Tenerlos permanentemente cerrados, cuando no se utilicen.
6. No dejarlos expuestos a la luz solar, fuentes de calor y sustancias químicas que le sean incompatibles.
7. Usar porta envases para trasladar los reactivos o soluciones.
8. Al realizarse un trasvasije, se debe de usar un embudo y bandeja contenedora por si llegará ocurrir un derrame.
9. Cada vez que se desocupe un envase, se debe lavar y dejarlo sin etiqueta.

VII. 5 Reglas para el Manejo Seguro de Productos Químicos

Se deben de considerar, en general, las siguientes reglas para el manejo seguro de productos químicos⁸:

1. Verificar que se está usando la sustancia química correcta; ya que existen sustancias con el mismo aspecto, pero diferentes en su composición.
2. Determinar el tipo y grado de riesgo. Recurrir a las etiquetas y fichas de seguridad química, para determinar el riesgo y severidad relacionada con los productos a utilizar.
3. Mantenerlos separados de condiciones y de reactivos que sean incompatibles.
4. Utilizar los elementos de protección personal, tales como guantes, lentes de seguridad y protección respiratoria.
5. Comprobar que la sustancia química, no ha cambiado en concentración, ya que existen factores que producen cambios en la sustancia, tales como el tiempo, evaporación, temperatura y contaminación.

VII.6 Almacenamiento de los Reactivos Químicos

Un adecuado almacenamiento de las sustancias químicas, que son utilizadas, tiene como objetivo primordial, evitar que se lleguen a juntar productos químicos

incompatibles, ya que de ocurrir así, se pueden producir reacciones violentas con la posibilidad de que se generen incendios, explosiones y/o emanaciones de gases, que pueden comprometer la integridad de las personas, instalaciones y/o medio ambiente^{8,31}.

Para cumplir con el propósito planteado, las sustancias químicas deben almacenarse en sus respectivos envases, en lugares seguros, considerándose los riesgos e incompatibilidad con otros, así como, las condiciones del medio⁸.

En relación a los reactivos químicos para análisis y sus soluciones, se propone, en base a normas Internacionales, realizar una separación, considerando cinco categorías de riesgo, de acuerdo a sus características químicas similares⁸.

VII.6.1 Características de Almacenamiento

Dentro de los aspectos de seguridad, se debe considerar para su almacenamiento los almacenes y gavetas, en donde se citan las siguientes características de cada una de ellas⁸:

Almacenes

- Debe de ser de construcción sólida (muros, pisos y puertas) y techo liviano.
- Contar con un lugar fresco, bien ventilado y mínima humedad.
- Deben de ser de uso exclusivo para el almacenaje de productos químicos.
- Evitar la luz solar directa.
- El sistema eléctrico, debe ser de acuerdo a la norma vigente.
- Se permitirá el acceso al interior, sólo a profesionales autorizados.
- Disponer de vías alternas de evacuación, con señalizaciones claras y precisas.
- Difundir por medio de símbolos la prohibición de fumar, ingerir alimentos, etc.
- Mantener limpio y en orden el lugar referido.

Gavetas

- Deben de ser diseñadas de manera exclusiva para almacenar los reactivos.
- Deben ser construidas con materiales que resistan las sustancias químicas.
- Contar con repisas sólidas.
- Rotular en forma clara y precisa su contenido.

VII.6.2 Código de Almacenamiento

Con el propósito de lograr, un almacenamiento seguro de las sustancias, se utiliza el Código de Colores representativos, como son Rojo (Inflamables), Amarillo (Oxidantes), Blanco (Corrosivos), Azul (Tóxicos) y Verde (Normal)⁸.

