

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA DE MICROBIOLOGÍA INDUSTRIAL



REVISION Y ACTUALIZACION DEL MANUAL DE BIOSEGURIDAD DEL
LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA AMBIENTAL Y DE SUELOS

LUISA GABRIELA COPABAN USCATEGUI
LILSE ELIZABETH RODRIGUEZ LOPEZ

TRABAJO DE GRADO
Presentado como requisito parcial
Para optar al título de

MICROBIOLOGO INDUSTRIAL

BOGOTÁ, D.C.
2006 - 12- 01

REVISION Y ACTUALIZACION DEL MANUAL DE BIOSEGURIDAD EN
LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA AMBIENTAL Y DE SUELOS

LUISA GABRIELA COPABAN USCATEGUI
LILSE ELIZABETH RODRIGUEZ LOPEZ

APROBADO

Dra. Luz Marlen Acosta Baez
Bacterióloga
Director

Dra. Maria Mercedes Martínez
Msc.
Co – director

Dra. Luisa Gutiérrez de Laverde
Bacterióloga
Jurado

Dra. Luz Amparo Maldonado
Bacterióloga
Jurado

REVISION Y ACTUALIZACION DEL MANUAL DE BIOSEGURIDAD DEL
LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA AMBIENTAL Y DE SUELOS

LUISA GABRIELA COPABAN USCATEGUI
LILSE ELIZABETH RODRIGUEZ LOPEZ

APROBADO

Dra. Angela Umaña Muñoz
M. phil.
Decano Académico

Dr. David Gomez
Microbiólogo
Director de Carrera

DEDICATORIA

A Dios por acompañarnos en nuestros triunfos y fracasos durante la carrera.

A nuestras familias por brindarnos la oportunidad de un mejor futuro y ayudarnos en este proceso.

Y principalmente a Juan Sebastián por aguantar tantos traspasos.

AGRADECIMIENTOS

A María Mercedes Martínez por su incondicional apoyo y por su intervención en nuestra formación como personas y futuras profesionales.

A la Dra. Luz Marlen Acosta por su aporte y colaboración durante el desarrollo de este trabajo.

Al personal del laboratorio de Microbiología Ambiental y de Suelos, por sus oportunas respuestas y colaboración.

A todas aquellas personas que de alguna manera colocaron un granito de arena para la culminación de este proyecto.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	11
INTRODUCCION	13
1.MARCO TEORICO	14
1.1. Normas para el diseño del laboratorio	14
1.1.1. Acceso	16
1.2. Niveles de contención	17
1.3. Clasificación de microorganismos infecciosos por grupo de riesgo	19
1.4. Niveles de bioseguridad	25
1.4.1. Nivel de bioseguridad 1 y 2	25
1.4.1.1. Procedimientos	26
1.4.1.2. Zonas de trabajo en el laboratorio	27
1.4.1.3. Gestión de bioseguridad	27
1.4.1.4. Vigilancia	28
1.4.1.5. Manipulación de desechos	30
1.4.1.6. Cabinas de seguridad biológica (CSB)	30
1.4.2. Nivel 3 de bioseguridad	32
1.4.2.1. Material de laboratorio	34
1.4.2.2. Vigilancia	34
1.4.2.3. CSB clase III	34
1.4.3. Nivel de bioseguridad 4	35
1.5. Normas generales de seguridad	38
1.5.1. Manipulación segura de muestras en el laboratorio	38
1.5.2. Uso de pipetas y dispositivos de pipeteo	39
1.6. Elementos de protección personal	39
1.7. Preparación y esterilización del material	40
1.7.1. Limpieza del material de laboratorio	41
1.7.2. Esterilización	43
1.7.2.1 Tipos de esterilización	43
1.8. Limpieza y desinfección	47
1.8.1. Desinfectantes	47
1.8.1.1. Desinfectantes de alto nivel	47
1.8.1.2. Desinfectantes de mediano nivel	48
1.8.1.3. Desinfectantes de bajo nivel	49
1.8.2. Descontaminación de espacios y superficies	50
1.8.3. Técnica de lavado de manos	51
1.9. Riesgos químicos	51
1.9.1. Rutas de exposición	52
1.9.2. Identificación	52
1.9.3. Almacenamiento	53
1.9.4. Establecimiento de separaciones	53
1.9.5. Efectos tóxicos	55
1.9.6. Manipulación de productos químicos	56
1.9.7. Derrame y salpicadura de sustancias químicas	57

1.10. Riesgo biológico	59
1.10.1. Ingestión de material potencialmente infeccioso	59
1.10.2. Emisión de aerosoles potencialmente infecciosos	59
1.10.3. Rotura de recipientes y derrame de sustancias	60
1.11. Riesgo eléctrico	61
1.12. Plan de emergencia en caso de incendio	62
1.13. Gestión de los residuos en el laboratorio	64
1.13.1. Características de los recipientes	66
1.13.2. Características de las bolsas desechables	67
1.13.3. Desactivación y tratamiento de residuos	69
1.14. Organización y función en seguridad	72
1.14.1. Funcionario de bioseguridad	73
1.14.2. Comité de bioseguridad	74
1.14.3. Reglas de seguridad para el personal auxiliar	75
1.14.4. Mecánicos y personal de mantenimiento del edificio	75
1.14.5. Servicios de limpieza	75
1.14.6. Programas de capacitación	76
2. JUSTIFICACION	79
3.OBJETIVOS	80
3.1. OBJETIVO GENERAL	80
3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS	80
4. MATERIALES Y METODOS	81
4.1. Ubicación	81
4.2. Diagnostico	81
4.3. Recolección de información y normatividad	81
4.4. Establecimiento de las medidas de bioseguridad	82
5. RESULTADOS Y DISCUSION	83
5.1. Diseño del laboratorio	83
5.2. Riesgos de laboratorio	86
5.3. Normas generales de bioseguridad	87
5.4. Elementos de protección personal	90
5.5. Riesgo químico	93
5.6. Riesgo biológico	98
5.7. Riesgo eléctrico	102
5.7.1. Plan de emergencia en caso de incendios	103
5.8. Gestión de residuos en el laboratorio	104
5.9. Documentación	106
5.9.1. Manual de bioseguridad	106
5.9.2. Guía de información	107
5.9.3. Encuestas a personal	107
6. CONCLUSIONES	108
7. RECOMENDACIONES	109
8. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	110
ANEXOS	113

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.	Medidas de contención para los diferentes niveles de contención	18
Tabla 2.	Clasificación de agentes infecciosos por grupos de riesgo	20
Tabla 3.	Relación de los grupos de riesgo con los niveles de bioseguridad, las practicas y el equipo	20
Tabla 4.	Relación de los diferentes organismos emergentes con los niveles d Bioseguridad	22
Tabla 5.	Material para el laboratorio	26
Tabla 6.	Lista de requerimientos para el manejo de los microorganismos según nivel de bioseguridad	27
Tabla 7.	Manipulación segura de muestras en el laboratorio	38
Tabla 8.	Técnicas de empleo de pipetas y dispositivos de pipeteo	39
Tabla 9.	Elementos de protección personal	40
Tabla 10.	Definiciones de procesos de descontaminación en bioseguridad	41
Tabla 11.	Limpieza y desinfección del material de laboratorio	42
Tabla 12.	Esterilización por temperatura	45
Tabla 13.	Esterilización por filtración	44
Tabla 14.	Desinfectantes de alto nivel	47
Tabla 15.	Desinfectantes de mediano nivel	49
Tabla 16.	Desinfectantes de bajo nivel	50
Tabla 17.	Rutas de exposición a químicos	52
Tabla 18.	Incompatibilidades de algunos productos químicos	53
Tabla 19.	Efectos adversos de algunas sustancias químicas en el laboratorio	55
Tabla 20.	Acciones en caso de accidente con sustancias químicas	58
Tabla 21.	Acciones en caso de accidente con material biológico	60
Tabla 22.	Tipos y uso de extintores de incendios	63
Tabla 23.	Acciones en caso de fuego o quemaduras	63
Tabla 24.	Clasificación de los residuos según su peligrosidad	65
Tabla 25.	Clasificación de los residuos, color de recipientes y rótulos respectivos	68
Tabla 26.	Desactivación y tratamiento de residuos	69
Tabla 27.	Residuos químicos peligrosos	70
Tabla 28.	Material de laboratorio	87
Tabla 29.	Información de las Hojas de Seguridad (MSDS)	94

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Señal de advertencia de peligro biológico para las puertas del laboratorio	17
Figura 2.	CSB Clase I	31
Figura 3.	CSB Clase II	32
Figura 4.	CSB Clase III	35
Figura 5.	Resumen de las incompatibilidades de almacenamiento de los productos peligrosos	54
Figura 6.	Entrada restringida	59
Figura 7.	Clasificación de residuos según su peligrosidad	64
Figura 8.	Movimiento interno de residuos de los laboratorios de la PUJ	106

RESUMEN

En el presente trabajo, se realizó la actualización del Manual de Bioseguridad del Laboratorio de Microbiología Ambiental y de Suelos de la Facultad de Ciencias de la Pontificia Universidad Javeriana. La actualización se realizó con base en la revisión de la primera versión, del manual de bioseguridad acerca de las medidas actuales del laboratorio de Microbiología Ambiental y de suelos en materia de seguridad biológica y en documentos como, Manual de bioseguridad en el laboratorio (OMS, 2005), Bioseguridad en Laboratorios de Microbiología y Biomedicina (CDC, Cuarta edición), Manual de procedimientos para la gestión integral de los residuos hospitalarios y similares (Resolución, No 01164, Min. Ambiente, 2002), Guía para la acreditación de laboratorios que realizan análisis microbiológicos (ENAC, 2002), Guía para la elaboración de manuales de acreditación de laboratorios clínicos de América Latina (OPS, 2002)

El Manual de Bioseguridad del Laboratorio de Microbiología Ambiental y de Suelos contiene 10 capítulos, en los cuales se incluye: clasificación de riesgos del laboratorio, normas generales de bioseguridad, elementos de protección personal y gestión de residuos. Cuenta con hojas informativas sobre sustancias peligrosas, MSDS (Material Safety Data Sheets), listado de los microorganismos con los cuales se trabaja en el Laboratorio de Microbiología Ambiental y de Suelos y fichas microbiológicas de los principales grupos de microorganismos de uso frecuente en el laboratorio.

ABSTRACT

In the present work, it was made the update of the Manual of Biosafety of the laboratory of Environmental Microbiology and Grounds of the Faculty of Sciences of the Pontificia University Javeriana.

The update was made with base on the revision of the first version of the manual of biosafety about the present norms – standards of the laboratory of Environmental Microbiology and grounds in the matter of biological security, and in documents like, Manual of Biosecurity in Laboratory (OMS, 2005), Biosafety in laboratories of Microbiology and Biomedicine (CDC, fourth edition), Manual of procedures for the integral management of the hospitable wastes and similar ones (Resolution, No 01164, Atmosphere Ministry, 2002), Guide for the accreditation of laboratories that make microbiological analyses (ENAC, 2002), Guide for the elaboration of manual of accreditation of clinical laboratories of Latin America (OPS, 2002).

The manual of biosafety of the laboratory of Environmental Microbiology and Grounds contains 18 chapters, in which it is included: classification and risks of the laboratory, general norms of biosafety, elements of personal protection and management of wastes. It has informative material safety Data Sheets (MSDS), about dangerous substances, a listing of microorganisms with which one works in the laboratory of Environmental Microbiology and Grounds, and microbiological cards of the main groups of microorganisms of frequent use in the laboratory.

INTRODUCCION

De acuerdo con la definición de la Organización Mundial de la Salud, la seguridad biológica o bioseguridad se refiere a los principios, técnicas y prácticas que se aplican para evitar la exposición a patógenos y toxinas o su liberación intencional y dentro de ésta se incluye la protección biológica o medidas de protección tanto de laboratorio como del personal para reducir el riesgo de pérdida, robo, uso incorrecto o desviaciones.

Las técnicas y/o prácticas de laboratorio son los elementos más importantes para contener los riesgos biológicos. Como parte de estas prácticas, está el desarrollo de un manual de seguridad biológica donde se identifiquen los riesgos a los que está expuesto el personal y que especifique los procedimientos para disminuir esos riesgos.

El manual de bioseguridad describe prácticas microbiológicas especiales y estándar así como equipos de seguridad e instalaciones, los cuales son recomendados según el nivel de bioseguridad del laboratorio. Además incluye conceptos básicos en materia de seguridad biológica.

Uno de los propósitos del manual de bioseguridad, es brindar una guía para la manipulación sin riesgo de microorganismos en los laboratorios. Sin embargo, la aplicación de estas recomendaciones de bioseguridad, debe basarse de acuerdo con la evaluación de riesgo de los agentes y actividades especiales; no es un código genérico y universal aplicable a todas las situaciones.

El objetivo de este trabajo es actualizar el manual de bioseguridad mediante la revisión del documento existente en el laboratorio de Microbiología Ambiental y de Suelos, de acuerdo con las prácticas y procedimientos de bioseguridad recientes y la aparición de nuevas enfermedades.

1. MARCO TEORICO

1.1 Normas para el diseño del laboratorio

Al diseñar el laboratorio y asignarle determinados tipos de trabajo, se debe prestar especial atención a aquellas condiciones que se sepa plantean problemas de seguridad; esto permitirá acondicionar las áreas, para un mejor trabajo.

Algunos problemas de seguridad que deben tenerse en cuenta antes de realizar el diseño del laboratorio incluyen, la formación de aerosoles, el trabajo con grandes cantidades o altas concentraciones de microorganismos, el exceso de personal o de material, la infestación por roedores y artrópodos, la entrada de personas no autorizadas, el circuito de trabajo; la utilización de muestras y reactivos concretos. (ENAC, 2002)

Desde el diseño de las instalaciones se deben tener en cuenta las condiciones de seguridad las cuales incluyen entre otras, el espacio y la fácil realización de procedimientos de limpieza, desinfección y mantenimiento.

Los pisos deben ser uniformes, sólidos, impermeables, resistentes, antideslizantes, incombustibles y de fácil limpieza y esterilización. Algunos materiales que cumplen con estas especificaciones pueden ser, granito pulido, baldosa retal de mármol, baldosa cerámica de tráfico pesado. Debe tener una nivelación adecuada que facilite el drenaje y las uniones con las paredes con guarda escobas a media caña. Las uniones entre baldosas deben ser selladas y entre el piso y la pared redondeadas.

Los cielos rasos, techos y paredes o muros deben ser impermeables, sólidos y resistentes a factores ambientales como humedad y temperatura, incombustibles, de superficie lisa y que los materiales usados para sus terminados, no contengan sustancias, tóxicas, irritantes o inflamables. Estarán cubiertos con materiales

lavables y de fácil limpieza (baldosín de porcelana, pintura epóxica, acrílica de color blanco o pastel) que cumpla condiciones de asepsia. (ENAC, 2002)

La superficie superior de los mesones debe tener un acabado en lámina de acero inoxidable, enchapados en baldosín de cerámica, bordes en perfil de aluminio, pocetas y escurrideros en acero inoxidable, granito pulido, pintura epoxica o formica post – formada. Se debe prever espacios libres sin entrepaños en los sitios de trabajo del personal. Estas superficies de trabajo serán impermeables y resistentes a desinfectantes, ácidos, álcalis, disolventes orgánicos y calor moderado.

El laboratorio debe contar con suficiente y adecuada iluminación natural y artificial en todos los sitios de trabajo. Las ventanas deben estar localizadas preferiblemente a lo largo del laboratorio con vidrios incoloros y transparentes.

La luz artificial debe proporcionarse con tubos fluorescentes con adecuada protección y ubicados en el cielo raso a una altura no mayor de 2.50mts, cuya intensidad mínima debe estar sobre 300 luxes y donde se considere necesario debe estar por encima de los 600luxes. (ENAC, 2002)

El laboratorio deberá contar con ventilación natural y/o artificial. En los casos en los que se cuente con ventilación artificial, deberá existir un sistema natural que garantice el cambio de aire.

En áreas de preparación de medios o depósito de reactivos, deben instalarse extractores que impulsen el aire, independiente del sistema general de ventilación, para evitar la acumulación de gas y su circulación por los ductos de ventilación.

Debe haber espacio suficiente entre mesas, gabinetes y otros muebles, así como debajo de los mismos, para facilitar su limpieza.

Los gabinetes deben estar provistos de espacios amplios y seguros para guardar elementos de uso inmediato, así como disolventes y reactivos, lo que evitará la acumulación desordenada en mesones y pasillos. Cuando se considere necesario se tendrán espacios destinados a elementos cuyo almacenamiento es de largo plazo, los cuales se ubicarán fuera de las áreas de trabajo. (ENAC, 2002)

Los lockers para guardar ropa de calle y objetos personales, así como los lugares para comer, beber y descansar, no harán parte en el diseño del laboratorio, estos lugares deben estar dispuestos fuera de éste.

Los sistemas de seguridad deben comprender duchas para casos de urgencia y lavajos que funcionen preferiblemente con agua corriente y ubicados cerca de la salida del laboratorio.

Las puertas irán provistas de mirillas, protegidas contra el fuego y de preferencia se cerraran automáticamente.

Todas las áreas del laboratorio deben contar con instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas. Las tuberías para corriente eléctrica y suministro de agua deben estar plenamente identificadas, deben ser adecuadas y suficientes para las necesidades del laboratorio en los aspectos de localización y presión. Se espera que el agua sea de buena calidad y que no haya conexión, entre el agua destinada para el laboratorio y el agua de bebida. En el área de trabajo debe existir un lavamanos. (Organización Mundial de la Salud, 2005)

Las instalaciones eléctricas deben contar con un sistema eléctrico independiente, para corriente con 110 y 220V identificada plenamente. Además debe contarse con un sistema eléctrico de emergencia que permita salir del laboratorio en condiciones de seguridad y para alimentar equipos esenciales como neveras, cámaras de flujo laminar, etc.

El laboratorio debe contar con un suministro fiable de gas y su instalación, debe ser objeto de mantenimiento.

1.1.1. Acceso

El símbolo y signo internacional de peligro biológico (Figura 1) debe colocarse en las puertas de las áreas donde se manipulen microorganismos del grupo de riesgo 2 o superior.

Solo podrán entrar en las zonas de trabajo del laboratorio, el personal autorizado y las puertas del laboratorio deben mantenerse cerradas



PELIGRO BIOLÓGICO

Acceso restringido

Solo personal autorizado

Nivel de bioseguridad: _____

Investigador encargado: _____

En caso de emergencia avisar a: _____

Teléfono diurno: _____

Teléfono particular: _____

Figura 1. Señal de advertencia de peligro biológico para las puertas del laboratorio. Fuente: Organización Mundial de la Salud (2005)

1.2 Niveles de contención

Para clasificar un laboratorio de acuerdo a nivel de contención hay que tener en cuenta ciertas medidas de contención (tabla 1), además de técnicas de laboratorio,

barreras primarias que garanticen la seguridad (cabinas de seguridad biológica), prendas de protección (guantes, tapabocas, bata, calzado) y barreras secundarias que dependen del tipo de agente infeccioso que se manipula en el laboratorio. Estas últimas hacen referencia al diseño y construcción y dentro de ellas se incluyen la separación de las zonas donde tiene acceso al público, la disponibilidad de sistemas de descontaminación (autoclaves), el filtrado del aire de salida al exterior, el flujo de aire direccional, etc.

Tabla 1. Medidas de contención para los diferentes niveles de contención

MEDIDAS DE CONTENCION	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4
El lugar de trabajo se encuentra aislado de toda actividad que se desarrolle en el mismo edificio.	No	Aconsejable	Si
El aire introducido y extraído del lugar de trabajo se filtra mediante la utilización de filtros de alta eficacia, para partículas en el aire (HEPA) o de forma similar.	No	Si para la salida de aire.	Si para la entrada y salida del aire
Solo se permite el acceso al personal designado	Aconsejable	Si	Con exclusión de aire
El lugar de trabajo puede precintarse para su desinfección	No	Aconsejable	Si
Procedimientos de desinfección específicos	Si	Si	Si
El lugar de trabajo se mantiene con una presión negativa con respecto a la atmosférica	No	Aconsejable	Si
Control eficiente de vectores como roedores y insectos	Aconsejable	Si	Si
Superficies impermeables al agua y de fácil limpieza	Si para banco de pruebas y mesa de trabajo	Si para banco de pruebas y mesa de trabajo	Si para banco de pruebas mesa de trabajo, suelo, techos, paredes
Almacenamiento de seguridad para agentes biológicos	Si	Si	Almacenamiento seguro
Laboratorio con equipo propio	No	Aconsejable	Si
Superficies resistentes a ácidos, disolventes y	Aconsejable	Si	Si

desinfectantes			
----------------	--	--	--

Fuente: Organización Mundial de Salud (2005)

1.3 Clasificación de microorganismos infecciosos por grupos de riesgo

Una de las herramientas mas útiles que se disponen para llevar a cabo una evaluación del riesgo microbiológico es la asignación de los agentes microbiológicos a uno de los grupos de riesgo, sin embargo la sola consulta del grupo de riesgo a que pertenece cierto agente no basta; deben tenerse en cuenta factores como: patogenicidad y dosis infectiva, resultado de la exposición, vía natural de infección, otras vías de infección, estabilidad en el ambiente, concentración, presencia de un huésped (Persona o animal) y actividades de estudio en el laboratorio, para definir su clasificación. (Organización Mundial de la Salud, 2005)

Sobre la base de la información obtenida en la evaluación del riesgo se podrá asignar el nivel de bioseguridad al trabajo previsto, seleccionar equipo de protección apropiado para el personal y elaborar procedimientos normalizados de trabajo que incorporen otras intervenciones de seguridad con el fin de velar por la máxima seguridad en la realización del trabajo. (Organización Mundial de la Salud, 2005)

De acuerdo con la peligrosidad de los agentes infecciosos éstos pueden ser clasificados en diferentes categorías. Tanto la Organización Mundial de la Salud, como los Institutos Nacionales de la Salud y el Centro de Control de Enfermedades (EUA) han acordado clasificar los agentes infecciosos en cuatro grupos de riesgo: 1, 2, 3 y 4. (Tabla 2 y 3) (Organización Mundial de la Salud, 2005).

Tabla 2. Clasificación de agentes infecciosos por grupos de riesgo

GRUPO	TIPO DE RIESGO	AGENTES
1	Individual y poblacional escaso o nulo	De peligro potencial mínimo para personal y medio ambiente
2	Individual moderado Poblacional bajo	Patógenos que pueden provocar enfermedad humana o animal, con poca probabilidad de ser riesgosa.
3	Individual elevado Poblacional bajo	Patógenos que provocan enfermedad humana o animal grave, la cual no se propaga de un individuo a otro.
4	Individual y poblacional elevado	Patógenos que provocan enfermedad grave siendo riesgosa para humanos o animales y se transmite de un individuo a otro directamente o no.

Fuente: Organización Mundial de la Salud (2005)

Tabla 3. Relación de los grupos de riesgo con los niveles de bioseguridad, las practicas y el equipo

GRUPO DE RIESGO	NIVEL DE BIOSEGURIDAD	TIPO DE LABORATORIO	PRACTICA DE LABORATORIO	EQUIPO DE SEGURIDAD
1	Básico Nivel 1	Enseñanza Básica, Investigación	TMA(técnicas microbiológicas apropiadas)	Ninguno. Trabajo en mesa de laboratorio al descubierto
2	Básico Nivel 2	Servicios de atención Primaria; diagnóstico, Investigación	TMA y ropa protectora, Señal de riesgo biológico	Trabajo en mesa al descubierto y CSB para posibles aerosoles
3	Contención Nivel 3	Diagnóstico Especial Investigación	Practicas de nivel 2, mas ropa especial, Acceso controlado y flujo direccional de aire	CSB además de otros medios de contención primaria
4	Contención Máxima Nivel 4	Unidades de patógenos peligrosos.	Practicas de nivel 3 mas cámara de entrada con cierre hermético, salida con ducha y eliminación especial de residuos	CSB de clase III o trajes presurizados junto con CSB de clase II, Autoclave de

				doble puerta, aire filtrado
--	--	--	--	-----------------------------

Fuente: Organización Mundial de la Salud (2005)

1.3.1. Microorganismos emergentes

En los últimos años ha tenido lugar en el mundo la emergencia o reemergencia de muchos eventos epidemiológicos, dentro de los que se encuentra el descubrimiento de nuevas enfermedades infecciosas, sus agentes etiológicos y su fisiopatogenia, así como otras enfermedades que tuvieron de terminados niveles de control y ahora se muestran con incidencias cada vez más altas convirtiéndose en problemas sanitarios de primera magnitud, tanto en los países en vías de desarrollo como en los desarrollados

Las enfermedades emergentes y reemergentes son un reflejo de la incesante lucha de los microorganismos por sobrevivir, buscando brechas en las barreras que protegen al ser humano contra la infección. algunos de ellos causantes de enfermedades espectaculares y mortíferas, entre tanto muchas enfermedades comunes han reaparecido y se han propagado con rapidez después de períodos en que ya no se consideraban problemas de salud pública. Estos microorganismos como tal se designan emergentes los cuales debido a cambios en el ambiente han aumentado su incidencia o se espera que aumente en los próximos años, en este grupo se incluye bacterias y virus, protozoos, espiroquetas.

Es importante establecer algunas medidas de Bioseguridad en el laboratorio, ya que pueden presentarse este tipo de microorganismos y es necesario saber que equipos o elementos son los más recomendados, para manejar estos casos.

(Tabla 4)

VIRUS	BACTERIAS	PROTOZOOS	ESPIROQUETAS	NIVEL DE BIOSEGURIDAD	EQUIPO DE SEGURIDAD
VIH/SIDA	Ehrlichiosis.	Cryptosporidiasis.	Enfermedad de Lyne	Nivel 4	CSB clase III o trajes presurizados Autoclave de doble puerta Aire filtrado.
Hepatitis C	<i>Campylobacter jejuni</i>			Nivel 4	CSB clase III o trajes presurizados Autoclave de doble puerta Aire filtrado
Influenza A	<i>Escherichia coli</i> 0157 H7			Nivel 4	CSB clase III.
Neumonía por morbillivirus	Legionelosis			Nivel 4	Cámaras con cierre hermético Salida con ducha CSB clase III
Síndrome pulmonar de hantavirus	<i>Helicobacter pylori</i>			Nivel 3	CSB . Flujo direccional de aire.
Enfermedad diarreica por rotaviru	Shock tóxico por <i>Staphilococcus aureus</i>			Nivel 3	CSB clase III Ropa especial
Síndrome pulmonar de hantavirus	<i>Yersinia enterocolitica</i>			Nivel 3	CSB; flujo direccional de aire, acceso controlado.
Fiebre hemorrágica por arenavirus	<i>Legionella pneumophila</i>			Nivel 3	CSB clase III, ropa especial
Eritema infeccioso	<i>Helicobacter hepaticus</i>			Nivel 3	CSB. Flujo direccional de aire
Cólera	<i>Streptococcus pyogenes</i>			Nivel 4	Cámaras con cierre hermético Salida con ducha CSB clase III
Ebola	<i>Vibrio cholerae</i>			Nivel 4	Cámaras con cierre hermético Salida con ducha CSB clase III
.Fiebre lassa por Arenaviridae	<i>Mycobacterium tuberculosis</i>			Nivel 4	Salida con ducha , CSB clase III

TABLA 4. Relación de los Diferentes Organismos Emergentes con los Niveles de Bioseguridad

Los factores causales relacionados con la emergencia de las infecciones pueden clasificarse:

- Factores demográficos y de comportamiento.
- Factores tecnológicos e industriales.
- Factores derivados del desarrollo económico y utilización de la tierra.
- Comercio internacional.
- Adaptación y cambio de los microorganismos.
- Políticas de Salud Pública.