Para casos especiales de productos químicos, pertenecientes al mismo grupo de riesgo, se coloca sobre el color correspondiente, la palabra "separado", lo que significa que se deben de guardar en la misma área, pero alejados del resto de las sustancias químicas^{8,35}. Tabla 7.7

Tabla 7.7 Almacenamiento por Clasificación en Código de Color

Clasificación	Significado	Código de Almacenaje (Color)
Inflamable	Área de almacenamiento de reactivos y soluciones químicas, con riesgo de inflamación; sustancias químicas que presentan riesgo de incendio.	Rojo 
Oxidantes	Área de almacenaje de reactivos y soluciones químicas, con riesgo de oxidación y reactividad, en donde estas sustancias pueden reaccionar violentamente con el aire, agua u otros productos químicos. Posibilitan la ocurrencia de incendios y los acrecientan si están presentes.	Amarillo 
Corrosivos	Sustancias químicas, que pueden reaccionar violentamente con el aire, agua u otras condiciones o productos químicos.	Blanco 
Tóxicos	Área de almacenamiento de reactivos y soluciones químicas, con riesgo para la salud. Sustancias tóxicas por inhalación, ingestión o absorción a través de la piel.	Azul 
Normal	Sustancias químicas que no ofrecen un riesgo importante, para ser clasificadas en alguno de los grupos anteriores	Verde 

CAPÍTULO VIII

MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS BIOLÓGICOS INFECCIOSOS (RPBI)

VIII.1 Tipos de Residuos que se Generan en un Laboratorio de Química Forense

VIII.1.1 Residuos Municipales

Son aquellos, en cualquier estado físico, que no representan riesgos a la salud ni al ambiente, se generan en todas las áreas del laboratorio, siendo en su mayoría de tipo sólido. Dentro de los residuos sólidos encontramos lo que es plástico, polivinil clorado (PVC), papel, metales, vidrios, madera y otros materiales y sustancias no infecciosas⁴⁰.

VIII.1.2 Residuos Peligrosos

Todos aquellos, en cualquier estado físico, que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológicas-infecciosas, representen un peligro para el equilibrio ecológico y del ambiente⁴⁰.

VIII.1.3 Residuos Peligrosos Biológicos Infecciosos

Como residuos peligrosos biológicos infecciosos, se consideran a la sangre, a los productos derivados de ésta, muestras de tejido, órganos, agujas usadas y otros materiales utilizados en la toma de muestras sanguíneas⁴⁰.

Se debe de considerar también como residuos biológicos infecciosos, todo indicio recibido, además de los envases que los contienen; son además, residuos peligrosos biológicos infecciosos, todos los materiales utilizados durante su análisis.

VIII.2 Clasificación

VIII.2.1 Residuos de Sangre⁴⁰

- Sangre líquida o en coágulos.
- Productos derivados de la sangre: plasma, suero y paquete globular.
- Materiales con sangre o sus derivados, aun cuando se hayan secado, así como los recipientes que los contienen.

VIII.2.2 Residuos Patológicos⁴⁰

- Los tejidos, órganos y fluidos corporales que se remueven durante las necropsias ó toma de muestras por peritos de campo.
- Las muestras biológicas y sustratos que las contienen.

VIII.2.3 Residuos No Anatómicos⁴⁰

- Equipo, material y objetos utilizados durante la manipulación del indicio.
- Los equipos y dispositivos desechables, utilizados para la toma de muestras biológicas.

VIII.2.4 Residuos Punzo Cortantes⁴⁰

- Los que han estado en contacto con muestras biológicas, durante el tratamiento y análisis del indicio.
- Los que han estado en contacto con materiales biológicos, incluyendo, navajas, lancetas, jeringas, pipetas pasteur, agujas hipodérmicas, de acupuntura y para tatuaje, bisturís, cajas petri, cristalería entera o rota, porta y cubre objetos, tubos de ensayo.

VIII.3 Nivel Generador

El nivel de residuos peligrosos biológicos infecciosos, generados por un laboratorio de química forense, queda inscrito dentro de los generadores de nivel 1, de los niveles 1-3 identificables, que se enmarca dentro de los centros de investigación, según se apunta en la clasificación de los establecimientos generadores de residuos peligrosos biológicos infecciosos que establece la Norma Oficial Mexicana NOM-087-ECOL-SSA1-2002⁴⁰.

VIII.4 Manejo

Además de cumplir con lo establecido en el Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en materia de residuos peligrosos, deberá cumplir con las siguientes fases de manejo de sus residuos⁴⁰: Identificación y envasado, recolección y transporte interno como externo y la disposición final de los residuos.

VIII.4.1 Identificación y Envasado

Se deberá separar y envasar, todos los residuos peligrosos biológicos infecciosos, generados en establecimientos de atención médica, de acuerdo a sus características físicas y biológicas infecciosas, conforme a la Tabla 8.1 de la Norma Oficial Mexicana NOM-087-ECOL-SSA1-2002⁴⁰.

Tabla 8.1 Identificación de Residuos.

Tipo de Residuos	Estado Físico	Envasado	Color
Sangre	Líquida	Recipiente Hermético	Rojo
Cultivos y cepas almacenadas de agentes infecciosos.	Sólidos	Bolsa de Plástico	Rojo
Residuos no anatómicos derivados de la atención a pacientes y laboratorios.	Sólidos Líquidos	Bolsa de Plástico Recipiente Hermético	Rojo Rojo
Patológicos	Sólidos Líquidos	Bolsa de Plástico Recipiente Hermético	Amarillo Amarillo
Objetos punzo cortantes usados y sin usar	Sólidos	Recipientes Rígidos	Rojo

Las bolsas deberán de ser de plástico, impermeables, de calibre mínimo 200 y deberán cumplir los valores mínimos de los parámetros indicados en la Tabla 8.2 de la Norma Oficial Mexicana NOM-087-SSA1-2002⁴⁰.

Los materiales utilizados deberán estar libres de metales pesados y cloro, mientras que los colorantes deberán ser fisiológicamente inocuos⁴⁰.

Tabla 8.2 Especificaciones para bolsas contenedoras de residuos biológicos infecciosos.

Parámetro	Unidades	Especificaciones
Resistencia a la Tensión	Kg/cm ²	SL: 140 ST: 120
Elongación	%	SL:150 ST:400
Resistencia al Rasgado	g	SL:90 ST:150

SL: Sistema Longitudinal

ST: Sistema Transversal

Las bolsas se llenarán al 80 por ciento de su capacidad, cerrándose antes de ser transportadas al sitio de almacenamiento y deben tener la leyenda que indique, **“PELIGRO, RESIDUOS PELIGROSOS SÓLIDOS BIOLÓGICOS INFECCIOSOS”** y estar marcadas con el símbolo universal de riesgo biológico⁴⁰.

Los recipientes de los residuos peligrosos, punzo cortantes deben ser rígidos, de polipropileno, resistentes a fracturas y pérdida del contenido al caerse, destruibles por métodos fisicoquímicos, esterilizables, con una resistencia mínima de penetración de 12.5N (doce punto cinco Newtons), en todas sus partes y tener tapa con o sin separador de agujas y abertura para depósito con dispositivos para cierre seguro. Deben ser de color rojo y libres de metales pesados y cloro, debiendo estar etiquetados con la leyenda que indique, **"PELIGRO, RESIDUOS PUNZOCORTANTES BIOLÓGICOS INFECCIOSOS"** y marcados con el símbolo universal de riesgo biológico⁴⁰.

La resistencia mínima de penetración será determinada por la medición de la fuerza requerida para penetrar los lados y la base con una aguja hipodérmica calibre 21, mediante dispositivos como el Instrón o Tensiómetro⁴⁰.

Una vez llenos los recipientes no deben ser abiertos o vaciados.

Los recipientes de los residuos peligrosos líquidos, deben ser rígidos, con tapa hermética, etiquetados con una leyenda que indique **"PELIGRO, RESIDUOS LÍQUIDOS BIOLÓGICOS INFECCIOSOS"** y marcados con el símbolo universal de riesgo biológico⁴⁰.

VIII.4.2 Recolección y Transporte Interno

No podrán utilizarse ductos neumáticos o de gravedad, como medio de transporte interno de los residuos peligrosos biológicos infecciosos, tratados y no tratados⁴⁰.

El equipo mínimo de protección del personal que efectúe la recolección, consistirá en uniforme completo, guantes y mascarilla con cubre boca. Si se manejan residuos líquidos se deberán usar lentes de protección⁴⁵.

VIII.4.3 Almacenamiento

Se deberá destinar un área, para el almacenamiento de los residuos peligrosos biológicos infecciosos, en el lugar más apropiado dentro de las instalaciones, de manera tal, que no obstruyan las vías de acceso y sean movidos sólo durante las operaciones de recolección⁴¹.