1. Factores demográficos y de comportamiento: El crecimiento demográfico junto al aumento de la urbanización mundial ocasionan una mayor interacción humana, con el consiguiente aumento del contagio. Con las migraciones hacia las ciudades o hacia los países desarrollados no solo se van creando comunidades de inmigrantes con condiciones higiénicas y de vidas inadecuadas, sino que también se generan situaciones epidemiológicas nuevas, pues arriban personas que representan reservorios (enfermos o portadores) de agentes que no existían o habían sido eliminados hacía mucho tiempo, y por lo tanto la comunidad nativa de los territorios receptivos no cuenta con una inmunidad comunitaria para estos nuevos agentes.

El comportamiento humano y sus hábitos, también influyen en la introducción y diseminación de infecciones. El inicio de las relaciones sexuales a edades más tempranas ha promovido el aumento de las ETS/SIDA. De igual forma el fenómeno de la drogadicción también ha condicionado en muchos países el aumento de enfermedades como la hepatitis B y la infección por VIH.

2. Factores tecnológicos e industriales: Entre los muchos factores que pueden estar englobados bajo este acápite pueden citarse la contaminación del suelo, el aire y el agua con el subsecuente desequilibrio que el hombre está provocando

sobre la biosfera, y la migración de la fauna hacia nuevos biotipos por la tala indiscriminada de los bosques, ocasión en que el hombre puede ser un eslabón intermedio de agentes patógenos que afectan a los animales y que pueden ser nuevos para él.

3. Factores derivados del desarrollo económico y utilización de la tierra: Las presiones comerciales y poblacionales han conducido a la invasión de los bosques y selvas, exponiendo a las poblaciones a agentes exóticos y enfermedades exóticas como la fiebre amarilla, la rabia transmitida por murciélagos, las fiebres hemorrágicas por Arenavirus, entre otras.

4. Comercio internacional: El impacto de las migraciones y el comercio internacional en la diseminación de las enfermedades infecciosas aumenta conforme un número mayor de personas se mueven en el mundo, ya sean, inmigrantes, comerciantes, turistas o empresarios que llevan padecimientos de un país a otro. El comercio de productos alimenticios también aumenta el riesgo de transmisión de enfermedades. Por ejemplo, muchos casos severos de cólera en los Estados Unidos, han sido provocados por el consumo de alimentos introducidos por visitantes procedentes de Centro y Suramérica.³

5. Adaptación y cambio de los microorganismos: La droga resistencia es quizás uno de los factores más preocupantes para la comunidad médica hoy en día. En años recientes, nueva o creciente resistencia a medicamentos se ha descubierto en microorganismos que causan paludismo, tuberculosis, blenorragia, meningitis, entre otras. Entre los factores asociados a este fenómeno se citan la automedicación, el uso de dosis insuficientes, ciclos incompletos de tratamientos, las inadecuadas políticas en el uso de antibióticos en los hospitales, la escasa documentación de los resultados de ensayos clínicos para nuevos antibióticos y la no existencia de vigilancia y notificación de patrones de resistencia antimicrobiana

6. Políticas de salud pública: Factores claves en el resurgimiento de estas enfermedades son el debilitamiento en general de las actividades de salud pública,

especialmente la vigilancia, y el deterioro de las condiciones de los laboratorios encargados de identificar rápidamente los problemas emergentes.

1.4 Niveles de bioseguridad

Los laboratorios que manipulan muestras biológicas potencialmente infecciosas o trabajan con agentes microbiológicos pueden ser clasificados en cuatro tipos; de acuerdo a los niveles de bioseguridad que deben cumplir sus instalaciones, los equipos y prácticas de bioseguridad empleadas y los fines para los cuales han sido construidos. Cada nivel de bioseguridad es específicamente apropiado para las operaciones llevadas a cabo, las vías de transmisión documentadas o sospechadas de los agentes infecciosos, la función o la actividad del laboratorio y la virulencia del agente. (Organización Mundial de la Salud, 2005)

1.4.1 Nivel de Bioseguridad 1 y 2

El nivel 1 corresponde al trabajo que involucra agentes de peligro potencial mínimo para el personal y el medio ambiente. Las prácticas, los equipos de seguridad, el diseño y la construcción de la instalación del Nivel de Bioseguridad 1 son adecuados para los laboratorios destinados a la educación o capacitación secundaria o universitaria, y para otros laboratorios en los cuales se trabaja con cepas definidas y caracterizadas de microorganismos viables que no se conocen como generadores sistemáticos de enfermedades en humanos adultos sanos. (CDC, Cuarta Edición)

El nivel 2 involucra a agentes de moderado peligro potencial para el personal y el medio ambiente. Las prácticas, los equipos, el diseño y la construcción de instalaciones del Nivel de Bioseguridad 2 son aplicables a laboratorios educativos, de diagnóstico, clínicos 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, con buenas prácticas microbiológicas y procedimientos estandarizados. Estos agentes se pueden utilizar en forma segura en actividades realizadas en una mesa de trabajo, siempre que el

potencial de producción de salpicaduras o aerosoles sea bajo. (CDC, Cuarta Edición)

Las técnicas microbiológicas apropiadas son fundamentales para la seguridad en el laboratorio y no pueden sustituirse por equipo de laboratorio especializado, que no pasa de ser un complemento. (CDC, Cuarta Edición)

Las designaciones del nivel de bioseguridad se basan en una combinación de características entre las que se incluyen: equipo, prácticas y procedimientos de operación necesarios para trabajar con los microorganismos de los distintos grupos de riesgo. Organización Mundial de la Salud (2005)

1.4.1.1 Procedimientos

Para la manipulación o medición de líquidos el personal cuenta con dispositivos de pipeteo (pipeteadores), por lo cual no deben pipetear con la boca, ni usar jeringas o agujas hipodérmicas en reemplazo de los dispositivos.

En general se debe contar con el material adecuado para cada labor (Tabla 5)

En caso de accidentes o exposición real o potencial a material infeccioso el personal debe dar comunicación al supervisor y debe almacenarse la información en los registros de accidentes. (Organización Panamericana de la Salud, 1998)

Tabla 5. Material para el laboratorio

MATERIAL	FUNCION
Pipeteador	Permite evitar accidentes por ingestión bucal de material peligroso
CSB (Cabinas de seguridad biológica)	Evitar riesgos de infección por aire o cuando se realizan procedimientos con alto potencial de producción de aerosoles
Autoclave	Descontaminar material infectado
Material de plástico	Se utiliza cuando esté disponible, como reemplazo del material de vidrio, para evitar accidentes por su rompimiento

Fuente: (Organización Mundial de la Salud, 2005)

La Organización Mundial de la Salud exige una serie de requerimientos para el manejo de los microorganismos (Tabla 6)

Tabla 6. Lista de requerimientos para el manejo de los microorganismos según nivel de bioseguridad.

CARACTERISTICAS	Nivel de Bioseguridad			
	1	2	3	4
Aislamiento del laboratorio	No	No	Deseable	Si
Cuarto hermético para descontaminación	No	No	Si	Si
Ventilación:				
-Flujo de aire interior	No	Deseable	Si	Si
- Filtro de aire de escape HEPA	No	No	Deseable	Si
Doble puerta de entrada	No	No	Si	Si
Ventilación	No	No	No	Si
Tratamiento de efluentes	No	No	Deseable	Si
Autoclave:				
- Sobre el sitio	Si	Si	Si	Si
- En el laboratorio	No	No	Deseable	Si
- Doble – salida	No	No	Deseable	Si
Cabinas de seguridad biológica:				
- Clase I	No	Opcional	Si	No
- Clase II	No	Deseable	Si	Si, en conjunto con trajes de laboratorio
- Clase III	No	Deseable	Si	Si, en conjunto con cabinas de laboratorio

Fuente: Organización Mundial de la Salud (2005)

1.4.1.2 Zonas de trabajo del laboratorio

El laboratorio debe mantenerse ordenado, limpio y estar libre de materiales no relacionados con el trabajo.

Se realizará la descontaminación de las superficies en las cuales se trabaja, así como de materiales, muestras y cultivos, antes que éstos sean eliminados o guardados para volver a utilizar.

El embalaje y transporte de muestras y desechos se debe realizar mediante sistema mecánico (carros).

1.4.1.3 Gestión de bioseguridad

El director del laboratorio debe garantizar la elaboración y adopción de un plan de gestión y del manual de bioseguridad.

Se deben realizar capacitaciones al personal en materia de seguridad, así como actualizaciones y seguimientos de las mismas.

El personal debe avisar de peligros especiales y que requieran la lectura del manual de bioseguridad o el manual de operaciones y seguir las prácticas y procedimientos estándar. El supervisor de laboratorio debe asegurarse de la total comprensión por parte del personal. Una copia del manual de operaciones de seguridad debe estar disponible en el laboratorio.

Debe proveerse a todo el personal de una apropiada evaluación médica, vigilancia y tratamiento de ser necesario. Mantener el registro médico y de ausencia de personal. (Organización Panamericana de la Salud, 1998)

1.4.1.4 Vigilancia

La autoridad de salud (Ministerio de Trabajo y Protección Social) y el director de laboratorio, son responsables de la seguridad y de la adecuada vigilancia de la salud del personal de laboratorio. El objetivo de esta vigilancia es monitorear las enfermedades ocupacionales que se puedan presentar. Las actividades apropiadas para cumplir estos objetivos incluyen:

Suministrar inmunización activa o pasiva cuando sea requerida., facilitar la rápida detección de las enfermedades adquiridas en el laboratorio, excluir a los individuos altamente susceptibles (como mujeres embarazadas) del trabajo del laboratorio que implique alto riesgo y suministrar a los trabajadores, equipos de seguridad y protección personal. (Organización Panamericana de la Salud, 1998)

Los trabajadores del laboratorio deben realizarse un chequeo de salud que debe ser registrado en la historia médica. Es aconsejable el rápido reporte de enfermedades o accidentes de laboratorio y que todo el personal sea consciente de la importancia de seguir buenas practicas de laboratorio.

Los registros de enfermedades y ausencias deben ser almacenados por la administración del laboratorio; es responsabilidad del trabajador y su asesor médico informar al director de laboratorio todas las ausencias por enfermedad.

Las mujeres en embarazo deben ser concientizadas del riesgo que puede correr el feto si se expone a ciertos microorganismos en su trabajo. Es preciso tomar medidas que protejan al feto, dependiendo de la variedad de microorganismos a los que sea expuesta.

Los errores humanos y las deficiencias en las técnicas pueden comprometer la seguridad de los trabajadores del laboratorio. De esta manera una conciencia de seguridad en el personal, basada en el reconocimiento y en el control de riesgos en el laboratorio es clave para la prevención de infecciones, incidentes y accidentes.

Por esta razón, se debe tener un programa de entrenamiento continuo en seguridad que inicie la gerencia del laboratorio, quien debe asegurar que las buenas prácticas integradas con los procedimientos sirvan como entrenamiento básico para el personal. La capacitación también debe ser dictada al personal nuevo, quienes también deben conocer los procedimientos operativos y los lineamientos locales. Los supervisores del laboratorio juegan un papel muy importante en el entrenamiento inmediato en las buenas técnicas. El oficial de bioseguridad puede asistir a las capacitaciones y colaborar con su desarrollo, así como con la documentación.

El entrenamiento al grupo de trabajo siempre debe incluir métodos como repartir por grupos, los riesgos más frecuentes en los procedimientos más comunes.

- Riesgos de inhalación (producción de aerosoles), en procedimientos como esterilización de asas, pipeteo, uso de hisopos, cultivos abiertos o centrifugación.
- Riesgos de ingestión cuando se manejan muestras y cultivos.
- Riesgos de exposición percutánea como en los procedimientos que requieren jeringas y agujas, esterilización y disposición de material infeccioso. (Organización Panamericana de la Salud, 1998)

1.4.1.5 Manipulación de desechos

En laboratorios, la esterilización de residuos y su disposición final van estrechamente ligados. En términos de manejo diario, algunos materiales contaminados requieren una verdadera destrucción en el laboratorio. Los elementos de vidrio y ropa de protección pueden ser reutilizados o reciclados. Para la esterilización de los principales materiales contaminados se utilizan autoclaves o incineradores.

La descontaminación se puede hacer por autoclavado que es el método preferido para todos los procesos de esterilización. Los materiales para descontaminación y disposición deben ser colocados en contenedores como bolsas plásticas autoclavables que sigan un código de colores dando cumplimiento a lo establecido en la resolución 01164 de 2002. Métodos alternativos pueden ser utilizados solo si estos remueven y/o matan microorganismos (CDC, Cuarta Edición)

Para la eliminación de material contaminado debe ser adoptado un sistema de separación e identificación de materiales infectados y sus contenedores teniendo en cuenta que los desechos no contaminados (no infecciosos) pueden ser reutilizados o reciclados como residuos domésticos. Los objetos puntiagudos infectados, como agujas hipodérmicas, cuchillos y vidrios rotos, deben ser recolectados en contenedores (guardianes) a prueba de pinchazos, con cubierta; el material contaminado para esterilización en autoclave puede ser lavado y reutilizado o reciclado posteriormente.

1.4.1.6 Cabinas de seguridad biológica (CSB)

Las CSB están diseñadas para proteger al trabajador, la atmósfera del laboratorio y los materiales de trabajo de la exposición a las salpicaduras y los aerosoles infecciosos que pueden generarse al manipular material que contiene agentes infecciosos, como cultivos primarios, soluciones madre y muestras de diagnóstico. Las clases de CBS, se diferencian dependiendo del tipo de protección que se requiera. (Organización Panamericana de la Salud, 2005)

- **CSB Clase I**

Son cámaras cerradas con una abertura al frente para permitir el acceso de los brazos del operador. El aire penetra por este frontal, atraviesa la zona de trabajo y todo el sale al exterior a través del filtro HEPA. La velocidad del flujo de aire es de unos 0,40m/s (75 pies/m). Son apropiadas para manipular agentes biológicos de los grupos 1, 2, y 3. La mayor desventaja que presentan es que no proporcionan protección al material con el que se trabaja, no evitando por lo tanto que éste se pueda contaminar. (Organización Panamericana de la Salud, 2005)

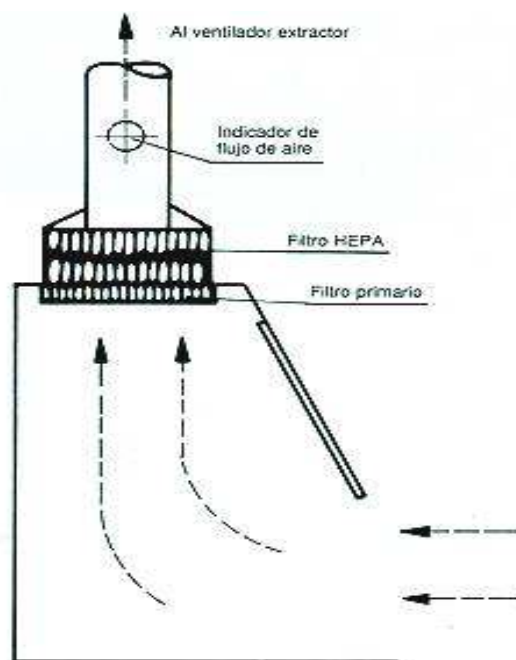


Figura 2. CSB Clase I
Fuente: Hernández (2005)

- **CSB clase II**

Se diferencian principalmente de la clase I en que, además de al operario y su entorno, ofrecen protección al producto frente a la contaminación. La superficie de trabajo está bañada por aire limpio que ha atravesado un filtro HEPA. La salida de aire se produce a través de otro filtro HEPA. Son equipos válidos para el manejo de agentes biológicos de los grupos 1, 2 o 3. Existen varios tipos de cabinas de clase II, A, B1, B2 Y B3, según sus características de construcción, flujo de aire y sistema de extracción. Esta clase de CSB es utilizada en laboratorios con nivel de bioseguridad 1 y 2. (Organización Panamericana de la Salud, 2005)

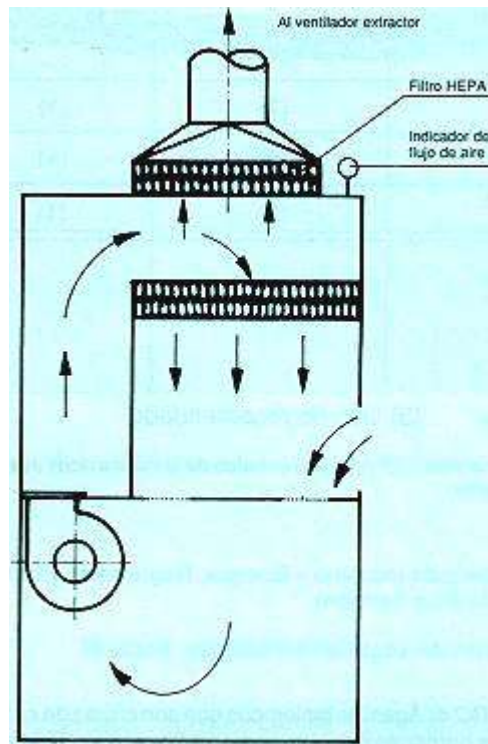


Figura 3. CSB Clase II
Fuente: Hernández (2005)

1.4.2 Nivel 3 de bioseguridad

El Laboratorio de Contención - Nivel de Bioseguridad 3 está concebido e

instalado para trabajar con microorganismos del Grupo de Riesgo 3, que son los que entrañan un riesgo elevado para el personal de laboratorio pero un riesgo bajo para la comunidad. Este nivel de contención requiere el fortalecimiento de los programas de trabajo y de seguridad de los Laboratorio Básicos - Niveles de Bioseguridad 1 y 2, así como la inclusión de estructuras de protección y el uso obligatorio de cámaras de seguridad biológica.

El Laboratorio de Contención — Nivel de Bioseguridad 3 está concebido para el trabajo con microorganismos del Grupo de Riesgo 3 y con grandes cantidades y concentraciones elevadas de microorganismos del Grupo de Riesgo 2, en cuyo caso existe un peligro grave de difusión de aerosoles o de infección.

La sección sobre concepción general e instalación de los Laboratorios Básicos — Niveles de Bioseguridad 1 y 2 se aplica también con algunas modificaciones pues el laboratorio debe estar separado de las zonas del edificio por las que se puede circular sin restricciones. Puede conseguirse una separación suplementaria habilitando un laboratorio al fondo de un pasillo o instalando un tabique con puerta o un sistema de acceso que delimite un pequeño vestíbulo del Laboratorio Básico — Nivel de Bioseguridad 2.

La entrada del personal debe efectuarse a través de un vestíbulo (esto es, entrada de doble puerta) y las puertas de acceso al laboratorio deben cerrarse por sí solas y estar provistas de cerraduras. Para uso en caso de emergencia es posible colocar un tablero que se pueda romper. (Organización Mundial de la Salud, 2005)

En las inmediaciones de todas las puertas de salida del laboratorio deberá haber un lavamanos y debe haber un sistema de ventilación que establezca un flujo direccional del aire desde los espacios de acceso al local del laboratorio. El personal debe comprobar que la corriente de aire circula dentro del laboratorio en el buen sentido.

Las cabinas de seguridad biológica deben estar separadas de las zonas de paso y de los lugares de cruce de corrientes procedentes de puertas, ventanas y sistemas de ventilación.

Dentro del laboratorio debe haber un autoclave para descontaminar el material de desecho infectado. Si hay que transportar esos desechos a una autoclave de otra parte del edificio para su descontaminación se mantendrán en un recipiente impermeable y provisto de tapa.

El sistema de abastecimiento de agua debe estar dotado de dispositivos contra el reflujo y los efluentes líquidos deben ser descontaminados antes de ser vertidos al alcantarillado. (Organización Mundial de la Salud, 2005)

1.4.2.1 Material de laboratorio

Todas las actividades relacionadas con material infeccioso se realizarán en cámaras de seguridad biológica, con otros dispositivos de contención física o utilizando un equipo especial de protección personal. Además puede necesitarse una cámara de seguridad biológica de la Clase III para ciertos trabajos con microorganismos del Grupo de Riesgo 3.

1.4.2.2 Vigilancia

Respecto a la vigilancia médica y sanitaria en los Laboratorios de Contención nivel de bioseguridad 3, el reconocimiento médico es indispensable y debe comprender una historia clínica detallada y un reconocimiento físico.

Hay que obtener una muestra de suero de los empleados y conservarla con fines de referencia. Además aquellos empleados que padecen de deficiencia inmunitaria no deben trabajar y se prestará atención particular al empleo de embarazadas. (Organización Mundial de la Salud, 2005)

1.4.2.3 CSB clase III

Constituyen el máximo nivel de seguridad. Este tipo de CSB es utilizada por laboratorios que pertenecen a niveles de bioseguridad 3 y 4. Son recintos

herméticos en presión negativa y, por ello su interior esta completamente aislado del entorno.

Se utiliza para trabajar con agentes del grupo de riesgo 4. el aire de entrada es filtrado por un filtro HEPA y el de salida pasa por dos filtros HEPA.

Debe situarse los más lejos posible de las rejillas de aire acondicionado, campanas de gases, puertas y zonas de mucho tráfico de personas, que claramente interfieren en el flujo laminar. Las ventanas del laboratorio han de permanecer siempre cerradas. Debe existir al menos 0.3m entre la salida del aire de la cabina y el techo del laboratorio. Se instalará sobre una superficie sólida y nunca móvil. Si es posible en un recinto cerrado o en una zona de acceso restringido. (Organización Panamericana de la Salud, 2005)

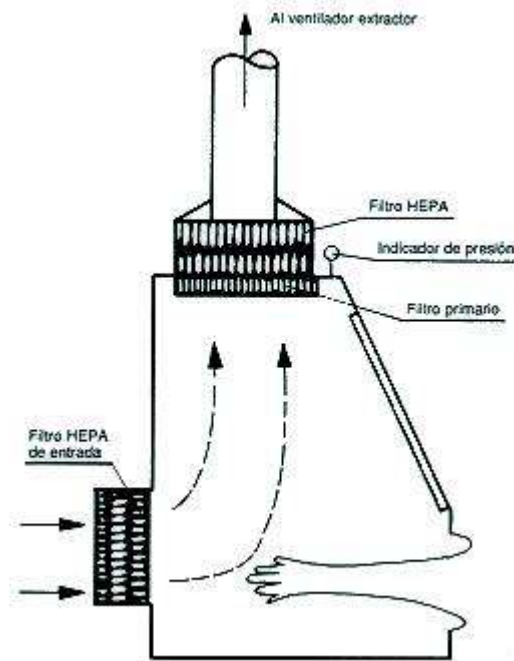


Figura 4. CSB Clase III
Fuente: Hernández (2005)

1.4.3 Nivel de bioseguridad 4

Laboratorio de contención máxima

El Laboratorio de Contención Máxima — Nivel de Bioseguridad 4 está concebido para trabajar con materiales infecciosos o en experimentos microbiológicos que entrañan, o pueden entrañar un riesgo elevado tanto para el personal del laboratorio como para la comunidad.

Antes de construir y poner en funcionamiento un laboratorio de contención máxima se requiere una labor intensiva de consulta con instituciones que hayan adquirido experiencia en la utilización de instalaciones de este tipo. Los Laboratorios de Contención Máxima — Nivel de Bioseguridad 4 en funcionamiento deben estar sometidos al control de las autoridades de salud nacionales u otras apropiadas.

En estos laboratorios las cabinas de seguridad biológica clase III, suministran la contención primaria; si es necesario, el personal tendrá que ducharse al ingresar y al cambiar de cuartos. Los materiales que no se encuentran dentro de la cabina serán introducidos por medio de un autoclave de doble puerta o una cámara de fumigación. Las puertas de salida deben sellarse de manera segura; el personal del laboratorio podrá abrir estas puertas para ingresar o retirar los materiales. Las puertas del autoclave o cámara de fumigación deben cerrarse solas y no permitir su apertura cuando el aparato esté en ciclos de esterilización o descontaminación. (Organización Mundial de la Salud, 2005)

La ropa protectora será cambiada en cuartos y áreas de descontaminación antes del ingreso a áreas donde se manipule material infeccioso, ya que es una de las partes esenciales de la contención primaria. El diseño y el mantenimiento del área de la ropa debe suministrar al personal la misma protección que una cabina de seguridad biológica clase III. Debe haber una ducha para que el personal pueda descontaminarse al salir del área. El personal que ingresa al área de cambio debe portar ropa de una sola pieza con presurización positiva y suministro de aire con filtro HEPA. El aire que ingresa al sistema debe ser 100% independiente de la fuente de aire exterior, para uso en situaciones de emergencia.

El laboratorio debe estar localizado en edificios separados o en zonas claramente delineadas asegurando el edificio. La entrada y la salida del personal y de los suministros se hacen a través de vestíbulos aislantes

Debe mantenerse la presión negativa mediante un sistema mecánico de entrada directa del aire que haya pasado por filtros HEPA, y de expulsión del aire utilizado con filtros HEPA (colocados también a la entrada si es necesario). Los sistemas de ventilación de las cabinas de laboratorio clase III y la ropa de laboratorio incluyen:

Para las cabinas clase III. El flujo de aire que ingresa a las cabinas de seguridad biológica clase III puede ser conducido de la cabina a través de un filtro HEPA colocado sobre la cabina o suministrado directamente por el sistema de aire. La salida del aire de las cabinas de seguridad biológica clase III deben pasar a través de dos filtros de aire HEPA. En todo momento la cabina debe operar con presión negativa a los alrededores del laboratorio. Debe haber un sistema que evite la recirculación en la cabina.

Para la ropa de laboratorio se requieren sistemas de aire que se encarguen del suministro y de la salida del mismo. Los componentes de los sistemas de ingreso y ventilación deben estar balanceados, para que esta vaya de las áreas de menor riesgo a las áreas de mayor riesgo. Se requerirán ventiladores que aseguren presión negativa todo el tiempo. Debe existir monitoreo de las diferencias de presión entre las áreas de cambio de ropa y las áreas adyacentes. Todos los componentes del suministro y salida del flujo de aire deben ser monitoreados. (Organización Mundial de la Salud, 2005)

Todos los efluentes inclusive el agua de las duchas, han de ser descontaminados antes de la evacuación final y deberá realizarse control de pH a los efluentes que lo requieran.