El periodo de almacenamiento debe ser temporal a temperatura ambiente, estará sujeto al Nivel 1, el cual es hasta siete días⁴⁰.

Los residuos patológicos, humanos y de animales, deben conservarse a una temperatura no mayor de 4°C ⁴⁰.

El área de almacenamiento debe tener las siguientes características⁴⁵:

1. El diseño, la construcción y la ubicación de las áreas de almacenamiento temporal, destinadas al manejo de residuos peligrosos biológicos infecciosos, deberán contar con la autorización por parte de la Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, a través del Instituto Nacional de Ecología.
2. Estar techada y ubicada donde no haya riesgo de inundación y que sea de fácil acceso para la recolección y transporte.
3. No deben de existir conexiones con drenaje en el piso, o cualquier otro tipo de comunicación, que pudiera permitir que los líquidos fluyan fuera del área protegida.
4. Tener una capacidad mínima de tres veces, el volumen promedio de residuos peligrosos biológicos infecciosos generados diariamente.
5. Estar separada de las áreas de visita, cocina, comedor, instalaciones sanitarias, oficinas, talleres.
6. Contar con extinguidores de acuerdo al riesgo asociado.
7. Contar con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los mismos, en lugares y formas visibles.

8. El acceso a esta área sólo se permitirá al personal autorizado.

VIII.4.4 Recolección y Transporte Externo

La recolección y el transporte de los residuos peligrosos, debe realizarse conforme a lo dispuesto en el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en materia de residuos peligrosos, conforme al Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos y en las Normas Mexicanas aplicables; y deberá cumplir lo siguiente⁴⁶:

- Sólo podrán recolectarse los residuos que cumplan con el envasado, embalado y etiquetado establecido.
- Los residuos peligrosos biológicos infecciosos, no deberán ser compactados durante su recolección y transporte.
- Los contenedores para almacenaje, deberán ser lavados y desinfectados después de cada ciclo de recolección.
- Los vehículos recolectores, deberán ser de caja cerrada, hermética y contar con sistemas de captación de escurrimientos, además de sistemas mecanizados de carga y descarga.
- Las unidades para el transporte de residuos peligrosos biológicos infecciosos, deberán contar, con sistemas de enfriamiento para mantener los residuos a una temperatura de 4°C, cuando la Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca lo considere necesario.
- Los residuos peligrosos biológicos infecciosos sin tratamiento, no deben mezclarse con ningún otro tipo de residuos municipales o de origen industrial durante su transporte.

VIII.4.5 Tratamiento

Los residuos peligrosos biológicos infecciosos deberán ser tratados por métodos físicos o químicos.

Los métodos de tratamiento serán autorizados por la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, a través del Instituto Nacional de Ecología y deberán cumplir los siguientes criterios generales⁴³:

- Deberán garantizar la eliminación de microorganismos patógenos.
- Los residuos procedentes del laboratorio de patología deben ser cremados, excepto aquellos que estén destinados a fines terapéuticos, de investigación y docencia.
- Los métodos de tratamiento, deberán cumplir previo a su autorización, un protocolo de pruebas que al efecto determine la Secretaría de medio Ambiente, Recursos naturales y Pesca, a través del Instituto Nacional de Ecología.
- El tratamiento, podrá realizarse dentro del establecimiento generador o en instalaciones específicas fuera del mismo, en ambos casos se requerirá la autorización de la Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, a través del Instituto Nacional de Ecología.
- Los establecimientos que presten atención médica, deberán presentar su programa de contingencias en caso de derrames, fugas o accidentes relacionados con el manejo de éstos residuos.

VIII.4.6 Disposición Final

Una vez tratados, los residuos peligrosos biológicos infecciosos, se eliminarán como residuos no peligrosos⁴⁰.

En localidades con una población hasta de 100,000 habitantes se podrán disponer los residuos peligrosos biológicos infecciosos sin tratamiento, en celdas especiales, conforme a lo establecido en el anexo 2 de esta Norma Oficial Mexicana⁴⁰.

El diseño, la construcción y la operación de las celdas especiales serán autorizados por la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, a través del Instituto Nacional de Ecología.

VIII.5 Condiciones de Higiene y Seguridad en las Áreas de un Laboratorio de Química Forense

1. Se debe identificar y señalar las áreas de riesgo, contenedores y material contaminado por microorganismos patógenos.
2. Se debe llevar un registro, del personal autorizado para la ejecución de actividades, que impliquen un riesgo especial por el manejo de agentes biológicos.
3. Se debe elaborar y difundir entre los profesionales de la salud, el programa de seguridad e higiene, para el uso, manejo, transporte, almacenamiento y desecho de materiales contaminados, que en especial deben tener las medidas preventivas de desinfección, esterilización y limpieza del equipo e instrumental utilizado.

VIII.6 Estrategias Generales de Prevención

Se debe tener en cuenta, que la mayor posibilidad de accidentes con material biológico, ocurre en las áreas de toma de muestra y en el manejo de los indicios.

El pinchazo es el más frecuente, quizás, debido a la costumbre de re-encapsular las agujas, o por no disponer de un sistema de eliminación de residuos adecuado, así como, el levantamiento de material usado, manipulación de sangre y la recolección de basura¹⁷.

Hay que tener en cuenta que la mayoría de los accidentes de este tipo, no se notifican a los de Servicio de Prevención o de Medicina Preventiva, por lo que los datos podrían ser aún más alarmantes si existiese un adecuado registro de accidentes.

VIII.7 Precauciones Universales

Se basa en que el riesgo de transmisión de un agente biológico en el laboratorio, es debido a la inoculación accidental con sangre de la persona infectada¹⁷.

Como resulta imposible saber las afecciones y enfermedades de todas las personas de las cuales procede el indicio a analizar, se debe considerar a los indicios como potencialmente infecciosos, ya que pueden estar infectados con VIH, VHB y otros patógenos¹⁷.

Además el riesgo de infección, va a ser proporcional a la prevalencia de enfermedades en la población y a la probabilidad de producción de accidentes durante la realización de los procedimientos.

Y requiere que el jefe, como los usuarios, asuman que toda sangre humana y líquidos corporales estén infectados por VIH, VHB y por otros patógenos transmitidos por la sangre, lo cual hace, que todos se deban considerar como potencialmente infecciosos¹⁷.

CAPITULO IX

MANEJO DE PRODUCTOS DE LIMPIEZA Y DESINFECTANTES QUÍMICOS

IX.1 Productos de Limpieza

De naturaleza muy diversa, pudiendo considerar dos grandes grupos⁶:

1. Productos cáusticos y corrosivos, es decir, productos ácidos como el sulfuran y los alcalinos, como la sosa.
2. Disolventes orgánicos, (hidrocarburos, alcoholes, ésteres, éteres, cetonas, etc)

IX.2 Manejo Seguro de los productos de Limpieza

1. No guardar ni consumir alimentos, bebidas, ni fumar en las áreas de trabajo.
2. Evitar el contacto con la piel.
3. No reutilizar botellas de agua o contenedores de bebidas, rellenándolos con los productos en cuestión. Cuando sea necesario trasvasarlos desde su envase original a otro más pequeño, utilizar envasadores especiales que eviten las salpicaduras y usar recipientes apropiados, etiquetándolos adecuadamente. Los recipientes deberán permanecer siempre bien cerrados y almacenados en lugar fresco y bien ventilado⁶.
4. Evitar el contacto con productos incompatibles, es decir, los disolventes oxidantes y ácidos fuertes, y los cáusticos y corrosivos con metales alcalinos, así como productos antagónicos, (ácidos con alcalinos y viceversa).

IX.2.1 Eliminación y Tratamiento de los Residuos y Envases

Al clasificar por medio de compatibilidad química para el desecho de sustancias y envases, minimiza en gran medida un daño al medio ambiente, así como, a la salud y seguridad para la población en general.

Una sustancia química bien clasificada, se debe regir para su eliminación en base a regulaciones estatales y federales, si ocurriera que una sustancia no sea identificada se debe de remitir al laboratorio para que sea analizada y posteriormente eliminada⁸.