El tratamiento por calor (autoclave de doble puerta) es el método de preferencia.

A causa de la gran complejidad del trabajo, habrá que editar un manual detallado de operaciones que se ensayará en el curso de ejercicios de formación del personal. Además se establecerá un programa de emergencia que deberá contar con la colaboración activa de las autoridades de salud nacionales y locales. También podrán participar en esta labor otros servicios de emergencia (por ejemplo, incendios, policía, servicios hospitalarios). (Organización Mundial de la Salud, 2005)

1.5 Normas generales de seguridad

Técnicas seguras para el laboratorio

Los errores humanos, las técnicas de laboratorio incorrectas y el mal uso del equipo son la causa de la mayoría de los accidentes de laboratorio y las infecciones conexas. Por lo tanto se deben realizar los métodos técnicos destinados a evitar o reducir al mínimo los accidentes más comunes provocados por esos factores. (Organización Mundial de la Salud, 2005)

1.5.1 Manipulación segura de muestras en el laboratorio

La recolección, transporte y manipulación de muestras en el laboratorio entrañan un riesgo de infección para el personal, por lo cual envases y otros recipientes deben ser adecuados para el transporte de muestras. (Tabla 7)

TABLA 7. Manipulación segura de muestras en el laboratorio

MANIPULACION DE MUESTRAS	CARACTERISTICAS
Recipientes para muestras	Deben ser de vidrio o plástico Sin fugas cuando tengan tapas correctamente colocadas. Rotular para su identificación
Transporte de muestras dentro de la instalación	Utilizar embalajes secundarios (cajas) que incluyan gradillas. Estos pueden ser de metal o plástico resistentes a desinfectantes y autoclavado.
Apertura de los envases	Los recipientes primarios deben abrirse en una CSB

	El personal que manipule los envases deberá conocer los riesgos y estar capacitado para adoptar precauciones en caso de fugas o envases rotos
--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Fuente: Organización Panamericana de la Salud, 2002)

1.5.2 Uso de pipetas y dispositivos de pipeteo

El pipeteo con la boca es estrictamente prohibido, pudiendo haber una ingestión bucal de material peligroso. Es importante que estos dispositivos sean fáciles de limpiar y esterilizar, además debe tenerse en cuenta que las pipetas que tengan los extremos de succión agrietados o astillados deben desecharse, ya que dañan las juntas herméticas por las que se insertan en los dispositivos de pipeteo y crean un peligro. (Organización Mundial de la Salud, 2005). Para evitar accidentes es importante tener en cuenta técnicas de empleo de pipetas y dispositivos de pipeteo. (Tabla 8)

Tabla 8. Técnicas de empleo de pipetas y dispositivos de pipeteo

Utilizar dispositivos de pipeteo
Utilizar pipetas con dispositivos de algodón que disminuyan la contaminación de los dispositivos
No se expulsaran a la fuerza los líquidos en una pipeta
Sumergir las pipetas contaminadas en un desinfectante adecuado contenido en un recipiente irrompible durante un tiempo suficiente antes de tirarlas.
Utilizar material absorbente sobre la superficie de trabajo, que recoja el material infeccioso que caiga accidentalmente de la pipeta
Colocar un recipiente para las pipetas usadas dentro (no fuera) de la CSB.
No deben utilizarse para pipetear jeringuillas provistas de aguja hipodérmica

(Organización Panamericana de la Salud, 2005)

1.6 Elementos de protección personal

La vestimenta y el equipo de protección personal pueden actuar como barrera para reducir al mínimo el riesgo de exposición a aerosoles y salpicaduras. La tabla 9 muestra algunas características de estos elementos.

Tabla 9. Elementos de protección personal

ELEMENTO DE PROTECCION	USO	CARACTERISTICAS
BATA	Protege la ropa y la piel, de las sustancias biológicas o químicas que se derraman o producen salpicaduras Usarse al ingreso y retirarse antes de salir del laboratorio	Abotonarla hasta arriba Manga larga Color blanco Debe cubrir la rodilla Material de algodón
GORRO	Usarse todo el tiempo dentro del laboratorio y retirarse antes de salir	Desechable o de tela de color claro Debe proteger totalmente el cabello
GAFAS DE SEGURIDAD Y VISERAS	Usarse en actividades donde se maneje material de vidrio a presiones reducidas o elevadas o sustancias biológicas con riesgos para la salud, dentro del laboratorio	Deben ser de plástico irrompible Los lentes deben ser amplios y ajustados al rostro
GUANTES	Usarse en actividades con material infeccioso o cuando se trabaje con CSB, desechar antes de salir del laboratorio	Desechables de látex, vinilo o nitrilo. Material de zetex o amianto para manipular objetos calientes Sin agujeros, pinchazos o rasgaduras
TAPABOCAS	Cubre boca y nariz contra material infeccioso o formación de aerosoles	Se retiene por un mecanismo ajustable a las orejas y es desechable o de tela.

Fuente: (Castro, 1997)

1.7 Preparación y esterilización de material

Los conocimientos básicos en desinfección y esterilización son cruciales en la bioseguridad del laboratorio. Los requerimientos específicos para descontaminación para bioseguridad dependerán del tipo de trabajo experimental y los agentes infecciosos nativos con los que se trabaje. Posteriormente será necesario utilizar la información general para desarrollar procedimientos más

específicos y estandarizados según el nivel de bioseguridad que requiera el laboratorio. (CDC, Cuarta Edición)

Varios términos son utilizados en los procesos de descontaminación en bioseguridad. (Tabla 10).

Tabla 10. Definiciones de procesos de descontaminación en bioseguridad

Antimicrobiano	Agente que mata microorganismos o detiene su crecimiento y multiplicación.
Antiséptico	Sustancia que inhibe el crecimiento y desarrollo de microorganismos cuando no es necesario matarlos. Los antisépticos usualmente son aplicados en las superficies corporales.
Biocida	Término general para algunos agentes que matan organismos unicelulares y multicelulares.
Germicida químico	Químico o mezcla de químicos utilizados para matar microorganismos.
Descontaminación	Proceso para remover y/o matar microorganismos. Sin embargo, este término también es utilizado para remover o neutralizar químicos peligrosos y materiales radioactivos.
Desinfectante	Químico o mezcla de químicos utilizados para matar microorganismos, pero no necesariamente sus esporas. Los desinfectantes usualmente son aplicados en las superficies u objetos inanimados.
Desinfección	Métodos físicos o químicos para matar microorganismos, pero no necesariamente sus esporas.
Microbicida	Químico o mezcla de químicos utilizados para matar microorganismos. Este término puede ser reemplazado por “biocida”, “germicida” o “antimicrobiano”.
Esterilización	Proceso que destruye y/o remueve todas las clases de microorganismos y sus esporas.

Fuente: Dagmar, (2004)

1.7.1 Limpieza del material del laboratorio

La limpieza y desinfección se realiza de acuerdo a las características del material, presencia de suciedad o materia orgánica. (Tabla 11)

Tabla 11. Limpieza y desinfección del material de laboratorio

MATERIAL	MODO DE LIMPIEZA Y DESINFECCION
DE VIDRIO NUEVO	Es ligeramente alcalino, para neutralizarlo debe sumergirse en ácido clorhídrico al 2% por 24 horas, enjuagar, secar y esterilizar.
DE VIDRIO USADO	Se deja en remojo en agua con detergente 3 horas, luego cepillar, enjuagar, dejar 30 minutos en agua limpia para retirar detergente y enjuagar finalmente. Si los recipientes contienen medio de cultivo contaminado se debe esterilizar con las tapas flojas Las pipetas contaminadas se colocan en un recipiente con fenol o hipoclorito de sodio al 2% por 24 horas y luego se enjuaga. Todo el material se deja escurrir y si es posible se seca en horno a 60° C. Los recipientes se taponan con algodón y las cajas de petri se envuelven en papel kraft.
LAMINAS NUEVAS	Almacenarlas separadamente en un recipiente con agua y detergente, se enjuagan y se sumergen en alcohol al 95% por unos minutos, se secan y envuelven en papel el grupos de 10
LAMINAS USADAS	Remojar 3 horas en solución de hipoclorito de sodio al 2%. Agitar suavemente y escurrirlas sobre gasa
LAMINAS SUCIAS	Quitar el aceite de inmersión con papel periódico y si tienen laminilla, retirar esta con aguja Depositadas en recipiente con hipoclorito de sodio al 2% x 10 días, luego depositar en detergente con agua, frotar con algodón y enjuagar. Finalmente se sigue el procedimiento para laminas nuevas
PLASTICO	Material traslucido y claro no se autoclave ni se somete a calor intenso como polipropileno, policarbonato y poliestireno. Material opaco como pipetas, probetas, tubos de centrifuga y de ensayo hechos de polietileno o nylon son reutilizables y se pueden esterilizar. Frascos, vasos de precipitados y buretas pueden reutilizarse pero no autoclavarse Los plásticos que se descarten se deben esterilizar con oxido de etileno bajo calor seco

Fuente: (Organización Mundial de la Salud, 2005)

1.7.2 Esterilización

Es el proceso mediante el cual se alcanza la muerte de todas las formas de vida microbianas incluyendo bacterias y sus formas esporuladas altamente resistentes, hongos y sus esporos, y virus. (Organización Mundial de la Salud, 2005)

1.7.2.1 Tipos de esterilización

Los métodos de esterilización comprenden todos los procedimientos físicos, mecánicos y químicos que se emplean para destruir gérmenes patógenos. Existen métodos físicos como temperatura y filtración, esta última permite la esterilización del aire, líquidos e incluso permiten realizar análisis de agua, para lo cual existen diferentes tipos de filtros. (CDC, Cuarta edición)


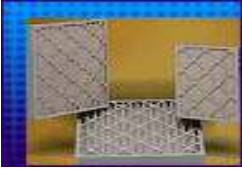
- **Temperatura**

Uno de los métodos físicos más utilizados es el de la temperatura, las altas temperaturas suministran calor, sin embargo hay que distinguir entre calor húmedo y calor seco. El calor húmedo mata los microorganismos porque coagula sus proteínas siendo más rápido y efectivo que el calor seco que los destruye al oxidar sus constituyentes químicos. Las bajas temperaturas por su parte inhiben el metabolismo de los microorganismos por largos períodos de tiempo pero no logran matarlos. (Tabla 12).

- **Filtración**



Algunos materiales como los líquidos biológicos son termolábiles. Otros agentes físicos como la radiación son perjudiciales para estos materiales e imprácticos para esterilizarlos, por lo que se recurre a la filtración a través de filtros capaces de retener los microorganismos (Tabla 13). Los microorganismos quedan retenidos por el pequeño tamaño del poro y en la parte de absorción a las paredes del poro, durante su paso a través del filtro debido a la carga eléctrica del filtro y de los microorganismos. (Universidad de Salamanca, 2005)

Tabla 13. Esterilización por filtración

TIPO DE FILTRO	DESCRIPCION	USO
<p>Filtros de membrana</p> 	<p>Son discos de ésteres de celulosa con poros pequeños. Se encuentran tamaños de 0.22 y 0.45µm</p>	<p>Previenen el paso de microorganismos. Se utilizan para esterilizar líquidos, realizar análisis microbiológico de aguas, ya que concentran los microorganismos existentes en grandes volúmenes de agua.</p>
<p>Filtros HEPA</p> 	<p>Se componen de pliegues de acetato de celulosa</p>	<p>Retienen las partículas (incluidos los microorganismos) del aire que sale de una campana de flujo laminar</p>

Fuente: Organización Mundial de la Salud (2005)

Tabla 12. Esterilización por temperatura

EQUIPO/ TECNICA	DESCRIPCION	USO	PRECAUCION
<p>Autoclave Esterilización por calor húmedo</p> 	<p>Consta de 2 recipientes metálicos adaptado uno dentro del otro. En el recipiente externo se pone una tercera parte de agua y en el interno el material a esterilizar</p>	<p>Esteriliza material de laboratorio, utilizando vapor de agua a alta presión y temperatura. Inactiva virus y bacterias. Para una adecuada esterilización se utiliza a 121° C, 15 libras de presión de 15 a 30 minutos</p>	<p>El vapor de agua estará saturado y exento de sustancias químicas que puedan contaminar el material. La válvula central de vapor debe estar cerrada para dejar descender la temperatura por debajo de 80° C Si se introducen líquidos, la evacuación debe ser lenta para evitar que hiervan por el sobrecalentamiento Las válvulas de descarga no deben quedar bloqueadas por papel u otro material.</p>
<p>Horno Pasteur Esterilización por calor seco.</p> 	<p>Es una estufa de doble cámara, el aire caliente es generado por una resistencia. Se mantiene una temperatura estable mediante termostatos de metal.</p>	<p>Se utiliza para esterilizar material de vidrio y otros materiales sólidos estables al calor. Los materiales se exponen a 160° C durante 2 horas</p>	<p>Realizar revisiones periódicas de los termostatos de metal ya que pueden dilatarse por el calor cortando el circuito eléctrico.</p>

Tindalización Esterilización por calor húmedo.	Se realiza en el recipiente que contiene el material a esterilizar	El material a esterilizar se calienta a una temperatura de 90-100°C durante 30 minutos cada día, durante 3 días consecutivos y se incuba a 37°C entre cada calentamiento. Así se deja tiempo para que las esporas germinen y luego se eliminan con una nueva ebullición.	No esterilizar soluciones que formen emulsiones con agua. Es corrosivo sobre ciertos instrumentos metálicos
Incineración Esterilización por calor seco	Se puede realizar en hornos	Se somete el material contaminado a altas temperaturas para reducirlo prácticamente a cenizas. Su fin es evitar el vertido de material de alto riesgo en la basura.	_____
Refrigeración Neveras (4-5°C).		Detienen el crecimiento de la mayoría de los microorganismos patógenos	_____
Congelación Neveras (0° C)		Elimina a la mayor parte de los microorganismos durante períodos largos, aunque algunos resisten por lo que tras la descongelación comienzan a crecer.	_____

Fuente: Organización Panamericana de la Salud, 20

1.8 Limpieza y desinfección

1.8.1 Desinfectantes

Desinfectante es aquella Sustancia o mezcla de sustancias químicas utilizada para matar microorganismos, pero no necesariamente esporas. Los desinfectantes suelen aplicarse a superficies u objetos inanimados. Muchos desinfectantes pueden ser perjudiciales para el ser humano o el medio ambiente. Se deben seleccionar, almacenar, manipular, utilizar y eliminar con precaución, siguiendo las instrucciones del fabricante. En relación con la seguridad personal, se recomienda utilizar guantes, delantales y protección ocular cuando se preparen diluciones de estos. (Organización Panamericana de la Salud, 2005)

Los desinfectantes son clasificados en tres niveles (alto, mediano, bajo) según la intensidad de su actividad sobre bacterias y esporos, virus (lipídicos y no lipídicos) hongos y sus esporos, etc. (Organización Panamericana de la Salud, 2005)

1.8.1.1 Desinfectantes de alto nivel

Se caracterizan por destruir todos los microorganismos, inclusive esporas bacterianas, produciendo una esterilización química si el tiempo de acción es adecuado (Tabla 14) (Sánchez, 2003)

Tabla 14. Desinfectantes de alto nivel

PRODUCTO	CARACTERISTICAS	FORMA DE APLICACIÓN	PRECAUCIONES
Formaldehído (HCHO)	Gas que mata microorganismos y esporas a temperaturas superiores a 20° C	Solución del gas en agua con 370g/l (37%) y con metanol (100ml/l) como estabilizante, calentar para liberar el gas que desinfecta la CSB y áreas del laboratorio.	Presuntamente cancerígeno Puede irritar ojos y mucosas Almacenar y utilizar en campana extractora de vapores

Glutaraldehído (OHC(CH ₂) ₃ CHO)	Actúa contra formas vegetativas de bacterias, esporas, hongos y virus con y sin envoltura lipídica. No es corrosivo y tiene mejor acción que el formaldehído	Se suministra en forma de solución con una concentración de 20g/l	Tóxico e irritante para piel y mucosas. No se recomienda en forma de pulverización ni solución para descontaminar superficies. Utilizar en campana extractora de vapores
Peroxido de hidrogeno (H ₂ O ₂)	Se utiliza para descontaminar las superficies de trabajo del laboratorio y de las CSB	Se suministra en forma de solución acuosa al 30% diluyendo 5 a 10 veces su volumen en agua esterilizada	Es corrosivo para metales como aluminio, cobre, latón y zinc. Puede irritar piel y mucosas. Se almacena alejado del calor y protegido de la luz.
Oxido de etileno (C ₂ H ₄ O)	Destruye todos los microorganismos incluso esporas y virus. Esteriliza artículos de goma, plástico y metal. Se adquiere en botellas metálicas o cartuchos que se vaporizan, cambian de líquido a gas a 10° C.	El tiempo de esterilización depende del vacío que se produce, la humedad, la concentración del gas y la temperatura.	Es muy peligroso por ser altamente inflamable y explosivo, y además cancerígeno.

Fuente: Sánchez, (2003)

1.8.1.2 Desinfectantes de mediano nivel

Consiguen inactivar todas las formas bacterianas vegetativas, la mayoría de los virus con o sin envoltura y hongos filamentosos, pero no destruyen necesariamente las esporas bacterianas. (Tabla 15) (Sánchez, 2003)

Tabla 15. Desinfectantes de mediano nivel

PRODUCTO	CARACTERISTICAS	FORMA DE APLICACIÓN	PRECAUCIONES
Cloro hipoclorito de sodio (NaOCl)	Germicida químico de amplio espectro Oxidante de acción rápida Se encuentra en forma de lejía, una solución acuosa de hipoclorito de sodio que puede diluirse en agua para conseguir diferentes concentraciones de cloro libre	Concentración de 1g/l de cloro libre como solución desinfectante general para toda clase de trabajos en el laboratorio. Concentración de 5g/l de cloro libre en caso de derrame de peligro biológico y cuando existan grandes cantidades de materia orgánica	Evitar su uso indiscriminado y en particular de la lejía. Cualquier sustancia orgánica es bloqueante de su capacidad oxidativa
Compuesto fenólicos (Triclosan y cloroxilenol)	Actúan contra virus con envoltura lipídica, micobacterias y formas vegetativas de bacterias	Deben diluirse con agua destilada o desionizada para evitar que queden inactivados con aguas duras Concentraciones de uso de 0.3 al 2%.	Se puede formar cloroformo a partir de triclosan y el cloro utilizado para desinfectar el agua.
Alcoholes Alcohol etílico (C ₂ H ₅ OH) Alcohol isopropílico (CH ₃) ₂ CHOH) Etanol	Actúan contra formas vegetativas de bacterias, hongos y virus con envoltura lipídica, pero no contra esporas. No dejan residuos en los objetos tratados	70% v/v para descontaminar superficies de trabajo y CSB	Su utilización puede provocar irritación a la piel. Al volatilizarse puede causar irritación de la mucosa nasal y lagrimal. La toxicidad del alcohol isopropílico es dos veces superior a la del etanol.

Fuente: Organización Mundial de la Salud, 2005

1.8.1.3 Desinfectantes de bajo nivel

Se caracterizan por destruir la mayor parte de las formas vegetativas bacterianas, tanto grampositivas como gramnegativas, algunos virus con envoltura lipídica y

hongos levaduriformes, pero no las esporas de bacterias. (Tabla 16) (Sanchez, 2003)

Tabla 16. Desinfectantes de bajo nivel

PRODUCTO	CARACTERISTICAS	FORMA DE APLICACION	PRECAUCIONES
Compuestos de amonio cuaternario	Tienen acción sobre bacterias en fase vegetativa y virus con envoltura lipídica. El cloruro de benzalconio se utiliza como antiséptico	Concentraciones de 0.4 a 1.6% para la desinfección de superficies como suelos y paredes.	Su actividad germicida se reduce ante materia orgánica, aguas duras y detergentes aniónicos.
Compuestos mercuriales	Tienen acción esencialmente bacteriostática y fungistática, pero de escasa potencia. Su espectro de acción es mas sobre las bacterias grampositivas que sobre las bacterias gramnegativas	soluciones al 0,1%, son usadas como desinfectante potente	El mercuriocromo, la mercromina, el timerosal no son fiables como desinfectantes. Su uso en la actualidad es limitado por ser sumamente tóxicos

Fuente: Sánchez (2003)

1.8.2 Descontaminación de espacios y superficies

La descontaminación del espacio y el mobiliario requiere una combinación de desinfectantes líquidos y gaseosos. Las superficies pueden descontaminarse con una solución de hipoclorito sódico (NaOCl); 1% de cloro libre o 3% de peróxido de hidrogeno (Organización Panamericana de la Salud, 2005)

Las salas y el equipo pueden descontaminarse por fumigación con formaldehído gaseoso, siendo un procedimiento que debe realizarse únicamente por personal autorizado.

La fumigación debe efectuarse a una temperatura ambiente de al menos 21 °C y una humedad relativa del 70%. Tras la fumigación, la zona debe ventilarse completamente antes de permitir la entrada de personal. Para neutralizar el

formaldehído puede utilizarse bicarbonato amónico gaseoso. (Organización Panamericana de la Salud, 2005)

1.8.3 Técnica de lavado de manos

Siempre que sea posible, se llevarán guantes apropiados cuando se manipulen materiales biológicos peligrosos. A pesar de ello, los guantes no obvian la necesidad de que el personal se lave las manos de forma regular y correcta. Las manos se lavarán después de manipular materiales biológicos peligrosos y antes de abandonar el laboratorio. (Organización Panamericana de la Salud, 2005)

1. Subirse las mangas hasta el codo.
2. Remoción de alhajas (anillos, pulseras, etc.)
3. Lavado vigoroso con agua y jabón durante 10 minutos, friccionando las superficies de las manos y puño y enjuagando con agua corriente.
4. Secar con toalla de papel.
5. Se recomiendan los grifos accionados con el pie o el codo. Cuando no existan, debe utilizarse una toalla de papel o paño para cerrar los mandos de los grifos con el fin de evitar volver a contaminarse las manos ya lavadas. Se pueden realizar friegas con alcohol en las manos para descontaminarlas cuando estén ligeramente sucias y no se pueda lavarlas con agua y jabón. (Organización Mundial de la Salud, 2005)

1.9 Riesgos químicos

Los trabajadores de los laboratorios están expuestos a riesgos químicos de la misma manera a la que están expuestos a microorganismos patógenos. Así, es vital que estos tengan conocimientos propios de los efectos tóxicos de estos químicos, las rutas de exposición y los riesgos asociados con el manejo y el almacenamiento. Los registros del material de seguridad en hojas informativas sobre sustancias peligrosas, (MSDS), describen los riesgos asociados con el uso de químicos, las cuales son suministradas por el fabricante y deben estar

disponibles en los laboratorios donde estos químicos son utilizados. (CDC, Cuarta Edición)

Los riesgos químicos son definidos y clasificados de acuerdo a las regulaciones escritas para el transporte de sustancias peligrosas o por los riesgos y grado de peligros presentes. Estos son enumerados por su grado de reactividad, inestabilidad, fuego o peligros para la salud o efectos tóxicos.

1.9.1 Rutas de exposición

La exposición a químicos peligrosos puede ocurrir por diferentes vías como inhalación, contacto o ingestión. (Tabla 17)

Tabla 17. Rutas de exposición a químicos

RUTAS DE EXPOSICION	CARACTERISTICAS
Inhalación	Químicos que causan irritación, sensibilidad, reacciones alérgicas, enfermedades respiratorias o cáncer.
Contacto	El contacto con piel puede causar quemaduras químicas, conjuntivitis ocular o envenenamiento sistémico
Ingestión	Químicos peligrosos que pueden ser ingeridos accidentalmente por pipeteo con la boca, contaminación de alimentos o bebidas
Por piel lastimada	Los químicos peligrosos pueden ingresar al cuerpo por abrasiones o cortaduras en la piel

Fuente: (Weng, 2005)

1.9.2 Identificación

Una forma de identificar el riesgo de una sustancia o preparado químico en origen es la etiqueta, donde el fabricante o proveedor, de acuerdo con la legislación existente, debe identificar las sustancias peligrosas que lo componen e informar de los riesgos (**frases R**) y los consejos de prudencia (**frases S**). Además, junto con el producto, debe adjuntarse la ficha toxicológica de los datos de seguridad en la

que se amplía la información y se detallan los riesgos en cuanto a su utilización y las medidas de seguridad a adoptar. (Weng, 2005).

1.9.3 Almacenamiento

Los químicos no deben ser almacenados en orden alfabético. Algunos químicos incompatibles pueden ser peligrosos si se ubican unos cerca de otros en los estantes. Todas las botellas grandes y las que contengan ácidos y álcalis fuertes deben ubicarse al nivel del piso, con bandejas para goteos. Deben suministrarse botellas transportadoras y dispositivos de sifón para relleno de botellas a granel, al igual que escaleras de tijera para la ubicación en las partes altas de los estantes de los productos.

1.9.4 Establecimiento de separaciones

Por su naturaleza y propiedades, algunas sustancias son incompatibles entre sí, porque pueden reaccionar de forma violenta. En tales casos, estas sustancias no deben almacenarse conjuntamente, sobre todo a partir de determinadas cantidades. En caso de fuga o incendio, los embalajes podrían resultar dañados y las sustancias incompatibles podrían entrar en contacto, produciéndose reacciones peligrosas. Tampoco deben almacenarse productos tóxicos con productos comburentes o inflamables. (Figura 5) Ciertos productos requieren el aislamiento del resto, por sus características fisicoquímicas, toxicológicas y organolépticas señalando: Inflamables, carcinógenos, mutágenos, tóxicos y pestilentes (Tabla 18) (Weng, 2005)

Tabla 18. Incompatibilidades de algunos productos químicos

PRODUCTO	INCOMPATIBLE CON
Metales alcalis; ej. sodio, potasio, cesio y litio	Dióxido de carbono, hidrocarburos clorados, agua
Halógenos	Amonio, acetileno, hidrocarburos
Ácido acético, sulfuro de hidrógeno, anilina ácido	Agentes oxidantes; ej. ácido crómico
Hidrocarburos, ácido sulfúrico	Nítrico, peróxidos, permanganatos

Fuente: CDC, Cuarta edición

Incompatibilidades de almacenamiento de los productos peligrosos.




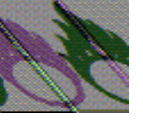






		Inflamable (F)	Explosivo (E)	Toxico (T)	Comburente (O)	Nocivo (Xn)
						
F		+	-	-	-	+
E		-	+	-	-	-
T		-	-	+	-	+
O		-	-	-	+	O
Xn		+	-	+	O	+
+	Se pueden almacenar juntos					
O	Solamente podrán almacenarse juntos, adoptando ciertas medidas					
-	No deben almacenarse juntos					

Figura 5. Resumen de las incompatibilidades de almacenamiento de los productos peligrosos Fuente: Weng (2005)

1.9.5 Efectos tóxicos

Los vapores de algunos solventes son tóxicos cuando son inhalados. La exposición puede resultar en daños que no se evidencian inmediatamente sobre la salud pero que pueden incluir carencia de coordinación, adormecimiento y síntomas similares, que aumentan el riesgo de accidentes. (Tabla 19)

Las exposiciones repetidas o prolongadas a las fases líquidas de algunos solventes orgánicos pueden resultar en daños en la piel.