Los residuos que generan algunos productos de limpieza, así como sus envases se consideran especiales, debiendo ser tratados y eliminados como residuos tóxicos⁸.

IX.3 Desinfectantes Químicos

En las Tablas 9.1 y 9.2 se resumen las propiedades y las aplicaciones más importantes de los desinfectantes químicos líquidos de uso más frecuente⁸.

Tabla 9.1 Espectro de Acción en Microorganismos de algunos desinfectantes

Desinfectante	Requerimientos Prácticos (Tiempo de Contacto en Minutos)		Adecuado para desinfección				
	Lipovirus	Amplio espectro	BV	LV	VNL	MB	EB
Etanol	10	30	+	+	v		
Isopropanol	10	30	+	+	v		
Compuestos Clorados	10	30	+	+	+	+	+
Formaldehído	10	30	+	+	v	+	+
Sales de Amonio	10	30			+		

BV: Bacterias Vegetativas; **LV:** Lipovirus; **VNL:** Virus No Lipídicos (v) depende del virus;

MB: Micobacterias; **EB:** Esporas Bacterianas.

Tabla 9.2 Algunas Propiedades y Aplicaciones de desinfectantes

Desinfectante	Desinfección de		Propiedades			
	Superficie de trabajo	Vidrio	IN	C	IR	T
Etanol	+		+		+	+
Isopropanol	+		+		+	+
Compuestos Clorados		+			+	+
Formaldehído			+	+	+	+
Sales de Amonio					+	+

IN: Inflamable; **C:** Corrosivo; **IR:** Irritante; **T:** Tóxico

CONCLUSIONES

La salud es un factor de suma importancia para el bienestar y desarrollo social de la comunidad, por lo que corresponde al Ejecutivo Federal a través de la Secretaría de Salud, establecer los requisitos que se deben cumplir en los laboratorios dedicados al manejo de materiales biológicos, que lleven a cabo la seguridad de los trabajadores y que garantice la calidad de sus actividades que cada uno tiene asignadas.

En el presente Manual, se trata de incluir todos los requisitos y Normas Nacionales e Internacionales, que se deben llevar a cabo para una seguridad confiable, en las distintas actividades que se realizan, para evitar ó eliminar posibles riesgos en los que están expuestos los trabajadores.

En lo que se refiere, a cada una de las reglas, que cuenta un Laboratorio, es importante que los trabajadores las conozcan y las apliquen a sus actividades, así mismo, como estar en un proceso continuo de actualización.

Este manual se describen los sistemas en donde todos y cada uno de los que formamos parte de esta profesión, estamos comprometidos a respetarlo y llevarlo a cabo, así como, cumplir con los requisitos que demandan los Laboratorios e instituciones.

Las instalaciones, equipo y reactivos, si bien, son primordiales, sólo representan una parte de los elementos necesarios para su funcionamiento, en donde, la parte más importante, sin duda, son los profesionales, ya que representan el eje motriz de cuanto puede lograrse dentro de un Laboratorio, para un buen funcionamiento de éste, en donde la seguridad de los usuarios, debe por tanto, ser tomada en cuenta como un elemento prioritario más, a ser considerada en cada una de las actividades que realizan cada uno de ellos, así como, la asignación de autoridad para hacer el trabajo y las medidas necesarias para su coordinación.

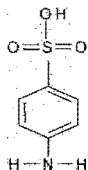
APÉNDICE

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

Fichas de Datos MSDS

Ácido Sulfanílico para Análisis

Fórmula Estructural:



Símbolo de Peligro



Xi

Fórmula Empírica según Hill: $C_6H_7NO_3S$

Clase Almacén: 10-13

Fórmula Química: $NH_2C_6H_4SO_3H$

WKG: 1

Sinónimos: Ácido 4-aminobenzenosulfónico.

Eliminación: 4

Ácido anilín-4-sulfónico.

Característica de Peligrosidad: Irritante,

Clase Tóxico (CH): 4

Sensibilizante.

M = 173.19 g/mol

Frases R: R 36/38-43

Densidad = 1.785 g/cm³ (25°C)

Frases S: S 24-37

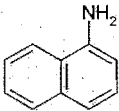
Número CAS: 121-57-3

Número CE: 204-182-5

Número Índice CE: 612-014-00-X

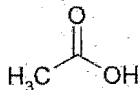
Código HS: 29214210

α -Naftilamina para análisis

Fórmula Estructural:  Fórmula Empírica según Hill: $C_{10}H_9N$ Fórmula Química: $NH_2C_6H_4SO_3H$ Característica de Peligrosidad: Clase Tóxico (CH): 1* Tóxicos muy fuertes (cancerígeno, nocivo, peligroso para el medio ambiente) M = 143.19 g/mol Densidad = 1.15 g/cm³ (20°C) Número CAS: 134-32-7 Número CE: 205-138-7 Número Índice CE: 612-020-00-2 Código HS: 2921 45 00 Clase Almacén VCI: 6.1 A (Sustancias combustibles tóxicas)	Símbolo de Peligro   WKG: 2 (contaminante del agua) Eliminación: 3 Frases R: R 45 -E22-51/53 Frases S: S 53-37-45-61 Categoría de Embalaje: G
--	---

Ácido Acético 96% para análisis

Fórmula Estructural:



Símbolo de Peligro



Característica de Peligrosidad: Inflamable, Categoría de Embalaje: A corrosivo.

Densidad = 1.05 g/cm³ (20°C)

Código HS: 2915 21 00

Categoría de almacenamiento: Almacenar +15°C hasta +25°C.

Clase Almacén VCI: 3 A (Sustancias líquidas inflamables)

WKG: 1 (Poco contaminante al agua)

Eliminación: 4

Clase Tóxico (CH): 3 (Tóxicos fuertes)

Frases R: R 10-35

Frases S: S 23.2-26-36/37/39-45

BIBLIOGRAFÍA

- 1) Esther Zarco Rubio. Seguridad en Laboratorios. Editorial Trillas 1995 Capítulo 1,2,3
- 2) A. Keith furr, Ph. D. CRC Handbook of Laboratory Safety. 3era edición 1995.
- 3) R. Scott Stricoff and Douglas B. Walters. Handbook of Laboratory Health and Safety. Second edition. A Wiley-Interscience Publication Jhon Wiley NY 1999. Capítulo 1-10
- 4) R. Scott Stricoff and Douglas B. Walters. Laboratory Health and Safety Handbook a Guide for the Preparation of Chemical Hygiene Plan. Second edition. A Wiley-Interscience Publication Jhon Wiley NY 1999. Capítulo 4-10
- 5) American Society of Heating, Refrigerating and air-conditioning, Engineers. "Laboratories" in ASHRAE Handbook. Heating, Ventilation, and air-conditioning applications. 1999. Chapter 13.
- 6) National Research Council. National Academy Press. Biosafety in the Laboratory: Prudent Practices for the Handling and Disposal of Infectious Materials. 1999. Washington D. C. Chapter 5-8.
- 7) Cole EC. Apéndice Laboratory Safety. 15 ed Arlington: Kenneth Helrich 1990:649. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists 15 ed
- 8) The forum for Scientific Excellence, Inc. J.B. Lippincott Company Philadelphia. New York/London/Hagerstown Handbook of Chemical and Enviromental Safety in Schools and Colleges. 1990. p.p.40-80. Chapter: 26, 36-43
- 9) Secretaría de Salud. Subsecretaría de Regulación y Fomento Sanitario Dirección General de Control Sanitario de Bienes y Servicios. Manual de Buenas Prácticas de Higiene y Sanidad. 1992. Capítulo 3 y 5