Tabla 19. Efectos adversos de algunas sustancias químicas en el laboratorio

Sustancia química	Efectos reportados	
	Agudos	Crónicos
Acetaldehído (aldehído acético, etanol)	Irritación en los ojos y de las vías respiratorias y somnolencia	Bronquitis: lesión hepática
Acetona	Ligera irritación de los ojos, de la mucosa nasal y de la garganta; somnolencia.	
Amoniaco	Irritación ocular	Edema pulmonar
Benceno	Somnolencia	Lesión hepática, Leucemia, dolor renal; anemia aplásica
Fenol	Dolor abdominal; vómitos; diarrea; Irritación cutánea, dolor ocular; acción corrosiva	Trastornos del sistema nervioso central; coma
Formaldehído(formol)	Irritación de las vías respiratorias, de la piel y las mucosas	Edema pulmonar
Glutaraldehído	Irritación de las vías respiratorias y las mucosas	
Metanol (alcohol Metílico)	Somnolencia; irritación de las mucosas	Lesión de la retina y del nervio óptico
Tolueno (metilbenceno fenilmetano; toluol)	Somnolencia	Deficiencias neurológicas inespecíficas, posible adicción
<i>m</i> -Xileno	Somnolencia; dolor de	Deficiencias

Sustancia química	Efectos reportados	
	Agudos	Crónicos
(1,2-dimetilbenceno)	cabeza; vértigo; fatiga; náuseas	neurológicas
<i>o</i> -Xileno (1,3- dimetilbenceno)	Somnolencia; dolor de cabeza, vértigo; fatiga; náuseas	Deficiencias neurológicas inespecificas
<i>p</i> -Xileno (1,4-diemtilbenceno)	Somnolencia; dolor de cabeza; vértigo; fatiga; náuseas	Deficiencias neurológicas inespecificas

Fuente: Weng, (2005)

1.9.6 Manipulación de productos químicos

Las operaciones con productos químicos, como envasado, trasvase, almacenamiento, etc. deben llevarse a cabo siguiendo unas instrucciones de trabajo precisas. Estas instrucciones pueden referirse tanto a un producto concreto, como a una clase de productos que presentan riesgos similares. De este modo, las instrucciones en cuestión deben tener en cuenta los siguientes aspectos como, zona de trabajo y actividad desarrollada, identificación de la sustancia peligrosa, riesgos para el ser humano y el medio ambiente, medidas de protección y pautas de comportamiento, incompatibilidades de almacenamiento, actuación en caso de peligro, primeros auxilios a aplicar en caso de accidente, condiciones de disposición y eliminación de residuos. (Organización Mundial de la Salud, 2005)

Cuando se precise trasvasar un producto químico al recipiente de destino, deberá etiquetarse éste de igual modo que el envase original. Durante el desarrollo de la operación, se hará uso de los equipos de protección individual prescritos en la hoja de producto por la atmósfera del laboratorio. (Organización Mundial de la Salud, 2005)

Si es un líquido, se protegerán los desagües, se tratará con materiales absorbentes (como la tierra de diatomeas) y se depositará en recipientes adecuados para eliminarlo como residuo. Cuando sea necesario, antes de tratarlo con absorbente,

se procederá a su inertización, para lo cual se consultará la ficha de seguridad correspondiente y en caso de duda, se tratará con el proveedor. (Organización mundial de la salud, 2005)

1.9.7 Derrame y salpicadura de sustancias químicas

En caso de que se produzca un derrame de sustancias químicas se debe actuar de la siguiente manera:

1. Notificar el incidente al funcionario de seguridad que corresponda.
2. Evacuar del local al personal no indispensable.
3. Atender a las personas que puedan haberse contaminado.
4. Si el material derramado es inflamable, extinguir todas las llamas desnudas, cortar el gas del local afectado y de los locales adyacentes, abrir las ventanas (si es posible), y cortar la electricidad de los aparatos que puedan producir chispas.
5. Evitar la respiración de vapores del material derramado.
6. Al derramarse productos químicos corrosivos y humeantes es recomendable cubrirlos y absorberlos, total e inmediatamente con medios químicamente inertes, pero de gran poder absorbente. Para ello es adecuado el Chemisorb en polvo o granulado universalmente utilizable sin problemas, independientemente de la naturaleza química del producto derramado. En recintos aireados y al aire libre se usará preferentemente el material granulado. Chemisorb absorbe, al cabo de 30 segundos, hasta un 100% de su propio peso.

El agente absorbente se debe introducir en una bolsa de polietileno y se eliminará, de acuerdo con los métodos para la desactivación de pequeñas cantidades de sustancias químicas. (Dagmar, 2004)

Por otro lado es importante que el laboratorio disponga de los siguientes materiales:

1. Estuches especiales de material para derrames químicos
- 2.. Escobas y palas para el polvo

3. Pinzas metálicas para recoger los trozos de vidrio
4. Bayetas, trapos y toallas de papel
5. Carbonato sódico (Na_2CO_3) o bicarbonato sódico (NaHCO_3) para neutralizar ácidos y sustancias químicas corrosivas
6. Arena (para cubrir los derrames de sustancias alcalinas)
7. Detergente no inflamable. (Dagmar, 2004)

En caso de accidentes con sustancias químicas se debe proceder de la siguiente manera, (tabla 20)

Tabla 20. Acciones en caso de accidente con sustancias químicas

ACCIDENTE QUIMICO	ACCIONES A REALIZAR
Salpicadura en cara y ojos	Verificar hoja de seguridad del producto implicado, en caso de no encontrarse disponible, lavar la cara con abundante agua y los ojos en la ducha de seguridad forzando la apertura de los parpados para un lavado efectivo, durante 10 segundos y mantener abiertos los ojos por 10 minutos con ayuda de los dedos. Avisar al director de laboratorio para considerar revisión medica
Salpicadura sobre piel descubierta	Lavar con agua por 15 minutos no aplicar ungüentos, spray o pomadas para las quemaduras en las áreas afectadas. Cubrir con material limpio, seco y estéril. Dar aviso al director de laboratorio
Salpicadura sobre la ropa de trabajo	Lavar el área de la ropa salpicada con abundante agua por 15 minutos en la ducha de emergencia.
Ingesta de productos químicos	Revisar la hoja de seguridad del producto con el que ocurrió el incidente. Si el paciente esta inconciente, colocarlo acostado de lado y sujetarle la lengua para que no se le invierta y no provocarle vomito si el producto es corrosivo. Si el accidente ocurre con un acido, es importante no neutralizarlo. Si es posible, beber agua y tener un teléfono de emergencia.

Fuente: (CDC, Cuarta Edición)

1.10 Riesgo biológico

Pueden presentarse derrames, formación de aerosoles y salpicaduras (Tabla 21) que pueden afectar al personal que labora con material biológico.

1.10.1 Ingestión del material potencialmente infeccioso

Se quitará la ropa protectora. Se notificará la identidad del material ingerido y las circunstancias del incidente. Se debe informar inmediatamente al Director del laboratorio, para que este a su vez remita inmediatamente al médico a la persona afectada. Se mantendrán registros médicos apropiados y completos. (Organización Mundial de la Salud, 2005)

1.10.2 Emisión de aerosoles potencialmente infecciosos (Fuera de una cabina de seguridad biológica)

Todas las personas deberán evacuar inmediatamente la zona afectada; las personas expuestas serán enviadas deberán recibir atención médica. Se informará inmediatamente al director del laboratorio y al funcionario de bioseguridad.

Nadie podrá entrar al laboratorio aproximadamente durante una hora para que los aerosoles puedan salir y se depositen las partículas más pesadas. Se colocarán señales indicando que queda prohibida la entrada (Figura 6). Luego se procederá a la descontaminación bajo la supervisión del funcionario de bioseguridad. Para ello habrá que utilizar ropa protectora y protección respiratoria apropiada. (Organización Panamericana de la Salud, 2005)



Figura 6. Entrada restringida
Fuente: UCA, (2005)

1.10.3 Rotura de recipientes y derrame de sustancias

Los recipientes rotos contaminados con sustancias infecciosas y las sustancias infecciosas derramadas se cubrirán con paños o papel absorbente. A continuación se verterá sobre éstos un desinfectante que se dejará actuar durante tiempo suficiente, y después podrá retirarse el paño o el papel absorbente junto con el material roto; los fragmentos de vidrio deberán ser manipulados con pinzas. Después se fregará la zona contaminada con un desinfectante preferentemente líquido y según la programación de rotación de los desinfectantes.

Los recogedores de polvo para retirar el material roto, se tratarán en autoclave o se sumergirán en un desinfectante eficaz. Los paños y el papel absorbente utilizados para la limpieza se colocarán en un recipiente para residuos contaminados. Habrá que utilizar guantes en todas estas operaciones. (Organización Mundial de la Salud, 2005)

Si se contaminan los formularios del laboratorio u otros papeles manuscritos o impresos, se copiará la información en otro formulario y se tirará el original en un recipiente para residuos contaminados. (Organización Mundial de la Salud, 2005)

Tabla 21. Acciones en caso de accidente con material biológico

ACCIDENTE BIOLÓGICO	ACCIONES A REALIZAR
Salpicadura en cara y ojos	Lavar la cara con abundante agua y los ojos en la ducha de seguridad forzando la apertura de los párpados para un lavado efectivo, durante 10 segundos y mantener abiertos los ojos por 10 minutos con ayuda de los dedos. Avisar al director de laboratorio para considerar revisión médica Si en los siguientes días se presenta reacción alérgica consultar al médico
Salpicadura sobre piel descubierta	Realizar un lavado abundante con agua y jabón bactericida aproximadamente 10 minutos. Dar aviso al director de laboratorio
Salpicadura sobre la ropa de trabajo	Retirar la ropa afectada y sumergirla en un recipiente que contenga solución desinfectante como hipoclorito

Fuente: (CDC, Cuarta edición)

1.11 Riesgo eléctrico

Es indispensable que todas las instalaciones y el equipo eléctrico sean inspeccionados y probados con regularidad, incluida la toma de tierra, y mantenidos por electricistas calificados. El personal del laboratorio no debe tratar de ocuparse de ningún tipo de equipo eléctrico.

Debe asegurarse la presencia de fusibles del nivel correcto interpuestos entre el equipo y el suministro. Los circuitos eléctricos del laboratorio estarán dotados de interruptores de circuito y por fallo del polo a tierra. (Organización Panamericana de la Salud, 2005)

Nota. Los interruptores de circuito no protegen a las personas; están destinados a los cables contra el sobrecalentamiento, evitando así los incendios. Los interruptores por fallo del polo a tierra están destinados a proteger a las personas contra los choques eléctricos.

Todo el equipo eléctrico del laboratorio debe tener un polo a tierra, de preferencia mediante enchufes de tres espigas. Los dispositivos de doble aislamiento, que requieren solo dos espigas, son excepcionales en los laboratorios, pero si se haya pueden requerir un polo a tierra separado. Un suministro sin polo a tierra puede volverse activo como resultado de un fallo sin detectar.

Todo el equipo eléctrico del laboratorio debe ajustarse a la norma nacional de seguridad eléctrica o a la establecida por la Comisión Electrotécnica Internacional. (Organización Panamericana de la Salud, 2005)

El personal del laboratorio debe estar al tanto de los siguientes riesgos:

- Superficies mojadas o húmedas cerca del equipo eléctrico.
- Cables de conexión eléctricos flexibles y largos.
- Aislamiento de los cables escaso o ya desaparecido.
- Sobrecarga de los circuitos por el uso de adaptadores.

- Equipo productor de chispas situado cerca de sustancias y vapores inflamables.
- Equipo eléctrico que permanece conectado pero sin vigilancia.
- Utilización del extintor erróneo (agua o vapor en lugar de CO₂ o BCF) en caso de incendio eléctrico.

1.12 Plan de emergencia en caso de incendios

El personal que trabaja en el laboratorio puede enfrentarse a peligros debidos a formas de energía como el fuego (Tabla 22) y la electricidad.

Es importante examinar los efectos del incendio en la posible diseminación de material infeccioso. Esto puede ser determinante a la hora de decidir si es preferible extinguir o contener el incendio.

En cada sala y en los pasillos y vestíbulos deben figurar de forma destacada advertencias sobre incendios, instrucciones e indicaciones de las vías de salida.

El equipo de lucha contra incendios debe colocarse cerca de las puertas de las salas y en puntos estratégicos de los pasillos y vestíbulos. Ese equipo debe comprender:

1. Botiquín de primeros auxilios, que contendrá antídotos universales y especiales
2. Extintores de incendios, los cuales deben ser inspeccionados y mantenidos periódicamente y debe respetarse su vida útil (Tabla 23), mantas para apagar fuegos, mangueras, cubos de agua o arena. (Weng, 2005)

Otros materiales que pueden ser necesarios son, mascarillas respiratorias que cubran toda la cara, provistas de filtros para partículas y sustancias químicas, material para la desinfección del laboratorio como rociadores y vaporizadores de formaldehído, camillas, herramientas como martillos, hachas, llaves de tuercas, destornilladores, escaleras de mano, cuerdas y material para demarcar y señalar zonas peligrosas. (Weng, 2005)

Tabla 22. Tipos y uso de extintores de incendios

TIPO	USO	NO USAR PARA
Agua (actúa por enfriamiento)	Papel, Madera, Tejidos	Incendios Eléctricos, Líquidos Inflamables, metales incendiados.
Gases Extintores de CO ₂ (actúa por sofocación y enfriamiento)	Líquidos y gases inflamables, incendios eléctricos.	Metales Alcalinos, Papel.
Polvo Seco (actúa por sofocación)	Líquidos y Gases Inflamables, metales alcalinos, incendios eléctricos.	Equipo e instrumentos reutilizables, pues los residuos son muy difíciles de eliminar
Espuma(sofocación)	Líquidos Inflamables	Incendios Eléctricos

Fuente: (Organización Mundial de Salud, 2005)

Tabla 23. Acciones en caso de fuego o quemaduras

TIPOS DE FUEGO Y QUEMADURAS	ACCIONES EN CASO DE OCURENCIA
Fuego en el laboratorio	Evacuar el laboratorio por la salida principal, conservando la calma.
Fuegos pequeños	Apagar con el extintor adecuado que se encuentra en el laboratorio. Retirar los productos inflamables que se encuentran cerca al fuego
Fuegos grandes	Aislar el fuego, utilizando el extintor adecuado de acuerdo a su magnitud, en caso de no controlarlo accionar la alarma de fuego, dar aviso a los bomberos y evacuar el lugar.
Fuego en el cuerpo	Si se incendia la ropa pedir ayuda inmediata, arrojar al suelo y rodar sobre si mismo para apagar las llamas. No correr, ni intentar llegar a la ducha a menos de que se encuentre cerca
Ante una persona que se está quemando	Cubrir la persona con una manta y conducirla a la ducha de seguridad si se encuentra cerca. Hacerla rodar por el suelo, una vez sofocado el fuego mantener la persona tendida procurando que no coja frío y proporcionar atención medica. Nunca utilizar un extintor sobre una persona.
Quemaduras	Si se producen quemaduras pequeñas por material caliente, baños, placas o mantas, colocar el área afectada en agua fría por 15 minutos. Si las quemaduras son graves acudir a atención medica inmediata Es importante no cubrir estas quemaduras con cremas o pomadas grasas.

Fuente: (Organización Panamericana de la Salud, 2005)

1.13 Gestión de los residuos en el laboratorio

Algunos residuos generados en los laboratorios, son residuos peligrosos por su carácter infeccioso, reactivo, radiactivo, inflamable, entre otros (Tabla 24, Figura 7). Cuando los residuos peligrosos son sometidos a procesos de tratamiento y disposición final inadecuados, dan lugar a impactos negativos sobre los componentes ambientales bióticos y abióticos y sobre la calidad de vida, terminando finalmente en ríos y botaderos de basura a cielo abierto. Por estas razones es de suma importancia establecer los procedimientos, procesos y actividades para la gestión integral de residuos hospitalarios y similares, dando cumplimiento a lo establecido en el Decreto para la gestión integral de residuos hospitalarios y similares, 2676/ 2000

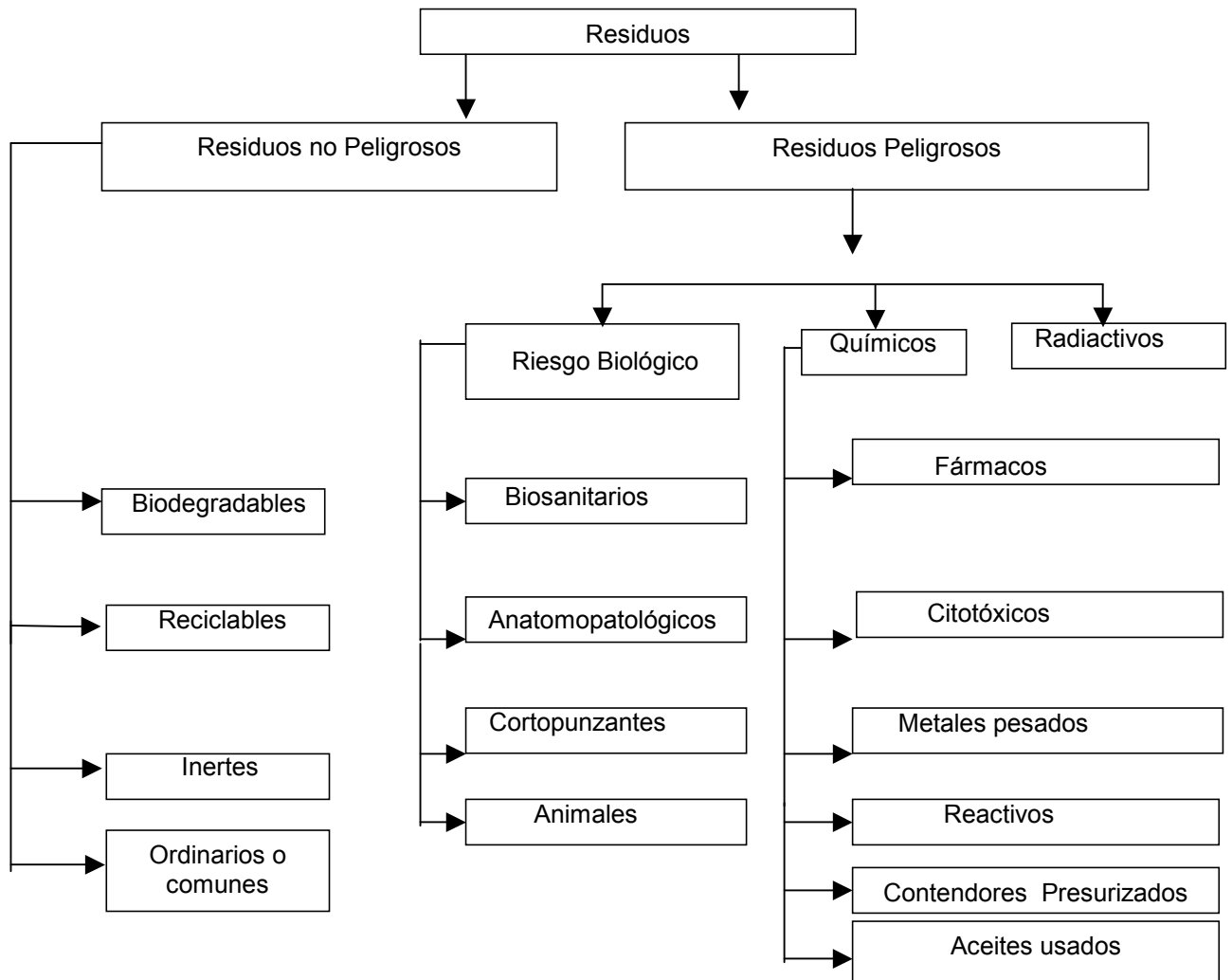


Fig. 7. Clasificación de residuos según su peligrosidad (Min. Medio Ambiente; 2002)

Tabla 24. Clasificación de los residuos según su peligrosidad

TIPO DE RESIDUOS	CARACTERISTICAS
<p>NO PELIGROSOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Biodegradables • Reciclables • Inertes • Ordinarios o comunes 	<p>Producidos en cualquier lugar y en desarrollo de una actividad. No presentan riesgo para la salud humana o el medio ambiente. Si ha estado en contacto con residuos peligrosos debe ser tratado como tal.</p> <p>Son restos químicos o naturales (vegetales, residuos alimenticios no infectados, papel higiénico, detergentes biodegradables, maderas) que se descomponen fácilmente en el ambiente</p> <ul style="list-style-type: none"> - No se descomponen fácilmente y ser puede reutilizar en procesos productivos como materia prima. Entre estos se encuentran papeles, plásticos, vidrio y telas. <p>No se descomponen ni transforman en materia prima y su degradación natural requiere largos periodos de tiempo. Entre estos se encuentran icopor, papel carbón.</p> <p>Generados en el desempeño normal de las actividades, como pasillos y áreas comunes.</p>
<p>RESIDUOS PELIGROSOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Residuos infecciosos o de riesgo biológico - Biosanitarios - Cortopunzantes 	<p>Producido con alguna de las siguientes características: infecciosos, combustibles, inflamables, explosivos, reactivos, radioactivos, volátiles, tóxicos, corrosivos. Se incluyen los envases, empaques que estén en contacto con estos. Pueden causar daño a la salud humana y al medio ambiente.</p> <p>Contienen microorganismos patógenos, bacterias, virus, hongos, con alto grado de virulencia y concentración que puede producir enfermedad infecciosa en huéspedes susceptibles.</p> <p>Instrumentos utilizados durante procedimientos que tienen contacto con materia orgánica, guantes, material de laboratorio, medios de cultivo, láminas y laminillas.</p> <p>Por ser punzantes o cortantes pueden originar accidente percutaneo infeccioso. Se encuentran agujas, pipetas, laminas de bisturí o vidrio.</p>

<ul style="list-style-type: none"> • Residuos químicos 	Restos de sustancias químicas y sus empaques, dependiendo de su concentración y tiempo de exposición tiene potencial para causar muerte, lesiones o efectos adversos para la salud humana y medio ambiente.
<ul style="list-style-type: none"> - Metales pesados 	Son objetos, elementos o restos de estos en desuso, contaminados o que tengan metales pesados como Pb, Cr, Ba, Ni, Va, Zn, Hg, Ar y Se.
<ul style="list-style-type: none"> - Reactivos 	Generan gases, vapores, humos tóxicos, explosión o reaccionan térmicamente cuando entran en contacto con otros elementos o compuestos, colocando en riesgo la salud humana y el medio ambiente. Dentro de estos se encuentran líquidos de fijado de laboratorio, medios de contraste y reactivos.
<ul style="list-style-type: none"> - Aceites usados 	Pueden ser de base mineral o sintética que se tornan inadecuados para su uso inicial, como por ejemplo aceites usados para el mantenimiento de equipos

Fuente: (Organización Mundial de la Salud, 1997)

1.13.1 Características de los recipientes

Los recipientes utilizados para el almacenamiento de residuos deben tener como mínimo las siguientes características:


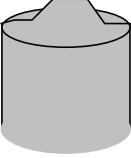
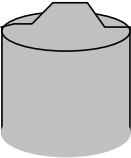
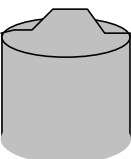

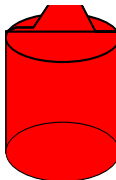
- Livianos, de tamaño que permita almacenar entre recolecciones. La forma ideal puede ser de tronco cilíndrico, resistente a los golpes, sin aristas internas, provisto de asas que faciliten el manejo durante la recolección.
- Construidos en material rígido impermeable, de fácil limpieza y resistentes a la corrosión como el plástico.
- Dotados de tapa con buen ajuste, bordes redondeados y boca ancha para facilitar su vaciado.
- Construidos en forma tal que estando cerrados o tapados, no permitan la entrada de agua, insectos o roedores, ni el escape de líquidos por sus paredes o por el fondo.

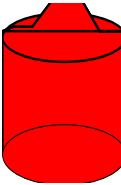
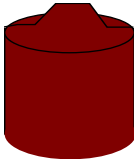
- Ceñido al Código de colores estandarizado según norma Icontec GTC- 24 y el decreto 2676/2000. Iniciando la gestión y por un término no mayor a un (1) un año, se podrá utilizar recipientes de cualquier color, siempre y cuando la bolsa de color estandarizado cubra la mitad del exterior del recipiente y se encuentre perfectamente señalado junto al recipiente el tipo de residuos que allí se maneja.
- Los recipientes deben ir rotulados con el nombre del departamento, área o servicio al que pertenecen, el residuo que contienen y los símbolos internacionales.
- Los recipientes para residuos infecciosos deben ser del tipo tapa y pedal.

1.13.2 Características de las bolsas desechables

- La resistencia de las bolsas debe soportar la tensión ejercida por los residuos contenidos y por su manipulación.
- El material plástico de las bolsas para residuos infecciosos, debe ser polietileno de alta densidad, o el material que se determine necesario para la desactivación o el tratamiento de estos residuos.
- Los colores de bolsas seguirán el código establecido, serán de alta suficiente para evitar el derrame durante el almacenamiento en el lugar de generación, recolección, movimiento interno, almacenamiento central y disposición final de los residuos que contengan.
- Para las bolsas que contengan residuos radiactivos estas deberán ser de color púrpura semitransparente con la finalidad de evitar la apertura de las bolsas cuando se requiera hacer verificaciones por parte de la empresa especializada.

Tabla No. 25 Clasificación de los residuos, color de recipientes y rótulos respectivos

CLASE RESIDUO	CONTENIDO BÁSICO	COLOR	ETIQUETA
NO PELIGROSOS Biodegradables	Hojas y tallos de los árboles, grama, barrido del prado, resto de alimentos no contaminados.	 Verde	Rotular con: NO PELIGROSOS <i>BIODEGRADABLES</i>
NO PELIGROSOS Reciclables Plástico	Bolsas de plástico, vajilla, garrafas, recipientes de polipropileno y polietileno sin contaminar.	 Gris	Rotular con: RECICLABLE PLÁSTICO.
NO PELIGROSOS Reciclables Vidrio	Toda clase de vidrio.	 Gris	Rotular con: RECICLABLE VIDRIO
NO PELIGROSOS Reciclables Cartón y similares	Cartón, papel, plegadiza, archivo y periódico.	 Gris	Rotular con: RECICLABLE CARTÓN PAPEL.
NO PELIGROSOS Ordinarios e Inertes	Servilletas, empaques de papel plastificado, barrido, icopor, vasos desechables, papel carbón, tela.	 Verde	Rotular con: NO PELIGROSOS ORDINARIOS Y/O INERTES
PELIGROSOS INFECCIOSOS Biosanitarios, Cortopunzantes y Químicos Citotóxicos	Compuestos por cultivos, mezcla de microorganismos, medios de cultivo, filtros de gases utilizados en áreas contaminadas por agentes infecciosos.	 Rojo	Rotular con: RIESGO BIOLÓGICO

QUÍMICOS	Resto de sustancias químicas y sus empaques o cualquier otro residuo contaminado con estos.	 Rojo	<u>RIESGO QUÍMICO</u>
RADIATIVOS	Estos residuos deben llevar una etiqueta donde claramente se vea el símbolo negro internacional de residuos Radiactivos y las letras, también en negro RESIDUOS RADIATIVOS.	 <u>Púrpura</u>	Rotular: RADIATIVOS.

Fuente: (Min. Medio Ambiente, 2002)

1.13.3. Desactivación y tratamiento de residuos

Los residuos infecciosos cortopunzantes pueden ser llevados a rellenos sanitarios previa desactivación de alta eficiencia (esterilización) o incinerados en plantas para este fin. (Tabla 26)

Los procedimientos de desactivación y tratamiento de residuos deberán generar un tipo de residuo que cumpla con estándares o límites máximos de agentes microbiológicos, como requisito para poder disponerlos en rellenos sanitarios.

Tabla 26. Desactivación y tratamiento de residuos

MECANISMOS DE DESACTIVACION	TIPO DE RESIDUOS
De alta eficiencia: Mediante autoclave	Adecuada para desactivación de residuos biosanitarios, cortopunzantes y algunos líquidos. La desactivación debe hacerse a presión de vapor, temperatura y tiempo de residencia que asegure la eliminación de patógenos.
Por calor seco	Permite desinfectar los residuos de papeles, textiles o los que contengan sustancias alcalinas o grasas.

Mediante el uso de gases	Permite la desactivación de diferentes residuos sin embargo no es una técnica usualmente utilizada, pues es bastante riesgosa y requiere equipos y procedimientos especiales.
Por incandescencia	El residuo se introduce en cámara sellada que contiene gas inerte para que no haya ignición de residuos, una corriente eléctrica pasa a través de ellos rompiendo las membranas moleculares creando un ambiente plasmático.
De baja eficiencia:	Permiten neutralizar o desactivar residuos peligrosos antes de enviarlos a una planta de tratamiento.
Desactivación química	Se hace mediante el uso de germicidas como formaldehído, hipoclorito de sodio, peróxido de hidrógeno entre otros. Se aplica a materiales sólidos y compactos que requieran desinfección de superficie como cortopunzantes, material plástico o metálico desechable.

Fuente: (Min. Medio Ambiente, 2002)

Tabla 27. Residuos químicos peligrosos

CLASIFICACION	PELIGROSIDAD	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES
Residuos de soluciones acuosas básicas inorgánicas	Corrosivos Básicos	A esta categoría pertenecen los residuos de soluciones acuosas que contienen bases inorgánicas como hidróxido de sodio, hidróxido de potasio, hidróxido de calcio etc. como componente principal. pH mayor a 12	Evitar contacto con los demás tipos de residuos (A) Recipientes de polipropileno con cierre hermético. (T) Neutralización precipitación.
Residuos de otras soluciones inorgánicas (que no contienen metales pesados)	Tóxicos Corrosivos	A esta categoría pertenecen los residuos de soluciones acuosas de compuestos inorgánicos ácidos diferentes a ácido sulfúrico, nítrico y clorhídrico, y sales no clasificadas como compuestos no peligrosos.	(A) Recipientes de polipropileno con cierre hermético. (T) Incineración-neutralización-precipitación.
Residuos que	Tóxicos	A esta categoría pertenece	Si el residuo es de

CLASIFICACION	PELIGROSIDAD	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES
contienen metales pesados		cualquier residuo que contenga metales pesados como cobre, zinc, plomo, mercurio, cromo, cadmio, etc.	carácter ácido o básico debe neutralizarse previamente al almacenamiento. (A) Recipientes de polipropileno con cierre hermético. (T) Precipitación-coagulación-precipitación química encapsulamiento, no se recomienda incineración.
Residuos de compuestos orgánicos en fase acuosa	Tóxicos Inflamables Combustibles	A esta categoría pertenecen los residuos en fase acuosa de compuestos orgánicos (no considerados como peligrosos) como ácidos, alcoholes, éteres, ésteres, cetonas, aldehídos, sales orgánicas, etc. Que no contienen metales pesados. De esta categoría se excluyen peróxidos orgánicos y monómeros.	No mezclar con agentes oxidantes, si el residuo es de carácter ácido o básico debe neutralizarse previamente al almacenamiento (A) Recipientes de polipropileno (T) Absorción en resinas-incineración.
Residuos de compuestos orgánicos no halogenados en fase orgánica.	Tóxicos Combustibles Inflamables	A esta clasificación pertenecen los residuos de compuestos orgánicos no halogenados en solventes orgánicos como acetona, metanol, etanol, butanol, 2-butanol, pentano, ciclohexano, éter de petróleo.	No mezclar con agentes oxidantes (A) Recipientes de polipropileno con cierre hermético. (T) Incineración-destilación.
Residuos sólidos orgánicos / inorgánicos	Tóxicos Combustibles	En esta categoría se incluyen los residuos que por su carácter explosivo o extremadamente reactivo no se pueden incluir en las demás categorías como:	(A) Requiere bolsas plásticas debidamente rotuladas dentro de cajas de cartón. (T) Encapsulamiento. No se recomienda incineración de

CLASIFICACION	PELIGROSIDAD	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES
			catalizadores con metales.
Residuos de monómeros	Reactivos Tóxicos	Compuestos (sales de diazonio), nitratos orgánicos, compuestos nitrosos, ácido pícrico, etc.	Deben ser inhibidos para que no se produzca polimerización durante su almacenamiento. (A) Recipientes de polipropileno con cierre hermético. (T) Incineración.
Residuos peligrosos especiales	Tóxicos Explosivos Reactivos	Compuestos oxidantes fuertes como peróxidos inorgánicos, percloratos, permanganatos, cromatos, dicromatos, etc. - Compuestos que reaccionan violentamente con el agua como metales alcalinos (Na, Li, K) compuestos de litio alquílicos, cloruro de aluminio anhidro, trifloruro de boro, ácido clorosulfónico concentrado, reactivos de Grignard, hidruros metálicos (Li, Al, K, Na, Ca, Li-Al), oxiclورو de fósforo, pentóxido de fósforo, silanos (hexametil disilano), cloruro de sulfurilo, cloruro de tionilo, etc.	(A) Estos residuos deben almacenarse por separado, evitando cualquier contacto con otro residuo, inclusive con sus vapores.
Residuos químicos mercuriales		Residuos mercuriales de termómetros	Deben ser devueltos al proveedor al proveedor para su aprovechamiento.

Fuente: Weng, (2005)

(A) Almacenamiento

(T) Tratamiento

1.14. Organización y función en seguridad

Es esencial que cada servicio de laboratorio cuente con criterios de seguridad y un programa de apoyo para su aplicación. La responsabilidad de todo esto

incumbe normalmente al director o supervisor del laboratorio, el cual podrá delegar sus funciones en un funcionario de seguridad o en otros especialistas.

1.14.1. Funcionario de bioseguridad

El funcionario de bioseguridad tiene como misión cerciorarse de que en todo laboratorio se apliquen los planes y programas de seguridad.

En las instituciones pequeñas, el funcionario de bioseguridad puede ser un microbiólogo o un técnico experimentado, que se encargue a tiempo parcial de las funciones de seguridad. La persona designada deberá poseer una sólida formación en cuestiones de laboratorio microbiológico, participar activamente en los trabajos del laboratorio y tener experiencia de los aspectos generales de la seguridad en el laboratorio. En ningún caso debe ser un administrador o un técnico dedicado principalmente a actividades administrativas o burocráticas.

Entre las actividades del funcionario de bioseguridad deben figurar las siguientes:

- Efectuar comprobaciones periódicas internas de la seguridad en relación con los métodos técnicos, las sustancias químicas, el material y el equipo.
- Cerciorarse de que todos los miembros del personal han recibido la instrucción necesaria y de que están al tanto de todos los riesgos, y que todos los miembros del personal médico, científico y técnico poseen la competencia necesaria para manipular material infeccioso.
- Investigar todos los accidentes e incidentes causados por una posible fuga de material potencialmente tóxico o infectado, incluso aunque ningún miembro del personal haya estado expuesto o sufrido lesiones, y presentar sus observaciones y recomendaciones al director y al comité encargado de la seguridad.
- Asumir la responsabilidad de la descontaminación en caso de derramamiento, rotura u otro accidente relativo al material infeccioso. Asumir la responsabilidad de la desinfección de todo aparato que haya de ser separado o revisado antes de ponerlo en manos de personal ajeno al laboratorio.

- Establecer un procedimiento para registrar la recepción, los desplazamientos y la eliminación del material de carácter patógeno reconocido, así como para que todo investigador o laboratorio dé a conocer la introducción de agentes nuevos en el laboratorio.
- Asesorar al director sobre la presencia de cualquier agente que deba notificarse a las autoridades locales o nacionales pertinentes y los organismos de reglamentación.
- Establecer un sistema de servicios inmediatos para afrontar cualquier situación de urgencia que pueda producirse fuera del horario normal de trabajo.

1.14.2. Comité de seguridad

El comité de bioseguridad recomendará un plan y un programa de seguridad y formulará un código práctico o manual de seguridad que sirva de base para la adopción de prácticas de seguridad en cada laboratorio, oyendo el asesoramiento del funcionario de seguridad.

Los problemas de seguridad que se plantean al inspector de seguridad, así como la información sobre la manera de resolverlos, deberán someterse a la consideración del comité de seguridad en el curso de reuniones periódicas.

La composición de un comité de seguridad básica puede ser:

Presidente: Elegido por los miembros

Miembros: Funcionario de bioseguridad

Asesor médico

Representantes del personal profesional

Representantes del personal técnico

Representantes de la administración del laboratorio.

Entre los miembros del comité de bioseguridad pueden figurar también especialistas en seguridad y funcionarios de otros departamentos

1.14.3. Reglas de seguridad para el personal auxiliar

Dado que los mecánicos, técnicos de mantenimiento y personal de limpieza tienen que entrar al laboratorio e interactuar con el personal técnico, es esencial que en sus actividades se ajusten a ciertas reglas de seguridad apropiadas. Deben aplicar procedimientos operativos normalizados y ser objeto de supervisión.

1.14.4. Mecánicos y personal de mantenimiento del edificio

Este personal, dedicado al mantenimiento y la reparación de la estructura, las instalaciones y el equipo, desempeña una importante función auxiliar en el programa de seguridad. Para las operaciones ordinarias de conservación y mantenimiento, no sólo es conveniente sino también propio de una buena política de seguridad disponer de obreros y mecánicos expertos que conozcan además la naturaleza de las actividades del laboratorio en el que han de prestar el servicio.

Una vez revisado el material de laboratorio, la comprobación de algunos elementos, debe ser de incumbencia del funcionario de bioseguridad o efectuarse bajo la supervisión de éste.

1.14.5. Servicios de limpieza (doméstica)

Conviene que la limpieza del laboratorio esté a cargo de una plantilla de personal fijo, subordinado al director de laboratorio. En particular se tiene la garantía de que el personal de limpieza no cambiará sin previo aviso.

Dentro de las reglas de seguridad para el personal de limpieza se incluye:

- Utilizar siempre la ropa de protección facilitada, siguiendo las instrucciones del director del laboratorio.

- Lavarse las manos con frecuencia y siempre que se salga del laboratorio o se vaya a la sala de reposo de personal para beber, comer o fumar.
- No comer, beber, fumar o maquillarse en ningún laboratorio.
- No limpiar, ni quitar el polvo de las mesas de trabajo sin autorización del personal del laboratorio.
- En caso de cualquier tipo de accidente o de rotura o vuelco de cualquier frasco, tubo, recipiente u otro material, avisar inmediatamente al funcionario de bioseguridad, al jefe del equipo de limpieza o a algún miembro del personal del laboratorio.
- No tratar de reparar las consecuencias de un accidente sin autorización. No recoger los vidrios rotos con los dedos. Utilizar recogedor y una escoba.
- No entrar sin autorización especial en ningún local cuya puerta figure una señal de acceso restringido.
- No vaciar ningún recipiente de material de desecho a menos que haya un letrero o instrucciones indicando que hay que hacer.

1.14.6. Programas de capacitación

Para que el personal, (estudiantes, técnico, auxiliar) tenga siempre presentes las reglas de seguridad es necesario organizar un programa de formación continua en el trabajo.

Necesidades de valoración. En este proceso se incluyen la definición de tareas en orden de importancia (en términos de frecuencia, puntos críticos y complejidad) y detalles de los pasos necesarios para lograr un buen entrenamiento.

Establecimiento de los objetivos de la capacitación. La valoración de las necesidades suministrará la información para establecer los objetivos del programa de entrenamiento en bioseguridad. Se espera que las conductas dictadas en la capacitación sean observadas en el personal al momento de realizar el trabajo después de esta. Por medio de los objetivos, debe asegurarse que ciertas actividades o comportamientos sean ejecutados.

Contenido específico del entrenamiento. Este debe ser desarrollado por personas que conozcan el trabajo para definir el contenido del programa de entrenamiento de bioseguridad. Existen varios métodos de enseñanza como lecturas, videos, instrucción por computador, videos interactivos, etc.

Diferencias individuales de aprendizaje. Un programa de entrenamiento efectivo debe tomar en cuenta las características o atributos de los aprendices. Los individuos y los grupos pueden diferir en sus aptitudes, conocimientos, cultura, manejo del idioma y nivel en el conocimiento de las técnicas.

Condiciones específicas de aprendizaje. La forma de instrucción (ej. Curso de capacitación, video, materiales escritos, etc.) no deben generar conflicto, o ser incoherentes respecto a las técnicas o los temas a tratar. La capacitación suministrará los requerimientos necesarios para conductas productivas y/o la apropiada retroalimentación (positiva/precisa/creíble).

Evaluación del entrenamiento. Las evaluaciones de los entrenamientos, generalmente se hacen de cuatro maneras:

- Medidas en los aprendices: Respuestas a la información suministrada
- Medidas en los aprendices: Recolección y/o ejecución
- Evaluación de cambios en las prácticas en el trabajo
- Medidas tangibles de los resultados en términos de los objetivos y metas trazados por la organización.

La evaluación más completa de un entrenamiento involucra evaluación en cada una de las cuatro áreas.

Revisión del entrenamiento. Usualmente, los registros indican que se presentaron mejoras en la comprensión, retención o aplicación de algunas partes del curso comparadas con otras. Las variaciones o deficiencias en los conocimientos o desarrollo de competencias resultado de los programas de entrenamiento pueden reflejar la necesidad de dedicar más tiempo a la

capacitación, y desarrollar técnicas de instrucción alternativas o entrenadores mas capacitados.

2. JUSTIFICACION

Dado que la primera versión del manual de bioseguridad del Laboratorio de Microbiología Ambiental y de Suelos, establece como fecha de actualización abril del 2006, surge la necesidad de hacer una revisión de la normatividad actual, permitiendo mejorar cada una de las actividades y procedimientos de seguridad biológica establecidos en el manual; de esta forma se brindará un mejor servicio de investigación en beneficio del personal (Monitores, docentes, tesis pasantes y auxiliares) que allí labora, como de la comunidad universitaria.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general

Revisar y actualizar el manual de bioseguridad del laboratorio de Microbiología Ambiental y de suelos.

3.2. Objetivos específicos

- Realizar una lista de chequeo de los procedimientos de seguridad biológica existentes en el laboratorio de Microbiología Ambiental y de Suelos, que permitan detectar las posibles mejoras que pueden realizarse.
- Realizar una revisión detallada de la normatividad nacional e internacional actual existente para técnicas y procedimientos de seguridad biológica de laboratorios de microbiología.
- Realizar una ayuda didáctica accequible al nuevo personal que permita dar conocimiento de manera rápida y clara de las actividades y procedimientos de bioseguridad que se llevan a cabo en el laboratorio.
- Realizar una guía informativa de bioseguridad que este a la mano del personal cada vez que se requiera laborar de manera intermitente y/o permanente que incluya aspectos como la identificación de riesgos físicos, químicos y biológicos, establecimiento de las pautas para mitigarlos y la adecuada protección personal.

4. MATERIALES Y METODOS

4.1. Ubicación

El proyecto se desarrollo en la Pontificia Universidad Javeriana, en las instalaciones del laboratorio de Microbiología Ambiental y de Suelos del departamento de Microbiología de la Facultad de Ciencias.

4.2. Diagnóstico

Inicialmente se realizó una revisión del manual de bioseguridad del laboratorio de Microbiología Ambiental y de Suelos, para conocer cada una de las técnicas y procedimientos en materia de seguridad biológica allí establecidos. Se realizó una lista de chequeo detectando las oportunidades de mejora de los lineamientos básicos de este.

Se evaluaron los conocimientos del personal (Monitores, tesisistas, pasantes, docentes y auxiliares) que labora en las instalaciones del laboratorio, realizando una serie de encuestas que permitieron determinar si el personal conoce y cumple los lineamientos establecidos en el manual de bioseguridad. Estas encuestas también permitieron determinar el conocimiento del personal en relación con el uso de equipos de seguridad necesarios para realizar sus labores así como el nivel y estado de vacunación que presenta.

4.3. Recolección de información y Normatividad

Se consultó la normatividad actual existente para las técnicas y procedimientos de seguridad biológica de laboratorios de microbiología, esta fue analizada obteniendo la información necesaria para la actualización de los procesos.

La recolección de la información se hizo a partir de documentos expedidos por importantes organizaciones nacionales e internacionales como:

Organización Mundial de la Salud, (OMS). 2005. Manual de bioseguridad en el laboratorio. Tercera Edición.

Organización Panamericana de la Salud, (OPS). 2002. Guía para la elaboración de manuales de acreditación de laboratorios clínicos de América Latina.

Centro de Control y Prevención de Enfermedades, (CDC).Cuarta edición. Bioseguridad en Laboratorios de Microbiología y Biomedicina.

Ministerio del Medio Ambiente. 2002. Resolución No 01164. Manual de procedimientos para la gestión integral de los residuos hospitalarios y similares.

Entidad Nacional de Acreditación, (ENAC). 2002. Guía para la acreditación de laboratorios que realizan análisis microbiológicos.

4.4 Establecimiento de las medidas de bioseguridad

Con base a la previa revisión de la primera versión del manual de bioseguridad, establecido en abril de 2004, de las medidas actuales del laboratorio de Microbiología Ambiental y de suelos y de la normatividad analizada, se actualizaron las medidas de bioseguridad.

Se realizó, una guía informativa de bioseguridad que incluye identificación de riesgos químicos, físicos y biológicos, establecimiento de pautas para mitigarlos y la adecuada protección personal, la cual quedará a la mano del personal cada vez que se requiera laborar de manera intermitente y/o permanente en el Laboratorio de Microbiología ambiental y de suelos de la Facultad de Ciencias en la Pontificia Universidad Javeriana.

5. RESULTADOS Y DISCUSION

5.1. Diseño del laboratorio

Los resultados obtenidos se basan en la verificación de condiciones actuales del laboratorio de Microbiología Ambiental y Suelos, las cuales se evaluaron a través de una lista de chequeo, la cual incluye el manejo de las condiciones básicas de seguridad biológica, en las técnicas y prácticas allí realizadas, incluyendo equipos, procedimientos e instalaciones, entre otros.

El laboratorio de Microbiología Ambiental y de Suelos se encuentra ubicado en el piso 1 – laboratorio 106, del edificio Félix Restrepo de la Facultad de Ciencias de la Pontificia Universidad Javeriana y cuenta con un área de 87m², con acceso al final por el corredor principal del sotano.

El acceso de niños al laboratorio está restringido y se recomienda la entrada solo a personal autorizado.

El único ingreso al laboratorio es a través de una puerta, la cual da acceso a los corredores, por lo que los equipos del laboratorio se encuentran dispuestos en sitio alejado a la puerta con el fin de no obstaculizar el ingreso o salida.

Las instalaciones del laboratorio de Microbiología Ambiental y Suelos de la PUJ reúnen las condiciones de tamaño, construcción y ubicación adecuadas. Su diseño posibilita una separación adecuada entre las diferentes actividades, asegurando la correcta realización de cada estudio. Además, permite condiciones seguras para la limpieza y el mantenimiento del laboratorio. (Anexo 1)

El laboratorio dispone de 2 áreas diferentes, área administrativa y área de procesamiento de muestras. El área administrativa se encuentra ubicada en la parte final del laboratorio y cuenta con iluminación natural y artificial, allí se da información a los usuarios acerca de los servicios que se prestan en el laboratorio.

En esta área también se almacenan y recuperan diferentes documentos restringidos y accequibles solo al personal del laboratorio, tales como protocolos datos primarios, informes finales, manuales de equipos, procedimientos operativos estándar (POEs). Lo que permite obtener de manera inmediata los procedimientos normalizados de trabajo vigentes relacionados con las actividades que se realizan en el laboratorio. Además, al encontrarse separada del área de procesamiento de muestras evita que exista un deterioro o daño de los documentos que allí se almacenan.

En el área de procesamiento de muestras se llevan a cabo prácticas y procedimientos que son la base de las técnicas microbiológicas realizadas por el laboratorio.

Las paredes del área de procesamiento de muestra están construidas en mampostería, lo que brinda solidez y facilita resistencia a la humedad y cambios de temperatura y las hace incombustibles; el acabado en pañete pintura epóxica blanca, así mismo cuenta con un acabado plástico que evita la formación de poros o grietas que puedan albergar microorganismos o suciedad y permite una fácil limpieza y las hace impermeables a líquidos y resistentes a los productos químicos y desinfectantes normalmente usados en el laboratorio.(González, 2006)

Los demás muros están hechos en fibrocemento, material a base de cemento compactado y forrado en láminas de cartón acabado en masilla especial y cubiertos con pintura epóxica. (González, 2006)

Los pisos están contruidos en vinilo postformable (Marca Bilyn. Ref. Eminent) para evitar juntas o dilataciones que acumulen residuos, impide el crecimiento y desarrollo de bacterias, esporas y hongos, tiene excelente comportamiento a la acción temporal de productos químicos, sales, ácidos no orgánicos, aceites, grasas y desinfectantes, son impermeables y antideslizantes. Las uniones entre el piso –

muros y techo (medias cañas) son acabados redondeados, que facilitan la limpieza e impiden la acumulación de residuos. (González, 2006)

Tanto el techo como los muros están hechos en material a base de yeso (Drywall) que difícilmente generan combustión, debido a sus componentes principales, yeso y cemento. (González, 2006)

Todos los muebles ubicados en el área de procesamiento de muestra, son de estructura tubular cuadrada de 1 ½ (Material cold roll calibre 18) con acabado en pintura epoxipoliéster. La estructura además de auto soportarse, soporta cargas de por lo menos 80Kilos. Las puertas y cajones están empotrados y entamborados al interior de los muebles para garantizar que se almacenen la menor cantidad de residuos, son del mismo material y acabados que la estructura y las manijas y cerraduras son en acero inoxidable. (Anexo 1)

Los gabinetes de los muebles tienen entrepaños graduables lo que permite un almacenamiento ordenado de productos químicos y otros materiales del laboratorio, estos cumplen las distancias mínimas de productos a muros perimetrales interiores de 0.5 a 1m, lo que evita colocar recipientes o materiales en la parte superior de los gabinetes o mesones. Los acabados reúnen las mismas condiciones del mueble. (Acosta, 2006)

Los mesones de trabajo son elaborados en granato, están separados del piso (20cm) y los apoyos traseros (contra los muros) están retrocedidos 15cm. Los mesones son parte integral del mueble y la estructura, aquellos que se encuentran apoyados sobre muros tienen salpicadero, tanto el salpicadero como el acabado del frente de los mesones está hecho en material postformado para evitar la acumulación de residuos. Son incombustibles, resistentes a productos químicos (álcalis, ácidos, disolventes orgánicos), desinfectantes y al calor moderado. (González, 2006)

Las pocetas son en acero 304 calibre 18 y la grifería es de cuello de ganso.

Las puertas son en aluminio y vidrio, todas las puertas dentro del laboratorio como la puerta de acceso son en lamina de hierro (Cold roll) con pintura electrostática, estos materiales en los cuales están hechas, son resistentes al fuego.

La iluminación natural procede de las ventanas ubicadas a lo largo del laboratorio y cuyos vidrios son incoloros y transparentes. La luz artificial se proporciona con lámparas herméticas de tubos fluorescentes ubicados en el techo, cada lámpara tiene una intensidad de luz de 68 Vatios. Este tipo de luz evita brillos molestos durante la jornada de trabajo. (Anexo 2)

El laboratorio cuenta con lámparas de luz ultravioleta (UV) que son controladas por temporizador.

Existe un control mecánico de temperatura (aire acondicionado), este sistema de ventilación funciona tomando el aire del laboratorio, lo enfría y luego lo vuelve a expulsar, esto permite un control de temperatura. (González, 2006)

Los lavaojos y las duchas de emergencia se encuentran ubicadas a la salida del laboratorio, cuentan con instalación hidráulica. (Anexo 3)

El suministro de electricidad es seguro, así como el suministro de agua potable y gas. (Anexo 4 - 6)

5.2. Riesgos de laboratorio

Según los riesgos manejados y las actividades académicas, de diagnóstico e investigación, el Laboratorio de Microbiología Ambiental y Suelos pertenece al nivel de bioseguridad 2, por lo tanto debe señalizarse con el símbolo internacional de peligro biológico (Figura 1) en las puertas del laboratorio donde se manipulen los microorganismos.

El laboratorio esta expuesto a 3 tipos de riesgo: biológico, químico y físico. Las fuentes de riesgo biológico del laboratorio son muestras de suelo, humus, compost

y lixiviados que pueden venir con microorganismos, algunos patógenos. De acuerdo a esto, se clasifican los microorganismos en grupo de riesgo 2, ya que estos se asocian con enfermedad humana, aunque la probabilidad de ser riesgosa es baja.

Los riesgos químicos pueden derivarse del almacenamiento y uso de productos químicos, así como medios de cultivo, colorantes y los residuos que de estos puede generarse. En cuanto a los riesgos físicos, pueden generarse debido a formas de energía como fuego y electricidad, energía mecánica (vibraciones y ruido), radiaciones no ionizantes (radiaciones ultravioleta y microondas) y quemaduras por vapor o mechero.

5.3. Normas generales de bioseguridad

Para los procedimientos que se realizan en el laboratorio, este cuenta con material indispensable que permite apoyar las actividades y evitar técnicas inadecuadas que pueden generar riesgos. (Tabla 28)

Tabla 28. Material de laboratorio

MATERIAL PLASTICO Y DE VIDRIO	
Frascos de penicilina	Frascos mayonesa
Placas de Elisa	Frasco mayonesa pequeños
Tubos eppendorff	Pipetas 1ml
Puntas amarillas	Pipetas 2ml
Puntas azules	Pipetas 5ml
Placas de acetato con tapa	Pipetas 10ml
Pipeteadores (pera)	Rastrillos
Probetas 100ml	Cajas laminas
Probetas 250ml	Cajas laminillas
Probetas 500ml	Sobres anaerogen
Probetas 1000ml	Espátulas
Gradillas plásticas	Cuchillos
Bolsas Ziploc	Frascos Hit
Tapas de frascos de mayonesa	Cajas de petri
Frasco compota	Prensa

La recolección de muestras en el laboratorio se realizan en recipientes de plástico como tubos ependorff, recipientes de vidrio como cajas de petri, frascos hit o tubos de ensayo 13 x 100mm o 16 x 150mm, los cuales están provistos de tapa rosca o tapón de algodón para prevenir fugas de la muestra y de preferencia se destapan en la cabina de seguridad biológica (CSB). Todos los recipientes que contienen muestras son rotulados con el nombre científico del microorganismo o muestra, la persona encargada de la muestra y la fecha de elaboración de las muestras, lo que facilita la identificación en caso de almacenamiento de las muestras en neveras, congeladores, centrifugas, incubadoras u otro equipo en el que se requiera almacenarla. Se utilizan además recipientes secundarios como gradillas plásticas, canastillas, canastas metálicas y plásticas y/o bandejas metálicas para evitar fugas, derrames o accidentes, los cuales son resistentes a la acción de los desinfectantes químicos, para poder desinfectarlos periódicamente. Estos recipientes además son sistemas ergonómicos seguros para el transporte de las muestras desde el laboratorio hasta otros sitios cercanos como el área de lavado y esterilización de la facultad de ciencias.

El laboratorio cuenta con dispositivos de pipeteo en forma de pera, pipetas de 1, 2, 5, y 10ml y micropipetas, elementos que facilitan el trabajo del personal y disminuyen en gran parte riesgos de ingestión, pues se elimina la actividad de pipetear con la boca. Sin embargo, debe tenerse en cuenta algunas recomendaciones al utilizar estos elementos como:

- Es importante que el personal del laboratorio limpie y esterilice los dispositivos de pipeteo al menos una vez al mes, para disminuir la contaminación de estos sería aconsejable utilizar pipetas con dispositivos de algodón. Tampoco debe utilizar jeringuillas provistas de aguja hipodérmica para pipetear, pues este no es considerado un dispositivo de pipeteo, además por ser poco práctico de usar y con un diseño inadecuado, puede generar accidentes por derrame de la muestra.

- Se deben desechar las pipetas que tengan los extremos de succión agrietados o astillados y cuando se presente la rotura de pipetas de vidrio contaminadas, antes de desecharlas, deben descontaminarse para lo cual se debe solicitar al personal de aseo un desinfectante preferiblemente líquido, como hipoclorito de sodio.
- Se recomienda el uso de toallas absorbentes sobre la superficie de trabajo, que recoja el material infeccioso que caiga accidentalmente de la pipeta y un recipiente secundario como bandejas metálicas para colocar las pipetas que han sido usadas.

Una norma de seguridad importante que debe llevar a cabo el personal en sus labores diarias, es el lavado de manos luego de manejar materiales biológicos peligrosos y antes de salir del laboratorio, pero es preciso manejar una técnica apropiada que garantice la eliminación de los contaminantes, la cual se puede resumir en cuatro pasos y esta disponible frente al lavamanos del laboratorio para que pueda realizarse adecuadamente por el personal.

1. Subirse las mangas hasta el codo.
2. Remoción de alhajas (anillos, pulseras, etc.)
3. Lavado vigoroso con agua y jabón durante 10 minutos, friccionando las superficies de las manos y puño y enjuagando con agua corriente.
4. Secar con toalla de papel.

Nota. Se recomienda utilizar una toalla de papel o paño para cerrar los mandos de los grifos con el fin de evitar volver a contaminarse las manos ya lavadas.

El personal de limpieza tiene acceso al laboratorio 2 veces a la semana, entre las 10:00 AM y las 12:00 PM para llevar a cabo sus labores y aunque no labore permanentemente en las instalaciones y no tenga acceso directo con las actividades allí realizadas, es importante establecer algunas reglas de seguridad para este tipo de personal, como:

- No entrar al laboratorio sin autorización especial si figura en la puerta la señal de acceso restringido.
- Utilizar siempre la bata de protección y gorro para realizar las labores de aseo dentro del laboratorio, siguiendo las instrucciones del director del laboratorio.
- Lavarse las manos siempre que se salga del laboratorio o salga a comer, beber o fumar.
- No comer, beber, fumar o maquillarse en el laboratorio.
- No limpiar, ni quitar el polvo de las mesas de trabajo sin autorización del personal del laboratorio.
- En caso de cualquier tipo de accidente o de rotura o vuelco de cualquier frasco, tubo, recipiente u otro material, avisar inmediatamente al director del laboratorio, al jefe del equipo de limpieza o a algún miembro del personal del laboratorio.
- No tratar de reparar las consecuencias de un accidente sin autorización. Ni recoger los vidrios rotos con los dedos. Utilizar recogedor y una escoba. Atenerse a las instrucciones de los miembros calificados del personal.
- No vaciar ningún recipiente de material de desecho a menos que haya un letrero o instrucciones indicando que hay que hacer.

5.4. Elementos de protección personal

Los elementos de protección que usa el personal del laboratorio para las labores diarias son los siguientes:

- **BATA**

Todo el personal que tiene acceso autorizado al Laboratorio de Microbiología Ambiental y Suelos usa este elemento de protección personal, y se utiliza desde el momento en el que ingresan al laboratorio y es retirada antes de salir. La bata tiene abertura delantera, abotonada hasta arriba, largo hasta la rodilla y es de color blanco. Además debe estar limpia y en buen estado. Actualmente el laboratorio no

cuenta con servicios de lavandería dentro de sus instalaciones ni cerca de ella, por lo cual la limpieza y desinfección de la bata de laboratorio, es responsabilidad única y exclusiva de su respectivo usuario. (Acosta, 2006)

- **GORRO**

El personal utiliza el gorro todo el tiempo dentro del laboratorio y lo retira antes de salir. Los gorros utilizados son elaborados en material spumonde blanco, son resortados con circunferencia de 50cm, tiene recubrimiento en hilaza y su diseño permite proteger totalmente el cabello. (Mainco, 2006)

- **GAFAS DE SEGURIDAD**

Las gafas son de material plástico irrompible y están diseñadas para proteger al personal de la caída de partículas de polvo, salpicadura de sustancias líquidas y no permiten el reflejo de la luz

- **TAPABOCAS**

El tapabocas utilizado por el personal permite cubrir la boca y la nariz, esta hecho con material SMS con dos capas, tiene refuerzo nasal para mayor ajuste y sistema de sujeción a las orejas por medio de elástico. (Mainco, 2006)

- **CARETA**

Esta es utilizada por el personal cuando dentro de sus actividades trabaja con reactivos peligrosos. La careta permite la protección frente a salpicaduras. Esta hecha de plástico irrompible.

- **GUANTES**

Existen varios tipos de guantes utilizados en el laboratorio de Microbiología Ambiental y de Suelos, de acuerdo a las actividades que se realicen. Para las labores diarias donde se trabaje con material biológico se utilizan guantes de látex, antes de utilizarlos hay que asegurarse de que están en buenas condiciones y que no tengan agujeros, pinchazos o rasgaduras. También pueden utilizarse guantes hechos en material de nitrilo, vinilo o vinilo PVC, para estas actividades. (Organización Mundial de la Salud, 2005)

Cuando se requiere manejar elementos con elevada temperatura pueden utilizarse guantes de asbesto o de tela kevlar, que permiten la protección del personal.

Para manejo de sustancias químicas, ácidos, disolventes, pueden utilizarse guantes de neopreno, para la utilización de sustancias corrosivas suaves y sustancias irritantes, guantes de plástico, guantes de Caucho Natural para la utilización de sustancias corrosivas suaves y guantes de Zetex cuando se manipulan pequeños objetos muy calientes.

- **BOTIQUIN**

El botiquín del laboratorio de Microbiología Ambiental y Suelos, se encuentra ubicado en el área administrativa y consta de los siguientes elementos:

- Apósitos absorbentes de 10 cm.
- Esparadrapo
- Algodón estéril.
- Sobres de gasa estéril de 10 X 10 cm.
- Curas.
- Cinta adhesiva antialérgica.
- Alcohol al 70%.

- Agua oxigenada de 10 volúmenes.
- Guantes de látex estériles.
- Sulfaplata, se utiliza en quemaduras y heridas
- Un vaso plástico
- Bajalenguas, para provocar el vómito o inmovilizar dedos
- Sales de rehidratación oral
- Tijeras.
- Antídotos universales

5.5 Riesgo químico

El personal de laboratorio de Microbiología Ambiental y de Suelos puede verse enfrentado a situaciones de riesgo químico, cuando hace uso de este tipo de sustancias, por lo cual es importante establecer algunas reglas para el manejo de sustancias químicas durante sus actividades. Entre las que se encuentran:

- Poner la fecha en los productos químicos cuando se reciban y cuando se abran.
- Para productos perecederos o que resultan inseguros después de almacenamiento prolongado, poner la fecha de su caducidad según su vida media en la etiqueta del envase.
- Cuando se use un producto por primera vez, leer cuidadosamente la ficha de seguridad, MSDS (**Material Safety Data Sheets**), las cuales han sido incluidas en la segunda versión del Manual de Bioseguridad del laboratorio.
- Verificar que se dispone de todo el equipo de seguridad necesario y que está en buenas condiciones.
- Las prácticas que produzcan gases, vapores o partículas y aquellas que puedan ser riesgosas por inhalación, deben llevarse a cabo bajo cámara extractora de gases.
- No se debe manipular materiales inflamables o solventes sobre llama directa o cerca de las mismas.

- Es necesario que todo recipiente que hubiera contenido material inflamable y deba ser descartado sea totalmente escurrido, enjuagado con el solvente recomendado por la ficha de seguridad y luego con agua varias veces.
- Nunca se debe forzar la apertura o golpear un contenedor de productos químicos.

Para el almacenamiento de productos químicos, debe tenerse en cuenta la naturaleza y propiedades de cada uno, ya que pueden ser incompatibles entre sí, por esto se ha diseñado la hoja de seguridad (MSDS) cuyo contenido hace referencia a las propiedades de peligrosidad y a las consideraciones de seguridad que deben ser tenidas en cuenta para trabajar con una sustancia química en concreto (Tabla. 29). Estas hojas de seguridad se han diseñado para cada uno de los reactivos que existen en el laboratorio de Microbiología Ambiental y Suelos (Anexo 7) y pueden ser consultadas en el Manual del Laboratorio.

Tabla 29. Información de las Hojas de Seguridad (MSDS)

CARACTERISTICAS	
Identificación de la sustancias	Propiedades físico-químicas
Composición o información sobre los componentes	Estabilidad y reactividad
Primeros auxilios	Informaciones toxicológicas
Medidas de lucha contra incendios	Consideraciones relativas a eliminación
Medidas que deben tomarse en caso de vertido accidental	Informaciones relativas al transporte
Manipulación y almacenamiento	Informaciones reglamentarias
Controles de exposición/protección individual	Otras consideraciones

Fuente: UCLA, (2003)

Además de las hojas de seguridad, otra forma adecuada de identificación de una sustancia química puede realizarse a través de la etiqueta (Anexo 8), donde el personal podrá identificar características del producto como:

- Nombre de la sustancia (puede utilizarse nomenclatura internacional).
- Nombre, dirección completa, número de teléfono del fabricante, importador, o distribuidor.

- Pictogramas de peligro reglamentarios, de color negro sobre un fondo amarillo anaranjado. (Anexo 9)
- Símbolos que indican que tipo de propiedad peligrosa predomina en la sustancia.
- Las frases tipo que indican los riesgos específicos derivados de los peligros de la sustancia (frases R). (Anexo 10)
- Las frases tipo que indican los consejos de prudencia en relación con el uso de la sustancia (frases S). (Anexo 11)

Algunas sustancias químicas presentes en el laboratorio de Microbiología Ambiental y de Suelos, tales como alcoholes, hidróxidos o colorantes pueden generar riesgos para la salud del personal por lo cual es importante conocer que riesgos se pueden presentar y como manejarlos.

Es importante que el laboratorio cuente con materiales que permitan controlar estos riesgos como:

- Ropa protectora: guantes de goma fuertes, mascarillas respiratorias
- Escobas y recogedores para el polvo que pueden ser suministrados por el personal de aseo del laboratorio
- Pinzas metálicas para recoger los trozos de vidrio.
- Bayetas, trapos y toallas de papel.
- Carbonato sódico (Na_2CO_3) o bicarbonato sódico (NaHCO_3) para neutralizar ácidos y sustancias químicas corrosivas.
- Arena (para cubrir los derrames de sustancias alcalinas)

En caso de que ocurra un derrame de sustancias químicas se debe:

- Evacuar del laboratorio al personal no indispensable.
- Atender a las personas que puedan haberse contaminado.

- Si el material derramado es inflamable, extinguir todas las llamas desnudas, cortar el gas del laboratorio y abrir las ventanas (si es posible), y cortar la electricidad de los aparatos que puedan producir chispas.
- Evitar la respiración de vapores del material derramado.

Nota: Se puede utilizar un agente absorbente (Chemizorb), se debe cubrir el líquido derramado con este agente y mezclar bien con una espátula, cuchara o pala hasta que se haya absorbido completamente. El agente absorbente se debe introducir en una bolsa de polietileno y se eliminara.

El principal riesgo derivado de el uso de sustancias químicas es por salpicaduras, las cuales pueden afectar diferentes partes del cuerpo del personal y esto hace importante, establecer acciones adecuadas según sea el caso.

Salpicadura en cara y ojos.

Cuando se presente este caso con cualquier tipo de producto es necesario verificar la hoja de seguridad correspondiente al producto implicado. En caso de no encontrarse disponible es necesario lavar con abundante agua la cara y los ojos, (duchas de seguridad) Se deben forzar la apertura de los parpados para asegurar un lavado efectivo del interior del ojo.

Para la atención de salpicaduras con productos químicos en los ojos, seguir las siguientes indicaciones:

- Lavar durante 10 segundos con abundante agua, luego manteniendo durante 10 minutos abiertos los ojos con ayuda de los dedos.
- No dirigir una corriente de alta presión de agua de un grifo directamente al ojo porque podría lesionarlo.
- Avisar inmediatamente al director del laboratorio quien considerara que la persona debe ser revisada por el medico.

Si la salpicadura se produce en la mucosa conjuntiva se deben seguir las siguientes indicaciones:

- Irrigar con suero fisiológico durante 15 minutos. En este caso, debe tenerse en cuenta que si se trata de un producto químico irritante o corrosivo es imprescindible irrigar el ojo con abundante agua para conseguir la dilución para esto se utiliza el lavaojos con el cual debe contar el laboratorio.
- Es necesario asegurarse de lavar desde la nariz hasta el exterior de los oídos, esto evitara que los productos químicos arrastrados por el lavado vuelvan a entrar al ojo o en el otro ojo no afectado.

Salpicadura sobre piel descubierta

Se debe lavar con abundante agua durante 15 minutos aproximadamente, luego dar aviso al director del laboratorio.

Salpicadura sobre la ropa de trabajo

- Quitar la ropa lavar el área con abundante agua durante unos 15 minutos en ducha de emergencia.
- No aplicar ningún enguanto spray o pomada para las quemaduras en las áreas afectadas.
- Se debe cubrir con un material limpio seco o estéril.

Si el personal ha ingerido alguna sustancia química, deberá tenerse en cuenta:

- Si el paciente esta inconciente, se debe colocar en posición de seguridad: acostado de lado; y sujetarle la lengua para que no se le invierta, no provocarle vomito si el producto es corrosivo.

Nota: Para este tipo de accidentes se debe revisar la hoja de seguridad del producto con el que ocurrió el incidente. Es importante tener en cuenta que no se debe efectuar una neutralización en el caso de ácidos. Se debe beber abundante agua en cualquier caso. Es necesario avisar al médico que cantidad se ingirió del producto.

5.6. Riesgo biológico

Teniendo en cuenta que la manipulación de microorganismos de riesgo 2 contribuye a los peligros del laboratorio y del personal se diseñaron fichas técnicas de los grupos principales de microorganismos que se manejan en el laboratorio, las cuales han sido incluidas en la segunda versión del Manual de Bioseguridad del laboratorio.

Para un mejor manejo de material biológico potencialmente infeccioso el laboratorio cuenta con la CSB clase II que además de ofrecer protección al personal y a su entorno, ofrecen protección al producto frente a la contaminación.

Deberá utilizarse cuando:

- Se manejen concentraciones elevadas de microorganismos de riesgo 2.
- Se realicen procedimientos con alto potencial de producción de aerosoles.

El manejo de material biológico entraña un riesgo biológico para la persona, por lo cual debe tenerse en cuenta algunas recomendaciones cuando se trabaje con microorganismos de grupo de riesgo 2 en el Laboratorio de Microbiología Ambiental y de Suelos.

1. No comer, beber o fumar en el laboratorio. Bajo ningún concepto se deben guardar alimentos o bebidas en refrigeradores del laboratorio.
2. Mantener la higiene personal, lavándose las manos antes y después de cada tarea.

3. En caso de que las hubiere, se deben cubrir las heridas cutáneas con guantes.
4. La manipulación de cualquier muestra irá provista del uso de elementos de protección personal como guantes y gafas para evitar salpicaduras.
5. Las muestras se transportan en un recipiente con tapa ajustable y cierre correcto que impida la salida de fluidos.
6. Se utilizan cabinas de seguridad biológica (clases II) en procedimientos de homogeneización y mezcla vigorosa.
7. En el caso de que durante una operación de centrifugación se produzca la ruptura de los tubos en el interior del equipo, se debe esperar al menos 5 minutos para abrir la tapa del mismo. Posteriormente se desinfecta el equipo, materiales y superficies de trabajo con un producto de efectividad contrastada.

Los riesgos que puede sufrir el personal al manipular material biológico incluyen aquellos causados por ingestión, aerosoles, rotura de recipientes, entre otros.

- **Ingestión de material potencialmente infeccioso**

- En el caso de ingestión accidental de material infeccioso se debe informar al director del laboratorio para que este a su vez remita inmediatamente al médico a la persona afectada.
- Se le debe quitar la ropa protectora a la persona afectada.
- Se debe notificar la identidad del material ingerido y las circunstancias del incidente.
- Se debe mantener registros médicos apropiados y completos

- **Emisión de aerosoles potencialmente infecciosos**

Cuando se produzca emisión de aerosoles, el personal del Laboratorio debe mantener la calma y seguir las siguientes instrucciones:

- Evacuar inmediatamente la zona afectada.
 - Las personas expuestas serán enviadas a recibir atención médica
 - Nadie podrá entrar en el local durante un tiempo prudencial (por ejemplo, una hora), de modo que los aerosoles puedan salir y se depositen las partículas más pesadas.
 - Si el laboratorio no cuenta con un sistema central de evacuación de aire, la entrada se retrasará (por ejemplo durante 24 horas).
 - Se deben colocar señales indicando que queda prohibida la entrada. Al cabo del tiempo apropiado, se procederá a la descontaminación bajo la supervisión del director del laboratorio. Para ello habrá que utilizar ropa protectora y protección respiratoria apropiada.
- **Rotura de recipientes y derrame de sustancias.**

El personal del laboratorio debe actuar con rapidez y seguir a cabalidad las siguientes indicaciones:

- Los recipientes rotos contaminados con sustancias infecciosas y las sustancias infecciosas derramadas se cubrirán con paños o papel absorbente.
- Retirar el paño o el papel absorbente junto con el material roto; los fragmentos de vidrio deberán ser manipulados con pinzas
- Si se utilizan recogedores de polvo para retirar el material roto, después habrá que tratarlos en la autoclave o sumergirlos en un desinfectante eficaz. Los paños, el papel absorbente y las bayetas utilizados para la limpieza se colocarán en un recipiente para residuos contaminados. Habrá que utilizar guantes en todas estas operaciones.

- Después se fregará la zona contaminada con un desinfectante, preferentemente líquido, como :
- TEGO 51 de Merck (Amonio Cuaternario) a una dilución del 1% en agua.

- Clorox 5.6% (Hipoclorito Sódico al 5.6%) en una dilución del 25% en agua.
- Si se contaminan los formularios del laboratorio u otros papeles manuscritos o impresos, se copiará la información en otro formulario y se tirará el original en un recipiente para residuos contaminados.

Nota: Hay que tener en cuenta que cualquier sustancia orgánica (restos de peptona, etc.) es extraordinariamente bloqueante de la capacidad oxidativa del hipoclorito sodico y de la capacidad de actuación de los iodoformo; por ello la norma es primero limpiar y después desinfectar.

- **Salpicaduras**

En cara y ojos

En el caso de ocurrencia de salpicadura en cara y/o ojos con algún material contaminado de tipo biológico se debe lavar con abundante agua cara y ojos para retirar las salpicaduras y dar aviso inmediato al director del laboratorio. Si en días posteriores se presenta alguna reacción alérgica se debe consultar al médico.

Sobre piel descubierta

Si se tiene contacto directo con material posiblemente infeccioso en piel descubierta, como primera medida se debe realizar un lavado con abundante agua y jabón bactericida al tiempo que sea necesario la zona afectada; dar aviso al director del laboratorio.

Sobre ropa de trabajo

- Se debe retirar la ropa infectada rápidamente.
- La ropa se debe empaquetar en una bolsa roja para ser transportada hasta el sitio de lavado, teniendo cuidado de no mezclar la ropa contaminada de la no contaminada en el momento de su lavado y desinfección.
- La prenda afectada inmediatamente y sumergirla en un recipiente que contenga solución desinfectante, como hipoclorito al 2%.

- **Limpieza y desinfección de pisos, paredes y mesones**

Para limpieza de mesones el personal del aseo del laboratorio utiliza, Blancocox[®], es un blanqueador - desinfectante fabricado por la Refinadora de Sal S.A. Este producto contiene Hipoclorito de sodio al 5.25% como ingrediente activo, y las recomendaciones para su uso son:

- Diluir $\frac{3}{4}$ de taza de Blancocox[®] por 4 litros de agua para desinfectar áreas como paredes, pisos o mesones. Dejar actuar por 10 minutos y enjuagar.

Este desinfectante tiene una efectiva acción al exponerlo frente a cocos Gram positivos, bacilos Gram positivos, bacilos Gram positivos esporulados, a los 5 minutos de exposición, también actúa efectivamente frente a bacilos Gram negativos como *Escherichia coli* e incluso al exponerlo frente a hongos (León, 2005)

5.7. Riesgo eléctrico

Es indispensable que en el laboratorio todas las instalaciones y el equipo eléctrico sean inspeccionados y probados con regularidad, incluida la toma de tierra, y mantenidos por electricistas calificados. El personal del laboratorio no debe tratar de ocuparse de ningún tipo de equipo eléctrico.

Debe cuidarse siempre de asegurar la presencia de fusibles del nivel correcto interpuestos entre el equipo y el suministro. Los circuitos eléctricos del laboratorio estarán dotados de interruptores de circuito y por fallo del polo a tierra.

El personal del laboratorio debe estar al tanto de los siguientes riesgos:

- Superficies mojadas o húmedas cerca del equipo eléctrico.
- Cables de conexión eléctrica flexible y largos.
- Aislamiento de los cables escaso o ya desaparecido.
- Sobrecarga de los circuitos por el uso de adaptadores.
- Equipo productor de chispas situado cerca de sustancias y vapores inflamables.
- Equipo eléctrico que permanece conectado pero sin vigilancia.
- Utilización del extintor erróneo (agua o vapor en lugar de CO₂ o BCF) en caso de incendio eléctrico.

5.7.1. Plan de Emergencia en Caso de Incendios.

El personal que trabaja en el laboratorio puede enfrentarse a peligros debidos a formas

De energía como el fuego, la electricidad.

Es importante examinar los efectos del incendio en la posible diseminación de material infeccioso. Esto puede ser determinante a la hora de decidir si es preferible extinguir o contener el incendio.

En cada sala y en los pasillos y vestíbulos deben figurar de forma destacada advertencias sobre incendios, instrucciones e indicaciones de las vías de salida.

El equipo de lucha contra incendios debe colocarse cerca de las puertas de las salas y en puntos estratégicos de los pasillos y vestíbulos. Ese equipo debe comprender:

1. Botiquín de primeros auxilios, que contendrá antídotos universales y especiales
2. Extintores de incendios (deben ser inspeccionados y mantenidos periódicamente y debe respetarse su vida útil), mantas para apagar fuegos, mangueras, cubos de agua o arena.

A continuación se indican otros materiales que pueden ser necesarios en ciertas circunstancias locales:

1. Mascarillas respiratorias que cubran toda la cara, provistas de filtros para partículas y sustancias químicas.
2. Material para la desinfección de locales, como rociadores y vaporizadores de formaldehído.
3. Camillas
4. Herramientas, como martillos, hachas, llaves de tuercas, destornilladores, escaleras de mano, cuerdas
5. Material para demarcar y señalar zonas peligrosas.

5.8. Gestión de residuos en el laboratorio

La gestión interna de la disposición de los residuos que se generan en el laboratorio de Microbiología Ambiental y de Suelos, es realizada siguiendo los lineamientos básicos establecidos en el decreto 2676/00 y la resolución 01164/02 expedidos por el Ministerio de Salud.

Esta establecido el uso de recipientes para el depósito inicial de residuos. Todos los recipientes están perfectamente identificados y marcados, del color correspondiente a la clase de residuos que se deben depositar en ellos.

Los recipientes utilizados para este fin son livianos, redondeados, material rígido impermeable que facilita su limpieza, resistentes a la corrosión como el plástico, de boca ancha para facilitar su vaciado, están provistos de tapa con accionamiento

con el pie (pedal) para levantarla, lo que evita la dispersión de malos olores que pueden provenir de los residuos allí almacenados

Construidos en forma tal que estando cerrados o tapados, no permitan la entrada de agua, insectos o roedores, ni el escape de líquidos por sus paredes o por el fondo.

Los recipientes están rotulados con el nombre del laboratorio de Microbiología Ambiental y de Suelos área a la que pertenecen, el residuo que contienen y los símbolos internacionales. Además una ficha técnica de que tipo de residuos deben ser almacenados en cada recipiente

Características de las bolsas desechables

La resistencia de las bolsas desechables colocadas en cada recipiente para el almacenamiento de residuos, son de polietileno de alta densidad, lo que permite soportar la tensión ejercida por los residuos contenidos y por su manipulación. Los colores de estas bolsas se colocan basados en el código establecido por el Ministerio de Salud en la resolución 01164/02. (Tabla 24). Se sugiere un calibre mínimo de 1.4 para bolsas pequeñas y de 1.6 milésimas de pulgada para bolsas grandes, suficiente para evitar el derrame durante el almacenamiento, recolección, movimiento por parte del personal de aseo hacia la disposición final de los residuos que contengan.

Los residuos en las bolsas de color rojo deben ser recolectados 2 veces al día a diario por el personal encargado del aseo, mientras los residuos de bolsa verde (ordinarios y reciclables) se recolectan una vez por día.

El contenido de cada una de las bolsas se pesa en la balanza ubicada frente a la zona de Lavado y Esterilización ubicada en el primer piso de la Facultad de Ciencias, edificio Félix Restrepo, el valor se registra a diario dentro del formato de reporte de cantidad de residuos sólidos peligrosos y no peligrosos.

Las bolsas se colocan en canecas ubicadas al final del corredor del primer piso frente a Lavado y Esterilización las cuales siguen el mismo código de colores

establecido por el Ministerio de Salud. De esta zona son llevados al centro de acopio cercano al Hospital Universitario San Ignacio donde luego son recogidas por la empresa Ambiente Limpio quien se encarga de la disposición final de estos residuos.

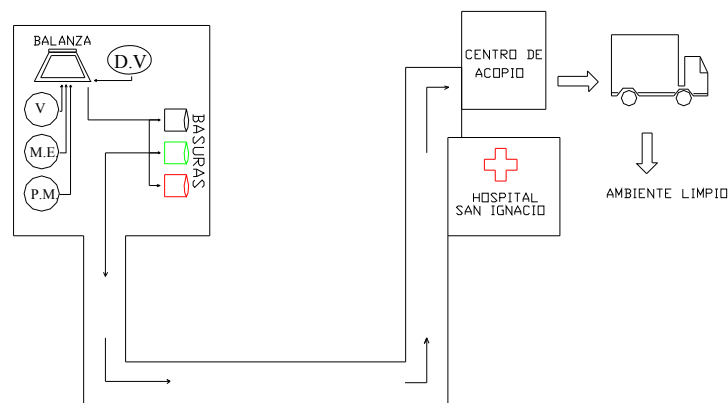


Figura 8. Movimiento interno de los residuos de de los laboratorios de la PUJ
Fuente: Bonilla (2004)

5.9. Documentación

5.9.1. Manual de bioseguridad

Una vez conocidos y verificados los procedimientos de seguridad biológica que actualmente se llevan a cabo en el laboratorio de Microbiología Ambiental y de Suelos, se evaluó cuales debían ser mejorados de acuerdo con las pautas establecidas por la normatividad analizada, determinando que el transporte y manejo de muestras en el laboratorio, las reglas generales de seguridad química y la gestión de residuos en el laboratorio, son algunos de los procedimientos claves que garantizaran la seguridad del personal que labora en las instalaciones del laboratorio, por lo cual se realizó la actualización del manual de bioseguridad,

ampliando estos y otros procedimientos de manera clara y sencilla, de modo que sea de entendimiento para el personal que tendrá acceso a este documento.

El manual contiene fichas informativas de reactivos químicos y microorganismos con los que se trabaja en el laboratorio. Conocer las propiedades de los reactivos y del material biológico ayudará al personal a trabajar con las adecuadas medidas de bioseguridad que eviten o disminuyan la generación de riesgos.

Cuenta con una serie de formatos que permitirán apoyar las labores de seguridad y ayudarán a controlar el cumplimiento por parte del personal, de los procedimientos establecidos en el manual y a su vez identificar las posibles mejoras que puedan realizarse en materia de bioseguridad.

5.9.2 Guía de información

Se realizó una guía de información acerca de los riesgos biológicos, químicos y físicos que pueden llegar a presentarse en el laboratorio de Microbiología ambiental y de Suelos, el contenido de esta guía incluye: identificación de riesgos que pueden presentarse, establecimiento de pautas para controlarlos y que hacer en caso de que el riesgo se presente. Se enfatiza en el cumplimiento de los requisitos para laborar en el laboratorio como el uso de los elementos de protección personal (EPP) y los equipos que dispone el laboratorio para disminuir o evitar que se generen riesgos.

5.10 Encuestas a personal

Se realizaron encuestas (Anexo 13) acerca de conceptos básicos de seguridad a 10 personas que laboran en el laboratorio de Microbiología Ambiental y de Suelos, una vez analizadas las respuestas, se determinó que solo 3 de los 10 encuestados conocen los procedimientos de bioseguridad que se manejan en el laboratorio, los elementos y materiales de protección y las medidas que pueden disminuir o evitar la generación de riesgos químicos y/o biológicos. Estos resultados, permiten inferir que el personal no revisa el manual de bioseguridad existente o no recibió la capacitación adecuada al ingresar a laborar.

6. CONCLUSIONES

- Se realizó la verificación de los procedimientos de seguridad biológica que actualmente se llevan a cabo en el laboratorio de Microbiología Ambiental y de Suelos mediante una lista de chequeo, que arrojó aspectos por mejorar como, transporte y manejo de muestras en el laboratorio, reglas generales de seguridad química, gestión de residuos en el laboratorio, elaboración de pictogramas, entre otros, los cuáles han sido planteados en la actualización del manual.
- Se actualizó el manual de bioseguridad mediante la revisión del documento existente en el laboratorio de Microbiología Ambiental y de Suelos y la normatividad vigente para técnicas y procedimientos de seguridad biológica de laboratorios de microbiología
- Se evaluó el conocimiento del personal del laboratorio realizando una serie de encuestas, con base en conceptos y técnicas básicas de seguridad contempladas en la actualización del manual, los resultados muestran que de las 10 personas del laboratorio que fueron encuestadas, lo que equivale al 100%, el 60% no tienen claros los conocimientos de bioseguridad o no han recibido la instrucción necesaria para trabajar en el laboratorio.
- Se verificó a través de encuestas al personal del laboratorio, que éste cumple con el sistema de vacunación individual.
- Se elaboró una guía informativa que contempla los factores de riesgo biológico, químico y físico que se presentan en el laboratorio de Microbiología Ambiental y de Suelos y la implementación de pautas para controlarlos. Siendo los biológicos y químicos los más significativos por su grado de peligrosidad.

7. RECOMENDACIONES

- Realizar capacitaciones semestrales al personal del laboratorio, sobre manejo seguro de muestras biológicas, sustancias químicas y desechos.
- Elaborar y señalar con pictogramas el control de riesgos biológicos, químicos y físicos.
- Verificar el almacenamiento separado de productos y sustancias químicas por categoría de riesgo y compatibilidad.
- Elaborar avisos alusivos de los requisitos para trabajar en el laboratorio (EPP, normas generales, lavado de manos, entre otros).
- Realizar control de la lectura del manual de bioseguridad al personal del laboratorio. (Ver formato: PUJ-FC-DM-LMAM-F008)
- Hacer uso de los formatos de bioseguridad anexos en el manual de bioseguridad.
- Implementar los elementos y materiales de seguridad recomendados en la actualización del manual.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

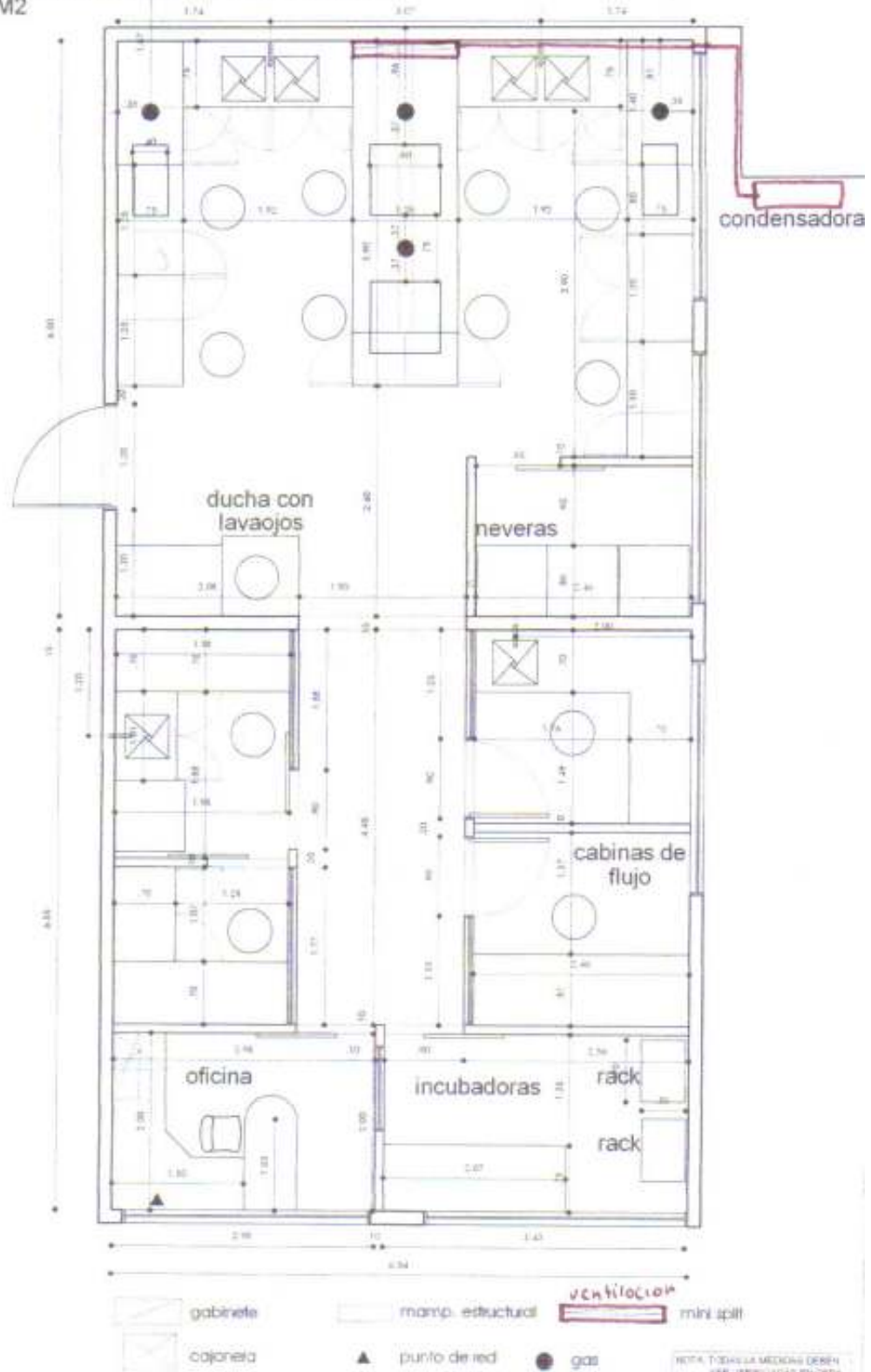
- Acosta, M. 2006. Informe de auditoria al laboratorio de Microbiología Ambiental y Suelos. Subcentro de Seguridad Social y Riesgos Profesionales. Pontificia Universidad Javeriana. Bogota, Colombia. 22p.
- Bonilla – Mateus, A. y Rozo – Soto, A. 2004. Identificación, análisis de riesgos y diseño del manual de bioseguridad e instructivos en laboratorio de microbiología de alimentos, bioingeniería aplicada, microbiología ambiental y de suelos y parasitología ambiental, correspondientes al departamento de microbiología de la facultad de ciencias. *Tesis pregrado*. Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de ciencias. Departamento de Microbiología. Bogota, Colombia. 84p.
- Caballería, L. et al. La calidad en el laboratorio de Microbiología. Una propuesta de aplicación practica. [en línea] 2000. <http://www.svamc.org/web_calidad/pag>. [Consulta: 18 Sept. 2006]
- Castro, J. 1997. Conductas básicas en bioseguridad, manejo integral, protocolo básico para el equipo de salud. Ministerio de Salud. Bogota, Colombia. 157p.
- Centro de Control y Prevención de Enfermedades, (CDC).Cuarta edición. Bioseguridad en Laboratorios de Microbiología y Biomedicina. Atlanta, USA. 196p.
- Dagmar, L. 2004. Manual de seguridad para operaciones en el laboratorio de biotecnología y tipo biológico. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, España.

- Entidad Nacional de Acreditación, (ENAC). 2002. Guía para la acreditación de laboratorios que realizan análisis microbiológicos. España. 27p.
- González, L.2006. Pontificia Universidad Javeriana. Dirección de recursos físicos. Oficina de construcciones. *Comunicación personal*. luis.gonzalez@javeriana.edu.co
- Hernández, A. et al. Cabinas de seguridad biológica. [en línea] 2005. [España] < http://www.mtas.es/insht/ntp/ntp_233.htm>. [Consulta: 5 Sept. 2006]
- MAINCO. [en línea] Manufacturas industriales y comerciales. [Cali, Colombia]. <www.mainco.com.co> [Consulta: 2 Octubre 2006]
- Ministerio del Medio Ambiente. 2002. Resolución No 01164. Manual de procedimientos para la gestión integral de los residuos hospitalarios y similares. Bogota, Colombia. 67p.
- Ministerio del Medio Ambiente. 2000. decreto 2676. Reglamentación de la gestión integral de residuos hospitalarios y similares. Bogota, Colombia. 14p
- Ministerio de Salud.1997. Conductas básicas en bioseguridad. Bogota, Colombia.
- Organización Mundial de la Salud. 1997. Guía para el transporte seguro de sustancias infecciosas y especímenes de diagnóstico.
- Organización Mundial de la Salud, (OMS). 2005. Manual de bioseguridad en el laboratorio. Tercera Edición. Ginebra, Suiza. 223p.

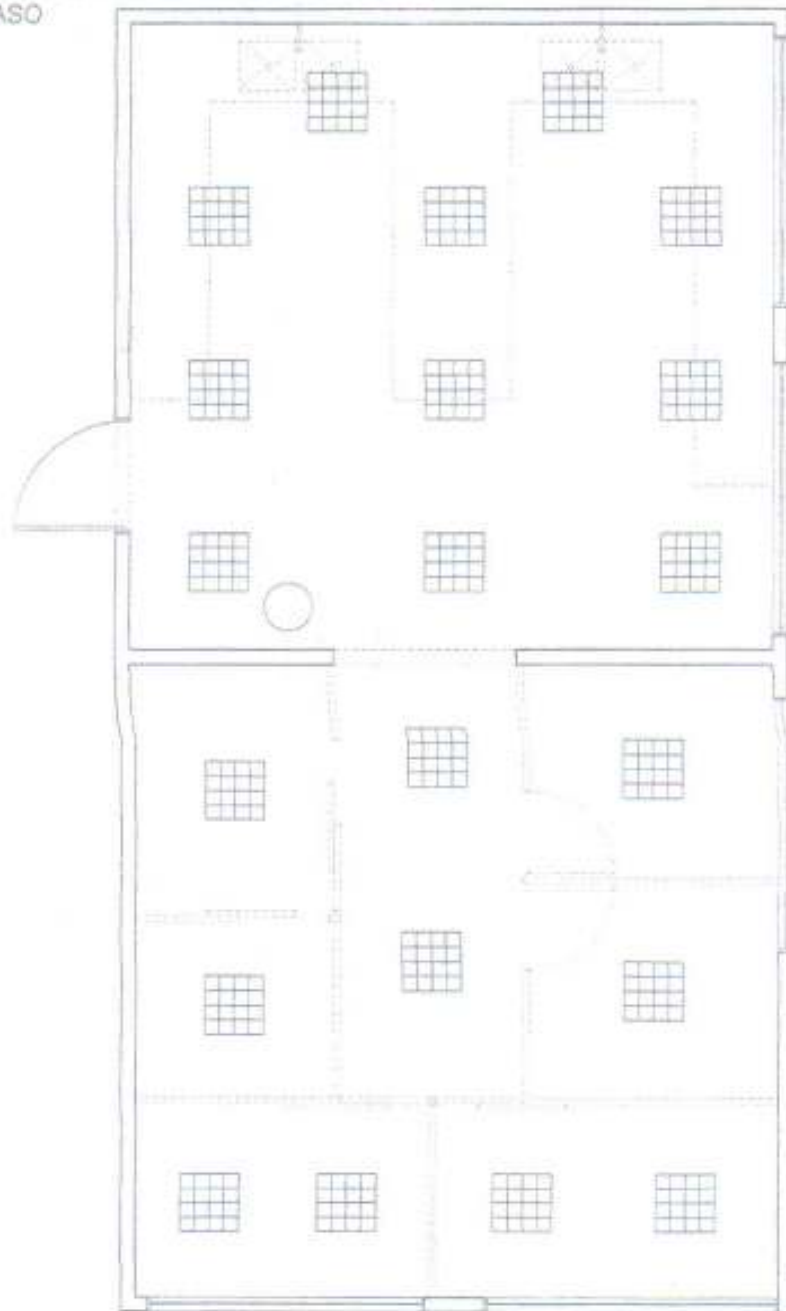
- Organización Panamericana de la Salud, (OPS). 2002. Guía para la elaboración de manuales de acreditación de laboratorios clínicos de América Latina. Washington. USA. 49p.
- Sánchez - Saldaña, E y Sáenz - Anduaga L. Antisépticos y Desinfectantes. *Dermatología Peruana*. 15 (2): 82 – 104.
- UCA. [**en línea**] Señalización de seguridad. 2005.
<<http://www2.uca.es/facultad/ciencias/ciencias2/lafacultad/Seguridad/seguridad/senales.htm>>. [Consulta: 7 Nov.. 2006]
- UCLA. [**en línea**] Labor Occupational Safety and Health. Como leer una hoja de información sobre sustancias peligrosas (MSDS). [Los Angeles] Universidad de California 2003.
<http://www.losh.ucla.edu/catalog/factsheets/msds_espanol.pdf>. [Consulta: 20 octubre. 2006]
- Weng, Z. 2005. Riesgos en los laboratorios; Higiene y Sanidad Ambiental.

ANEXOS

FELIX RESTREPO
 1 - LABORATORIO 106
 BIOLOGIA AMBIENTAL Y DE SUELOS
 87 M2



ED. FELIX RESTREPO
 PISO 1 - LABORATORIO 106
 MICROBIOLOGIA AMBIENTAL Y DE SUELOS
 PLANTA DEL GRASO



100 piezas del 40 x 60 pulgadas
 con tapete antimicrobiano
 4100' 6"

NOTA: TODOS LOS MEDIDAS DEBEN
 SER VERIFICADAS EN OBRA



PROYECTO **ED. FELIX RESTREPO**
 PISO 1 - LABORATORIO 106 MICROBIOLOGIA AMBIENTAL

Fecha	11/01/2011	Planos	Planta (1 de 04)
Autor	MD/MS/MS	Revisado	
Manejado	MD		

3/3

PLANTA DEL GRASO

ED. FELIX RESTREPO
LAB 106



CONVENCIONES

- Tubería PVC 4 F
- Acotamiento
- Registro de corte
- Ø 1.2" Diámetro de tubería

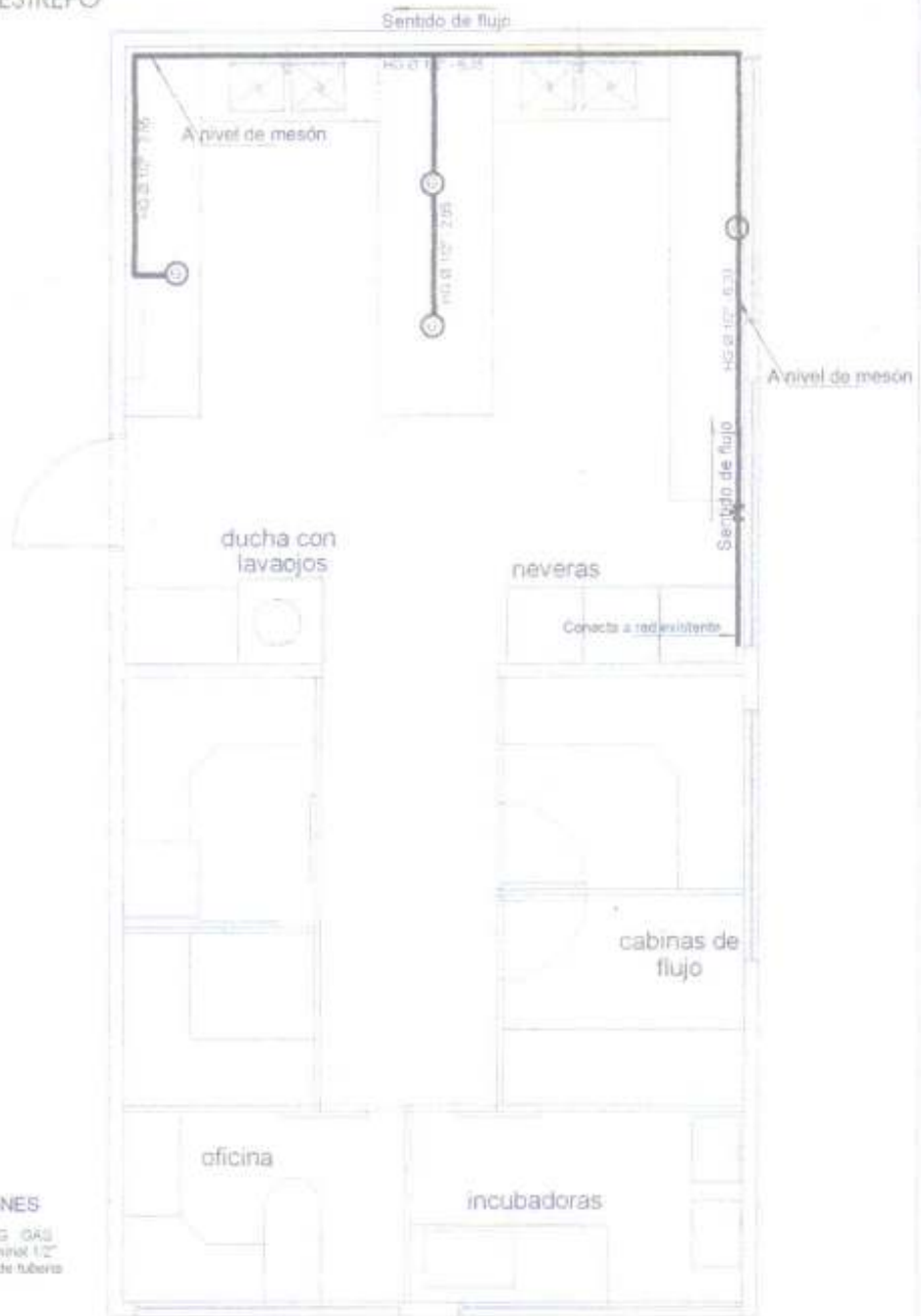


Proyecto: **ED. FELIX RESTREPO**
PISO 1 - LAB 106 MICROBIOLOGIA AMBIENTAL
Contiene: **INSTALACIONES HIDRAULICAS**

Escala: 1:20
Fecha: Agosto de 2006
Diseño Hidraulico:
Eg. José J. Restrepo

7.1

ED. FELIX RESTREPO
LAB 106

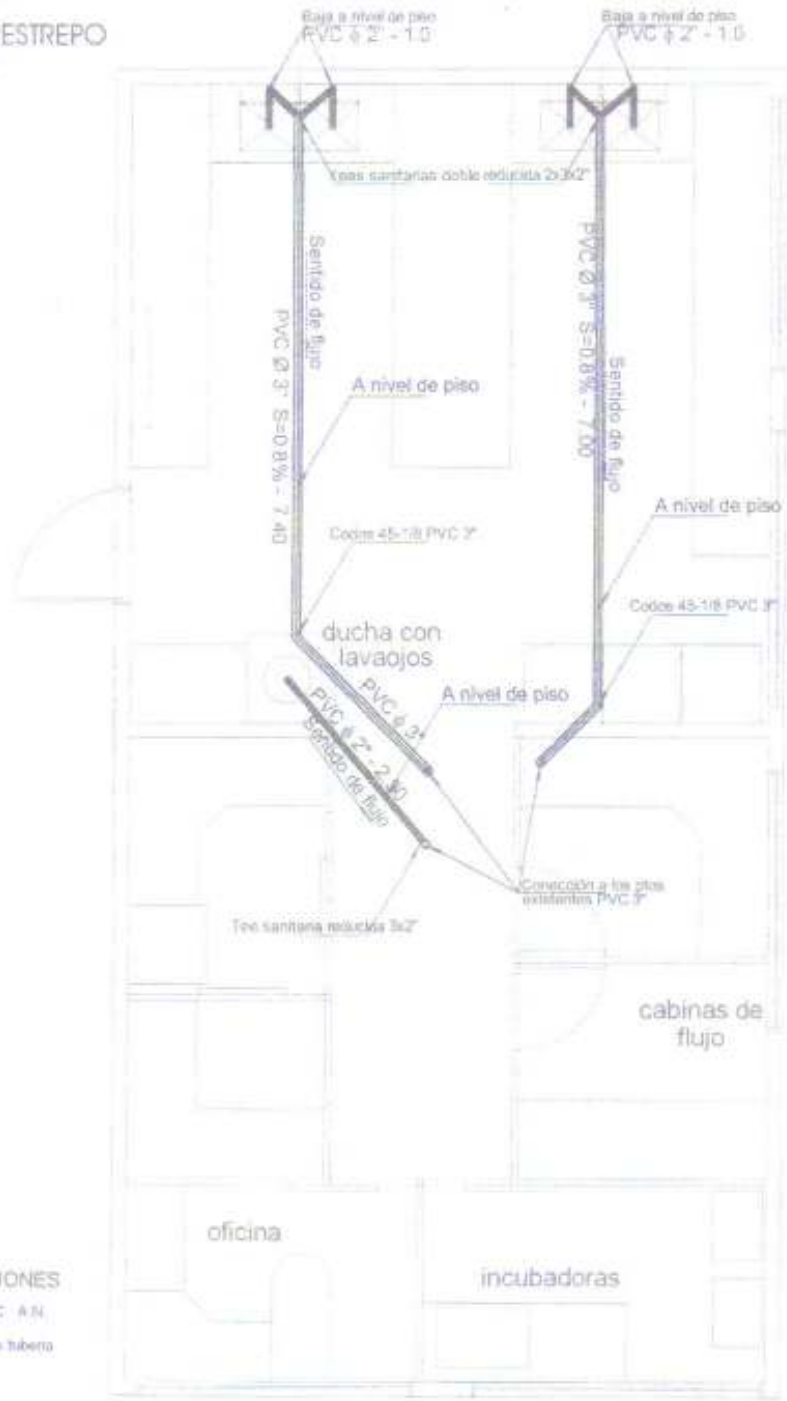


CONVENCIONES

- Tubera HG 102
- Punto terminal 1/2"
- 1/2" Diámetro de tubera

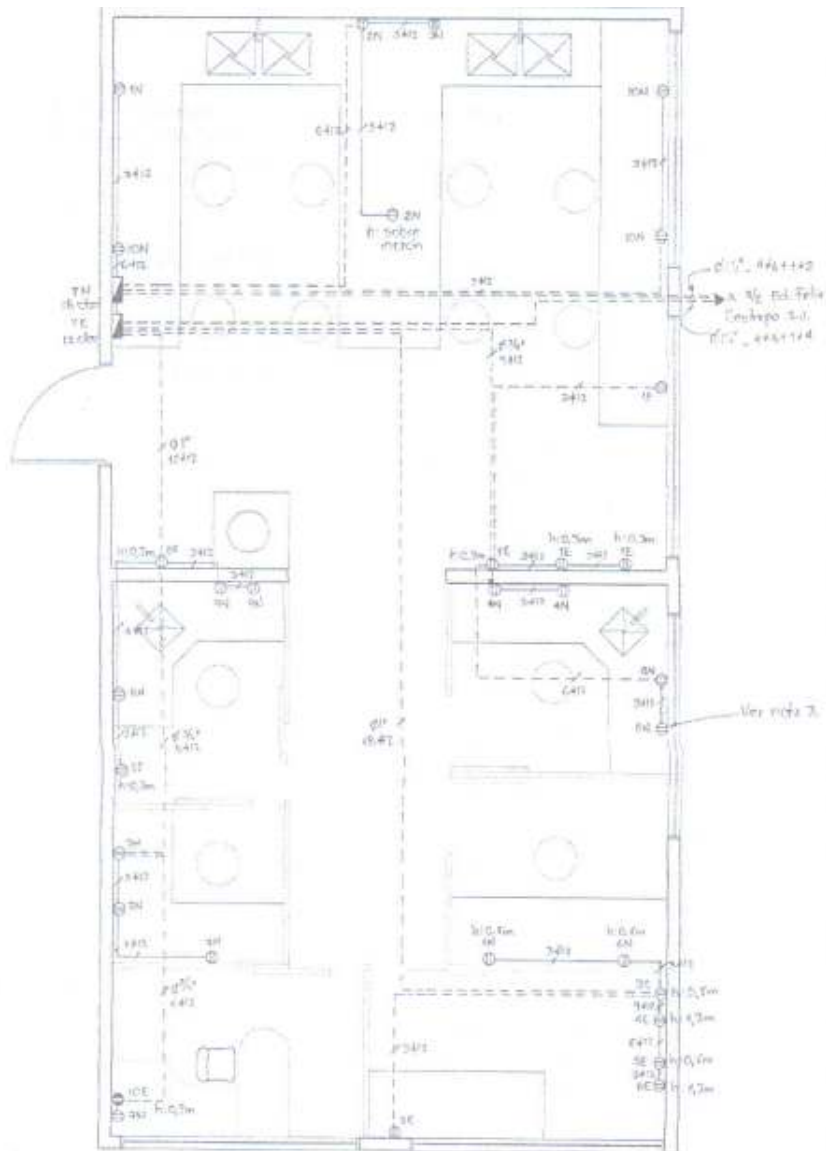
	Proyecto: ED. FELIX RESTREPO PISO 1 - LAB 106 MICROBIOLOGIA AMBIENTAL	Escala: 1:50 Archivo:	Fecha: Febrero de 2006	7.3
	Contiene: INSTALACIONES DE GAS	Delineo y Elaboración: Ing. ROLAND RODRIGUEZ C.		

ED. FELIX RESTREPO
PISO 1 - LAB 106



CONVENCIONES
 — Tuberia PVC A N
 S Ø PVC
 — Diámetro de tubería

	Proyecto: ED. FELIX RESTREPO PISO 1 - LAB 106 MICROBIOLOGIA AMBIENTAL	Estado: 100 Archivo:	Fecha: Febrero de 2011	<div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; width: 40px; height: 40px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> 7.2 </div>
	Nombre: INSTALACIONES SANITARIAS	Diseño Hidráulico: Ing. Néstor Rodríguez G.		



- Tablero eléctrico
 Toma monophasica solo a tierra normal
 Toma monophasica fase tierra aislada
 Distancia por techo o muro (incrustada)
 Distancia por piso (incrustada)
- Notas: 1: Altura de toma en mil cada uno de 3m sobre nivel de piso
 2: Diámetro de ducto no indicado sera de 1 1/2" ØV.
 3: De esta lista se selecciona el interruptor el cual se monta a su vez a la banda de volteo.
- NOTA: TODAS LAS MEDIDAS DEBEN SER EN METROS Y DECIMALES.

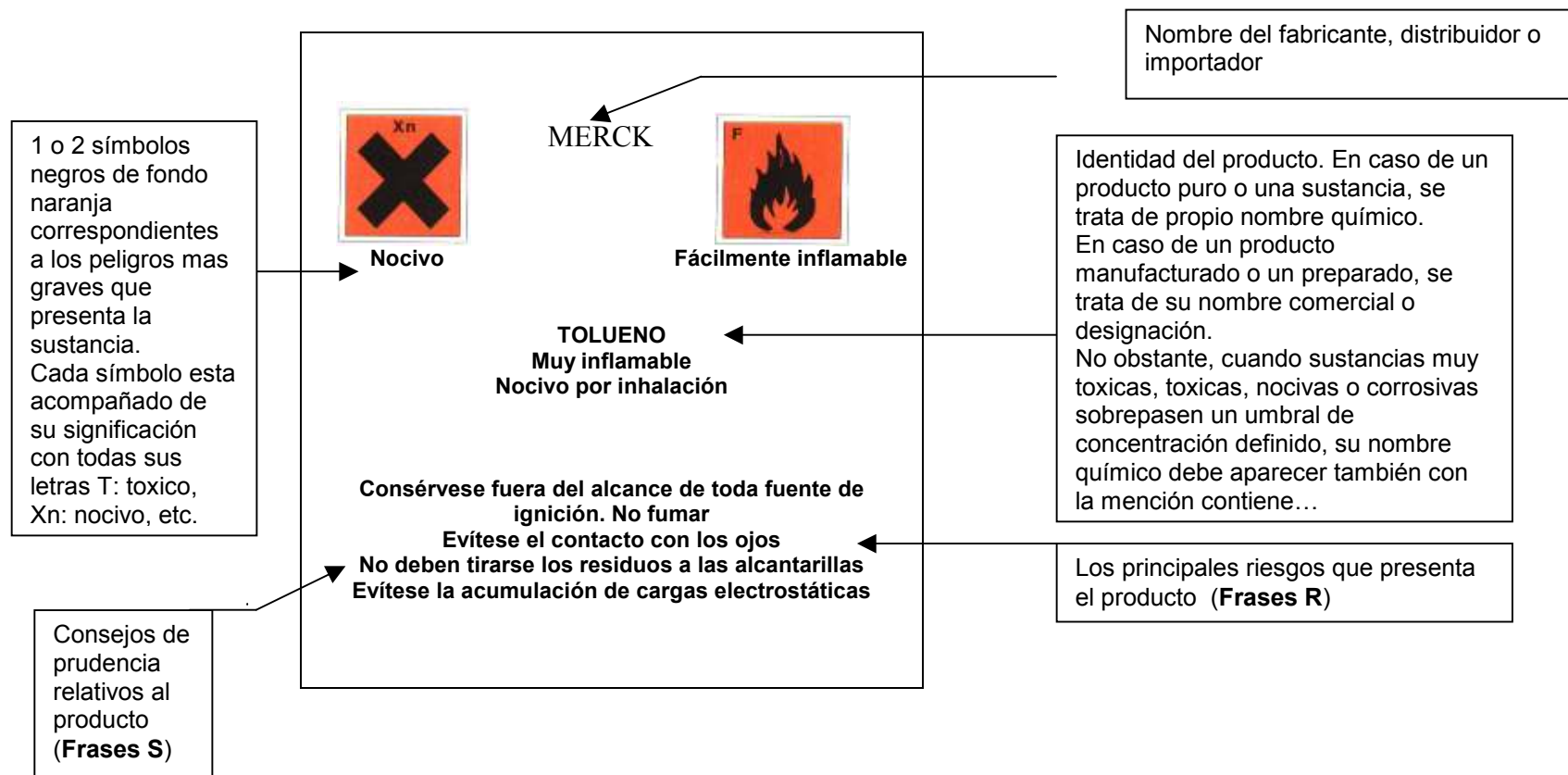
PROYECTO	ED. FELIX RESTREPO	Escala	1:60	Fecha	
PLANO	1- LABORATORIO DE INVESTIGACION AMBIENTAL	EXEQUE		FECHAS	27-03
CONTIENE	DIAGRAMA ELECTRICO	Revisado por			

Anexo 7. Listado de reactivos manejados en el laboratorio de Microbiología Ambiental y de Suelos

GRUPO	REACTIVOS
ALCOHOLES	Fenol
	Glicerol anhidro
	Timol
	Glicero tributirina
	Tolueno
	Xileno
	Alcohol etílico absoluto
HIDROXIDOS	Hidroxido de Bario
	Hidroxido de potasio
COLORANTES	Aceite de inmersión
	Azul de bromotimol
	Azul de tripan
	Violeta de Gram
	Feolftaleína
	Fucsina ácida
	Fucsina básica fenicada
	Fucsina de Gram
	Sudán negro
	Resazurina
	Safranina
	Tinta china
	Verde brillante
	Verde malachita
	Azul de metileno
	Biotina
	Azul de coomassie
	Eosina azul de metileno
	Cristal violeta
	Rojo Congo
Azul de lactofenol	
	Acetato de plomo
	Acetato de sodio anhidro
	Alginato de sodio
	Benzoato de sodio
	Carbonato ácido de sodio
	Carbonato de calcio
	Carbonato de sodio anhidro
	Carbonato de sodio grado reactivo
	Citrato ferrico de amonio
	Cloruro de amonio grado analítico
	Cloruro de bario monohidratado
	Cloruro de calcio anhidro
Cloruro de calcio dihidratado	

SALES	Cloruro de litio
	Cloruro de magnesio grado analitico
	Cloruro de magnesio heptahidratado
	Cloruro de mercurio
	Cloruro de potasio grado analitico
	Cloruro ferrico heptajidratado
	Dicromato de potasio
	Dihidrogeno fosfato de potasio
	Dihidrogeno fosfato de sodio dihidratado
	Dihidrogeno fosfato de sodio monohidratado
	Fosfato basico de potasio
	Hidrogeno carbonato de potasio
	Ioduro de potasio
	Molibdato de amonio
	Molibdato de sodio
	Nitrato de calcio trihidratado
	Nitrato de potasio
	Nitrato de sodio
	Nitrobenceno
	Sulfato de aluminio
	Sulfato de amonio grado analitico
	Sulfato de calcio dihidratado
	Sulfato de calcio grado analitico
	Sulfato de cobre pentahidratado
	Sulfato de hierro heptahidratado
	Sulfato de magnesio heptahidratado
	Sulfato de manganeso no analitico
	Sulfato de magnesio analitico
	Sulfato de sodio anhidro
	Sulfato de zinc monohidratado
	Sulfato ferrico de amonio heptahidratado
	Sulfito de sodio anhidro
	Benzoato de sodio
REACTIVOS NO CLASIFICADOS	Azida de sodio
	Bicromato
	Formaldehido
	Glutamato de sodio
	Polvo de zinc
	Reactivo de Nessler
	Oxido de cromo
	Azufre en polvo

Anexo 8. Etiqueta de sustancias químicas



Anexo 9. Pictogramas

Los pictogramas presentes en las etiquetas tienen el siguiente significado:



Aparte de los pictogramas presentes en las etiquetas, aparecen los siguientes símbolos:

SÍMBOLO	SIGNIFICADO	SÍMBOLO	SIGNIFICADO
T+	Muy Tóxico.	O	Comburente.
T	Tóxico.	C	Corrosivo.
Xn	Nocivo.	Xi	Irritante.
F	Fácilmente Inflamable.	E	Explosivo.
F+	Extremadamente Inflamable.	N	Peligroso para medio ambiente.

Anexo 10. Frases R

R1	Riesgo de explosión en estado seco
R2	Riesgo de explosión por choque, fricción, fuego u otras fuentes de ignición
R3	Grave riesgo de explosión por choque, fricción, fuego u otras fuentes de ignición
R4	Forma compuestos metálicos explosivos muy sensibles
R5	Peligro de explosión por la acción del calor
R6	Peligro de explosión, en contacto o sin contacto con el aire
R7	Puede provocar incendios
R8	Peligro de fuego en contacto con sustancias combustibles
R9	Peligro de explosión al mezclar con sustancias combustibles
R10	Inflamable
R11	Muy inflamable
R12	Extremadamente inflamable
R13	Gas licuado extremadamente inflamable
R14	Reacciona violentamente con el agua
R15	Reacciona con el agua produciendo gases muy inflamables
R16	Riesgo de explosión en mezcla con sustancias comburentes (oxidantes)
R17	Se inflama espontáneamente al aire
R18	Al usarlo puede formar mezclas vapor- aire explosivas/inflamables
R19	Puede formar peróxidos explosivos
R20	Nocivo por inhalación
R21	Nocivo en contacto con la piel
R22	Nocivo por ingestión
R23	Toxico por inhalación
R24	Toxico en contacto con la piel
R25	Toxico por ingestión
R26	Muy toxico por inhalación
R27	Muy toxico en contacto con la piel
R28	Muy toxico por ingestión
R29	Emite gases tóxicos en contacto con agua
R30	Puede inflamarse fácilmente durante el uso
R31	Emite gases tóxicos en contacto con ácidos
R32	Emite gases muy tóxicos en contacto con ácidos
R33	Peligro de efectos acumulativos
R34	Provoca quemaduras
R35	Provoca quemaduras graves
R36	Irrita los ojos
R37	Irrita las vías respiratorias
R38	Irrita la piel
R39	Peligro de efectos irreversibles muy graves
R40	Posibles efectos cancerígenos
R41	Riesgo de lesiones oculares graves.
R42	Posibilidad de sensibilización por inhalación
R43	Posibilidad de sensibilización en contacto con la piel

R44	Peligro de explosión al calentar cerrado
R45	Puede ser cancerígena
R46	Puede provocar daños hereditarios
R47	Puede provocar malformaciones
R48	Peligro de daños graves para la salud en caso de exposición prolongada
R49	Puede causar cáncer por inhalación
R50	Muy tóxico para los organismos acuáticos
R51	Tóxico para los organismos acuáticos
R52	Nocivo para los organismos acuáticos
R53	Puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático
R54	Toxico para la flora
R55	Toxico para la fauna
R56	Tóxico para los organismos del suelo
R57	Toxico para las abejas
R58	Puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente
R59	Peligroso para la capa de ozono
R60	Puede perjudicar la fertilidad
R61	Riesgo durante el embarazo de efectos adversos para el feto
R62	Posible riesgo de perjudicar la fertilidad
R63	Posible riesgo durante el embarazo de efectos adversos para el feto
R64	Puede perjudicar a los niños alimentados con leche materna
R65	Nocivo. Si se ingiere puede causar daño pulmonar
R66	La exposición repetida puede provocar sequedad o formación de grietas en la piel
R67	La inhalación de vapores puede provocar somnolencia y vértigo
R68	Posibilidad de efectos irreversibles

Anexo 11. Combinación de frases de riesgo (FRASES R)

R14/15	Reacciona violentamente con el agua, liberando gases extremadamente inflamables.	R20/21	Nocivo por inhalación y en contacto con la piel.
R15/29	En contacto con el agua, libera gases tóxicos y extremadamente inflamables.	R20/22	Nocivo por inhalación y por ingestión
R21/22	Nocivo en contacto con la piel y por ingestión.	R20/21 /22	Nocivo por inhalación, por ingestión y en contacto con la piel.
R23/24	Tóxico por inhalación y en contacto con la piel	R48/22	Nocivo: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por ingestión.
R23/25	Tóxico por inhalación y por ingestión.	R48/20 /21	Nocivo: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación y contacto con la piel.
R23/24 /25	Tóxico por inhalación, por ingestión y en contacto con la piel.	R48/20 /22	Nocivo: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación e ingestión.
R24/25	Tóxico en contacto con la piel y por ingestión.	R48/21 /22	Nocivo: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por contacto con la piel e ingestión.
R26/27	Muy tóxico por inhalación y en contacto con la piel.	R48/20 /21/22	Nocivo: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación, contacto con la piel o ingestión.
R26/28	Muy tóxico por inhalación y por ingestión.	R48/23	Tóxico: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación.
R26/27 /28	Muy tóxico por inhalación, por ingestión y en contacto con la piel.	R48/24	Tóxico: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por contacto con la piel.
R27/28	Muy tóxico en contacto con la piel y por ingestión.	R48/25	Tóxico: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por ingestión.
R36/37	Irrita los ojos y las vías respiratorias.	R48/23 /24	Tóxico: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación y contacto con la piel.
R36/38	Irrita los ojos y la piel.	R48/23 /25	Tóxico: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación e ingestión.
R36/37 /38	Irrita los ojos, la piel y las vías respiratorias.	R48/24 /25	Tóxico: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por contacto con la piel e ingestión.
R37/38	Irrita las vías respiratorias y la piel.	R48/23 /24/25	Tóxico: riesgo en caso de exposición prolongada por inhalación, contacto

R39/23	Tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por inhalación.	R50/53	Muy tóxico para los organismos acuáticos, puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático.
R39/24	Tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por contacto con la piel.	R51/53	Tóxico para los organismos acuáticos, puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático.
R39/25	Tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por ingestión.	R52/53	Nocivo para los organismos acuáticos, puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático.
R39/23 /24	Tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por inhalación y contacto con la piel.	R68/20	Nocivo: posibilidad de efectos irreversibles por inhalación.
R39/23 /25	Tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por inhalación e ingestión.	R68/21	Nocivo: posibilidad de efectos irreversibles en contacto con la piel.
R39/24 /25	Tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por contacto con la piel e ingestión.	R68/22	Nocivo: posibilidad de efectos irreversibles por ingestión.
R39/23 /24/25	Tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por inhalación, contacto con la piel e ingestión.	R68/20/ 21	Nocivo: posibilidad de efectos irreversibles por inhalación y contacto con la piel.
R39/26	Muy tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por inhalación.	R68/20 /22	Nocivo: posibilidad de efectos irreversibles por inhalación e ingestión.
R39/27	Muy tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por contacto con la piel.	R68/21 /22	Nocivo: posibilidad de efectos irreversibles en contacto con la piel e ingestión.
R39/28	Muy tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por ingestión.	R68/20 /21/22	Nocivo: posibilidad de efectos irreversibles por inhalación, contacto con la piel e ingestión.
R39/26 /27	Muy tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por inhalación y contacto con la piel.	R48/20	Nocivo: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación.
R39/26 /28	Muy tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por inhalación e ingestión	R48/21	Nocivo: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por contacto con la piel.
R39/27 /28	Muy tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por contacto con la piel e ingestión.		
R39/26 /27/28	Muy tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por inhalación, contacto con la piel e ingestión.		
R42/43	Posibilidad de sensibilización por inhalación y en contacto con la piel.		

Anexo 12. Frases S

Cada frase S viene identificada por la letra S y un código numérico.

S1	Manténgase el recipiente bien cerrado.	S41	En caso de incendio y/o de explosión, no respirar los humos.
S2	Manténgase el recipiente en lugar seco.	S42	Durante las fumigaciones/pulverizaciones, úsese equipo respiratorio adecuado (denominación(es) adecuada(s) a especificar por el fabricante).
S3	Consérvese el recipiente en lugar bien ventilado.	S43	En caso de incendio, utilizar... (los medios de extinción los debe especificar el fabricante). (Si el agua aumenta el riesgo, se deberá añadir: "No usar nunca agua").
S4	Manténgase lejos de locales habitados.	S45	En caso de accidente o malestar, acúdase inmediatamente al médico (si es posible, muéstrela la etiqueta).
S5	Consérvese en... (líquido apropiado a especificar por el fabricante).	S46	En caso de ingestión, acúdase inmediatamente al médico y muéstrela la etiqueta o el envase.
S6	Consérvese en... (gas inerte apropiado a especificar por el fabricante).	S47	Consérvese a una temperatura no superior a ...°C (a especificar por el fabricante).
S7	Manténgase el recipiente bien cerrado.	S48	Consérvese húmedo con ...(medio apropiado a especificar por el fabricante).
S8	Manténgase el recipiente en lugar seco.	S49	Consérvese únicamente en el recipiente de origen.
S9	Consérvese el recipiente en lugar bien ventilado.	S50	No mezclar con ...(a especificar por el fabricante).
S12	No cerrar el recipiente herméticamente.	S51	Úsese únicamente en lugares bien ventilados.
S13	Manténgase lejos de alimentos, bebidas y piensos.	S52	No usar sobre grandes superficies en locales habitados.
S14	Consérvese lejos de ...(materiales incompatibles a especificar por el fabricante).	S53	Evítese la exposición – recábense instrucciones especiales antes del uso
S15	Conservar alejado del calor.	S56	Elimínense esta sustancia y su recipiente en un punto de recogida pública de residuos especiales o peligrosos.
S16	Conservar alejado de toda llama o fuente de chispas - No fumar.	S57	Utilícese un envase de seguridad adecuado para evitar la contaminación del medio ambiente.
S17	Manténgase lejos de materiales combustibles.	S59	Remítirse al fabricante o proveedor para obtener
S18	Manipúlese y ábrase el recipiente con prudencia.		
S20	No comer ni beber durante su utilización.		
S21	No fumar durante su utilización.		
S22	No respirar el polvo.		
S23	No respirar los gases/humos/vapores/aerosoles (denominación(es) adecuada(s) a especificar por el fabricante).		

<p>S24 Evítese el contacto con la piel.</p> <p>S25 Evítese el contacto con los ojos.</p> <p>S26 En caso de contacto con los ojos, lávense inmediata y abundantemente con agua y acúdase a un médico.</p> <p>S27 Quítese inmediatamente la ropa manchada o salpicada.</p> <p>S28 En caso de contacto con la piel, lávese inmediata y abundantemente con... (productos a especificar por el fabricante).</p> <p>S29 No tirar los residuos por el desagüe.</p> <p>S30 No echar jamás agua a este producto.</p> <p>S33 Evítese la acumulación de cargas electrostáticas.</p> <p>S35 Elimínense los residuos del producto y sus recipientes con todas las precauciones posibles.</p> <p>S36 Úsese indumentaria protectora adecuada.</p> <p>S37 Úsense guantes adecuados.</p> <p>S38 En caso de ventilación insuficiente, úsese equipo respiratorio adecuado.</p> <p>S39 Úsese protección para los ojos/la cara.</p> <p>S40 Para limpiar el suelo y los objetos contaminados por este producto, úsese... (a especificar por el fabricante).</p>	<p>información sobre su recuperación/reciclado.</p> <p>S60 Elimínense el producto y su recipiente como residuos peligrosos.</p> <p>S61 Evítese su liberación al medio ambiente. Recábense instrucciones específicas de la ficha de datos de seguridad.</p> <p>S62 En caso de ingestión no provocar el vómito: acúdase inmediatamente al médico y muéstrela la etiqueta o el envase.</p> <p>S63 En caso de accidente por inhalación, alejar a la víctima fuera de la zona contaminada y mantenerla en reposo.</p> <p>S64 En caso de ingestión, enjuagar la boca con agua (solamente si la persona está consciente).</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

ANEXO 13.

**ENCUESTAS A PERSONAL DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA
AMBIENTAL Y DE SUELOS**

Nombre:

Su desempeño en el laboratorio de Microbiología Ambiental y de Suelos es:

- A. MONITOR
- B. TESISISTA
- C. PASANTE
- D. AUXILIAR
- E. DOCENTE

**PROTECCION PERSONAL EN EL LABORATORIO DE
MICROBIOLOGIA AMBIENTAL Y SUELOS**

1. Conoce usted las normas de seguridad en el laboratorio de Microbiología Ambiental y Suelos?

SI _____ NO _____

2. Recibió usted instrucciones para ingresar al laboratorio de Microbiología Ambiental y Suelos

SI _____ NO _____

3. De los siguientes elementos, marque cuales utiliza para su protección personal durante las labores diarias en el laboratorio.

- A. Bata
- B. Gorro
- C. Gafas de seguridad
- D. Careta
- E. Guantes de látex
- F. Tapabocas

4. Nombre el (los) elemento(s) de protección personal adicional que utiliza cuando trabaja con:

A. Sustancias químicas peligrosas. _____

B. Manejo de elementos que se encuentran a altas temperaturas (Autoclaves, tubos en ebullición, etc.).

C. Siembra de microorganismos _____

D. Preparación de medios o reactivos _____

5. Conoce usted de avisos alusivos dentro del laboratorio que hagan referencia al uso obligatorio de los elementos de protección personal?

SI ____ NO ____

6. Ha identificado en el laboratorio las siguientes áreas?

A. Área de lavado de ojos SI ____ NO ____

B. Ducha de emergencia SI ____ NO ____

7. Describa brevemente en cuatro pasos la técnica correcta para el lavado de manos.

1. _____

2. _____

3. _____

4. _____

**PLAN DE VACUNACION DEL PERSONAL DE LABORATORIO DE
MICROBIOLOGIA AMBIENTAL Y SUELOS**

1. Marque con una X con cual de las siguientes vacunas cuenta usted actualmente:

A. Fiebre amarilla _____

B. Sarampión/Rubéola _____

C. Tétanos _____

D. Hepatitis B
Primera dosis _____
Segunda dosis _____
Tercera dosis _____

E. Hepatitis A
Primera dosis _____
Segunda dosis _____
Tercera dosis _____

F. Fiebre tifoidea _____

Por favor incluir fotocopia de carnet de vacunación

**LINEAMIENTOS DEL MANUAL DE BIOSEGURIDAD DEL
LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA AMBIENTAL Y SUELOS**

1. De acuerdo a las labores realizadas en el laboratorio, a cual de los siguientes niveles de bioseguridad pertenece el Laboratorio de Microbiología Ambiental y Suelos

- A. Nivel 1
- B. Nivel 2
- C. Nivel 3
- D. Nivel 4

2. Nombre 3 conductas que usted considere inadecuadas realizarlas en el laboratorio

3. Dentro de las normas generales de bioseguridad se incluye:

- A. Manipulación segura de muestras en el laboratorio
- B. Técnicas de empleo de pipetas y dispositivos de pipeteo
- C. Técnica de lavado de manos
- D. Reglas de seguridad para el personal de limpieza
- E. Todas las anteriores

4. Sabe que es una hoja de seguridad (MSDS)

SI ____ NO ____

Puede describir brevemente su utilidad?

5. Usted considera los siguientes instrumentos mecánicos como parte de las medidas de protección del Laboratorio de Microbiología Ambiental y Suelos

- A. Cabina de flujo laminar
- B. Pinzas metálicas
- C. Pipetas automáticas

SI ____ NO ____

6. A continuación se presentan los tres tipos de canecas que se utilizan en el laboratorio de Microbiología Ambiental y Suelos, para el tratamiento de residuos. Frente a cada una de ellas escriba al menos un tipo de residuo que se pueda almacenar allí.

A. _____



B. _____



C. _____