- 10) Contribución de la OIT al Programa Internacional PNUMA/OIT/OMS/ de Seguridad en las Sustancias químicas (IPCS). Control de Riesgos de Accidentes Mayores. Manual Práctico. Alfaomega 1999. Capítulo 1,2,3
- 11) Oficina Internacional del Trabajo. La Prevención de los Accidentes. Manual de Educación Obrera. Alfaomega ginebra 1999. Capítulo 4 y 6.
- 12) Department of Public Information United Nations. Yearbook of the United Nations 1999 Vol. 53 p.p 1396-1397.
- 13) R. A. Day, Jr., A. L. Underwood. Química Analítica Cuantitativa, 5ª edición, Editorial Prentice Hall, 1990, Capítulo 14,15,17,20.
- 14) PERKIN ELMER Corporation. Lambda 20, Lambda 40 UV/VIS Spectrometers. Installation, Maintenance, System Description. 1996 p.p. S-2-S12.
- 15) PERKIN ELMER, Corporation. Chromatography, Installation, Maintenance, System Description. 1996 p.p. S-2-S-13.
- 16) Diario Oficial de la Federación. Ley General de la Salud 2002.
- 17) OSHA "Exposición a Patógenos Transmitidos por la Sangre en el Trabajo". 3134. Depto. Del Trabajo de los EE. UU. Lynn Martin Secretaria.
- 18) OSHA "Información sobre Riesgos. Normas de Cumplimiento" 3116. Ministerio de Trabajo de los EE.UU. Elizabeth. Dole. Capítulo 5 y 6.
- 19) OSHA "Chemical Hazard Communication" 3084.
- 20) NOM-166-SSA1-1997. Para la Organización y Funcionamiento de los Laboratorios Clínicos.
- 21) NOM-059-SSA1-1993. Buenas Prácticas de fabricación para establecimientos de la industria químico, farmacéutica, dedicados a la fabricación de medicamentos.
- 22) NT-079. Norma Técnica para la vigilancia epidemiológica de la Salud en el Trabajo.
- 23) NOM-056-SSA1-1993. Requisitos Sanitarios del Equipo de protección Personal.

- 24) NOM-017-STPS-2001. Equipo de Protección Personal- Selección, uso y manejo en los centros de trabajo.
- 25) NOM-030-STPS-1993. Seguridad y equipo de protección respiratoria. Definiciones y Clasificación
- 26) NOM-096-SSA1-1994. Establece las especificaciones sanitarias de los guantes de cloruro de polivinilo para exploración (exámen), en presentación estéril y no estéril.
- 27) NOM-113-STPS-1994. Calzado de Protección.
- 28) NOM-002-STPS-2000. Condiciones de Seguridad-Prevención, Protección y Combate de Incendios en los centros de trabajo.
- 29) NOM-105-STPS-1994. Seguridad, Tecnología y Terminología del Fuego
- 30) NOM-055-SCFI-1994. Información comercial-materiales retardantes y/o inhibidores de flama y/o ignífugos, etiquetado.
- 31) 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.
- 32) NOM-036-NUCL-2001. Requerimientos para Instalaciones de tratamiento y acondicionamiento de los desechos radioactivos.
- 33) NOM-012-STPS-1999. Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se produzcan, usen, manejen, almacenen o transporten fuentes de radiaciones ionizantes.
- 34) NOM-026-STPS-1993. Seguridad, colores y su aplicación.
- 35) NOM-005-STPS-1998. Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas.
- 36) NMX-S-017-1996-SCFI. Señales y avisos para protección civil-colores, formas y símbolos a utilizar.

- 37) ISO 3864-2 (1984) Safety Colours and Safety Signs.
- 38) Signpost to The Health and Safety (Safety Signs and Signals) Regulations 1996.
- 39) American National Standards Institute, ANSI Z535.4 Safety Color Code
- 40) NOM-087-ECOL-SSA1-2002 Protección Ambiental Residuos Peligrosos Biológicos Infecciosos.
- 41) NTE-CRP-008-1988. Requisitos que deben reunir los sitios destinados al confinamiento controlado de Residuos Peligrosos por la Norma Técnica Ecológica.
- 42) NOM-052-ECOL-1993. Establece las características de los Residuos Peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.
- 43) NOM-098-ECOL-2002. Protección Ambiental, incineración de Residuos, especificaciones de Operación y límites de Emisión de contaminantes.
- 44) NOM-056-ECOL-1993. Establece los requisitos para el diseño y construcción de las obras complementarias de un confinamiento controlado de Residuos Peligrosos.
- 45) NOM-055-ECOL-1993. Establece los requisitos que deben reunir los sitios destinados al confinamiento controlado de Residuos Peligrosos, excepto de los radioactivos.
- 46) NOM-003-SCT-2000. Características de las etiquetas de envases y embalajes destinadas al transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos.