



# **MANUAL BIOSEGURIDAD UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL NORTE**

**VICERECTORIA DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO  
2021**

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>5</b>
<b>Visión</b> .....	<b>5</b>
<b>Misión</b> .....	<b>5</b>
<b>Objetivo General</b> .....	<b>5</b>
<b>Objetivos Específicos</b> .....	<b>5</b>
<b>ESTRUCTURA ORGÁNICA DEL COMITÉ INSTITUCIONAL DE BIOSEGURIDAD</b> .....	<b>6</b>
Funciones:.....	7
Derechos.....	8
Restricciones.....	9
<b>PROCEDIMIENTOS ADMINISTRATIVOS</b> .....	<b>10</b>
<b>COMUNICACIÓN Y DIFUSIÓN</b> .....	<b>11</b>
<b>Glosario y términos</b> .....	<b>13</b>
<b>Lineamientos Básicos de Laboratorio</b> .....	<b>15</b>
Responsabilidades.....	15
Capacitaciones .....	16
<b>MANUAL DE BIOSEGURIDAD DE PROCEDIMIENTOS DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL NORTE</b> .....	<b>17</b>
Conducta y disciplina del personal de laboratorio .....	18
Acceso al laboratorio y visitas.....	19
Vestimenta, limpieza y orden en el laboratorio .....	20
Uso de cuadernos, bitácoras, registros e inventarios de laboratorio.....	22
Consideraciones para minimizar el impacto ambiental. ....	23
<b>Seguridad General</b> .....	<b>24</b>
Seguridad eléctrica.....	24
Fuentes de luz ultravioleta y de emisión láser. ....	25
Consideraciones de uso de cilindros de gas comprimido. ....	28
Procedimiento en caso de incendios.....	29
Procedimiento general en caso de desastres naturales e incidentes .....	31
Procedimiento en caso de sismo y tsunamis.....	32
Procedimiento en caso de lluvias, inundaciones y otros fenómenos naturales.....	32
<b>INDICACIONES PARA EL USO DE EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL</b> .....	<b>32</b>
<b>Bioseguridad y evaluación del riesgo biológico</b> .....	<b>39</b>
Laboratorios básicos (nivel de bioseguridad BSL1 y BSL2). ....	42
Del laboratorio .....	42
Del personal de Laboratorio.....	44
Del Jefe/a de Laboratorio .....	44
<b>Bioterios</b> .....	<b>45</b>
<b>MEDIDAS GENERALES DE BIOSEGURIDAD.</b> .....	<b>47</b>
<b>Precauciones especiales</b> .....	<b>52</b>

<b>Sala de cultivo celular/tisular.....</b>	<b>56</b>
<b>Manipulación de muestras clínicas y especímenes biológicos.....</b>	<b>62</b>
Manipulación de líneas celulares o tejidos animales .....	63
Manipulación de sustancias inmunomoduladoras, quimioterapéuticas, antineoplásicas, psicotrópicos, estupefacientes o biotoxinas.....	64
<b>Trasporte de material peligroso .....</b>	<b>70</b>
Residuos peligrosos .....	70
Condiciones generales de retiro .....	70
Otras consideraciones: .....	71
Residuos biológicos.....	72
Cortopunzante .....	72
<b>MANEJO DE RESIDUOS Y CONTROL DE DERRAMES.....</b>	<b>73</b>
<b>Control Integral de Roedores y Artrópodos .....</b>	<b>77</b>
<b>Referencias .....</b>	<b>78</b>

**Cualquier aspecto no considerado en el presente Manual de Bioseguridad, será considerado por el Comité de Bioseguridad de la sede correspondiente.**

Realizado por:

- Dr. Gonzalo Álvarez, Departamento de Acuicultura, Facultad de Ciencias del Mar, Coquimbo
- Roberto Andueza, Escuela de Prevención de Riesgos y Medioambiente, Facultad de Ciencias del Mar, Coquimbo
- Dr. Rodrigo Castillo, Departamento de Química, Facultad de Ciencias, Antofagasta
- Dr. Jaime Chacana, Departamento de Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería y Ciencias Geológicas, Antofagasta
- Dra. Nancy Chandía, Departamento de Biología Marina, Facultad de Ciencias del Mar, Coquimbo
- Dr. Claudio Coddou, Departamento de Ciencias Biomédicas, Facultad de Medicina
- Marcelo Fuentes, Facultad de Ciencias de Ingeniería y Construcción, Antofagasta
- Dra. Paola Haeger, Departamento de Ciencias Biomédicas, Facultad de Medicina
- Dra. Martha Hengst, Departamento de Ciencias Farmacéuticas, Facultad de Ciencias, Antofagasta.
- Dayanne Ibáñez, Dirección de Recursos Humanos, Antofagasta
- Italo Montofré, Departamento de Ingeniería Metalúrgica y Minas, Facultad de Ingeniería y Ciencias Geológicas, Antofagasta
- Dra. Floria Pancetti, Departamento de Ciencias Biomédicas, Facultad de Medicina, Coquimbo
- Dr. Luis Rojas, Departamento de Química, Facultad de Ciencias, Antofagasta
- Evelyn Vargas, Departamento de Recursos Humanos, Coquimbo

## **INTRODUCCIÓN**

La investigación científica es una actividad humana que se enfoca en contribuir a la sociedad mediante la búsqueda de nuevos conocimientos o tecnologías, para lo cual los investigadores se exponen en sus labores a posibles riesgos que, al ocurrir un evento no deseado, puede tener graves consecuencias que podrían repercutir tanto en su integridad física como en el ambiente y comunidad que les rodea.

Considerando los riesgos inherentes a las labores de investigación científica surge el concepto de la bioseguridad, definiéndose como un conjunto de medidas encaminadas a proteger al personal involucrado de la exposición a riesgos biológicos, químicos y físicos que entrañan las actividades en los laboratorios, así como también la protección del ambiente. Con dicha finalidad se genera un cambio en la visión en torno a este tema, tomando mayor importancia y preocupación en la búsqueda de metodologías que controlen la exposición a dichos agentes de riesgo provenientes de la propia investigación como a su vez de los equipos y protocolos empleados. Así surge el presente manual institucional como apoyo a las labores de investigación.

El propósito de este manual es proporcionar a los docentes, estudiantes y trabajadores en general de la Universidad Católica del Norte, una herramienta básica y práctica de seguridad en el laboratorio cumpliendo la normativa legal asociada. Además, este manual genera un cambio de actitud frente a las normas de bioseguridad, promoviendo su aplicación en la unidad académica respectiva como fuera de ella, y así contribuyendo en disminuir los accidentes y enfermedades profesionales derivadas de un trabajo tan especializado.

### **Visión**

Incorporar y promover una cultura institucional de bioseguridad, contribuyendo a implementar y aplicar las buenas prácticas de laboratorio para que se apliquen como un procedimiento natural y cotidiano dentro de los laboratorios de la institución y en el desarrollo de todo proyecto científico y trabajo docente.

### **Misión**

La misión es constituirse como un comité que velará por la bioseguridad de los laboratorios donde se desarrolla la investigación y la docencia de la institución, mediante la creación de programas de vigilancia, apoyo y capacitación acorde a las necesidades de la comunidad universitaria, y según normas nacionales e internacionales relacionadas con el tema.

### **Objetivo General**

Establecer las medidas de bioseguridad y prácticas de laboratorio que permitan minimizar el riesgo de los investigadores, estudiantes y personal de apoyo que trabajen en Investigación o en prácticas docentes que impliquen el uso de agentes de riesgo, además de cautelar el cuidado del medio ambiente y de la comunidad en general.

### **Objetivos Específicos**

- Velar por el cumplimiento de las normativas establecidas en el Manual de Normas de Bioseguridad de la Universidad Católica del Norte.
- Publicar y/o actualizar el Manual de procedimientos de la institución.
- Mantener un programa permanente de seguimiento y control de las instalaciones y procedimientos, asociados a proyectos adjudicados y/o visados por el comité.
- Colaborar con el Comité Paritario de la institución con el propósito de velar por la adecuada y oportuna capacitación del personal.

- Mantener un registro de las actividades de la institución, con una descripción de los proyectos de investigación en desarrollo, las recomendaciones y fiscalizaciones realizadas.
- Mantener un programa permanente de capacitación a los integrantes de la institución y un programa de inducción inicial a los nuevos integrantes de laboratorios respecto a actividades que se desarrollan en laboratorios, en conjunto con el Comité Paritario y la Oficina de Prevención de Riesgos.

## **ESTRUCTURA ORGÁNICA DEL COMITÉ INSTITUCIONAL DE BIOSEGURIDAD**

La Universidad Católica del Norte, ha promulgado la creación del Comité Institucional de Bioseguridad (CBS-UCN) a través de la resolución N° 125 del 2012. La bioseguridad de la institución se sostiene mediante tres organismos fundamentales; el Comité de Bioseguridad, el Departamento de Prevención de Riesgos y el Comité Paritario, cuyo rol en común es el cuidado de la integridad física del trabajador y el medio ambiente, generando estrategias que apoyen a la buena gestión de riesgos presentes en las diversas labores desarrolladas en la Institución. El Comité de Bioseguridad de la Universidad Católica del Norte está conformado por dos sub-comités, que sesionarán en Antofagasta y Coquimbo, respectivamente. Cada sub-comité estará integrado por a lo menos 6 personas, quienes deben pertenecer al estamento académico y profesional de la Institución. El criterio de selección de sus miembros estará orientado en base a la experiencia y formación que presente en áreas o disciplinas que conllevan algún grado de peligrosidad inherente. Todos los integrantes del comité serán designados por la Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo Tecnológico de la Institución.

Cada sub-comité será presidido por uno de los integrantes, nominado por la Vicerrectoría de Investigación y ratificado por los miembros del sub-comité y en caso de ausencia será subrogado por el Secretario/a. La composición del Comité de Bioseguridad deberá incluir personas con diferentes competencias provenientes de las distintas áreas de la institución, al menos los siguientes especialistas:

1. Experto en Prevención de Riesgos.
2. Integrante del área Científica.
3. Integrante del área Biomédica.
4. Integrante del área Ciencias del Mar.
5. Integrante del área Química o Ciencias Ambientales.
6. Integrante del área de las Ingenierías
7. Integrante de la dirección de laboratorios (cuando corresponda)
8. Integrante del área Ciencias Jurídicas (cuando corresponda)

Para su funcionamiento cada sub-comité deberá contar con una secretaria de apoyo para sus funciones, la cual será proporcionada por la Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo Tecnológico. Se considerará una dedicación semanal de 22 horas que serán declaradas en el Plan de Trabajo Anual en la Dimensión "Gestión" o en el Plan de Mejoramiento Personal, según corresponda. Son causales del cese de funciones como integrante del sub-comité:

- La renuncia escrita que se hará efectiva a los 30 días corridos a partir de su presentación.
- La inasistencia injustificada a las reuniones por tres veces consecutivas.
- El incumplimiento reiterado de las funciones como integrante.
- El incumplimiento de declaración de conflicto de interés (en caso de existir).
- La violación de la confidencialidad y el secreto profesional en el ejercicio de sus funciones.
- En el caso de que el integrante asuma un cargo directivo en la Universidad.
- Cualquier acto o manifestación que contradiga gravemente las normas del presente reglamento.

El presidente/a del subcomité, con el acuerdo de la mayoría absoluta, resolverá sobre el cese de las funciones referidas en los artículos anteriores.

## Funciones:

### Presidente/a

- Presidir las sesiones del sub-comité, las cuales serán celebradas de acuerdo a la planificación de cada sede.
- Dirigir y coordinar las actividades de los integrantes del sub-comité.
- Promover reuniones y acciones relacionadas con la bioseguridad.
- Vigilar el cumplimiento de las obligaciones del sub-comité (evaluación y seguimiento de proyectos).
- Generar los documentos oficiales del sub-comité.
- Representar al sub-comité ante cualquier instancia.
- Dirimir el voto en caso de empate al conocerse determinada materia.

### Secretario/a Ejecutivo/a

- Presidir las sesiones del sub-comité en ausencia del Presidente.
- Convocar a reunión.
- Redactar acta de reuniones y velar que estas cumplan con lo tratado en ella.
- Coordinar las actividades del sub-comité.
- Mantener actualizada la correspondencia del sub-comité.
- Administrar y custodiar los archivos del sub-comité.
- Gestionar el registro de los trabajos científicos que ingresen para su evaluación en el sub-comité.
- Colaborar en la elaboración de la Memoria Anual del sub-comité.

### Funciones del comité

- Emitir informes de los proyectos que le sean asignados en un plazo no superior a 15 días.
- Participar en los seguimientos de los proyectos que sean designados por el Presidente del sub-comité.
- Mantener la confidencialidad de la información contenida en los proyectos, lo que será resguardado a través de la firma de un documento de confidencialidad.
- Seguir los lineamientos establecidos por el comité en materia de revisión, evaluación y seguimiento de los proyectos sometidos a su consideración.
- Hacer explícita la existencia de conflicto de intereses en el cumplimiento de sus funciones, tales como ser parte del proyecto de investigación revisado, tener algún conflicto con el investigador responsable, o grado de parentesco.
- Respetar las decisiones que se tomen dentro del sub-comité y desempeñar con ética, diligencia y eficiencia las responsabilidades que se le hayan asignado.

## Derechos

- Exponer libremente sus apreciaciones y observaciones respecto de cualquier tema analizado por el sub-comité.
- Ser informado de todas las actuaciones y determinaciones que involucren el nombre del sub-comité.
- Participar en los debates y toma de decisiones del sub-comité.
- Mantener libremente su voto en las decisiones, aún en disidencia de la mayoría.
- Participar en congresos, reuniones, conferencias, cursos y demás actividades propias del sub-comité cuando sea procedente.

## Restricciones

- Asumir públicamente posiciones individuales en los asuntos que conoce el sub-comité.
- Arrogarse la representación de sub-comité sin su autorización.
- Divulgar información reservada originada o debatida en el sub-comité.

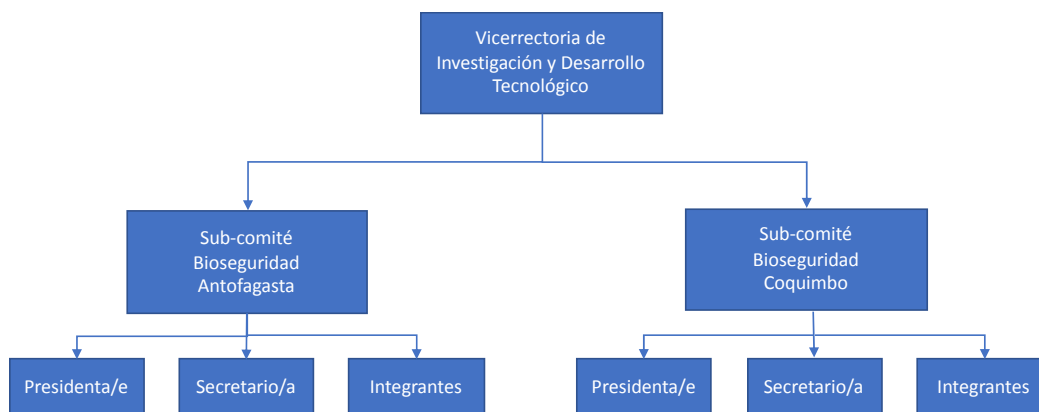


Figura 1. Estructura orgánica del Comité de Bioseguridad

## MARCO LEGAL Y REGULATORIO ASOCIADO

El presente Reglamento se basa en la necesidad de entregar las medidas necesarias para fortalecer las buenas prácticas en los laboratorios donde se desarrollen actividades que requieran normas de bioseguridad en la Universidad Católica del Norte.

En la institución existen medidas establecidas previas a la constitución de este comité, las cuales abarcan aspectos de gestión implementados por el Departamento de Prevención de Riesgos y el Comité Paritario de Higiene y Seguridad. El Departamento de Prevención de Riesgos tiene como responsabilidad implementar estrategias que disminuyan el riesgo al cual se expone el trabajador y de esta forma evitar accidentes de trabajo y enfermedades profesionales, dando cumplimiento a lo establecido en la Ley N°16.744 “Normas sobre los accidentes del trabajo y enfermedades profesionales” y en el D.S. N°40 “Reglamento sobre la Prevención de Riesgos Profesionales”. Por otro lado, el Comité Paritario tiene como función el trabajo conjunto entre la institución y los trabajadores en materia de seguridad laboral y apoya las estrategias aplicadas por el Departamento de Prevención de Riesgos para disminuir los riesgos que entrañan las labores de los trabajadores. Además, detecta y evalúa dichas medidas velando el cumplimiento de la Ley N°16.744 y el D.S. N°54 sobre “Reglamento para la constitución y funcionamiento de los Comités Paritarios de Higiene y Seguridad”.

Las normas de bioseguridad que se entregarán en el presente reglamento serán una herramienta técnica de apoyo para todo el personal como investigadores, docentes, técnicos y toda persona que se vea vinculada con los proyectos de investigación que reciban financiamiento a través de fondos provenientes de Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo de Chile (ANID, ex CONICYT) y/o otras entidades nacionales e internacionales.

Las buenas prácticas en relación con la actividad científica conllevan una serie de comportamientos al interior del laboratorio, independientemente del tipo que sea, razón por la cual el presente reglamento instruye a todo el personal operativo para que puedan minimizar los riesgos inherentes a su actividad durante todos los procesos que en él se desarrollen. Esto es, la correcta ejecución de los procedimientos propios del laboratorio tales como el uso de correctos de los elementos de protección personal, el manejo de sustancias peligrosas y la disposición de residuos.

El Marco Legal y Regulatorio descrito en el presente manual considera aspectos universales al momento de su elaboración, abarcando principalmente el cumplimiento de las siguientes reglamentaciones:

- Ley N°19.300: “Bases Generales del Medio Ambiente”.
- D.S. N°40: “Reglamento sobre Prevención de Riesgos Profesionales”.
- D.S. N°54: “Reglamento para la constitución y funcionamiento de los Comités Paritarios de Higiene y Seguridad”
- D.S. N°6: “Reglamento sobre manejo de Residuos de Establecimientos de Atención de Salud (REAS)”.
- D.S. N°148: “Reglamento Sanitario sobre Manejo de Residuos Peligrosos”.
- Manual de Normas de Bioseguridad y riesgos asociados FONDECYT, CONICYT, 2018.
- NCh N°382: “Sustancias Peligrosas. Terminología y clasificación general”.
- Aspectos Regulatorios de la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC).
- Aspectos Regulatorios de la Comisión Chilena de Energía Nuclear (CCHEN).

## **PROCEDIMIENTOS ADMINISTRATIVOS**

Para obtener constancia de recepción de solicitud al comité de bioseguridad, el/la investigador/a deberá:

- Enviar el formulario de la solicitud (Ver anexo) de emisión de constancia con el título del proyecto y el RUT del investigador/a responsable o director/a del proyecto al correo de la secretaria del sub-comité ([comitebioseguridad.coquimbo@ucn.cl](mailto:comitebioseguridad.coquimbo@ucn.cl) o [cbs.antofagasta@ucn.cl](mailto:cbs.antofagasta@ucn.cl)).
- En el plazo de una semana, la constancia será ingresada a los registros del sub-comité y firmada por el/la Presidente/a del mismo para facilitar la postulación de los investigadores/as en un plazo no superior a 7 días hábiles.
- La secretaria del sub-comité hará entrega del documento original firmado y timbrado junto con una copia escaneada al correo del investigador/a en un plazo no superior a 8 días hábiles.

Para obtener el certificado de bioseguridad, el/la investigador/a deberá:

- Completar la declaración de bioseguridad (anexo I), considerando lo establecido en su proyecto y en el presente Manual de Bioseguridad Institucional y una copia del resumen y metodología del proyecto.
- Enviar los documentos en formato digital al correo de la secretaria del sub-comité ([comitebioseguridad.coquimbo@ucn.cl](mailto:comitebioseguridad.coquimbo@ucn.cl) o [cbs.antofagasta@ucn.cl](mailto:cbs.antofagasta@ucn.cl)).
- Quedar atento a la comunicación del Presidente/a del sub-comité por posibles observaciones. Si hay observaciones deberá redactar nuevamente la declaración de bioseguridad incorporando las mejoras, en un plazo máximo de 3 días hábiles.
- Esperar la indicación del sub-comité para el retiro del certificado (en un plazo no superior a 15 días hábiles).

Secretaria/o administrativa/o del sub-comité

- Recibirá documentación necesaria para la evaluación del proyecto.
- Confeccionará y enviará memorándum al Presidente del Comité de Bioseguridad, solicitando la evaluación del proyecto.
- Recibirá el certificado del Presidente/a del Comité de Bioseguridad en formato digital y procederá a imprimir dos copias. La primera para el interesado y la segunda para el sub-comité.
- Coordinará con el Presidente/a del sub-comité la firma de los documentos.
- Indicará al interesado el día y horario para el retiro del documento.

Sub-comité de Bioseguridad

- El Presidente/a del sub-comité recibirá la documentación digital enviada por el interesado en el correo electrónico, respaldada por memorándum.
- El Presidente/a enviará copia del formato digital a los integrantes del sub-comité, para su análisis en sesión ordinaria.
- El Presidente/a del sub-comité enviará copia digital de resolución al interesado y de las observaciones cuando corresponda. Si las hubiere, el interesado deberá completar la ficha de bioseguridad nuevamente (en un plazo máximo de 3 días hábiles) modificando los aspectos que presenten deficiencias. Este paso se repite hasta que el interesado de respuestas satisfactorias sobre las observaciones.
- La evaluación final se realizará en reunión del CBS considerando: la declaración de bioseguridad, copia del resumen y metodología del proyecto, el documento con las observaciones (si corresponde) y el Manual de Normas de Bioseguridad Institucional y no pasará de 15 días hábiles, posterior a la entrega de los documentos por parte del interesado a la secretaria administrativa del sub-comité.
- El Presidente/a del CBS procederá a redactar el certificado y lo enviará a la secretaria administrativa para su gestión y envío.

## **COMUNICACIÓN Y DIFUSIÓN**

Este manual, así como las instrucciones para obtener un certificado de bioseguridad estarán publicados en un espacio virtual de la página web de la institución. Además, este espacio de información deberá contener los nuevos procedimientos; actividades de difusión para cursos afines a esta acción y cualquier otra información que el comité de bioseguridad considere relevante.

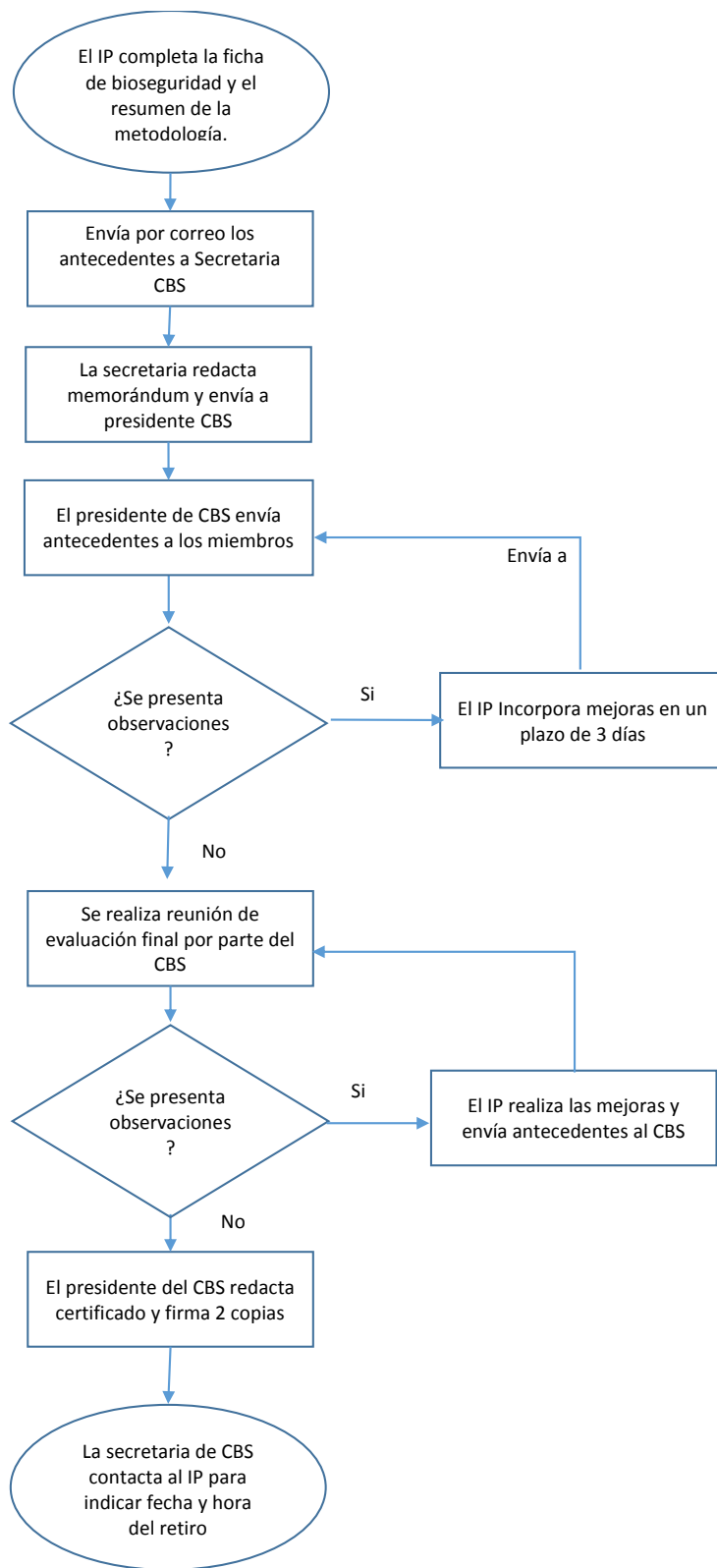


Figura 2. Diagrama de flujo del proceso de solicitud de certificación al Comité de Bioseguridad.

## Glosario y términos

**Agente de Riesgo:** Son todos aquellos objetos, instrumentos, sustancias, instalaciones, ambiente, acciones humanas, que están en capacidad de producir lesiones, daños en las instalaciones, materiales y procesos y que, por lo tanto, producen un riesgo (Ref.: Manual de Bioseguridad de CONICYT, versión 2018).

- Agentes Biológicos, (animales, plantas o microorganismos; bacterias, virus, protozoos, entre otros).
- Agentes Físicos, como radiaciones ionizantes o no ionizantes.
- Agentes Químicos, como Sustancias Químicas Peligrosas y no peligrosas.

**Alérgeno:** Que produce o puede producir alergia.

**Auditoría:** Inspección o verificación de la documentación de una empresa o una entidad, realizada por un auditor.

**Autoclave:** Aparato para esterilizar por vapor a alta presión que consiste en un recipiente cilíndrico, de paredes resistentes, metálico, y con cierre hermético, en cuyo interior contiene líquido, generalmente agua. El objeto para esterilizar se somete a presiones y temperaturas elevadas sin llegar a hervir. (Ref: GIT Labor-Fachzeitschrift, 7/2016, p. 14-18.)

**Biocontención:** Conjunto de medidas que incluyen la contención biológica, química y radiológica, a través del aseguramiento de prácticas, uso apropiado de equipamiento y de los dispositivos de seguridad de las instalaciones, trabajadores y población circundante de la exposición al material biológico, químico y radiológico. (Ref.: Manual de Bioseguridad de CONICYT, versión 2018).

**Biocustodia y bioprotección:** Conjunto de medidas conducentes a la protección, control y seguimiento de los materiales biológicos, químicos y radiológicos dentro de los laboratorios y su transporte. Estas medidas permiten evitar pérdida, robo, uso indebido, desviación, acceso no autorizado o liberación intencional no autorizada del material (Ref.: Manual de Bioseguridad de CONICYT, versión 2018).

**Bioseguridad:** Principios, técnicas y prácticas de seguridad, biocontención y biocustodia que se llevan a cabo para evitar la exposición involuntaria a material de riesgo o su liberación accidental (Ref.: Manual de Bioseguridad de CONICYT, versión 2018).

**Citocinas:** Proteínas o péptidos que regulan la función de las células que las producen y sobre otros tipos celulares, asociadas al sistema inflamatorio. (Ref: A Dictionary of Biomedicine. Oxford University Press).

**Citómetro:** Aparato para contar y medir células. (<https://www.merriam-webster.com/>).

**Criomicrotomo:** Es un instrumento de corte que permite obtener rebanadas muy finas de material, conocidas como secciones. En el caso específico del criomicrotomo, el corte se realiza en tejidos que se encuentran congelados y crioprottegidos (Mohammed et al., 2012).

**Encargado/a de laboratorio:** Es la persona responsable de velar por la implementación y cumplimiento de las normativas indicadas por el Director/a del laboratorio. En caso de que el laboratorio no cuente con una persona encargada, el Director/a del laboratorio personalmente debiera asumir esta tarea. (Ref.: Manual de Bioseguridad de CONICYT, versión 2018).

**Gabinete de Bioseguridad:** es un recinto o espacio de trabajo cerrado y ventilado para trabajar de modo seguro con agentes patógenos (células, bacterias, virus) y forma parte del equipamiento de laboratorio de muchas unidades biomédicas. Existen diferentes tipos, diferenciados por las características específicas de su construcción (Biological Safety Cabinets. 2nd Edition, 2000).

**Gestión de Riesgos:** sistema o conjunto de procesos orientado a controlar los riesgos asociados a la identificación, evaluación y mitigación de agentes físicos, químicos y biológicos (Ref.: Guía de Seguridad para Laboratorios clínicos, Instituto de salud pública versión Agosto 2013).

**Integrantes del equipo de trabajo:** Corresponden a académicos/as, profesionales, técnicos, estudiantes, etc., los que son responsables de cumplir todas las normas y protocolos establecidos en la Institución y en el laboratorio. (Ref.: Manual de Bioseguridad de CONICYT, versión 2018).

**Jefe/a del laboratorio:** Es la persona responsable de la seguridad de los integrantes que ingresen a trabajar en el laboratorio, así como responder ante situaciones de accidentes o emergencias que ocurran dentro de las instalaciones que tenga bajo su responsabilidad. (Ref.: Manual de Bioseguridad de CONICYT, versión 2018, modificado).

**Mitogénica:** Sustancia o factor que actúan sobre el ciclo celular, estimulando la división celular (Ref: Morgan, 2007).

**Oncogen:** Gen anormal o activado que puede ser responsable de la transformación de una célula normal en una maligna que desarrollará un determinado tipo de cáncer (Alberts, 2004).

**PCR:** Reacción en cadena de la polimerasa, técnica de laboratorio que permite amplificar pequeños fragmentos de ADN provenientes de células eucarióticas o procarióticas (Bartlett & Stirling, 2003).

**Peligro:** Es la fuente potencial de daño. En el laboratorio el peligro principal son los agentes que se manipulan, sin embargo, deben considerarse otros riesgos que pudieran estar presentes en el lugar de trabajo (Ref.: Manual de Bioseguridad de CONICYT, versión 2018).

**Riesgo:** Es la probabilidad de ocurrencia de un suceso en la que interviene un peligro y genera una consecuencia (Ref.: Manual de Bioseguridad de CONICYT, versión 2018).

**Sustancia Peligrosa:** Es aquella que, por su naturaleza, produce o puede producir daños momentáneos o permanentes a la salud humana, animal o vegetal, a los bienes y/o al medio ambiente (Ref.: D.S. N°148).

**Transiluminador UV:** Equipo de iluminación de geles que utiliza luz ultravioleta y un soporte, donde se coloca el gel, para dejar pasar la radiación UV y visualizar la fluorescencia de las bandas contenidas en el gel. (Ref: Diccionario R.A.I.).

## Lineamientos Básicos de Laboratorio

Para establecer las recomendaciones de uso y seguridad en los laboratorios de investigación, es necesario que éstos cumplan ciertos lineamientos básicos relacionados con una adecuada gestión de riesgo, descripciones de perfil de trabajo, procedimientos de trabajo seguro en el laboratorio, almacenamiento adecuado de sustancias peligrosas y planes de contingencia y emergencia, entre otros; todo esto con la finalidad de poder alinear el manejo de agentes biológicos, químicos y físicos a nivel institucional.

## Responsabilidades

Los lineamientos básicos de laboratorio son aspectos que estandarizan a cada área de investigación asociada a la labor científica cuya finalidad es poder establecer las medidas primarias de seguridad distribuyendo en si las responsabilidades del personal involucrado y los procedimientos de trabajo que se realicen en dicha área, considerando principalmente a los siguientes (Tabla I).

Tabla I: Cargo y descripción de responsabilidades en el laboratorio (Fuente: Manual de normas de Bioseguridad y riesgos asociados, CONICYT versión 2018).

Cargo	Descripción de Responsabilidades
Jefe/a de Laboratorio	Principal responsable de la seguridad de los integrantes que ingresen a trabajar en el laboratorio. Responder a situaciones de accidentes o emergencia que ocurran en las instalaciones bajo su tutela. Informar riesgos y peligros a trabajadores que usen las instalaciones. Supervisar cumplimiento de legislación nacional vigente y normativas institucionales.
Encargado/a de Laboratorio	Responsable de velar por el cumplimiento de las normativas indicadas por el director del laboratorio. Realizar controles periódicos respecto al cumplimiento de las medidas de seguridad e implementar acciones correctivas. Realizar controles periódicos respecto a las condiciones de las instalaciones e informar la existencia de condiciones inseguras.
Integrantes del Equipo de Laboratorio (Académicos/as, estudiantes, tesistas, otros)	Cumplir todas las normas y protocolos establecidos en la institución y en el laboratorio.

Se debe comprender que, mientras el trabajador/ra tenga conocimiento tanto de su rol, función como, y así como de sus responsabilidades, se contribuye a minimizar el error humano como fuente potencial de accidentes. Cabe destacar que cada definición de responsabilidades dentro de una determinada área de investigación debe ser acorde a la estructura jerárquica existente en ésta, por lo tanto, pueden ser agregados otros roles y sus respectivas funciones/responsabilidades.

# Capacitaciones

Las capacitaciones son procesos cuya finalidad es difundir los riesgos que conlleva realizar las tareas de laboratorio, la cual busca incentivar mediante charlas y cursos, el trabajo seguro con los agentes de riesgos de tipo biológico, químico y físico. Estas se deben realizar de forma periódica donde debe quedar indispensablemente un registro de las personas instruidas según la temática de capacitación, recomendándose establecer un programa de difusión general sobre los riesgos en el laboratorio, con el propósito de que el personal involucrado en las labores de investigación conozca el adecuado proceso de realizar determinada tarea, los riesgos durante su ejecución, las medidas de seguridad, la disposición final, entre otros. Será el Departamento de Prevención de Riesgos, junto con el Comité Paritario los responsables de impartir estas capacitaciones.

A continuación, se detallan las normas de bioseguridad mínimas para el correcto funcionamiento de los laboratorios de la institución, en lo que se denomina como “Manual de bioseguridad de procedimientos de la Universidad Católica del Norte”.

# MANUAL DE BIOSEGURIDAD DE PROCEDIMIENTOS DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL NORTE<sup>1</sup>

## Reglamento General de Bioseguridad de la Universidad Católica del Norte

### Ingreso de nuevo personal al laboratorio

Toda persona que ingresa por primera vez a un laboratorio de investigación o que manipule sustancias peligrosas deberá leer y comprender este documento, al igual que firmar un consentimiento informado que documento legal y administrativamente su disposición a respetar los lineamientos definidos en este Manual de Procedimientos. El Jefe/a de Laboratorio tiene la obligación de informar a las personas que trabajan en el laboratorio, de la obligación de leer este documento y firmar el consentimiento informado.

El personal nuevo deberá ser presentado formalmente a los demás miembros del laboratorio y se le debe indicar la distribución de las distintas áreas físicas e instrumentos del laboratorio antes de iniciar sus actividades de investigación. Igualmente, el personal nuevo deberá recibir al menos una inducción destinada a informar los niveles de bioseguridad existentes, el equipamiento e instrumentos, los requerimientos e implementos de bioseguridad y protección personal al igual que los procedimientos de contingencia descritos en este manual.

La fotografía de cada funcionario deberá ser incluida en el panel de personal adscrito al laboratorio respectivo, el cual deberá localizarse preferentemente al interior del laboratorio próximo al ingreso de este. Toda persona adscrita al laboratorio deberá portar una identificación fotográfica (Figura 3) que indique su nombre y adscripción, al igual que las autorizaciones especiales a las cuales es acreedor (por ejemplo, para el trabajo con radioisótopos o con microorganismos de cierto nivel de bioseguridad). Se empleará un código de colores que permita identificar rápidamente al portador como estudiante, investigador, personal administrativo o visitante.



Figura 3. Identificaciones fotográficas con los códigos de colores correspondientes a las facultades de la sede

Tanto los/las investigadores/as (de planta, contratados por proyecto, postdoctorados, tesis de pre y

<sup>1</sup> Basado en: García, C., Noyola, D., Argüello, R. 2012. Manual de Bioseguridad Para laboratorios de investigación biomédica. Laboratorio de Genómica Viral y Humana de la Facultad de Medicina, Universidad Autónoma de San Luis Potosí. 129 p.

posgrado) como el personal técnico y administrativo deberán poseer un juego de llaves que les permita acceder a las áreas autorizadas de acuerdo con la disposición institucional.

Los estudiantes que se encuentren realizando estancias temporales (máximo 6 meses), así como aquellos que visiten las instalaciones con motivo de eventos de difusión, no deberán recibir dicho juego de llaves por lo que deberán ajustarse a los horarios de actividad del personal de laboratorio.

Las llaves del laboratorio no deberán ser duplicadas ni colocadas bajo la custodia de personas ajenas al laboratorio sin autorización formal por parte del Jefe/a de laboratorio. Los juegos de llaves deberán ser entregados al Jefe/a de Laboratorio al expirar el convenio de asociación (período de estudios, contrato administrativo, adscripción de trabajo, etc.).

El personal de seguridad del campus portará llaves para todas las áreas del laboratorio. Además, un juego completo de llaves deberá ser depositado bajo el cuidado del Jefe de Departamento de Servicios y Obras quien es responsable de la seguridad del Campus. Este juego de llaves podrá ser solicitado a dicha persona únicamente en situaciones de extrema necesidad o urgencia por parte del personal adscrito al laboratorio o por parte de cualquier autoridad institucional superior.

## **Conducta y disciplina del personal de laboratorio**

El personal que desempeña funciones en los laboratorios de la UCN debe cumplir con las siguientes normas:

- Utilizar vestimenta adecuada para evitar riesgos. (Delantal, piel cubierta )
- Queda estrictamente prohibido comer, beber, fumar, o introducirse objetos a la boca dentro del laboratorio.
- Queda estrictamente prohibido usar dispositivos de audio personal (audífonos) al igual que tapones auriculares dentro del laboratorio, ya que comprometen la percepción de alarmas o de llamadas de auxilio. El uso de dispositivos de audio ambiental (a bajo volumen) es aceptado siempre y cuando no representen una distracción para los demás.
- Queda prohibido correr dentro del laboratorio.
- Queda prohibido el uso de celular al interior de laboratorio.
- Toda falla de equipo o instrumentos de laboratorio, computadores, fallas eléctricas, del sistema de agua o infraestructura en general deberá reportarse inmediatamente al Jefe/a de Laboratorio. El equipo dañado deberá ser señalado con una etiqueta de alta visibilidad que indique la naturaleza de la falla, la fecha en que fue detectada y la persona que la detectó.
- Queda estrictamente prohibido imprimir o generar copias personales de bases de datos propias del laboratorio, especialmente de aquellas que incluyan información clínica, médica o cualquier otra información generada como parte de proyectos de investigación desarrollados al interior del laboratorio.
- Toda la información electrónica generada y almacenada por los investigadores, estudiantes, técnicos y administrativos en sus computadoras deberá ser respaldada periódicamente en discos

externos y/o en la red. Con la finalidad de proteger la información de desastres naturales o intrusiones, los respaldos en discos externos no deberán ser almacenados dentro del laboratorio.

- Toda información clínica, asociada a nombres de pacientes o de carácter sensible deberá ser encriptada antes de respaldar. Las bases de datos y en general cualquier documento electrónico que vincule el nombre, la dirección o datos de contacto de personas físicas con resultados de laboratorio o proyectos científicos deberán protegerse por contraseñas robustas con el objeto de asegurar la confidencialidad.
- Queda estrictamente prohibido difundir a terceros cualquier tipo de información clínica, laboral o personal que se derive del tamizaje de bioseguridad realizado a los investigadores, técnicos, estudiantes o pacientes. Igualmente, queda estrictamente prohibido distribuir a terceros información, documentos, protocolos, correspondencia, muestras biológicas de cualquier tipo, herramientas de bioinformática y resultados de experimentos y sus gráficas sin la autorización expresa del académico responsable del proyecto de investigación o el Jefe de Laboratorio.
- Ningún conflicto de índole personal, emocional o profesional y ninguna descalificación, ofensa o agresión deberá ser tolerada dentro de las instalaciones de investigación. Aquellas personas que se vean involucradas en este tipo de incidentes serán sancionadas por escrito y de manera oficial ante las autoridades académicas, administrativas o judiciales, según corresponda y a criterio del Jefe/a de Laboratorio.

## Acceso al laboratorio y visitas

El acceso al laboratorio se limitará al personal adscrito o autorizado, según se indique en el panel del personal localizado en la entrada del laboratorio. También se permitirá el acceso a personas directamente involucradas en el funcionamiento del mismo (personal de mantenimiento y limpieza). El acceso al público general será restringido en todo momento con el objeto de salvaguardar la integridad tanto de los visitantes, del personal adscrito, así como de los biospecímenes o material estratégico<sup>2</sup> almacenados en el laboratorio. Es obligación de todo el personal adscrito indagar la presencia o permanencia de personas extrañas o desconocidas dentro del laboratorio o de escoltarla hasta la salida.

- Queda estrictamente prohibido permitir la entrada sin autorización por parte del Jefe/a de Laboratorio a:
  - Menores de 18 años sin supervisión.
  - Personas que no acrediten una razón válida de visita.
  - Personas con enfermedades infecciosas agudas obvias (gripe, exantemáticas, ictericas, etc.).
  - Mascotas o animales que no sean objeto de estudio o investigación.
  - Personas intoxicadas (por medicamentos, alcohol o psicotrópicos).
- El personal femenino que se encuentre cursando el primer trimestre de embarazo tendrá prohibido manipular muestras clínicas, así como suspensiones o cultivos de células humanas, líneas celulares, hongos, bacterias o virus y sus extractos antes de su inactivación biológica. Adicionalmente, el personal femenino tendrá estrictamente prohibido manipular cualquier sustancia tóxica, carcinogénica, teratógena o mitógena durante la totalidad de su embarazo.

---

<sup>2</sup> NOTA: Se entiende por material estratégico a todo material, implemento o sustancia capaz de ser empleada para causar daño a un individuo o comunidad o cuya pérdida represente un riesgo para el laboratorio y la institución

- Toda persona que sea autorizada a recibir visitantes ajenos al laboratorio (proveedores, personal administrativo, personal académico o investigadores visitantes) tiene como obligación velar por su seguridad. A menos de que el Jefe/a de Laboratorio indique lo contrario, dichas visitas deberán permanecer en la entrada del laboratorio. Por restricciones de espacio y seguridad no se permitirá la estancia prolongada a personas ajenas al laboratorio sin la autorización del Jefe de Laboratorio.
- Las puertas que separan las diferentes áreas del laboratorio deberán permanecer cerradas en todo momento a menos de que el Jefe de Laboratorio indique lo contrario. La puerta principal del laboratorio deberá permanecer custodiada en todo momento (ya sea personalmente o por medios electrónicos). Cuando esto no sea posible deberá permanecer cerrada bajo llave. Hasta que no exista un sistema electrónico, será obligación de cada persona cargar con su propio juego de llaves al salir del laboratorio con el objeto de garantizar su acceso.
- Queda estrictamente prohibido sentarse en el piso del laboratorio al igual que colocar objetos personales en el piso del mismo, incluso dentro de los cubículos de estudio. Esto debido a que los pisos del laboratorio serán lavados diariamente con soluciones antisépticas o con cloro concentrado lo cual pudiera dañar a telas o material de estudio y/o tecnológico.
- Ninguna persona deberá permanecer en el interior de recintos equipados con lámparas de luz ultravioleta (UV) durante los ciclos de descontaminación. Los ciclos de descontaminación ultravioleta deberán programarse para evitar la irradiación accidental de personas y se deberán incluir medios acústicos y/o visuales que claramente indiquen su funcionamiento. Los ciclos de descontaminación UV deberán restringirse durante horas de baja afluencia de personal (por ejemplo, de 0:00 AM a 05:00 AM).
- La última persona en abandonar el laboratorio deberá:
  - Asegurarse de que ninguna persona continúe en el interior del laboratorio.
  - Apagar las luces de todo el laboratorio.
  - Asegurar el cierre de ventanales y puertas de oficinas y otros recintos.
  - Apagar instrumentos y equipo eléctrico, reguladores y computadores dispensables.
  - Apagar los aparatos de aire acondicionado y/o calefacción que no sean indispensables.
  - Verificar el cierre total de los grifos de agua y lavamanos.
  - Verificar el cierre de válvulas de gases dispensables, si los hubiere.
- Algunas áreas de particular importancia como laboratorios de RNA, sala de cultivo, salas climatizadas para instrumentos de precisión, etc., deberán cerrarse bajo llave.

## **Vestimenta, limpieza y orden en el laboratorio**

- El personal una vez concluido su labor, deberá dejar el delantal o vestimenta de trabajo en el laboratorio.
- Toda persona involucrada en actividades de investigación biomédica deberá traer las uñas de las manos cortas y limpias con el objeto de salvaguardar la integridad de los guantes de látex/nitrilo.
- Aquellas personas involucradas en la manipulación de sustancias peligrosas o en actividades de biología molecular, microbiología, de cultivo celular/tisular o en la manipulación de líneas celulares, radioisótopos, alícuotas virales o bioespecímenes animales y humanos tendrán prohibido usar pantalones cortos o faldas que dejen desprotegidas a sus piernas de salpicaduras.

- Las personas involucradas en actividades de biología molecular y aquellas involucradas en actividades de cultivo celular/tisular o manipulación de líneas celulares o alicuotas virales deberán portar el cabello corto o emplear gorros con elástico que engloben todo el cabello. Dicho gorro no deberá interferir con la colocación de equipo de protección personal (p. ej., antiparras y/o mascarillas) y deberá cubrir por completo el cabello.
- Todo el personal adscrito deberá emplear calzado cerrado y anti-deslizante. El calzado deberá cubrir totalmente el pie, sin dejar al descubierto los dedos, el talón, el arco o el empeine. Queda prohibido el uso de zapatos de tacón elevado o de calzado con aberturas de ventilación. El uso de zuecos de cualquier tipo (incluyendo Bamers) queda prohibido por ofrecer poca protección a líquidos y por acumular cargas electroestáticas que pudieran interferir con los instrumentos. Excepciones a este tipo de calzado incluyen aquellos modelos específicamente diseñados para su uso por personal de laboratorio.
- Toda persona deberá lavarse las manos con agua y jabón a su ingreso y egreso del laboratorio, independientemente de que haya usado guantes o no durante sus actividades. El lavado de manos continúa siendo la mejor estrategia para contener y minimizar la contaminación biológica, tóxica y radiactiva al mínimo, por lo que es recomendable repetir periódicamente a lo largo de la jornada.
- Queda estrictamente prohibido lavar utensilios de consumo o transporte de alimentos en los lavamanos del interior del laboratorio. Estos utensilios (vasos, tazas, platos y cubiertos) deberán ser lavados inmediatamente tras su uso por los usuarios, pero no dentro del laboratorio.
- El personal de aseo se responsabilizará de retirar las bolsas de plástico presentes en los contenedores etiquetados como RESIDUOS NO-PELIGROSOS y será el responsable de realizar la limpieza de pisos, paredes y ventanas en áreas comunes y de áreas con nivel de bioseguridad igual o inferior a 2.
- Los/las investigadores, técnicos y estudiantes tendrán la responsabilidad de depositar las bolsas de los contenedores etiquetados como RESIDUOS BIOLÓGICOS (bolsas amarillas) y RESIDUOS PELIGROSOS (bolsas rojas) cuando se requiera en el lugar asignado. Las bolsas deberán ser retiradas para su disposición final por la Unidad que corresponde (ver Instructivo de Residuos).
- Cada usuario del laboratorio se encargará de mantener limpia su área de trabajo, así como las áreas comunes (libreros, estantes, muebles e instrumentos de laboratorio).
- No se deberá permitir la acumulación de envases con sustancias químicas, materiales peligrosos, recipientes con material corto-punzante o basura sobre las áreas de trabajo.
- En caso de no existir una persona designada para esta función, los/las investigadores/as, personal técnico y estudiantes tienen la responsabilidad de limpiar los instrumentos, cristalería y consumibles que usen durante sus labores inmediatamente después de ocuparlos. Queda estrictamente prohibido acumular material de laboratorio, especialmente cristalería en los lavamanos del laboratorio.
- Todos los viales, tubos, microtubos, reactivos, soluciones amortiguadoras, soluciones stock, frascos o cajas deberán encontrarse apropiadamente etiquetados con información sobre su contenido y usuario. En el caso de que no sea posible incluir esta información completa por restricciones de tamaño se empleará un número identificador y su contenido se describirá en el cuaderno de laboratorio.
- Toda persona que aplique etiquetas o inscripciones al material, equipo de laboratorio o cristalería deberá retirarlas al término de sus actividades y devolverlos(as) a su estado y ubicación original.

- Todo el personal participará en las actividades de descontaminación de áreas, equipo e instrumentos antes de que sean objeto de procedimientos de mantenimiento, reparación o evaluación por parte de personal técnico ajeno al laboratorio. En estos casos, será responsabilidad del Jefe/a de Laboratorio el salvaguardar la integridad y salud del personal foráneo.
- Los pasillos deberán mantenerse libres de obstrucciones como cajas, cables eléctricos, cajones abiertos o mochilas para evitar tropiezos y accidentes.

## Uso de cuadernos, bitácoras, registros e inventarios de laboratorio.

- Todo investigador(a), estudiante y visitante deberá mantener un registro diario y por escrito de sus actividades, siendo éste un documento académico y legal. Queda estrictamente prohibido arrancar las hojas de los cuadernos o sustraerlo del laboratorio.
- Los cuadernos serán aportados por el laboratorio únicamente para el personal adscrito a estancias iguales o superiores a los 12 meses. En cualquier caso, estos cuadernos deberán ser de lomo y cubierta acartonada dura con hojas foliadas: No se debe emplear libretas de espiral o de hojas sueltas como cuaderno de laboratorio.
- Los cuadernos permanecerán en el laboratorio en todo momento, no podrán ser sustraídos del mismo sin autorización del supervisor. Siendo propiedad intelectual del laboratorio, los cuadernos permanecerán dentro del mismo durante y al término de los estudios o del convenio de asociación de los estudiantes/investigadores.
- Queda estrictamente prohibido distribuir el contenido de los cuadernos a personas ajenas al laboratorio sin autorización.
- Los usuarios deberán rotular el lomo de sus cuadernos con su nombre o iniciales de acuerdo con las convenciones locales (P. Ej., Laboratorio de Neurotoxicología de la Facultad de Medicina utiliza el apellido paterno seguido de las iniciales de nombre y un número consecutivo en letra Arial).
- De particular importancia para los estudiantes adscritos, cada experimento deberá ser claramente identificable a través de la fecha, debiendo además poseer título, objetivo o razón por la cual se realiza el experimento y la metodología usada. Al final de cada experimento deberá anotarse una breve discusión de los resultados obtenidos.
- El Jefe/a de Laboratorio deberá mantener una bitácora administrativa para registrar el funcionamiento de los equipos y un inventario las existencias de materiales consumibles de laboratorio. Se recomienda incluir las siguientes secciones en dicho documento:
  - Inventario de equipo e instrumentos de laboratorio y registro de servicios de mantenimiento.
  - Registro general de usuarios de refrigeradores/congeladores (control de material refrigerado).
  - Inventario y existencias de material de consumo directo, sustancias peligrosas y consumibles.
  - Hojas de información de seguridad de materiales (Materials Safety Data Sheets o MSDS).

- En la sección de equipo se mantendrán los registros de mantenimiento y falla de los instrumentos del laboratorio. Deberá indicar el nombre del equipo, su marca, su modelo, la fecha de adquisición, el proveedor, el número de serie y la hoja de resguardo de inventario que es otorgada por la institución.
- En el registro general de usuarios se mantendrá una relación de los distintos frascos, cajas, viales o tubos que son almacenados en los refrigeradores/congeladores del laboratorio de tal modo que se facilite la identificación de sus usuarios y la limpieza periódica del espacio (Tabla II).
- En el inventario se mantendrá una relación del tipo de sustancias químicas, reactivos, sales, etc. que han sido adquiridos por el laboratorio, así como su marca, número de catálogo, peso/volumen, proveedor y costo neto. Este inventario tiene como objeto facilitar la adquisición o reposición de stocks locales.

Tabla II. Ejemplo de Registro General de Usuarios.

Registro General de Usuarios				
Identificador	Descripción	Usuario	Fecha de ingreso	Fecha de depuración
C1	Solución Stock de Bromuro de Etidio a 10 mg/ml	CAGS	14Ene08	
DHR1	Controles de genotipos KIR (mgar, omw, oll)	DHR	27Oct07	
0003	Buffer TE 10x	DLAH	25Ago07	2Feb08

## Consideraciones para minimizar el impacto ambiental.

- Será responsabilidad de todo el personal asegurar el menor impacto ambiental posible, reduciendo la producción de desechos de oficina (reciclado papel para emplearlo como hojas de doble uso), economizando en el consumo de electricidad y agua, al igual que evitando la liberación al medio ambiente de sustancias peligrosas, material radiactivo, material biológico, microorganismos patógenos o genéticamente modificados.
- Se deberá procurar apagar aparatos o luces dispensables cuando ello no obstaculice las labores de otros o impliquen algún riesgo. Las lámparas de iluminación del laboratorio deberán permanecer apagadas cuando no se encuentre ocupado, a menos de que ello limite la visibilidad o el tránsito por áreas vecinas al ingreso.
- Los cartuchos de impresión, las pilas y baterías eléctricas y los catálogos impresos que ya no sean de utilidad para el laboratorio deberán ser gestionados según el plan de manejo de residuos de la institución.

## Seguridad General

El personal de laboratorio se encuentra expuesto a riesgos naturales (resultado de la ubicación geográfica del laboratorio) al igual que a riesgos especiales (resultado de las actividades y del tipo de equipo y reactivos empleados en él). Si bien los riesgos especiales son generalizables a todos los laboratorios de investigación, los riesgos naturales pueden variar dependiendo de la ubicación de cada laboratorio e incluyen sismos, lluvias severas, inundaciones, disturbios civiles, incidentes industriales, tsunamis, etc. En esta sección se definen algunos de estos riesgos, los mecanismos de prevención y protección que debieran ser adoptados para mitigarlos y, en algunos casos, la manera de hacerles frente una vez se hayan presentado.

Los procedimientos que impliquen la manipulación de material biológico de alto riesgo o material radiactivo deberán realizarse bajo la supervisión de un experto en el manejo de dicho material y únicamente durante el día (mientras el laboratorio se encuentre ocupado por otras personas). A esta manera de trabajar se le denomina “trabajo supervisado”.

## Seguridad eléctrica.

- El riesgo de electrocución dentro de un laboratorio de investigación es elevado debido a la necesidad de manipular líquidos en las inmediaciones de instrumentos eléctricos con voltajes de operación que oscilan entre los 220 V y los 5 kV (secuenciadores de DNA, etc.).
- Es obligación de todo el personal de laboratorio conocer la ubicación de los tableros de control. Asimismo, anualmente el/la Encargado/a de Laboratorio deberá solicitar al Departamento de Servicios y Obras del Campus revisar el mapa de contactos eléctricos con el personal adscrito al laboratorio con el objeto de explicar la distribución de áreas y los procedimientos de encendido y apagado.
- Queda estrictamente prohibido intentar cualquier tipo de reparación eléctrica en cualquier instalación, aparato o equipo del laboratorio. Para ello se hará uso de personal calificado, ya sea institucional o externo.
- Se deberá evitar en lo posible manipular líquidos cerca de dispositivos, equipo, instrumentos o contactos eléctricos.
- El personal de portería y vigilancia de la institución deberá recibir indicaciones de reportar falla en el suministro eléctrico a cualquier hora. Para ello se les deberá dotar de una lista de personas con sus números telefónicos celulares y de red fija. Se deberá enfatizar la importancia de reportar estas fallas al suministro eléctrico con el objeto de implantar las medidas de contingencia necesarias para asegurar la integridad de los materiales biológicos almacenados en los laboratorios bajo congelación. Esta medida deberá ser implementada incluso por laboratorios de instituciones dotadas con generadores de emergencia de encendido automático.
- Una vez enterado de la falla en el suministro eléctrico el/la Encargado/a del laboratorio se mantendrá a la expectativa de la reinstalación del suministro durante los siguientes 30 minutos. Si al término de los 30 minutos no se ha recuperado el suministro eléctrico el Personal de Portería y Vigilancia procederá a encender (o delegar el encendido) del generador de emergencia con el objeto de mantener las temperaturas de los congeladores, refrigeradores e incubadoras dentro del rango aceptable para dichas contingencias (no más de -70°C para muestras que contengan RNA o cDNA, y no menos de 35°C para células eucariotas en cultivo).

- Los Generadores de emergencia de electricidad solamente deberán ser operados por personal previamente capacitado en su uso y de acuerdo al protocolo escrito. El generador deberá ser colocado en un sitio exterior seco y protegido de la lluvia, lejos de ventanales o de tomas de aire o ventilación y lo más lejos que sea posible de los bioterios o áreas de cultivo (tanto por las emisiones de monóxido de carbono como por el ruido que produce).
- Los Generadores de emergencia deberán ser monitoreados continuamente durante su operación y deberán acompañarse siempre de un extintor de polvo químico grande y adecuado para combatir incendios por combustible líquido.
- La apertura de las puertas de refrigeradores, congeladores y ultracongeladores deberá mantenerse al mínimo durante las fallas del suministro eléctrico.
- Como parte del plan de contingencia frente a fallas en el suministro eléctrico se mantendrán almacenados criogeles en el congelador de -20°C los cuales deberán distribuirse a los diferentes refrigeradores del laboratorio durante los apagones. Estos geles deberán permanecer dentro de los refrigeradores al menos 6 horas después de recobrado el suministro eléctrico y en ninguna circunstancia serán colocados dentro de refrigeradores empleados para el almacenamiento de alimentos o bebidas de consumo humano.
- Es de obligación del/la Jefe/a de laboratorio o Encargado/a de este mantener turnos éticos en caso de falla de suministro eléctrico durante periodo estival.

## Fuentes de luz ultravioleta y de emisión láser.

- Las fuentes de radiación ultravioleta (UV) más comunes en los laboratorios de investigación biomédica son los transiluminadores empleados para visualizar/documentar ácidos nucleicos, las lámparas germicidas fijas (localizadas en el techo), las lámparas de descontaminación de superficies (portátiles), los instrumentos que emplean radiación láser ultravioleta como algunos citómetros de flujo y las lámparas de descontaminación localizadas en el interior de los gabinetes de seguridad biológica.
- Todo equipo que haga uso de una fuente de luz ultravioleta o de emisión láser deberá indicarlo con el símbolo internacional el cual deberá además indicar el tipo de radiación lumínica emitida (UV-A, UV-B o UV-C o Clase 1, 1M, 2, 2M, 3R, 3B y 4) (Tabla III y IV).

Tabla III. Longitudes de onda de las diferentes variedades y fuentes de luz ultravioleta.

Tipo	Longitud de onda		Usos	Tipo de daño al ojo y piel que ocasiona
UV-A	400 nm – 320 nm	Onda larga	Luz negra	Catarata fotoquímica del cristalino.
UV-B	320 nm – 280 nm	Onda mediana	Transiluminadores	Fotoqueratitis, quemadura actínica de piel.
UV-C	280 nm – 100 nm	Onda corta	Germicidas	

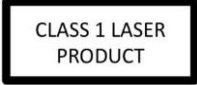

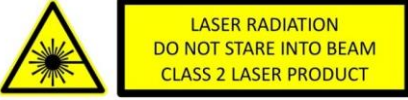
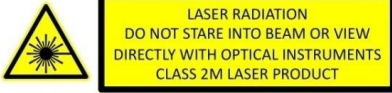



- Las lámparas ultravioletas operan en longitudes de onda que son imperceptibles para el ser humano hasta que no se ha recibido una dosis elevada. Dependiendo de la dosis recibida, dicha radiación puede ocasionar tanto lesiones agudas (quemaduras en piel o conjuntivitis y ceguera transitoria) como crónicas (cáncer de piel o ceguera por cataratas). La visualización directa de las lámparas ultravioletas encendidas (aun a través de paños de vidrio de 7 mm de grosor) puede ocasionar quemaduras.

- Ninguna persona deberá permanecer en el interior de los laboratorios equipados con lámparas ultravioletas fijas de techo durante los ciclos de descontaminación. Con el objeto de minimizar dicha exposición, los ciclos de descontaminación ultravioleta deberán programarse para ocurrir preferentemente en horario inhábil o de madrugada.
- Los sistemas de descontaminación ultravioleta deberán poseer una señal luminosa de alta visibilidad que informe al personal del encendido del ciclo de descontaminación con el objeto de minimizar la posibilidad de exposiciones accidentales.
- Cualquier reactivo, muestra clínica, alícuota de ácido nucleico o bioespecímen que quede expuesto a la luz ultravioleta durante el ciclo de descontaminación deberá considerarse irreversiblemente dañado por lo que deberá ser descartado.
- Queda estrictamente prohibido operar el transiluminador UV para análisis de geles de electroforesis sin el blindaje apropiado (puerta de fotodocumentador abierta o sin careta facial). La escisión de bandas de geles deberá realizarse sobre el transiluminador únicamente en el lugar específicamente dedicado para ello, previa notificación del resto del personal de que se realizará dicha actividad y empleando las medidas de seguridad y protección personal específicas (antiparras UV, careta facial de protección UV, bata de mangas largas, guantes de nitrilo dobles y preferentemente detrás de una pantalla de blindaje de vidrio grueso (1 cm de grosor). Se deberán emplear guantes de nitrilo para manipular geles de electroforesis sobre el transiluminador UV. Los operadores deberán asegurarse de que sus muñecas se encuentran cubiertas por los guantes o las mangas de la bata en todo momento.
- Los siguientes lineamientos deberán ser acatados por los investigadores de aquellos laboratorios en los que se considere necesario emplear las lámparas UV germicidas del interior de los gabinetes de seguridad biológica como parte de los procedimientos de descontaminación:
  - La irradiación UV del interior de los gabinetes de seguridad biológica solamente deberá emplearse como un método de descontaminación complementario a los procedimientos de limpieza y descontaminación de las superficies internas y nunca como método primario.
  - La luz UV es inefectiva para esterilizar superficies cubiertas de polvo, suciedad o materia orgánica por lo cual se recomienda emplear un desinfectante químico adecuado como el método primario de descontaminación de superficies y materiales.
  - La irradiación UV no descontaminará el área de recolección de derrames localizada bajo la superficie de trabajo del gabinete de seguridad biológica. Dicha área deberá ser descontaminada periódicamente con un desinfectante líquido apropiado (P. Ej., aquellos a base de amonio cuaternario).
  - La intensidad de la lámpara UV se ve afectada por la acumulación de polvo o grasa en su superficie por lo que no deberá ser manipulada directamente con los dedos. La limpieza periódica de su superficie con etanol al 70% deberá realizarse y documentarse por escrito en el cuaderno de laboratorio
  - La irradiación del interior del gabinete de seguridad biológica deberá realizarse con el paño de vidrio frontal cerrado y con el soplador apagado. La lámpara UV jamás deberá encenderse mientras el investigador se encuentre frente al gabinete o dentro del mismo laboratorio donde se encuentre el gabinete. La luz UV puede ser reflejada por la superficie metálica del gabinete y dirigida hacia el exterior del mismo si el paño

frontal no ha sido cerrado apropiadamente.

- o La longitud de onda (253,7 nm) y la intensidad de la lámpara germicida (40 microwatts cm<sup>2</sup> al centro del área de trabajo) deberá ser verificada anualmente como parte del servicio de mantenimiento del gabinete de seguridad biológica o reemplazada anualmente.
- o Debido a que las lámparas UV poseen mercurio en su interior, éstas deberán ser desechadas como residuo peligroso.

Tabla IV. Clasificación de dispositivos láser por clase y signos internacionales (IEC 60825-1 standard).

Clase	Descripción	Simbología internacional
1	Fuentes de emisión láser seguras bajo cualquier circunstancia por que la Exposición Máxima Permisible (MPE) no puede superarse.	
1M	Dispositivos seguros bajo cualquier circunstancia EXCEPTO cuando la línea de salida es visualizada con implementes ópticos como microscopios o lentes.	
2	Dispositivo seguro debido a que el reflejo de parpadeo evita superar la MPE.	
2M	Dispositivos seguros gracias al reflejo de parpadeo EXCEPTO cuando la línea de salida es visualizada con implementos ópticos como microscopios o lentes.	
3R	Dispositivo seguro siempre y cuando sea operado en apego a las recomendaciones de seguridad y siempre y cuando la línea de salida no sea visualizada intencionalmente. Dispositivos cuya MPE puede ser excedida con poco riesgo de daño ocular.	
3B	Dispositivos cuya visualización directa con el ojo incurre en el riesgo de recibir lesiones graves pero cuyas reflexiones difusas (como las ocasionas por papel u objetos de superficie mate) no incurren en riesgo alguno.	
4	Dispositivos cuya emisión directa o reflejada (incluso de superficies Matte) es peligrosa para el ojo y cuya línea de salida incurre en riesgos de incendio.	

## Consideraciones de uso de cilindros de gas comprimido.

- Los cilindros de gas comprimido deberán ser almacenados fuera del laboratorio en un sitio protegido de las inclemencias climáticas y movimientos telúricos. Deben estar fijados a una superficie vertical y resguardados bajo llave.
- Los cilindros deberán ser reabastecidos por empresas autorizadas y de acuerdo a los códigos de color estandarizados. Por ninguna razón se deberán emplear cilindros de gas comprimido para almacenar gases diferentes a los del color del cilindro.
- En algunos casos excepcionales en los que sea necesario alojar cilindros de CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> o gases nobles en las inmediaciones de instrumentos o equipo de laboratorio como autoclaves, incubadoras, espectrofotómetros y cromatógrafos, éstos deberán encontrarse resguardados de caídas, golpes o de fuentes de ignición. Dichos cilindros deberán ser colocados lejos de áreas de tránsito y su cabezal protegerse de golpes accidentales. Las fugas de gas pueden desplazar el aire respirable de cuartos cerrados por lo que deberán ventilarse antes de ingresar en ellos, adicionalmente el escape repentino de gas comprimido a alta velocidad (por ruptura de tuberías o válvulas) conlleva el riesgo de lesiones enfisematosas de tejidos blandos (enfisema subcutáneo).
- La liberación de CO<sub>2</sub> por fugas o el mal cierre de cilindros presurizados pueden provocar la muerte por asfixia al desplazar el oxígeno de áreas confinadas o mal ventiladas.
- Para transportar cilindros de gas comprimido, se retirarán los manómetros y reguladores para poder colocar el capuchón de protección al cabezal del cilindro. Los cilindros presurizados deberán ser manipulados cuidadosamente, protegiendo la parte superior en que se localiza la válvula, regulador y manómetro de golpes. Los cilindros deberán ser transportados únicamente en el carro porta-cilindros específicamente diseñado para tal fin.
- Los cilindros presurizados jamás deberán ser rodados por el piso debido a que esto conlleva el riesgo de dañar la válvula o el cabezal.
- Los manómetros y reguladores de presión deberán ser los apropiados para el gas a usarse. Los reguladores y manómetros no deberán ser lubricados ni lavados con solventes.
- Los cilindros de gas presurizado JAMÁS DEBERAN VACIARSE POR COMPLETO dado el riesgo de descargas electrostáticas y contaminación del interior de los cilindros que ello conlleva.
- Con la excepción del “blow-out” (procedimiento realizado para eliminar residuos de polvo localizados en la boquilla del cilindro antes de acoplar un regulador), bajo ninguna circunstancia se deberá abrir la válvula de cilindros no acoplados a manómetros o reguladores de presión. El chorro de gas presurizado puede ocasionar enfisema agudo de tejidos y la muerte súbita del operario por asfixia.

## Procedimiento en caso de incendios

- Las quemaduras por llama expuesta continúan siendo una de las principales causas de lesiones ocupacionales para personal de laboratorio. Todo procedimiento que requiera del uso de mecheros Bunsen deberá ser notificado al personal contiguo con el objeto de evitar quemaduras accidentales, especialmente cuando se usen mecheros con llama de baja visibilidad (P. Ej., mecheros a base de alcohol).
- El uso de dispositivos de llama abierta (mecheros Bunsen) se mantendrá al mínimo necesario para el sellado de capilares o de pipetas Pasteur, esterilización de asas de inoculación o el sellado de frascos ampolla.
- Queda prohibido hacer uso de fuentes de ignición con llama expuesta durante los procedimientos que impliquen la manipulación de solventes orgánicos o sustancias volátiles.
- No se deberán encender fósforos, encendedores o mecheros ante la presencia obvia de vapores de material inflamable como alcohol o solventes orgánicos. Con el objeto de minimizar la posibilidad de incendios por fósforos mal apagados, queda estrictamente prohibido su uso para encender mecheros. En su lugar se preferirá hacer uso de encendedores piezoeléctricos.
- Se deberá evitar el uso de mecheros cerca de sustancias combustibles, cerca de almacenes de material inflamable o en la cercanía de cilindros de gas comprimido.
- No se deberán encender mecheros en áreas de trabajo que hayan sido descontaminadas con etanol al 70%, sino hasta haber verificado que la superficie se ha secado totalmente.
- Se deberá evitar el uso de mecheros dentro de gabinetes de seguridad biológica o dentro de campanas de flujo laminar vertical equipadas con filtros de alta eficiencia para material particulado (HEPA) dado el riesgo de incendio que ello supone.
- Los mecheros Bunsen únicamente deberán ser empleados en áreas libres de elementos que pudieran generar combustión (papelería y madera). Además, se deberá inspeccionar la manguera de caucho en busca de fisuras, resquebrajamientos o punciones antes de encenderlo.
- Al terminar de emplear el mechero Bunsen se deberá asegurar el cierre completo de la válvula de gas antes de abandonar el área de trabajo y permitir que el mechero se enfríe. Bajo ninguna circunstancia deberán permanecer encendidos y sin supervisión.
- La cristalería que requiera del enjuagado con solventes orgánicos o sustancias volátiles no deberá secarse al ambiente sin antes haber sido enjuagada con agua destilada.
- No se deberán mantener recipientes con más de 200 mL de Etanol al 70% (o de cualquier otro líquido inflamable) sobre las áreas de trabajo. Los contenedores que posean cantidades superiores a 300 mL de cualquier líquido inflamable deberán ser almacenados en el gabinete específicamente destinado para ellos.
- El manejo de incendios dependerá de la experiencia y criterio de la persona que los detecte. Las personas deben estar capacitadas para el uso de extintores que permitan enfrentar fuego incipiente. Jamás se empleará agua para combatir incendios dentro del laboratorio.

- Jamás se deberá intentar combatir incendios que superen las posibilidades del personal capacitado que busca hacerle frente.
- Cuando alguna persona declare la alerta de incendio o fuga de gas para el laboratorio o recintos contiguos, todo el personal del laboratorio deberá dirigirse calmadamente hacia el sitio de reunión previamente designado por la institución que está señalizado de acuerdo a la norma (ZS). El Encargado/a de laboratorio o el académico/a responsable al momento de la alerta deberá encargarse del procedimiento de cierre de emergencia del laboratorio (protocolo a cargo de los guardias de seguridad).
- El procedimiento de cierre de emergencia del laboratorio consta de:
  - Cerrar las válvulas de alimentación de gas localizadas en el interior del laboratorio.
  - Desconectar todos los interruptores automáticos localizados en los paneles de seguridad eléctrica que deberán estar correctamente señalizados.
  - Verificar que todo el recinto haya sido evacuado.
- Cuando se requiera se utilizarán los extintores de CO<sub>2</sub> con tal de evitar daños a instrumentos y equipo. El comité solicita la capacitación inicial de todo personal institucional y/o contratado por proyectos de investigación para el uso de extintores. La capacitación deberá ser solicitada a la Oficina de Prevención de Riesgos, a través de la cual se obtendrá la certificación correspondiente. Asimismo, se deberá realizar jornadas de actualización semestral de los procedimientos.
- Los extintores de incendios deberán colocarse cerca de las puertas de acceso a las diferentes zonas del laboratorio, al igual que en puntos estratégicos de los pasillos de acuerdo a lo establecido en DS 594. Los extintores deberán ser inspeccionados y sujetos a mantenimiento y recargas periódicas. En la Tabla III se indica el tipo, indicaciones y contraindicaciones para el uso de extintores (anexo II, "Mapa de localización de extintores").
- En el caso que se emergencia o se haya vulnerado la estructura física del laboratorio, se deberá informar al servicio de emergencia institucional de los riesgos existentes dentro del edificio.

Tabla V. Tipos de extintores de incendios y sus aplicaciones.

<b>Tipo de extintor</b>	<b>Indicaciones</b>	<b>Contraindicación</b>
CO <sub>2</sub>	Líquidos y gases inflamables, incendios eléctricos	Metales alcalinos, papel.
Polvo seco	Líquidos y gases inflamables, metales alcalinos, incendios eléctricos	Equipo e instrumentos reutilizables, pues los residuos son muy difíciles de eliminar
Espuma	Líquidos inflamables	Incendios eléctricos

## **Procedimiento general en caso de desastres naturales e incidentes**

El tipo de riesgos naturales a los que se encuentra expuesto un laboratorio y su personal depende de la ubicación geográfica del mismo por lo que no pueden generalizarse a todos los laboratorios de la institución. Entre los desastres naturales más importantes que debieran considerarse para los laboratorios de la Universidad Católica del Norte son: los sismos y tsunamis, las precipitaciones severas e inundaciones, aluviones, entre otros

De manera paralela, la localización de los laboratorios puede incurrir en riesgos de índole industrial. La proximidad del laboratorio a cualquier instalación industrial en la que se manejen sustancias químicas, tóxicas, combustibles o materiales peligrosos conlleva el riesgo de sufrir los efectos de incidentes tecnológicos severos. En términos generales los incidentes industriales se limitan a incendios, explosiones, liberación de nubes o sustancias tóxicas o radiactivas al medio ambiente. En todo caso, los procedimientos de contingencia frente a incidentes industriales deberán ser concertados por los encargados de cada laboratorio de acuerdo a los riesgos evidentes y a las recomendaciones de seguridad industrial sugeridos por los representantes de la industria vecina.

Los laboratorios pueden verse afectados de intrusiones y robos, por lo que es necesario resguardar el almacenaje de los materiales de importancia estratégica (como sustancias peligrosas, agentes biológicos, agentes farmacológicos, material radiactivo, material forense, etc.) que son almacenados o procesados en algunos laboratorios. Es por ello que cada Encargado/a de laboratorio deberá instaurar medidas dirigidas a hacerle frente a este tipo de incidentes, identificando y salvaguardando este tipo de materiales. Cualquier individuo sospechoso deberá ser reportado de inmediato al personal de vigilancia de la institución o a Carabineros. Para ello se deberá mantener una etiqueta pegada a los teléfonos que indique los números telefónicos de emergencia. Toda intrusión, robo o vandalismo deberá ser reportada a las autoridades de la institución correspondientes y procesada por la vía legal.

Todo robo de material, equipo, instrumentos, herramientas o accesorios de laboratorio, pertenezcan o no al laboratorio o institución, deberá ser reportado ante Carabineros o la Policía de Investigaciones. Todo robo de material de importancia estratégica como agentes biológicos, sustancias peligrosas, explosivos o material radiactivo deberá ser reportado a la autoridad sanitaria (Seremi de Salud, o Comisión Chilena de Energía Nuclear para el caso de sustancias radioactivas).

## Procedimiento en caso de sismo y tsunamis.

Las siguientes recomendaciones se adaptaron de aquellas emitidas por la Oficina Nacional de Emergencias (ONEMI):

- Conserve la calma y ubíquese en un lugar de protección sísmica.
- Protéjase y afirmese debajo de un elemento firme. Si no es posible ubicarse debajo, ubíquese junto a él.
- Corte la energía eléctrica del laboratorio y cierre las llaves de paso de agua y gas.
- Si el sismo le dificulta mantenerse en pie y está cerca de la costa, evacúe inmediatamente a las zonas de seguridad para tsunamis establecidas en el campus (anexo III; COE) Coquimbo/Antofagasta.
- En caso de declararse la alerta de tsunami, se deberá esperar el levantamiento de la alerta que emite la ONEMI para retomar funciones.

## Procedimiento en caso de lluvias, inundaciones y otros fenómenos naturales.

En caso de lluvia e inundación se deberá desconectar todo equipo eléctrico que no sea indispensable. Los refrigeradores, congeladores, alarmas e incubadoras son considerados equipo indispensable que **NO DEBERÁ SER DESCONECTADO EN NINGÚN MOMENTO** sin la autorización del Jefe o Encargado de laboratorio.

Mantenerse alejado de los ventanales durante los períodos de ráfagas o ventiscas.

En caso de que sea necesario abandonar el laboratorio se deberá evitar transitar por jardines o zonas que expongan al personal a lesiones por caída de objetos (ramas o árboles) así como para protegerlo del riesgo de electrocución por cables caídos.

### INDICACIONES PARA EL USO DE EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL

#### Uso de delantal

- Todo personal de laboratorio deberá usar su propio delantal blanco, el cual deberá mantenerse limpio y deberá usarse abotonado en todo momento.
- Los delantales deberán colgarse a la entrada del laboratorio. No deberán ser colocados en áreas de trabajo, encima de equipos de laboratorio ni en áreas de estudio o esparcimiento.
- Aquellas actividades que requieran del uso de delantales fuera del laboratorio (actividades oficiales, visitas a otros laboratorios u hospitales) harán uso de delantales exclusivamente dedicados para esa función. Dichos delantales no se deberán emplear dentro del laboratorio para actividades de investigación.

## Uso de Guantes

- Toda persona involucrada en la manipulación y procesamiento de bioespecímenes, reactivos, soluciones, equipo e instrumentos deberá hacer uso de guantes de látex o de nitrilo adecuados en tamaño.
- Los guantes deberán colocarse correctamente otorgando especial atención a las puntas de los dedos los cuales deberán brindar sensibilidad y tracción segura. La integridad del guante deberá verificarse periódicamente por inspección visual.
- Las personas alérgicas al látex deberán emplear guantes de nitrilo. Cuando las características de las sustancias a manipular (tabla VI) obliguen a usar guantes de látex, éstos se deberán portar por encima de los de nitrilo.
- Toda manipulación de geles o buffers contaminados con bromuro de etidio deberá realizarse con guantes de nitrilo en vez de látex.
- Queda estrictamente prohibido portar joyas o accesorios (anillos, brazaletes, collares o corbatas) por debajo o encima de los guantes o delantales.
- No deberán manipularse objetos personales tales como teléfonos, computadoras, lápices o mochilas mientras se estén usando guantes para manipular sustancias peligrosas o biológicas.
- No deberán usarse guantes fuera del laboratorio. De ser necesarios para el transporte de sustancias o muestras, solamente una mano se enguantará y la otra permanecerá libre para operar puertas y elevadores. De otra manera, la persona debe realizar el procedimiento con un acompañante que le brinde acceso y facilite su tránsito por las instalaciones.
- El mismo par de guantes (especialmente los de látex) no deberá ser usado de manera continua, independientemente del tipo de sustancia que se esté manipulando. Por lo general el látex comienza a mostrar daños visibles de oxidación mucho después de haber sido vulnerado físicamente.
- El material de los guantes deberá ser el apropiado para manipular a los diferentes tipos de sustancias. Se deberán emplear guantes de látex preferentemente sobre los de otro material para los procedimientos que requieran de la manipulación de acetona (tabla VI).
- Se deberán emplear guantes de nitrilo preferentemente sobre los de otro tipo para los procedimientos que requieran de la manipulación de aceites (aceite mineral), grasas, derivados del petróleo, algunos ácidos y sustancias cáusticas, etanol y formaldehído. Se deberán emplear guantes de neopreno para manipular sustancias químicas oxidantes (Hipoclorito de sodio) o ácidos y cáusticos fuertes (tabla VI).

Tabla VI. Lista de Compatibilidad de Sustancias y Guantes

Químico	Látex	Nitrilo	Neopreno	Químico	látex	Nitrilo	Neopreno
Acetaldehído	B	B	MB	Estireno	P	R	P
Acetona	MB	P	B	Etanol	MB	MB	MB
Aceite de ricino	P	MB	R	Éter etílico	B	B	MB
Ácido acético	MB	MB	MB	Etil acetato	R	R	B
Ácido cítrico	MB	MB	MB	Etilenglicol	MB	MB	MB
Acido clorhídrico	B	B	MB	Fenol	R	R	MB
Ácido crómico	P	R	R	formaldehído	MB	MB	MB
Ácido fluorhídrico	B	B	MB	Freon	P	B	B
Ácido fórmico	MB	MB	MB	Furfural	B	B	B
Ácido fosfórico	B	MB	MB	Gasolina	P	MB	B
Ácido láctico	MB	MB	MB	Glicerina	MB	MB	MB
Ácido láurico	R	MB	MB	Hexano	P	B	R
Ácido linoleico	P	B	MB	Hidroquinona	B	R	B
Ácido maleico	MB	MB	MB	Hidróxido de amonio	MB	MB	MB
Ácido nítrico	R	R	B	Hidróxido de potasio	MB	MB	MB
Ácido oleico	R	MB	MB	Hidróxido de sodio	MB	MB	MB
Ácido oxálico	MB	MB	MB	Isooctano	P	MB	R
Ácido palmítico	MB	MB	MB	Isopropanol	MB	MB	MB
Ácido perclórico	R	B	MB	Lacas y thinners	R	P	B
Ácido sulfúrico	B	B	B	Metanol	MB	MB	MB
Ácido tánico	MB	MB	MB	Metilamina	R	B	R
Amil acetato	P	P	R	Metil-Etil Cetona (MEK)	B	P	B
Anilinas	R	P	B	Metil Isobutil Cetona (MIBK)	R	P	R
Benceno	R	P	R	Metil-metacrilato	B	R	B
Benzaldehido	R	B	R	Monoetanolamina	B	MB	MB
Bromuro de etidio	P	MB	MB	Morfolina	MB	B	MB
Bromuro de metilo	R	R	B	Naftaleno	R	B	B
Butanol	MB	MB	MB	Naftas alifáticas	R	MB	MB
Butil acetato	R	P	B	Naftas aromáticas	P	B	B
Cetonas	MB	P	B	Nitrometano	P	R	R
Ciclohexanol	R	MB	B	Nitropropano	P	R	R
Clorobenceno	P	P	R	Octanol	MB	MB	MB
Cloroformo	P	P	B	Percloroetileno	P	B	R
Cloronaftaleno	P	R	R	Peróxido de hidrógeno	B	B	B
Cloruro de metilo	P	P	P	Propanol/isopropanol	MB	MB	MB
Derivados del petróleo	P	MB	B	Propilacetato	R	R	B
Dicloruro de etileno	P	P	R	Queroseno	R	MB	MB
Diisocianato de tolueno	B	R	R	Resinas epóxicas	MB	MB	MB
Di-isobutilcetona (DIBK)	R	P	P	Terpentina	R	MB	B
Dibutilftalato	P	B	B	Tetracloruro de carbono	P	B	R
Diesel	P	MB	B	Tetrahidrofurano	R	R	P
Dimetilformamida	R	B	R	Tolueno	P	R	R
Di-octilftalato	P	MB	B	Tricloroetileno	R	B	R
Dioxano	B	B	MB	Trietanolamina	B	MB	MB
Disulfuro de carbono	R	R	R	Xileno	P	R	P
DMSO	P	P	P				

## Protección respiratoria

Es importante que el personal que desempeña funciones en los laboratorios de la institución siga estas indicaciones:

- Todo procedimiento que conlleve el riesgo de formación o dispersión de aerosoles potencialmente infecciosos deberá realizarse dentro de una campana.
- Cualquier muestra infectada por patógenos humanos o por patógenos respiratorios transmisibles por aerosoles deberá manipularse dentro de un gabinete de seguridad biológica localizado en un laboratorio de contención biológica empleando además equipo de protección personal adecuado.
- Los respiradores protegen al usuario purificando el aire ambiental en que llevan a cabo sus actividades (eliminando contaminantes químicos o biológicos del aire a través de filtros) o aportando aire limpio respirable proveniente de una fuente no-ambiental (cilindros presurizados o aire exterior filtrado).
- Es incompatible el uso de respiradores con el uso de bigote, barba o patillas, ya que entorpecen el acople y funcionamiento adecuado de las mascarillas, caretas faciales y respiradores.
- Los filtros de los respiradores de aire filtrado deberán ser compatibles con el tipo de contaminante que se busca eliminar del aire respirable. Existen diferentes tipos de filtros para las distintas aplicaciones (biológicas, químicas, nucleares, etc.), cada uno de los cuales posee distintos niveles de eficiencia (protección) o distintas indicaciones (existen filtros químicos específicos para el trabajo con ciertas sustancias o vapores).
- Independientemente del tipo de aplicación, todos los respiradores deben ser considerados equipo de protección de respaldo y nunca empleados como equipo de protección primario ante la ausencia de gabinete de seguridad biológica o deficiencias ingenieriles (P. Ej., campanas de extracción química).
- Las medidas ingenieriles de protección respiratoria incluyen al sistema de ventilación el cual deberá atenerse a las normas de construcción establecidas y poseer flujo direccional desde áreas limpias hacia áreas contaminadas. El sistema de protección respiratoria deberá considerar la posibilidad de incluir campanas de flujo laminar, campanas de extracción química, gabinetes de seguridad biológica y sopladores de entrada/salida acoplados a filtros HEPA. Los filtros HEPA (High Efficiency Particulate Air Filter) logran detener el paso del 99.97% de las partículas aerosolizadas con diámetros de 0.3 micras o mayores.
- Los investigadores/as o estudiantes que requieran usar lentes de prescripción o dispositivos de audición deberán asegurarse de que estos no interfieran con la colocación, el acople y correcto funcionamiento del equipo de protección respiratoria o caretas faciales.
- Todos los respiradores reutilizables deberán ser revisados periódicamente (cada 3 meses) en busca de rupturas, envejecimiento de sellos de gomas, funcionalidad e integridad general.
- El acople y selle perfecto de los respiradores deberá verificarse cada vez que vayan a ser empleados a través de una prueba cualitativa de exclusión basada en sales amoniacales o algún otro solvente volátil no tóxico.

## Protección óculo-facial

- El tipo de equipo de protección óculo-facial que deba ser empleado dependerá del tipo de actividad involucrada y de la dirección en que dicho procedimiento ofrece mayor riesgo de sufrir salpicaduras a los ojos o mucosas. Para procedimientos quirúrgicos se preferirá el empleo de cubre bocas con visor plástico flexible (protección de salpicaduras provenientes de abajo) mientras que la manipulación de animales no sedados requiere del uso de antiparras (protección omnidireccional).
- El uso de lentes de contacto está permitido dentro del laboratorio, pero su colocación, remoción, lavado o manipulación dentro del mismo queda prohibida.
- Toda persona involucrada en la manipulación de muestras de perfil de bioseguridad elevado, de sustancias criogénicas o de gases comprimidos deberá hacer uso de protección ocular (antiparras o careta facial). Los lentes de prescripción médica no constituyen una barrera protectora adecuada.
- Toda persona que requiera del uso de lentes de prescripción (de marco o de contacto) deberá hacer uso de antiparras para manipular cualquier sustancia química, tóxica, mezcla criogénica o material biológico. El uso de caretas faciales es obligatorio para todo personal que no requiera de lentes de prescripción y que se vea involucrado en la manipulación de muestras biológicas de bajo riesgo o para procedimientos con líquidos criogénicos. Queda prohibido usar antiparras o caretas faciales fuera del laboratorio.
- El uso de caretas o antiparras de protección ultravioleta se deberá restringir a procedimientos que requieran de dicha protección (P. Ej., escisión de bandas de ácidos nucleicos sobre transiluminador ultravioleta) y no para otros procedimientos que no requieran de protección ultravioleta (protección contra líquidos criogénicos o para la manipulación de material biológico).
- Como el ácido pícrico es una de estas sustancias, especialmente cuando se seca, para disminuir las posibilidades de una explosión química se recomienda seguir los siguientes lineamientos:
  - Refiérase a la etiqueta y a la hoja de datos de seguridad correspondiente.
  - Anótese en el frasco las fechas de recepción y apertura del mismo.
  - Inspecciónense todos los frascos o contenedores de sustancias explosivas cada mes.
  - Manténganse las soluciones de ácido pícrico húmedas y con no menos de 30% de agua.
  - Deséchense los frascos de sustancias explosivas 6 meses después de haberlos abierto o 12 meses después de haberlos adquiridos.
  - Utilice el equipo de protección personal correspondiente para incluir caretas, petos y guantes a prueba de chispas y explosiones.
  - Trabaje con pequeñas cantidades.

## Aspectos generales sobre seguridad química

El riesgo de exposición a sustancias químicas peligrosas, tales como tóxicas, carcinogénicas o mutagénicas, es elevado debido a la naturaleza de las actividades de investigación realizadas en los laboratorios.

Toda persona involucrada en la manipulación de sustancias peligrosas deberá usar al menos un delantal de laboratorio y los guantes apropiados en tamaño y tipo de material.

Todas las sustancias químicas almacenadas o en uso dentro del laboratorio deberán estar respaldadas por su Hoja de Datos de Seguridad (HDS) correspondiente. Las HDS actualizadas podrán ser descargadas del servidor de MSDSSearch en <http://www.msdssearch.com/DBLinksN.htm> o del sitio web de la compañía que fabrica el reactivo correspondiente.

Las sustancias químicas no deberán almacenarse por orden alfabético, sino de acuerdo a los lineamientos de almacenaje según afinidad y compatibilidad de materiales y sustancias (Decreto Supremo N° 43 del MINSAL: "Reglamento sobre almacenamiento de sustancias peligrosas"; (tabla VII y VIII).

Tabla VII. Tipo de Riesgo de Sustancias

Sustancias de descomposición explosiva	Sustancias sensibles a golpes.
Acetílido	Percloratos
Óxido de amina	Peróxidos y Picratos.
Azidas	Nitrato de amonio
Cloratos	Perclorato de amonio
Diazonios	Acetílido de cobre
Fulminatos	Dinitrotolueno
N-haloaminas	Trinitrotolueno
Hipohalitos	Fulminato de mercurio
Hidroperóxidos	Azida de plomo
Nitratos y nitritos	Nitroglicerina
Ozónidos	Ácido pícrico seco

Para evitar los incendios y/o las explosiones, las sustancias que aparecen en la columna izquierda de la tabla VIII deberán almacenarse y manipularse de modo que no puedan entrar en contacto con las sustancias de la columna derecha de la misma tabla. La tabla IX ofrece mayor detalle para sustancias químicas comunes.

Las sustancias químicas volátiles, explosivas, inflamables o altamente reactivas deberán almacenarse en cantidades limitadas dentro del laboratorio.

Todas las sustancias químicas se deberán almacenar en lugares donde no se puedan golpear accidentalmente, lejos de fuentes de ignición y protegidas de la luz del sol y del agua.

Los frascos con líquidos peligrosos (corrosivos, altamente-reativos o inflamables) se deberán almacenar a menos de 1 metro de altura de tal modo en que no sea necesario subir bancos para alcanzarlos.

Tabla VIII. Tabla de compatibilidades a considerar para el almacenamiento de sustancias químicas.

Categoría de sustancias	Sustancias incompatibles
Metales alcalinos, como el sodio, potasio, cesio y litio	Dióxido de carbono, hidrocarburos clorados, agua.
Halógenos	Amoniaco, acetileno, hidrocarburos.
Ácidos acético, sulfhídrico y sulfúrico, anilina, hidrocarburos	Agentes oxidantes, como los ácidos crómico y nítrico, los peróxidos o los permanganatos.

Antes de dar inicio a cualquier procedimiento que implique la manipulación de sustancias químicas se deberá leer y comprender las MSDS correspondientes para conocer los procedimientos de emergencia, las compatibilidades químicas y la manera de almacenar, manipular y desechar la sustancia química en cuestión.

Las etiquetas de todo frasco almacenado en el laboratorio se deberán inspeccionar rutinariamente para reemplazar las dañadas o evitar mayor daño. Las etiquetas o rótulos deberán seguir los lineamientos de la Norma Chilena N° 2190.



<b>Nombre del residuo:</b>		 
<b>Responsable:</b>		
<b>Unidad generadora:</b>		
<b>Estado físico:</b>		
<b>Clase:</b>		
<b>Retirado por:</b>		
<b>Fecha:</b>		
<b>Observaciones:</b>		
<b>Clasificación:</b>		

Figura 4. Correcto etiquetado de frascos que contienen sustancias y reactivos químicos

Algunos tipos de sustancias son sensibles a la descomposición súbita o tienden a explotar al ser sometidas a golpes, agitación, vibración o calor (tabla IX). Algunas de ellas se vuelven más sensibles conforme envejecen.

Tabla IX. Tabla detallada de incompatibilidades para sustancias químicas comunes

Sustancia	Evite el contacto con:
Ácido acético	Ácido crómico, nítrico, compuestos hidroxilos, ácido perclórico, peróxidos, permanganato.
Ácido crómico	Ácido acético, naftaleno, alcanfor, glicerina, terpentina, alcohol, líquidos inflamables.
Ácido fluorhídrico	Amoniaco anhidro, hidróxido de amonio.
Ácido nítrico	Ácido acético, anilina, ácido crómico, ácido cianhídrico, sulfuro de hidrógeno, líquidos y gases inflamables.
Ácido oxálico	Plata y mercurio.
Ácido perclórico	Anhídrido acético, bismuto y sus aleaciones, materiales orgánicos.
Ácido sulfúrico	Clorato, perclorato y permanganato de potasio (o de cualquier otro metal similar como el litio, sodio, etc.).
Acetileno	Cloro, bromuro, cobre, fluor, plata y mercurio.
Amoniaco anhidro	Mercurio, cloro, hipoclorito de calcio, yodo, bromo y ácido fluorhídrico.
Anilina	Ácido nítrico, peróxido de hidrógeno.
Bromo y cloro	Amoniaco, acetileno, butadieno, butano, metano, propano (y otros gases derivados del petróleo), hidrógeno, carburo de sodio, terpentina, benceno, metales pulverizados.
Carbón activado	Hipoclorito de calcio y cualquier agente oxidante.
Cloratos	Sales amoniacales, ácidos, metales pulverizados, azufre, materiales combustibles.
Clorato de potasio	Ácido sulfúrico y demás ácidos.
Cobre	Acetileno y peróxido de hidrógeno.
Hidrocarbonos	Fluor, cloro, bromo, ácido crómico y peróxido de sodio.
Líquidos inflamables	Nitrato de amonio, ácidos inorgánicos, peróxido de hidrógeno, peróxido de sodio y halógenos.
Mercurio	Acetileno, ácido fulmínico, amoniaco.
Metales alcalinos (P. Ej., sodio)	Agua, hidrocarbonos clorinados, dióxido de carbono, halógenos.
Nitrato de amonio	Ácidos, polvos metálicos, líquidos inflamables, cloratos, nitritos, azufre, materiales combustibles.
Peróxido de hidrógeno	Cobre, cromo, hierro, la mayor parte de los metales o sus sales, alcoholes, acetona, anilina, nitrometano, líquidos inflamables y gases oxidantes.
Permanganato de potasio	Glicerina, etilen-glicol, benzaldehído y ácido sulfúrico.
Peróxido de sodio	Alcohol, ácido glacial acético, anhídrido acético, benzaldehído, disulfuro de carbono, glicerina, etilen-glicol, etil-acetato, metil-acetato y furfural.
Potasio	Tetracloruro de carbono, dióxido de carbono, agua.
Plata	Acetileno, ácido oxálico, ácido tartárico y compuestos amoniacales.
Sulfuro de hidrógeno	Ácido nítrico y gases oxidantes.
Yodo	Acetileno, amoniaco y derivados amoniacales e hidrógeno.

## Bioseguridad y evaluación del riesgo biológico

A diferencia de los agentes de riesgo químico o radiológico, los agentes biológicos con los que se trabaja en los laboratorios son diversos, presentan diferentes niveles de peligrosidad y, dada las técnicas actuales, es posible diseñar, manipular y crear variaciones genéticas de algunos de estos agentes, cambiando así su peligrosidad. Por lo anterior, es que debiera realizarse un análisis de riesgo para los agentes biológicos y re-evaluar periódicamente este análisis. La peligrosidad de un agente biológico está directamente relacionada con el tipo de manipulación a la que es sometido. Por ello, es básico:

- Conocer los agentes, sustancias y productos peligrosos que existen en el laboratorio
- Conocer la metodología de trabajo y los protocolos de seguridad establecidos
- Conocer el equipamiento del laboratorio y su forma de uso seguro
- Conocer la normativa relacionada con la seguridad biológica y las medidas de emergencia
- Respetar y hacer cumplir todo lo anterior involucrándose personalmente en la prevención de riesgos.

En general, las fuentes principales de riesgo biológico son:

- Microorganismos bacterianos.
- Virus.
- Vectores virales.
- Muestras humanas.
- Animales de experimentación, animales infectados y muestras derivadas.
- Líneas celulares y cultivos.
- Plantas de experimentación y plantas infectadas y muestras derivadas.
- ADN recombinante y sintetizado de novo.
- Organismos genéticamente modificados.
- Priones.
- Biotoxinas.

La fuente de riesgo biológico más importante son los microorganismos, los cuales debieran ser clasificados con el fin de utilizar las medidas de seguridad y acondicionar el laboratorio acorde al nivel de contención y seguridad exigidas. Para esto, se estableció una clasificación internacional que utiliza números romanos con el fin de identificar el grupo de riesgo al que pertenece un microorganismo específico. Esta clasificación se realizó respecto del nivel relativo de patogenicidad para humanos adultos y saludables (Tabla X):

Tabla X. Clasificación de grupos de riesgo de la OMS (2003) para microorganismos infecciosos

Grupo de riesgo	
I	Riesgo individual y comunitario escaso o nulo Microorganismos que tienen pocas probabilidades de provocar enfermedades en el ser humano o los animales.
II	Riesgo individual moderado, riesgo comunitario bajo Aquellos agentes patógenos que pueden ocasionar enfermedades humanas o animales pero que tienen pocas probabilidades de suponer un riesgo serio para el personal de laboratorio, la comunidad, el ganado o el medio ambiente. La exposición al agente en el laboratorio pudiera ocasionar infecciones graves, pero existen medidas preventivas y terapéuticas eficaces por lo que el riesgo de propagación de la infección entre humanos es bajo.
III	Riesgo individual elevado, riesgo comunitario bajo Agentes patógenos que suelen provocar enfermedades humanas o animales graves pero que ordinariamente no se propagan de un individuo a otro. Existen medidas preventivas y terapéuticas eficaces.
IV	Riesgo individual y comunitario elevado Agentes patógenos que suelen provocar enfermedades graves en el ser humano o los animales y que se transmiten fácilmente de un individuo a otro, directa o indirectamente. Normalmente no existen medidas preventivas ni terapéuticas eficaces.

## Grupos de riesgo y niveles de bioseguridad.

Las medidas de seguridad biológica que deben adoptarse en cada laboratorio dependerán de una evaluación integral de riesgos. Cada uno de estos grupos de riesgo requiere de la adopción de medidas de contención y seguridad que serán distintas y equiparables a la magnitud del riesgo que representen. La asignación a cierto nivel de bioseguridad dependerá de la evaluación integral del grupo de riesgo del organismo, lo que permite establecer las medidas de protección primaria, el tipo de técnicas de laboratorio y los tipos de laboratorios que deben ser empleados para su segura manipulación (Tabla XI). En general, las puertas de ingreso a los laboratorios debieran mantenerse cerradas y sólo podrá ingresar el personal autorizado (indicar con señalética como “acceso restringido”). En las puertas de acceso de los laboratorios donde se manipulen microorganismos del grupo de riesgo II o superior, debiera colocarse el símbolo y signo internacional de peligro biológico (Figura 5). El acceso a los recintos que albergan animales (biotérios o animalarios), debiera ser autorizado, especialmente, por el personal responsable del bioterio o animalario. Finalmente, no debiera permitirse el ingreso de animales que no sean objeto del trabajo del laboratorio (Adaptado del “Manual de bioseguridad en el laboratorio”, OMS, 2005). Esta clasificación de laboratorios por nivel de bioseguridad se basa en diferencias de diseño ingenieril, disposición arquitectónica, tipo de equipo de protección disponible, tipo de prácticas y el tipo de procedimientos que son realizados en cada uno de ellos (Tabla XIII). Para los efectos de este Manual en su primera versión, consideraremos solamente nivel de bioseguridad 2 (BSL2) para la Universidad Católica del Norte.

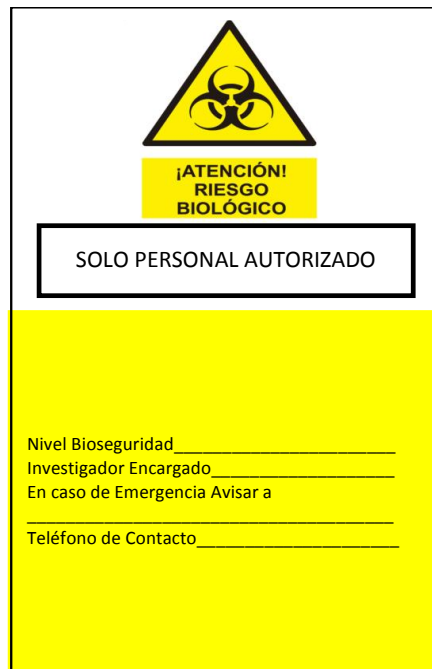


Figura 5. Señal de advertencia de peligro biológico para las puertas del laboratorio.

Tabla XI. Asignación de niveles de bioseguridad para organismos según su grupo de riesgo.

Grupo de riesgo	Nivel de bioseguridad	Tipo de laboratorio	Prácticas de laboratorio	Protección primaria	Ejemplos
1	Básico BSL1	Básico de enseñanza	Técnicas microbiológicas apropiadas.	Ninguna, área de trabajo abierta.	- Saliva y orina libre de patógenos. - Líneas celulares comerciales. - Muestras de animales certificados libres de patógenos. - Muestras microbiológicas ambientales.
2	Básico BSL2	Servicios diagnósticos primarios de salud e investigación.	Técnicas microbiológicas apropiada. Indumentaria protectora. Señal de peligro biológico.	Área de trabajo abierta y disponibilidad de GSB para algunos procedimientos.	-Muestras humanas - Muestras de animales sin certificación. - Biotoxinas -Priones
3	Contención BSL3	Servicios de diagnóstico especializado e investigación.	Las de BSL2. Adicionalmente, indumentaria protectora especial, acceso controlado y flujo direccional del aire.	GSB y otros dispositivos de protección primaria para toda actividad (tapas de cubeta de centrifuga, etc.).	- Priones
4	Máxima contención BSL4	Unidades de diagnóstico e investigación en patógenos especiales.	Las de BSL3. Adicionalmente, acceso por transfer, uso rutinario de regadera al entrar/salir.	GSB clase III o trajes de presión positiva y GSB de clase II, autoclave de doble puerta y abastecimiento de aire purificado (ambiental y de trajes).	- Bacterias, virus y hongos de alto riesgo.

Tabla XII. Requisitos ingenieriles de acuerdo al nivel de bioseguridad.

Requisito	Nivel de Bioseguridad			
	BSL-1	BSL-2	BSL-3	BSL-4
Aislamiento del laboratorio	No	No	Si	Si
Laboratorio puede sellarse para descontaminación	No	No	Si	Si
Flujo de aire hacia el interior	No	Deseable	Si	Si
Sistema de ventilación controlado	No	Deseable	Si	Si
Aire de salida es filtrado por HEPA	No	No	Si/No	Si
Entrada con doble puerta	No	No	Si	Si
Laboratorio equipado con transfer presurizado	No	No	No	Si
Transfer equipado con regadera/ducha	No	No	No	Si
Laboratorio equipado con antesala	No	No	Si	Si
Antesala equipada con regadera/ducha	No	No	Si/No	Si
Agua de drenaje tratada/descontaminada	No	No	Si/No	Si
Autoclave localizada dentro del mismo edificio	No	Deseable	Si	Si
Autoclave localizada dentro del laboratorio	No	No	Deseable	Si
Autoclave de doble puerta localizada en laboratorio	No	No	Deseable	Si
Disponibilidad de gabinetes de seguridad biológica	No	Deseable	Si	Si
Monitoreo en tiempo real de la seguridad del personal	No	No	Deseable	Si

## Laboratorios básicos (nivel de bioseguridad BSL1 y BSL2).

### Del laboratorio

- El símbolo internacional de peligro biológico (figura 5) deberá colocarse a la entrada de los laboratorios con nivel de bioseguridad igual o superior al 2 para indicar áreas de creciente nivel de bioseguridad y alertar sobre la necesidad de incrementar las precauciones. El símbolo de peligro biológico deberá indicar claramente el nivel de bioseguridad, el tipo de laboratorio, el nombre del laboratorio, el nombre del investigador responsable al igual que el número telefónico a contactar en caso de emergencia (el cual deberá estar encendido y disponible las 24 horas del día y 365 días al año).
- Las puertas de acceso a laboratorios de BSL2 deberán permanecer cerradas en todo momento y el acceso deberá limitarse a personal autorizado. El acceso a menores de edad deberá ser custodiado y supervisado en todo momento, no se deberá permitir la entrada de mascotas o animales que no sean sujetos de estudio. Las puertas interiores deberán estar equipadas con pistones de cierre automático para mantenerlas cerradas en todo momento.
- Los sistemas de ventilación deberán dirigir el aire desde el exterior hacia el interior y no recircular el aire interior. La apertura de los ventanales de las áreas de bioseguridad BSL2 quedará sujeta a discreción del Jefe del laboratorio.
- La iluminación de las áreas de trabajo deberá ser adecuada para todas las actividades científicas evitando las reflexiones y calor.
- El suministro eléctrico deberá ser confiable y contar con un sistema de respaldo de batería para instrumentos sensibles o rectificación y regulación de voltaje para proteger los equipos. Los laboratorios de BSL-2 deberán contar con lámparas fluorescentes de respaldo con baterías recargables de encendido automático ante fallas eléctricas.

- Aquellos laboratorios que sean abastecidos por servicios públicos de electricidad poco confiables deberán adoptar el uso de generadores de emergencia automáticos de respaldo que permitan operar incubadoras, refrigeradores, ultracongeladores, etc.
- Los techos, paredes y pisos deberán ser de superficie plana y lisa, lavables, fáciles de limpiar e impermeables a líquidos y resistentes a químicos comunes y desinfectantes (alcoholes, detergentes y cloro).
- Las superficies de trabajo deberán ser construidas de un material impermeable al agua y resistente a los químicos y desinfectantes más comunes, a ácidos y bases, solventes orgánicos y moderadas cantidades de calor.
- Los muebles de laboratorio deberán ser robustos y poseer espacio abierto por debajo con tal de facilitar la limpieza y mantenimiento del laboratorio. Los espacios de almacenamiento deberán ser suficientes para mantener stocks adecuados de consumo a mediano plazo, las áreas de almacenamiento de largo plazo deberán localizarse fuera del laboratorio.
- Los laboratorios de BSL-2 deberán estar equipados con al menos una autoclave u otro medio de descontaminación biológica efectiva en el sitio.
- Deberán asignarse áreas específicas para el almacenamiento de sustancias volátiles, explosivas, inflamables, radiactivas o cilindros de gas comprimido.
- Los laboratorios deberán estar dotados del equipo de protección biológica necesario para el seguro desempeño de las actividades de investigación planeadas incluyendo gabinetes de seguridad biológica, pipeteadores automáticos, micropipetas, pipetas serológicas, tubos, frascos, viales, etc.
- Toda área de trabajo de laboratorios BSL1 o BSL2 deberá estar provista de recipientes plásticos con desinfectante para la descontaminación de material reciclable o desechable antes de su lavado o eliminación.
- Las áreas destinadas a almacenar efectos personales o prendas de ropa al igual que aquellas destinadas al consumo o almacenamiento de alimentos deberán localizarse fuera del laboratorio.
- Los laboratorios de BSL1 y BSL2 deberán tener botiquines de primeros auxilios completos en un sitio claramente identificado y conocido por el personal.
- Los laboratorios deberán adoptar medidas de protección física y sistemas de alarma para protegerlos de intrusiones o incendios.

## Del personal de Laboratorio

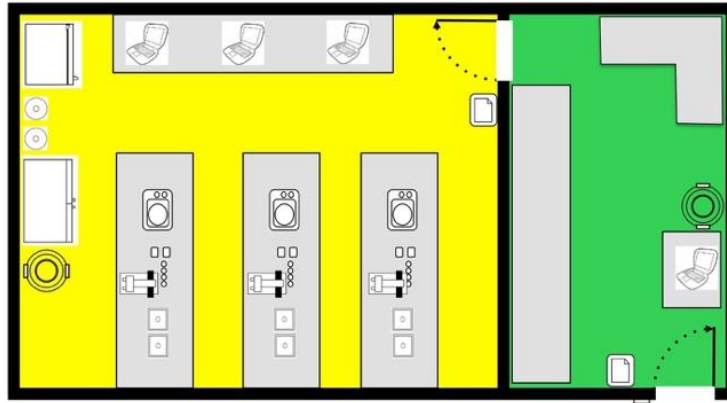
- Todo personal involucrado en actividades de investigación dentro de laboratorios de BSL2 deberá hacer uso de delantal o uniformes de uso exclusivo, debiendo portar guantes para todo procedimiento que implique la manipulación de bioespecímenes, muestras clínicas, material infeccioso o animales.
- Los guantes deberán lavarse antes de retirarse y desechados de acuerdo a los lineamientos de manejo de residuos. El personal investigador deberá lavarse las manos profusamente después de manipular bioespecímenes, muestras clínicas, material infeccioso o animales.
- Se deberá hacer uso de gafas de protección, caretas faciales, mascarillas o respiradores para proteger los ojos y mucosas del investigador de cualquier salpicadura o de la exposición a fuentes artificiales de luz ultravioleta.
- El uso de calzado que exponga el empeine, dorso del pie, tobillo o dedos del pie queda prohibido dentro del laboratorio.
- Queda prohibido consumir alimentos dentro del laboratorio. Así mismo, queda prohibido almacenar alimentos o bebidas de consumo humano dentro del laboratorio.
- Queda estrictamente prohibido pipetear o dispensar líquidos utilizando la boca.
- El delantal de laboratorio o indumentaria de protección jamás deberán usarse ni almacenarse en áreas fuera del laboratorio.
- El material corto-punzante (jeringas, agujas, bisturíes, cubre y portaobjetos) usado deberá desecharse en recipientes disponibles en cada área de trabajo y nunca llenarse por encima del nivel indicado.
- Todo accidente, derrame y exposición obvia a material infeccioso deberá ser reportada inmediatamente al jefe del laboratorio y a la oficina de prevención de riesgos.
- Los procedimientos de limpieza, descontaminación y remediación de derrames deberán realizarse según los protocolos establecidos por la oficina de prevención de riesgos de la institución.
- Todo material contaminado por material biológico o infectocontagioso deberá ser descontaminado antes de ser desechado o retirado del laboratorio.
- Las superficies de trabajo deberán descontaminarse periódicamente y tras derrames.

## Del Jefe/a de Laboratorio

- Los Jefes de laboratorios BSL2 deberán implementar programas de evaluación y monitoreo médico del personal adscrito.
- Es responsabilidad del Jefe del laboratorio en conjunto con la oficina de prevención de riesgos de la institución implementar un programa de bioseguridad y evaluar los riesgos biológicos inherentes al tipo de actividades de investigación realizadas dentro del laboratorio. Además, deberá

responsabilizarse de que el personal adscrito reciba entrenamiento apropiado en cuestiones de bioseguridad, operación segura de equipos e instrumentos y en los procedimientos de emergencia. El personal deberá ser advertido de riesgos especiales y recibir capacitación técnica en materia de bioseguridad.

Laboratorio BSL-1



Laboratorio BSL-2

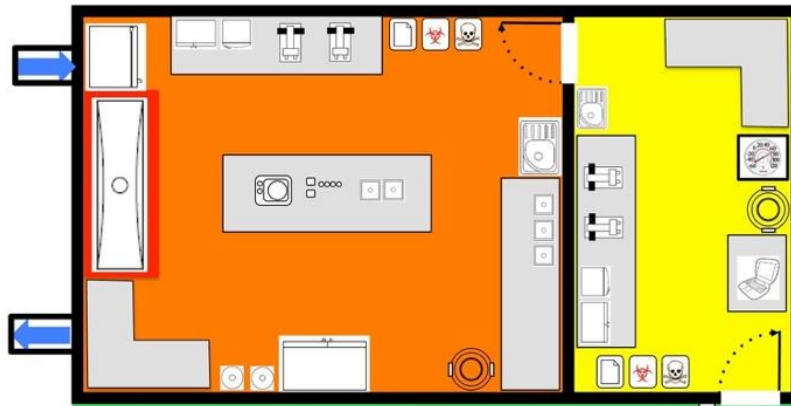


Figura 6. Laboratorios de Nivel de Bioseguridad 1 y 2. Nótese como el laboratorio BSL-1 no se encuentra equipado con un gabinete de seguridad biológica (resaltado en rojo en el Laboratorio BSL-2) ni con la autoclave (caja con carátula de reloj en área amarilla del Laboratorio BSL-2) presentes en el laboratorio BSL-2. De manera adicional, el laboratorio BSL-2 aplica una disciplina de desechos biológicos más estricta que el laboratorio BSL-1 (cajas con logos de toxico, biopeligro y hoja de papel).

## Bioterios

Tanto en un bioterio como estación de bioterio, los animales de investigación se deberán mantener en jaulas de policarbonato o de algún material lavable. Deberán tener alimentación con estándar veterinario según la especie y agua a libre disposición. Al final de los experimentos, los animales deberán ser sacrificados según los procedimientos aprobados por el Comité de Bioética de manera tal en que se minimice el estrés y dolor a que son sometidos.

Por razones de seguridad (vandalismo o activismo), los bioterios deberán estar localizados en un área separada e independiente del resto del edificio donde se encuentren los laboratorios de investigación. Los bioterios, al igual que los laboratorios de investigación biomédica, pueden clasificarse en cuatro niveles de bioseguridad animal (ABSL), según la evaluación de riesgo biológico que depende de los patógenos que se manejen en los protocolos de investigación y la naturaleza de los animales alojados en el bioterio (tabla XIII).

Tabla XIII. Niveles de contención biológica para bioterios según grupo de riesgo.

Grupo de riesgo	Nivel de bioseguridad	Bioterio típico	Prácticas operativas	Protección primaria
1	ABSL-1	Bioterio general.	Acceso controlado.	Ropa protectora y guantes.
2	ABSL-2	Bioterio de investigación biomédica básica.	ABSL-1 + señalamiento de biopeligro, descontaminación de jaulas.	Gabinets de seguridad biológica clase I o II para procedimientos que generen aerosoles.

#### **Bioterios con Nivel de Bioseguridad 1 (ABSL-1)**

- Son adecuados para el alojamiento de la gran mayoría de los animales de interés pecuario y de investigación una vez superado el período de cuarentena con la excepción de primates no-humanos. Los bioterios ABSL-1 pueden alojar animales deliberadamente infectados por microorganismos clasificados dentro del grupo de riesgo 1.
- Los bioterios ABSL-1 deberán hacer uso de prácticas microbiológicas apropiadas al igual que de las precauciones universales descritas más adelante.
- El bioterio deberá tener un encargado que vele por el cuidado animal, procedimientos rutinarios y procedimientos de emergencia.

#### **Bioterios con Nivel de Bioseguridad 2 (ABSL-2)**

- Son adecuados para el alojamiento de animales deliberadamente infectados por microorganismos clasificados dentro del grupo de riesgo 2. Deberán adoptar las recomendaciones emitidas para bioterios ABSL-1 además de las siguientes:
- Exponer el signo de peligro biológico a la entrada designando el nivel de bioseguridad, el responsable del bioterio, el nombre del bioterio y el número telefónico a contactar en caso de emergencia (figura 5).
- La estructura física, muebles y equipo deberán ser diseñados de tal forma en que se facilite su limpieza y descontaminación. En el interior del bioterio no deberá existir un almacén para objetos obsoletos o dañados.
- La iluminación, ventilación y calefacción deberán ser adecuadas tanto para los investigadores como para los animales.
- Cuando sea posible, se deberá instalar un sistema de ventilación que dirija el aire hacia el interior del bioterio de tal modo en que se evite la fuga de artrópodos voladores que hayan estado en contacto con los animales localizados en el bioterio. El aire deberá ser recambiado frecuentemente sin recirculación interna.
- El acceso al bioterio deberá ser controlado y permitido únicamente a personal autorizado.
- Todas las áreas de trabajo deberán ser descontaminadas con desinfectantes de uso común tras cualquier procedimiento de manipulación de animales o sus productos.
- Los bioterios deberán estar equipados con una autoclave de descontaminación local de uso exclusivo.

- El material de cama de los animales deberá ser recambiado frecuentemente y de manera tal que se minimice la generación o dispersión de aerosoles. Dicho material deberá ser descontaminado antes de ser desechado.
- Las jaulas deberán ser descontaminadas tras su uso y los cadáveres animales incinerados.
- Todo el personal involucrado en la manipulación o mantenimiento de animales deberá hacer uso de ropa protectora, guantes y antiparras. La ropa de uso interno no deberá ser empleada fuera del bioterio.
- El bioterio deberá estar equipado con un lavamanos cercano a la salida para promover el lavado de manos antes de salir del mismo.
- Cualquier lesión, sin importar su tamaño o severidad, deberá ser reportada al/a la jefe/a del laboratorio y a la oficina de prevención de riesgos.

### **MEDIDAS GENERALES DE BIOSEGURIDAD.**

- Todo el personal deberá lavarse las manos con agua y jabón al entrar al laboratorio, periódicamente durante sus actividades y al terminar su jornada diaria.
- Toda manipulación de muestras clínicas, bioespecímenes o sustancias químicas requiere del uso de guantes nuevos y del lavado de las manos posterior a su remoción.
- Los guantes deberán colocarse por encima de los puños del delantal para aquellos procedimientos que impliquen la manipulación de agentes tóxicos o patógenos. Queda estrictamente prohibido usar accesorios (joyería, anillos, brazaletes, etc.) por debajo o por encima de los guantes de látex.
- El delantal de laboratorio deberá estar completamente abotonado mientras se realicen procedimientos de moderado a elevado riesgo.
- Cualquier incidente en el que líquidos biológicos o sustancias químicas entren en contacto con la piel desprotegida deberá ser reportado inmediatamente al jefe/a del laboratorio y a la oficina de prevención de riesgos de la institución.
- Evaluar la peligrosidad y normas de bioseguridad de los reactivos a utilizar. Las características de cada reactivo en particular se pueden consultar en la siguiente página web: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>

#### **Manipulación de líquidos**

- El/la investigador/a deberá evitar en todo momento formar burbujas dentro de cualquier medio líquido al dispensar alícuotas o repartir medios de cultivo, especialmente cuando éstos alberguen agentes patógenos.
- Los líquidos no deberán ser expulsados de las pipetas serológicas de una manera violenta o turbulenta que incremente la producción de aerosoles.

- Cada semana se deberá descontaminar el exterior de las micropipetas empleadas en aplicaciones de biología celular empleando una toalla desechable humedecida en hipoclorito de sodio (NaOCl) al 0.5% seguido de una toalla humedecida en etanol al 70%. Finalmente, las micropipetas deberán esterilizarse bajo luz ultravioleta exponiendo cada lado de la misma durante 5 minutos a la luz de un transiluminador o lámpara germicida.
- Las pipetas serológicas de cristal limpias y estériles deberán colocarse dentro del gabinete de seguridad biológica en sus envoltorios individuales y lejos de las pipetas usadas o no estériles respetando la separación imaginaria de áreas limpias y contaminadas del área de trabajo del gabinete.
- Las pipetas tanto desechables como las reutilizables serán colocadas en una bandeja horizontal con NaOCl al 0,5% fresco dentro del gabinete de seguridad biológica al término de su uso. Una vez terminadas las actividades dentro del mismo la bandeja deberá ser tapada y retirada del gabinete. Una vez descontaminadas durante 15 minutos en este mismo medio, las pipetas podrán ser retiradas del cuarto de cultivo celular/tisular para ser lavadas.
- Cuando sea necesario retirar y colocar la tapa de un recipiente de cultivo o medio de cultivo en el interior del gabinete de seguridad biológica se deberá procurar colocar la tapa de lado y nunca hacia arriba o hacia abajo sobre la superficie.
- Al distribuir medios de cultivo o líquidos biológicos a frascos con el pipeteador automático se deberá evitar que la pipeta toque la boca y el interior del frasco. Queda estrictamente prohibido pipetear con la boca. Para ello se emplearán pipetas automáticas.
- Todas las pipetas de cristal o plástico deberán dotarse de un tapón de algodón en el extremo superior para reducir la posibilidad de contaminar al pipeteador automático.
- Para disminuir la posibilidad de dispersar las gotas de material biológico con las pipetas serológicas, el área de trabajo deberá cubrirse con toallas de papel desechables en el sitio que será recargado o colocado el pipeteador automático. Las toallas desechables que sean empleadas dentro del gabinete de seguridad biológica no deberán cubrir parcialmente u obstruir las rejillas perforadas del área de trabajo ya que ello perturbaría el flujo laminar del aire y el nivel de protección brindado por el gabinete.

### **Gabinetes de seguridad biológica**

Los gabinetes de seguridad biológica están diseñados para proteger al trabajador, la atmósfera del laboratorio y los materiales de trabajo de la exposición a las salpicaduras y los aerosoles que pudieran generarse al manipular material potencialmente contaminado como cultivos primarios, bioespecímenes y muestras clínicas. Existen tres tipos diferentes de gabinetes de seguridad biológica: los de clase I (figura 7), los de clase II (figura 8) y los de clase III (figura 9).

Los gabinetes de seguridad biológica de clase I han comenzado a ceder su lugar a gabinetes de clase II debido a que los de clase I no ofrecen protección al producto manipulado sino únicamente al personal y medio ambiente. Los gabinetes de clase I aspiran aire ambiental no filtrado a través de la ventana delantera y lo dirigen hacia atrás por encima del área de trabajo y hacia el exterior a través de un filtro HEPA. La protección personal se logra al mantener un flujo de aire a través de la ventana delantera de al menos 2,1 m<sup>3</sup> minuto el que impide la salida de partículas aerosolizadas en el interior del gabinete. Los gabinetes de seguridad biológica de clase I continúan siendo usados para contener equipo (centrífugas, homogeneizadores, fermentadores, etc.) o para realizar procedimientos (limpieza de jaulas en bioterios,

etc.) que generen aerosoles de riesgo biológico. Los gabinetes de seguridad biológica de clase I pueden recircular el aire HEPA filtrado al cuarto del laboratorio o expulsarlo al exterior a través de un ducto hermético o a través de un ducto de dedal.

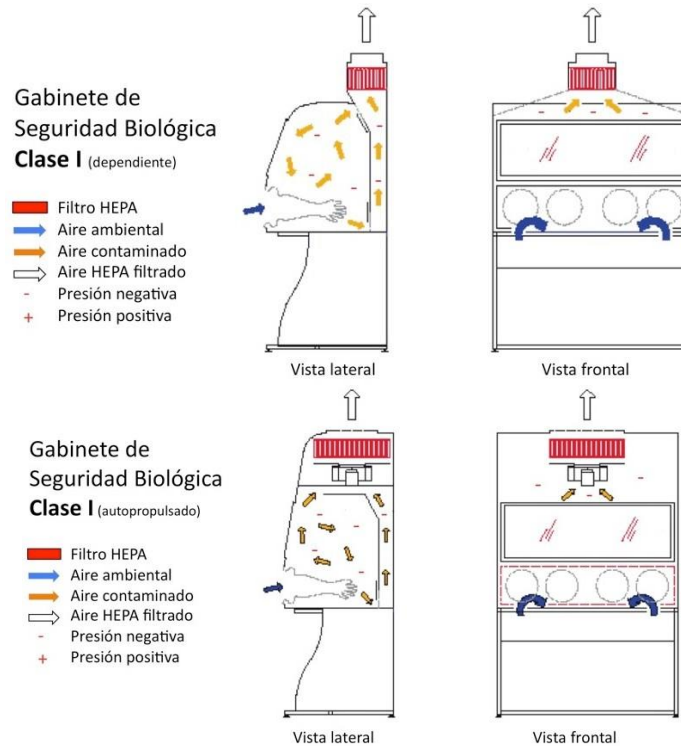


Figura 7. Diagrama de flujos de gabinetes de seguridad biológica clase I. Imágenes adaptadas de “The Laboratory Biosafety Guidelines, 3rd Edition 2004, Agencia de Salud Pública Canadiense.

Los gabinetes de seguridad biológica de clase II pueden ser de cuatro tipos diferentes (A1, A2, B1 y B2). Estos tipos de gabinetes brindan protección tanto del producto como al investigador y medio ambiente. El flujo de aire no filtrado (procedente del ambiente del laboratorio) a través de la ventana delantera protege al personal, mientras que el aire con flujo laminar evita la contaminación del producto que está siendo manipulado en su interior. El aire puede ser entonces expulsado a través de un filtro HEPA hacia el ambiente del laboratorio (tipo A) o hacia el exterior del edificio (tipo B). El porcentaje del aire que es recirculado dentro del gabinete establece las diferencias entre los tipos 1 y 2.

Los distintos tipos de gabinetes de clase II difieren en su patrón de flujo de aire, en la velocidad del aire, en la localización del filtro HEPA y en el método de eliminar el aire de su interior (ver tabla 13). En el 2002, la National Sanitation Foundation (NSF International) de los EEUU revisó y modificó el sistema de clasificación de los gabinetes de seguridad biológica, la cual se anexa en la tabla XIV.



Figura 8. Diagrama de flujos de los diferentes tipos de gabinetes de seguridad biológica clase II. Imágenes adaptadas de "The Laboratory Biosafety Guidelines, 3rd Edition 2004, Agencia de Salud Pública Canadiense.

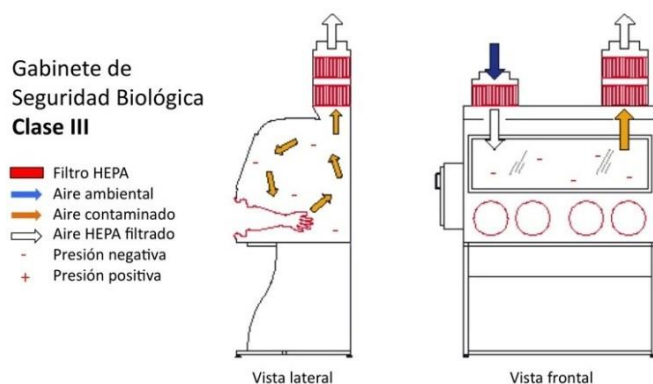


Figura 9. Diagrama de flujos de un gabinete de seguridad biológica clase III. Imágenes adaptadas de "The Laboratory Biosafety Guidelines, 3rd Edition 2004, Agencia de Salud Pública Canadiense.

Tabla XIV. Descripción de las características de gabinetes de seguridad biológica de clase II según la clasificación NSF 2002.

NSF (2002)	NSF Pre-2002	Diferencias entre los tipos de las distintas clases de gabinetes según la clasificación NSF original.	Diferencias entre los tipos de las distintas clases de gabinetes según la clasificación NSF 2002.
A1	Clase II, tipo A	<ul style="list-style-type: none"> <li>70% del aire es recirculado, el 30% restante es expulsado al laboratorio.</li> <li>Entrada de aire a 2,1 m<sup>3</sup> minuto.</li> <li>Pudiera tener un ducto a presión positiva contaminado por biológicos.</li> </ul>	
A2	Clase II, tipo A/B3	<ul style="list-style-type: none"> <li>70% del aire es recirculado, el 30% restante es expulsado al laboratorio.</li> <li>Entrada de aire a 2,8 m<sup>3</sup> minuto.</li> <li>Posee ducto de expulsión a presión negativa contaminado por biológicos (o rodeado por ducto secundario a presión negativa).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>70% del aire es recirculado, el 30% restante es expulsado al laboratorio o hacia el exterior del laboratorio.</li> <li>Entrada de aire a 2,8 m<sup>3</sup> minuto.</li> <li>Posee ductos perimetrales de aire a presión negativa contaminados por biológicos.</li> </ul>
	Clase II, tipo B3	<ul style="list-style-type: none"> <li>70% del aire es recirculado, el 30% restante es expulsado hacia el exterior del laboratorio.</li> <li>Entrada de aire a 2,8 m<sup>3</sup> minuto.</li> <li>Posee ducto de expulsión a presión negativa contaminado por biológicos (o rodeado por ducto secundario a presión negativa).</li> </ul>	
B1	Clase II, tipo B1	<ul style="list-style-type: none"> <li>40% del aire es recirculado, el 60% restante es expulsado al exterior del laboratorio.</li> <li>Entrada de aire a 2,8 m<sup>3</sup> minuto</li> <li>Todos los ductos contaminados por biológicos se encuentran a presión negativa en relación al resto del laboratorio.</li> </ul>	
B2	Clase II, tipo B2	<p>0% del aire es recirculado, el 100% del aire es expulsado al exterior del laboratorio.</p> <p>Entrada de aire a 2,8 m<sup>3</sup> minuto.</p> <p>Todos los ductos contaminados por biológicos se encuentran a presión negativa en relación al resto del laboratorio.</p>	

## Precauciones especiales

- Las campanas de flujo laminar horizontal o vertical no constituyen gabinetes de seguridad biológica ni ofrecen protección al investigador o al ambiente ya que mantienen un área limpia en su interior al forzar el paso de aire hacia el exterior de la campana y hacia el investigador.
- Las campanas de extracción química no constituyen gabinetes de seguridad biológica ni ofrecen protección al investigador de material biológico potencialmente infecciosos.
- Los gabinetes de seguridad biológica deberán ser evaluados y certificados de manera periódica de acuerdo a las recomendaciones del fabricante. No deberán usarse gabinetes cuyo funcionamiento adecuado no haya sido verificado.
- Al trabajar con gabinetes de seguridad biológica los investigadores deben procurar no perturbar la cortina de aire laminar frontal con movimientos bruscos de manos y brazos al introducir o manipular objetos en su interior. Los brazos deben colocarse horizontalmente a través de la apertura frontal y moverse lentamente. Igualmente, se debe procurar mantener al mínimo el movimiento de entrada y salida de objetos y manos a través de la ventana frontal.
- El tráfico de personas alrededor del gabinete deberá mantenerse al mínimo con tal de evitar perturbaciones del flujo laminar frontal.
- El gabinete deberá encenderse cinco minutos antes de trabajar y permanecer encendido al menos cinco minutos al término del trabajo dentro de él para permitir la estabilización del flujo laminar y la depuración completa de aerosoles, respectivamente.
- Es conveniente esperar aproximadamente un minuto después de introducir las manos en la cámara del gabinete antes de comenzar a manipular el material biológico, tiempo durante el cual la cortina de aire laminar frontal se estabiliza brindando la máxima protección posible.
- El investigador deberá evitar retirar los brazos del gabinete frecuentemente para eliminar desechos o introducir utensilios. Los utensilios necesarios deberán introducirse una sola vez y al principio de las actividades mientras que los residuos deberán ser eliminados una sola vez y al final de las actividades.
- El paño frontal de cristal del gabinete de seguridad biológica no deberá abrirse por encima de la altura recomendada por el fabricante.
- Una vez que el gabinete de seguridad biológica haya pasado por los 10 minutos de descontaminación ultravioleta, el investigador deberá encender el soplador del gabinete y abrir el paño frontal hasta la altura adecuada. Se le deberá permitir 5 minutos para estabilizar flujos dentro del gabinete antes de realizar cualquier procedimiento. Durante este tiempo se pueden introducir los diferentes utensilios y material de trabajo que sean necesarios para las actividades a realizar.
- Los gabinetes de seguridad biológica de clase II se encuentran equipados con una alarma audio-visual que es activada cuando el flujo de aire a través de la apertura frontal disminuye por debajo del valor mínimo permitido para brindar protección al personal; esto usualmente resulta de la apertura excesiva del paño frontal. Esta alarma NO DEBERÁ SER SILENCIADA, deberá corregirse la altura del paño frontal hasta que la alarma se apague automáticamente.

- Los procedimientos realizados dentro de los gabinetes se deberán apegar de manera estricta a técnicas asépticas con tal de evitar la contaminación de los bioespecímenes y materiales. Todo material estéril que entre en contacto con cualquier superficie fuera de la intencionada será reemplazado y/o desechado.
- Todo procedimiento realizado dentro del gabinete de seguridad biológica deberá llevarse a cabo en el centro y lo más lejos de la apertura frontal del mismo para asegurar la máxima protección personal.
- La rejilla perforada localizada en el piso del área de trabajo de los gabinetes de clase II inmediatamente detrás de la apertura frontal jamás debe ser obstruida con toallas o material ya que el flujo laminar frontal depende de que se encuentre despejada. Todos los materiales y utensilios que deban introducirse al gabinete deberán colocarse lo más cercano a la pared posterior que sea posible sin obstaculizar la rejilla perforada posterior.
- Las actividades y procedimientos realizados dentro del gabinete deberán realizarse de tal forma en que se respete una separación imaginaria de las dos mitades del interior del gabinete, una dedicada a objetos estériles y limpios (mitad izquierda para diestros) y la otra mitad (derecha) dedicada a objetos y utensilios contaminados.
- El/la Jefe/a de laboratorio se responsabilizará de confeccionar una lista de reactivos, consumibles y materiales para cada procedimiento específico a realizar dentro del gabinete de seguridad biológica para facilitar la preparación de labores y minimizar la perturbación del flujo de aire del gabinete una vez iniciadas las actividades dentro de él.
- Los recipientes con NaOCl al 0,5% destinados a descontaminar líquidos o desechos biológicos al igual que aquellos destinados a descontaminar pipetas reutilizables deberán colocarse del lado derecho del gabinete (lado contaminado) y hacia el fondo del mismo. Las micropipetas, pipeteadores automáticos, puntas de micropipetas, tubos limpios y medios de cultivo deberán colocarse en la mitad limpia del gabinete (mitad izquierda en el caso de usuarios diestros ya que este lado es el que menos tráfico recibe durante las actividades dentro del gabinete). Esta disposición del área de trabajo deberá invertirse para investigadores zurdos.
- Las pipetas serológicas de cristal estériles deberán colocarse dentro del gabinete de seguridad biológica en sus envoltorios individuales y lejos de las pipetas usadas o no estériles. Las pipetas usadas reutilizables deberán ser colocadas en un recipiente HORIZONTAL y no vertical con NaOCl al 0.5% dentro del gabinete de seguridad biológica y retiradas del mismo al terminar las actividades dentro del gabinete. Las pipetas serológicas sucias no deberán retirarse nunca del gabinete sin antes haber sido desinfectadas ni deberán colocarse fuera del gabinete para su esterilización.
- Cuando sea necesario retirar y colocar la tapa de un recipiente de cultivo o medio de cultivo en el interior del gabinete de seguridad biológica se deberá procurar colocarla de lado y nunca hacia arriba o hacia abajo sobre la superficie.
- La superficie de cualquier utensilio u objeto que deba introducirse al gabinete de seguridad biológica deberá descontaminarse con etanol al 70% antes de introducirse al gabinete para actividades de trabajo estéril. Igualmente, al final de la sesión de trabajo frente al gabinete se deberá descontaminar la superficie de todo material, frasco, instrumento o equipo introducido al mismo con etanol al 70%.

- Las lámparas germicidas ultravioletas localizadas en el interior de los gabinetes de seguridad biológica deberán encenderse 10 minutos antes y después de cualquier procedimiento que implique la manipulación de agentes patógenos o bioespecímenes. Durante el tiempo que las lámparas ultravioletas se encuentren encendidas se deberá cerrar la ventana frontal del gabinete completamente y desocupar el laboratorio o las áreas inmediatamente aledañas al gabinete y colocar una señalética que indique que la fuente de radiación ultravioleta se encuentra encendida (figura 9).
- Las lámparas ultravioletas de los gabinetes de seguridad biológica deberán limpiarse una vez al mes con un paño humedecido en etanol al 70% para eliminar el polvo y la suciedad que pudieran haber acumulado y que pudieran bloquear la eficacia germicida de la luz.



Figura 10. Señalamiento de peligro indicativo del riesgo de exposición a luz ultravioleta.

- Queda prohibido introducir mecheros Bunsen a los gabinetes de seguridad biológica ya que perturban el flujo laminar del aire en su interior y pueden incendiar el filtro HEPA, siendo preferible el uso de asas de inoculación estériles o micro-incineradores electrónicos encapsulados.
- Nunca se deberán introducir materiales sucios o no descontaminados al gabinete de seguridad biológica, incluso cuando no se trabajará con cultivos celulares o con procedimientos que demanden de técnica aséptica ya que ello incurre en el riesgo de introducir esporas al gabinete las cuales se pueden alojar en el filtro HEPA y contaminar cultivos o bioespecímenes cuando sea necesario emplear técnicas asépticas.
- La superficie interna de los gabinetes (pared posterior, paredes laterales y porción trasera del paño de vidrio frontal) deberá descontaminarse antes y después de cada uso con etanol al 70%, procedimiento que se deberá realizar únicamente con el soplador del gabinete encendido. Queda a discreción del investigador considerar la descontaminación del interior del gabinete de seguridad biológica con NaOCl al 0,1% al final de sus actividades. Dicho procedimiento deberá mantenerse al mínimo y esencialmente limitarse a la remediación de derrames biológicos ya que el NaOCl corroe al acero inoxidable, lo que reduce la vida útil del gabinete. De llegar a ser necesario descontaminar su interior con NaOCl, tras 30 minutos se deberá enjuagar su interior con un paño desechable humedecido en agua y posteriormente con un paño humedecido en etanol al 70%.
- Se podrán colocar toallas desechables en la superficie de trabajo interior del gabinete siempre y cuando no se obstaculicen las perforaciones de la parrilla frontal y trasera. El empleo de toallas absorbentes minimiza la dispersión de aerosoles y facilita la remediación de derrames que pudieran llegar a ocurrir.

- Aquellos gabinetes adaptados con puertos de succión deberán hacer uso de matraces de recolección de 2 litros de capacidad conectados en tándem (en serie) para descontaminar los efluvios líquidos. El primer matraz deberá contener 500 mL de NaOCl al 5% (concentración doméstica) mientras que el segundo matraz servirá de respaldo en caso de que se supere el volumen del primero. El contenido de dichos matraces podrá ser eliminado directamente a la cañería del laboratorio siempre y cuando se le haya permitido un período de contacto de al menos 20 minutos.
- Al destapar algún recipiente dentro del gabinete de seguridad biológica, las tapas se colocarán de lado y nunca boca arriba (donde contaminan manos y mangas del investigador) ni boca abajo (donde contaminan la superficie y el contenido del frasco). Al abrir placas de Petri dentro del gabinete la tapa deberá mantenerse por encima de la superficie de la muestra para evitar el impacto directo del aire en su superficie.
- Todos los consumibles o desechables que entren en contacto con bioespecímenes o muestras clínicas deberán ser colocados en NaOCl al 0,5% y/o esterilizados en autoclave antes de lavar, reutilizar o desechar, dependiendo del nivel de riesgo biológico con el que se encuentre trabajando.
- Los consumibles plásticos deberán desecharse en un solo contenedor localizado en el interior del gabinete, las puntas de micropipeta, tapas de tubos evacuados, tubos evacuados y demás material de pequeño tamaño deberá descartarse preferentemente hacia un contenedor de cortopunzante SIN NaOCl en su interior. Dicho contenedor será tapado al término de la sesión y permanentemente cerrado al llenarse con material desechado. Las pipetas de transferencia de mayor tamaño deberán colocarse en el mismo contenedor horizontal empleado para recolectar las pipetas serológicas y sumergidas (dentro del gabinete) en NaOCl al 0,5%.
- No se deberán pegar bolsas de recolección de residuos biológicos al frente del gabinete, los desechos contaminados por material biológico que sean sólidos y no sumergibles en NaOCl como el papel, toallas o gasas deberán recolectarse en un recipiente dentro del gabinete y posteriormente colocados en la bolsa de residuos biológicos del laboratorio al término de la sesión de trabajo frente al gabinete.
- Al terminar las actividades dentro del gabinete de seguridad biológica, se taparán y limpiarán todas las placas, tubos y materiales de laboratorio que deban ser retirados del interior del mismo, incluyendo los contenedores de cortopunzantes, los de desechos biológico-infecciosos y los recipientes de pipetas reutilizables con etanol al 70%.
- Todos los residuos biológico-infecciosos generados en el interior del gabinete de seguridad biológica serán sometidos a esterilización en autoclave o por sumersión en NaOCl al 0,5% y posteriormente colocados en las bolsas de desechos biológico-infecciosos.
- Si se utilizó el puerto de vacío localizado en el interior del gabinete se procederá a enjuagar el interior de la tubería con al menos 100 mL de NaOCl al 0,5%
- Cuando sea necesario introducir otros equipos, instrumentos o aparatos al gabinete de seguridad biológica se deberá descontaminar el exterior con etanol al 70% y colocar dicho aparato sobre bloques de metal o plástico de modo que no se perturbe el flujo de aire alrededor y por debajo del mismo.

- Cuando sea necesario colocar una plancha caliente o microcentrífuga dentro del gabinete de seguridad biológica se deberá procurar colocarla hasta el fondo y lo más alejado del paño frontal de cristal como sea posible. En términos generales, es preferible no introducir aparatos voluminosos que perturben el flujo de aire del gabinete.
- El gabinete de seguridad biológica no será empleado como campana de extracción química ni para la manipulación de sustancias volátiles, radioactivas o explosivas. La manipulación de sustancias volátiles, inflamables o radiactivas dentro de gabinetes recirculantes deberá prohibirse dado el riesgo de intoxicación, explosión e incendio que ello implica.
- Únicamente está permitido trabajar con cantidades pequeñas (menos de 10 mL) de sustancias tóxicas, volátiles o inflamables dentro de gabinetes de seguridad biológica cuando el aire de salida sea expulsado hacia el exterior del edificio del laboratorio.
- Los gabinetes de seguridad biológica de clase II podrán emplearse para manipular sustancias carcinogénicas y para la preparación de fármacos inmunomoduladores, quimioterapéuticos o antineoplásicos.
- Los gabinetes de seguridad biológica clase II no deberán ser empleados para radiomarcarse materiales biológicos con isótopos volatilizables como el yodo-125 (<sup>125</sup>I) a menos de que se encuentren conectadas hacia el exterior y acopladas a un filtro HEPA y de carbono activado.

### **Sala de cultivo celular/tisular**

Los investigadores que hagan uso de salas de cultivo celular/tisular deberán esmerar precauciones y su técnica aséptica para asegurar la integridad y esterilidad de los bioespecímenes a manipular en su interior. Estas salas se encuentran separadas del resto del laboratorio por una mampara en el cual los investigadores pueden cambiarse de ropa o colocarse trajes limpios desechables o reutilizables, botas, gorros y mascarillas cubrebocas o respiradores. Los investigadores deberán colocarse la indumentaria apropiada según las regulaciones locales establecidas por el/la Jefe/a de laboratorio.

- Al ingresar a la mampara y antes de ingresar a la sala de cultivo celular/tisular se deberán seguir los siguientes pasos destinados a asegurar la limpieza y esterilidad del interior del mismo:
  - Retirarse el delantal de uso general y colgarla por fuera de la mampara.
  - Asegurarse de que ambas puertas se encuentran completamente cerradas.
  - Lavarse las manos con agua y jabón.
  - Colocarse el traje de cultivo reutilizable o desechable.
  - Colocarse el cubre-calzado.
  - Colocarse el gorro y la mascarilla, en este orden.
  - Colocarse los guantes de látex o nitrilo.
- Los/as investigadores que hagan uso de la sala de cultivo deberán mantener abastecidos los frascos aspersores de soluciones de descontaminación rutinaria (uno de NaOCl al 0.1% y otro con etanol al 70%).
- Diariamente, al inicio y al final de la jornada laboral, se deberán limpiar las áreas de trabajo de la sala de cultivo celular/tisular con etanol al 70%.

- No deberán introducirse artículos innecesarios a la sala de cultivo celular/tisular, incluyendo guantes, gorros, instrumentos o micropipetas que hayan sido empleados fuera del mismo.
- Únicamente deberán introducirse pipetas o puntas y micropipetas nuevas a frascos de cultivo o viales de suplementos de cultivo tisular estériles. Jamás se deberá reutilizar un frasco de cultivo o vial de suplemento estéril con una pipeta o punta de micropipeta que haya sido empleada para otro o el mismo procedimiento previamente.
- Todos los frascos con medio de cultivo o suplementos deberán ser inspeccionados periódicamente en busca de la presencia de turbidez, opacidad o películas biológicas en su superficie que pudieran indicar su contaminación. Adicionalmente, se colocarán frascos de control negativo en el interior de la incubadora durante al menos tres días para evaluar la esterilidad de los reactivos y consumibles empleados. El resultado de esta evaluación deberá ser documentado en el cuaderno de laboratorio correspondiente.
- Para reducir el riesgo de contaminación, se deberá evitar compartir frascos de medio de cultivo, frascos de suplemento de cultivo, alícuotas celulares o soluciones de trabajo entre investigadores.
- La sala de cultivo tisular solamente podrá ser ocupada por dos personas al mismo tiempo con el objeto de mantener al mínimo las perturbaciones al flujo de aire laminar aportado por el gabinete de seguridad biológica. La mampara que brinda acceso a la sala de cultivo celular/tisular deberá permanecer asegurada mientras se encuentre desocupado o cerrado el laboratorio.
- La mampara o antesala a la sala de cultivo celular/tisular disminuye las posibilidades de contaminación. Por ello no deberá abrirse la puerta interna que brinda acceso a la sala de cultivo tisular sino hasta que la puerta de acceso a la mampara haya sido completamente cerrada.
- No se permitirá el ingreso de personas a la sala de cultivo celular/tisular mientras alguien se encuentre realizando procedimientos frente al gabinete de seguridad biológica, la apertura de la puerta de acceso podría perturbar el flujo laminar de aire que protege al operario y muestras.
- El tránsito de personas dentro de la sala de cultivo tisular se mantendrá al mínimo mientras se encuentre encendido el gabinete de seguridad biológica o abierta la puerta de la incubadora.
- Al momento de terminar las actividades dentro de la sala de cultivo celular/tisular y antes de abandonar la misma se deberán verificar los parámetros de la incubadora, apagar todo aparato electrónico no indispensable y verificar el cierre completo de la válvula de gas natural (tubo amarillo).
- Al abandonar la sala de cultivo celular/tisular se deberán atender los siguientes pasos:
  - Cerrar completamente la puerta de acceso al cuarto de cultivo celular/tisular.
  - Retirarse los guantes, el cubre-calzado y la mascarilla cubre-boca y desecharlos en el bote de RESIDUOS BIOLÓGICOS (amarillos) localizado en el interior de la mampara.
  - Retirarse el traje de cultivo y desecharlo o colocarlo en el sitio correspondiente para su reutilización.
  - Lavarse las manos con agua y jabón.
  - Registrar su entrada y salida en el cuaderno de laboratorio correspondiente.

- Los guantes de látex que sean empleados dentro del gabinete de seguridad biológica no deberán ser empleados para tocar otros instrumentos o aparatos localizados fuera de la sala de cultivo tisular, deberán ser desechados en los recipientes especiales localizados en la mampara a su salida. No deberá manipularse el exterior de la puerta de acceso a la mampara con los guantes empleados dentro de la sala de cultivo celular.
- Ninguna persona deberá permanecer dentro de la sala de cultivo celular/tisular durante los ciclos de descontaminación que hagan uso de gases tóxicos o lámparas germicidas. Los ciclos de desinfección/descontaminación basados en radiación ultravioleta deberán programarse a partir de las 0:00 h. y hasta las 05:00 h.
- Está prohibido introducir artículos de oficina a la sala de cultivo, los protocolos de referencia serán plastificados y el plástico descontaminado antes de introducirlos al mismo. Los protocolos plastificados podrán ser pegados al frente del gabinete de seguridad biológica y bajo ningún motivo serán introducidos al mismo.

En general, para todas las prácticas de cultivo celular, se debe seguir el siguiente protocolo de buenas prácticas:

1. Antes de ingresar a la sala de cultivo celular:
2. Asegúrese de chequear la lista de registro de encendido de la luz UV (ubicada en la misma puerta), de que ésta ya estuvo encendida por al menos 30 min. Si no hay registro de esto, debe encenderla usted y registrarse en la hoja.
3. Uso de campana de Flujo laminar:
4. Antes de comenzar a trabajar, proceda a lavar sus manos y antebrazos con jabón. A continuación, rocíelos con etanol al 70%.
5. Una vez hecho esto, debe colocar todo el material plástico que va a utilizar (placas, puntas, pocillo, pipetas serológicas, etc.) Dentro de la campana y encender la luz UV de la campana durante 15 min.
6. Ponerse el delantal, guantes, mascarilla y amarre el cabello, si es posible use gorras desechables. Este material debe permanecer en la sala de cultivo. Al terminar, descarte lo que sea desechable (como las gorras y guantes).
7. Proceda a limpiar la zona de trabajo en la campana con etanol al 70%
8. Si va a ingresar a la campaña de flujo laminar cajas estériles, filtros, etc. Deben estar previamente autoclavados.
9. Si va a ingresar a la campana algún frasco o instrumento no autoclavado, éste debe ser esterilizado rociándolo con etanol al 70% por el exterior.
10. El punto anterior aplica para los frascos con medio de cultivo. Estos deben ser templados en el baño termostático. Al sacarlos del baño, el exceso de agua debe secarse con un papel absorbente y luego deben ser rociados con etanol al 70% antes de ingresarlos a la campana de flujo laminar.

11. Al destapar los frascos debe poner las tapas boca arriba y hacia la parte trasera de la campana para evitar pasar por encima de ellos. Asimismo, debe tener precaución de no pasar las manos, brazos y las pipetas por encima de placas, botellas o recipientes abiertos porque se pueden contaminar.
12. Si no se está usando las botellas con medio de cultivo, debe taparlas inmediatamente.
13. No debe tocar con las pipetas ni puntas estériles ninguna superficie, frasco o placa (Riesgo de contaminación).
14. Debe utilizar una pipeta o una punta nueva cada vez que se cambien de solución, de tipo celular o cuando exista algún riesgo de contaminación.
15. Cada vez que saque los brazos de la campana debe rociarlos con etanol 70% antes de volverlos a entrar a la campana.
16. Al terminar guarde sus puntas y otros materiales en su caja y no deje nada dentro de la campana. Esta superficie debe permanecer despejada
17. Tener cuidado de que no se produzcan contaminaciones cruzadas.
18. No mantener los cultivos mucho tiempo fuera de la estufa.
19. Agitación del cultivo sembrado de derecha/izquierda y de arriba/abajo. Nunca agitar en círculo.

### **Centrífugas**

- Las centrífugas siempre deberán ser operadas con la tapa cerrada y haciendo uso de las tapas de contención de aerosoles, de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.
- El interior de la centrífuga, el rotor, las cubetas, tapas y ejes deberán ser inspeccionados antes y después de su uso diario en busca de fracturas, suciedad o corrosión.
- Las cubetas, tapas de contención de aerosoles y rotores deberán ser descontaminados al término de las actividades diarias por el mismo investigador que las utilizó para centrifugar. Para ello se lavarán con agua tibia y una solución de jabón detergente diluida empleando una esponja de material sintético (no utilizar fibra metálica) y posteriormente enjuagada con agua destilada y etanol al 70%. ¡No deberán usarse soluciones de NaOCl para descontaminar las piezas metálicas de las centrífugas dado el riesgo de corrosión que implica! Las piezas lavadas deberán colocarse a secar antes de volver a usarlas dentro de la centrífuga.
- Las centrífugas deberán colocarse en un sitio que permita la visualización de su interior a la hora de cargar o descargar las cubetas y tubos de tal manera en que se minimice la necesidad de accidentes corto-punzantes tras la posible ruptura de tubos durante la centrifugación.
- Las cubetas de las centrífugas deberán cargarse de manera balanceada para evitar vibraciones innecesarias que pudieran comprometer la integridad de la muestra o el correcto funcionamiento del aparato.

- Las cubetas, tapas de contención de aerosoles y tubos de centrifugas deberán ser colocados y removidos ÚNICAMENTE dentro del gabinete de seguridad biológica de clase II cuando sean empleados para procesar muestras clínicas o bioespecímenes.
- Al hacer uso de rotores de ángulo fijo se deberá respetar el espacio entre el nivel del líquido y el borde externo de cada tubo de centrifugación para evitar derrames.
- Cuando sea necesario usar tubos de contrabalanceo se deberá emplear agua destilada. No se deberán usar otros tipos de líquidos (solventes de otro tipo, hipoclorito, detergentes líquidos o solución salina) para contrabalancear el rotor debido a que su ruptura pudiera condicionar la corrosión o contaminación del interior de la centrifuga.
- Las centrifugas deberán ser supervisadas en todo momento. El ciclo de operación deberá ser abortado inmediatamente ante cualquier indicio de desbalance o ruido anómalo. El Jefe de laboratorio deberá ser avisado inmediatamente de cualquier anomalía ocurrida durante o al término de la centrifugación.

## Refrigeradores

- Los refrigeradores, congeladores y ultracongeladores deberán ser monitoreados periódicamente para registrar la temperatura promedio, la temperatura más baja y la temperatura más elevada alcanzada durante las últimas 24 horas y de manera diaria (con la posible excepción de los fines de semana) con tal de asegurar la identificación de problemas tempranamente y salvaguardar la integridad de los bioespecímenes.
- Todos los recipientes almacenados en refrigeradores y congeladores deberán llevar etiquetas claras que indiquen el nombre del usuario, su contenido, la fecha de almacenamiento y el riesgo biológico implícito. En caso de que el tamaño del recipiente no permita incluir todos estos datos, éstos deberán anotarse en el registro general de usuarios y vincularse al recipiente a través de un identificador único.
- Antes de ser desechados, los materiales, placas o viales que no posean etiquetas deberán descontaminarse/esterilizarse en autoclave y posteriormente desecharse. En caso de no ser autoclavado, deberá desecharse como residuo biológico.
- No está permitido almacenar solventes orgánicos o líquidos inflamables en los refrigeradores, congeladores o ultracongeladores dado el riesgo de explosión que esto conlleva.
- Las puertas de los refrigeradores, congeladores y ultracongeladores no deberán permanecer abiertas de manera innecesaria mientras se buscan, introduce o retiran muestras. Esta indicación es especialmente importante en relación a los ultracongeladores (-80 °C).
- Queda estrictamente prohibido almacenar alimentos o bebidas de consumo humano dentro de los refrigeradores/congeladores del laboratorio. Esta misma indicación aplica para el uso de hornos de microondas del laboratorio.
- Queda **ESTRICTAMENTE PROHIBIDO** desconectar el suministro eléctrico a los refrigeradores, congeladores y ultracongeladores sin autorización explícita por parte del/de la Jefe/a de laboratorio.

- Cualquier interrupción en el suministro eléctrico de los refrigeradores, congeladores y ultracongeladores deberá ser reportado inmediatamente al Jefe de laboratorio para activar los procedimientos de abastecimiento eléctrico de emergencia institucionales que permitan salvaguardar las integridad de los bioespecímenes.
- No se almacenarán muestras clínicas y líneas celulares en la misma repisa del congelador. Igualmente, no se almacenarán muestras de DNA y productos de PCR en el mismo congelador. De manera ideal el laboratorio deberá estar equipado con equipo de refrigeración redundante y dedicado al almacenamiento de tipos especiales de reactivos/especímenes de tal manera en que las muestras de DNA y RNA no sean almacenadas en el mismo equipo, igualmente para muestras celulares y líneas celulares, reactivos de PCR y productos de PCR o plásmidos, etc.
- En el exterior de cada refrigerador se colocarán etiquetas que indiquen el nombre o número del refrigerador, su nivel de bioseguridad máximo y una tabla que indique que tipo de sustancias pueden y no pueden almacenarse en su interior. Así mismo se deberá anexar la tabla de registro de temperaturas y contenido con tal de facilitar su seguimiento y almacenamiento.
- Se deberá evitar el uso de refrigeradores o ultracongeladores libres de escarcha (no-frost) ya que incurren en el riesgo de deshidratar las muestras, reactivos y demás materiales líquidos que son colocados en su interior.

### **Homogeneizadores y sonicadores**

El uso de homogeneizadores tisulares domésticos en laboratorios BSL-2 o superiores no es recomendado debido al riesgo de formación de aerosoles que su uso conlleva. Solamente deberán emplearse homogeneizadores a prueba de aerosoles específicamente diseñados para tal propósito.

Los homogeneizadores y sonicadores que sean empleados para procesar muestras biológicas contaminadas potencialmente contaminadas por patógenos del grupo de riesgo 2 o inferiores deberán ser operados dentro de una cubierta sólida de policarbonato para brindar protección adicional de aerosoles y ruido. Dicha cubierta deberá ser lavada con agua y jabón seguido de su descontaminación con una solución de NaOCl al 0,5% al término de las actividades.

El exterior de los homogeneizadores y sonicadores deberá ser descontaminado empleando un paño húmedo empapado en NaOCl al final de su uso seguido de su limpieza con un paño humedecido en etanol al 70%. En algunos casos pudiera ser incluso necesario descontaminarlos por fumigación empleando formaldehído o una solución compatible en conjunto con los procedimientos de fumigación de los cuartos.

### **Incubadoras**

- Las puertas de la incubadora no deberán permanecer abiertas de manera innecesaria o durante períodos prolongados.
- Los derrames de líquidos biológicos que ocurran dentro de la incubadora deberán ser absorbidos con toallas de papel. Las superficies internas y los accesorios de la incubadora deberán ser descontaminados de acuerdo al protocolo descrito abajo.

- El reservorio de agua de la incubadora deberá ser monitoreado de manera periódica para detectar la presencia de contaminantes biológicos en cuyo caso TODO el interior de la incubadora deberá ser limpiada según el PROTOCOLO DE DESCONTAMINACION DE LA INCUBADORA. No se deberán usar soluciones de Hipoclorito de Sodio o abrasivas para descontaminar el interior de la incubadora o sus accesorios.
- La presión primaria del cilindro de CO<sub>2</sub> que alimenta a la incubadora deberá ser monitoreada y documentada de manera periódica en el cuaderno de laboratorio correspondiente. La presión del lado secundario del regulador de CO<sub>2</sub> no deberá exceder a los 1 bar/ 15 psi/ 100 KPa
- La incubadora será lavada periódicamente siguiendo el mismo protocolo de descontaminación descrito por el fabricante.

### **Manipulación de muestras clínicas y especímenes biológicos.**

- El laboratorio de investigación debe establecer procedimientos documentados para la correcta toma, identificación y manipulación de muestras con el objeto de asegurar la trazabilidad, confidencialidad y reconstrucción de la cadena de custodia para una posible evaluación retrospectiva de la muestra, si es requerida. (visitar [http://ensayosclinicos.ispch.gob.cl/DOCS/9.2\\_BUENAS\\_PRACTICAS\\_DE\\_LABORATORIO.pdf](http://ensayosclinicos.ispch.gob.cl/DOCS/9.2_BUENAS_PRACTICAS_DE_LABORATORIO.pdf))
- Como primera medida se seguirán siempre las precauciones universales al recolectar, manipular y transportar las muestras clínicas, las que parten del siguiente principio: “Todos los pacientes y sus fluidos corporales independientemente del diagnóstico de ingreso o motivo por el cual haya entrado al hospital o clínica, deberán ser considerados como potencialmente infectantes y se debe tomar las precauciones necesarias para prevenir que ocurra transmisión.”
- Los contenedores de muestras biológicas deberán ser herméticos y a prueba de ruptura bajo las condiciones de manejo habitual.
- Los contenedores de material biológico deberán poseer una etiqueta externa inamovible que indique la naturaleza del material contenido, su nivel de bioseguridad, fecha y laboratorio de origen. Cuando el tamaño del frasco no permita incluir estos datos, se deberán anexar en una hoja separada la cual será colocada en un sobre plástico a prueba de agua que deberá acompañar al frasco que contiene a la muestra. La hoja y el sobre de plástico no deberán envolverse alrededor del frasco.
- Los tubos que contengan muestras clínicas deberán transportarse de acuerdo a los lineamientos anteriormente descritos. Los formatos de consentimiento informado o formatos de captura de información se almacenarán por separado de las muestras clínicas de tal manera en que no sea posible asociar una muestra con datos personales de los donadores en caso de pérdida o accidente.
- Los laboratorios que reciban de manera rutinaria un gran volumen de muestras clínicas o bioespecímenes deberán asignar un área específica para su recepción y documentación. El personal administrativo asignado a las actividades de recepción y documentación de muestras clínicas y bioespecímenes tiene prohibido abrir los envases primarios o secundarios al igual que los sobres con formatos de captura de información, datos personales y/o consentimientos informados.

- Se deberán usar guantes de látex, nitrilo y/o similares para extraer los tubos de muestras clínicas de las cajas de transporte, procedimiento que ÚNICAMENTE se realizará en el área de trabajo específicamente designada para tal. En esta misma área se procederá a verificar la integridad de los envases primarios (aquellos que directamente contienen la muestra) y a descontaminar su exterior con Etanol al 70%. Los tubos de muestras clínicas deberán abrirse ÚNICAMENTE dentro del gabinete de bioseguridad previa descontaminación del exterior de los mismos. La apertura de tubos evacuados con muestras de sangre entera anticoagulada deberá realizarse con una gasa con el objeto de minimizar las salpicaduras.
- Los sobrantes de muestras clínicas o bioespecímenes que resulten del procesamiento deberán ser descontaminados por inmersión en NaOCl al 0.5% o con autoclave antes de ser desechados por el laboratorio. Los tubos evacuados tanto de cristal como los de plástico deberán ser desechados hacia cajas de corto-punzantes biológico infecciosos sin destapar e incinerados ya sea localmente o por una compañía de manejo de desechos acreditada.
- La fijación y tinción de frotis sanguíneos, esputo y muestras fecales sobre laminillas de microscopía no esteriliza su contenido por lo que dichas laminillas deberán ser descontaminadas y esterilizadas antes de desecharse.
- En caso de que se requiera la fijación tisular de tejidos animales basada en formaldehído, se deberán emplear todas las normas de seguridad correspondientes.
- El uso del criomicrotomo deberá reducirse al mínimo indispensable. Los criomicrotomos deberán estar equipados con pantallas de protección y los usuarios de los criomicrotomos deberán hacer uso de caretas faciales o antiparras y protección respiratoria. Los criomicrotomos deberán descontaminarse a temperatura ambiente (por lo menos 20°C).

## Manipulación de líneas celulares o tejidos animales

Toda línea celular, tejido o animal deberá manipularse en apego a las precauciones universales previamente mencionadas, en condiciones de bioseguridad BSL-2 y de acuerdo a las prácticas de laboratorio BSL-2 a menos de que la naturaleza del animal o agente patógeno potencial indique la necesidad de incrementar las precauciones.

El personal de laboratorio involucrado en la manipulación de muestras biológicas animales deberá realizar una evaluación para posibles exposiciones ocupacionales a patógenos y recibir el esquema de vacunación contra el virus de la hepatitis B u otros disponibles. El personal involucrado en la manipulación de muestras biológicas animales deberá ser objeto de evaluaciones médicas periódicas para determinar la existencia de infecciones adquiridas dentro del laboratorio. Así mismo, el personal deberá portar en todo momento una identificación médica que indique al médico tratante de la posibilidad de dichas infecciones.

Una fuente cada vez más común de patógenos humanos son las líneas celulares animales inmortalizadas, especialmente aquellas transformadas con el virus de Epstein-Barr (EBV), retrovirus simianos (SV-40) o papilomavirus humanos (HPV). Cualquier célula o línea celular conocida por albergar secuencias nucleotídicas virales también constituye un riesgo biológico para el personal del laboratorio. Los investigadores no deberán manipular bajo ninguna circunstancia células o líneas celulares autólogas (del mismo individuo) por el riesgo de inmunotolerancia que implican ante inoculaciones accidentales.

## **Manipulación de sustancias inmunomoduladoras, quimioterapéuticas, antineoplásicas, psicotrópicos, estupefacientes o biotoxinas.**

Las sustancias inmunomoduladoras o mitogénicas comúnmente empleadas para estimular o guiar la diferenciación de leucocitos o células animales como la fitohemaglutinina, concanavalina y factores de crecimiento pueden absorberse a través de la piel, por ingestión o por contacto con los ojos o mucosas y en algunos casos incluso por vía respiratoria. Además de ser causa de irritación de mucosas y piel, pueden ocasionar efectos teratogénicos sobre embriones y fetos humanos y ocasionar patologías hematológicas en casos severos.

En particular se deberán extremar las precauciones al manipular secuencias de ácidos nucleicos (particularmente DNA) codificantes para proteínas con funciones inmunoreguladoras o con funciones de regulación génica (proteínas con potencial oncogénico como los factores de transcripción, proteínas de unión a GTP, quinasas, factores de crecimiento, etc.) al igual que al manipular los productos biológicamente activos de la expresión génica (como RNA de interferencia o silenciamiento, hormonas de crecimiento, citoquinas y toxinas).

En la tabla XV se listan los fármacos catalogados como peligrosos por el National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) de Estados Unidos. Estos incluyen sustancias de uso terapéutico carcinogénicas, teratogénicas, asociadas a toxicidad reproductiva, asociadas a toxicidad orgánica a bajas dosis, genotóxicas o para aquellos fármacos estructuralmente asociados a ellas.

Para el uso de fármacos moduladores del sistema nervioso central, en especial psicotrópicos y estupefacientes, la manipulación es similar a las otras sustancias. Sin embargo su utilización debe ser resguardada por el jefe de laboratorio llevando un registro de su uso con control de saldo. Tabla XV se listan algunos psicotrópicos y estupefacientes usados en investigación.

Las biotoxinas son sustancias venenosas producidas por organismos vivos y no son sintetizadas por el hombre. A diferencia de la mayoría de los otros peligros biológicos, las biotoxinas no proliferan y, en ciertos aspectos, son comparables a las sustancias químicas orgánicas clásicas. Sin embargo, las biotoxinas se diferencian de las toxinas químicas en que no presentan riesgo por evaporación y muy pocas son activas al contacto con la piel (micotoxinas son la excepción). En el Decreto Supremo N°385 de 1980, Chile ratificó la Convención sobre la Prohibición del Desarrollo, la Producción y el Almacenamiento de Armas Bacteriológicas (Biológicas) y Toxínicas [<https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=400702>]. Debido a este decreto, la posesión, el uso bajo cualquier propósito (investigación, clínica, educacional, etc.) y la transferencia de biotoxinas con LD50 < 100 µg/Kg de peso corporal de los organismos que producen dichas biotoxinas, deben obligatoriamente informarse y registrarse al Comité de Bioseguridad de la institución donde se manipula. Para buscar LD50 de biotoxinas se recomienda utilizar la página web de la "Toxicology Data Network" (<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>). Más información en el manual de normas de bioseguridad de Conicyt (<https://www.conicyt.cl/fondecyt/files/2018/08/MANUAL-DE-NORMAS-DE-BIOSEGURIDAD.pdf>). Tabla XV se lista biotoxinas utilizadas en investigación.

Tanto investigadores como trabajadores del área clínica y personal de enfermería corren el riesgo ocupacional de exponerse a agentes inmunomoduladores, quimioterapéuticos y antineoplásicos tóxicos por vía respiratoria, por contacto o por ingestión. Las siguientes actividades han sido asociadas a casos clínicos de intoxicación ocupacional y debieran ser consideradas de alto riesgo:

- La reconstitución y dilución subsecuente de polvos o material liofilizado.
- La expulsión de aire de jeringas cargadas con fármacos peligrosos.
- Accidentes cortopunzantes durante o tras la administración intramuscular, subcutánea o intravenosa de fármacos peligrosos.
- El conteo de dosis individuales de pastillas, comprimidos o tabletas sin cubierta entérica.
- La trituración de pastillas, comprimidos o tabletas para la preparación de dosis orales líquidas.
- La compactación de polvos para formar pastillas, comprimidos o tabletas.
- Utilice doble guante de látex o nitrilo gruesos sin polvo para manipular, preparar o eliminar agentes quimioterapéuticos o inmunomoduladores de uso clínico o experimental.
- Inspeccione los guantes en busca de defectos o rupturas al momento de colocárselos y periódicamente (cada 15 minutos) mientras se preparan, resuspenden o eliminan sustancias quimioterapéuticas peligrosas.
- Coloque el guante interno por debajo de la manga elástica de la bata Howie y el guante externo por encima de la misma para proteger la muñeca y el antebrazo de salpicaduras.
- Cambie los guantes regularmente y cada 30 a 60 minutos cuando éstos estén siendo empleados para preparar agentes quimioterapéuticos o inmunomoduladores de uso clínico o experimental.
- Retírense cuidadosamente y deséchense los guantes al recibir cualquier salpicadura evidente durante la preparación de agentes quimioterapéuticos o inmunomoduladores de uso clínico o experimental.
- Utilice batas o delantales desechables para cada sesión de preparación, manipulación o eliminación de agentes quimioterapéuticos o inmunomoduladores de uso clínico o experimental. Utilice respiradores de careta facial equipados con filtros químicos adecuados para el tipo de agente quimioterapéutico a administrar para remediar derrames o rupturas de bolsas de administración de medicamentos intravenosos.

Tabla XV. Listado de fármacos catalogados como peligrosos por el National Institute for Occupational Safety and Health de los EUA, 1990.

Aldesleucina	Dinoprostona	Interferón alfa-n1	Progesterona
Alemtuzumab	Docetaxel	Interferón alfa-n3	Progestinas
Alitretinoína	Doxorubicina	Irinotecan HCl	Raloxifena
Altretamina	Dutasterida	Leflunomida	Raltitrexed
Amsacrina	Epirubicina	Letrozol	Ribavirina
Anastrozol	Ergonovina/metilergonovina	Acetato de leuprolida	Streptozocina
Trióxido de arsénico	Estradiol	Lomustina	Tacrolimús
Asparaginasa	Estramustina	Mecloretamina	Tamoxifen
Azacitidina	Estrógeno-progestina combinados	Megestrol	Temozolomida
Azatioprina	Estrógenos, conjugados	Melfalán	Teniposido
Bacilo Calmette-Guerin	Estrógenos, esterificados	Menotropinas	Testolactona
Bexaroteno	Estrona	Mercaptopurina	Testosterona
Bicalutamida	Estropipato	Metotrexato	Talidomida
Bleomicina	Etopósido	Metiltestosterona	Tioguanina
Busulfan	Exemestano	Mifepristona	Tiotepa
Capecitabina	Finasterida	Mitomicina	Topotecan
Carboplatina	Floxuridina	Mitotane	Citrato de toremifeno
Carmustina	Fludarabina	Mitoxantrona HCl	Tositumomab
Acetato de cetorelix	Fluorouracilo	Micofenolato mofetil	Tretinoína
Clorambucilo	Fluoximesterona	Nafarelina	Trifluridina
Cloranfenicol	Flutamida	Nilutamida	Trimetrexato
Gonadotropina coriónica alfa	Fulvestrant	Oxaliplatina	Triptorelina
Cidofovir	Gancicloviro	Oxitocina	Mostaza de uracilo
Cisplatino	Acetato de ganirelix	Paclitaxel	Valganciclovir
Cladribina	Gemcitabina	Pegaspargasa	Valrubicina
Colquicina	Gemtuzumab ozogamicina	Pentamidina	Vidarabina
Ciclofosfamida	Gonadotropina, coriónica	Pentostatina	Sulfato de vinblastina
Citarabina	Goserelina	Perfosfamida	Sulfato de vincristina
Ciclosporina	Hidroxiurea	Pipobromán	Vindesina
Dacarbazina	Ibritumomab tiuxetan	Isetionato de piritrexim	Tartrato de vinorelbina
Dactinomicina	Idarubicina	Plicamicina	Zidovudina
Daunorubicina HCL	Ifosfamida	Podofilox	
Denileukina	Mesilato de imatinib	Resina de podofilum	
Dienestrol	Interferón alfa-2a	Prednimustina	
Dietilstilbestrol	Interferón alfa-2b	Procarbazina	
<b>PSICOTRÓPICOS Y ESTUPEFACIENTES</b>			
Anfetamina	Cocaína	Heroína	Tetrahydrocannabinol (THC)
benzodiazepinas	Codeína	Morfina	
<b>BIOTOXINAS</b>			
Picrotoxina	Tetrodotoxina		

## Seguridad Molecular

Cada semana se deberán descontaminar las micropipetas empleadas para aplicaciones moleculares (particularmente aquellas empleadas para preparar PCR's y RT-PCR's) empleando una toalla desechable humedecida en NaOCl al 0,5% seguido de su lavado con una toalla humedecida en etanol al 70%. Finalmente, las micropipetas deberán esterilizarse bajo luz ultravioleta exponiendo cada lado de la misma durante 5 minutos a luz UV-C (sobre un transiluminador de onda corta o exponiéndolas a la luz ultravioleta de las lámparas germicidas de una campana de seguridad biológica).

Antes de iniciar la preparación de reacciones de amplificación/digestión enzimática de ácidos nucleicos, las áreas de trabajo deberán ser lavadas con etanol al 70% y al menos una vez a la semana (dependiendo de la carga de trabajo) lavadas con una solución jabonosa diluida y NaOCl al 0,1%.

Todos los desechos de PCR deberán ser colocados en botes etiquetados con el membrete RESIDUOS BIOLÓGICOS, incluyendo tubos de PCR, tapas de tubos de PCR, viales de reactivos y membranas de hibridación o filtros. Las puntas de micropipeta deberán ser colocadas en recipientes de corto-punzantes etiquetados con el membrete RESIDUOS BIOLÓGICO-INFECIOSOS y los geles de electroforesis colocados en bolsas rojas etiquetadas como RESIDUOS PELIGROSOS cuando estos hayan sido preparados a base de acrilamida o teñidos con bromuro de etidio.

Al emplear vectores virales de transferencia genética (como los vectores adenovirales replicación-incompetentes) se deberán adoptar las medidas de bioseguridad requeridas para el virus parental ya que existe la posibilidad de que se encuentren contaminados por virus replicantes (ya sea como resultado de una mala purificación como del surgimiento de mutantes competentes durante su propagación en cultivo).

Lo animales que alberguen secuencias genómicas foráneas (transgénicos) siempre deberán ser manipulados en condiciones de contención BSL-2. Los animales que hayan sido sometidos a procedimientos de delección de material genético (Knock-out) en términos generales no plantean un riesgo biológico superior al del animal no-GMO. No obstante, siempre será necesario evaluar la naturaleza de la delección con el objeto de establecer si esta implica una mayor susceptibilidad para albergar patógenos humanos que de manera natural no se encuentren presentes en este animal (dando lugar con ello a la aparición de un nuevo hospedero o reservorio animal de patógenos humanos).

El DNA genómico animal, vegetal o bacteriano que haya adquirido un transposón como resultado de su manipulación genética o de su donación por un vector recombinante no será considerado recombinante siempre y cuando no existe evidencia del vector de recombinación (a menos de que el transposón per se constituya un constructo artificial recombinante).

Como norma general la evaluación del riesgo de modificaciones genéticas deberá incluir tanto las características del organismo donador del carácter genético como del hospedero o receptor del material genético. El riesgo que depende directamente de la secuencia insertada (organismo donador) debe considerar la actividad biológica o farmacológica de los productos genéticos:

- Toxinas
- Citocinas
- Hormonas
- Reguladores de la expresión génica
- Factores de virulencia o promotores de virulencia
- Secuencias oncogénicas o proto-oncogénicas
- Resistencia a antibióticos
- Alérgenos

El riesgo incurrido por el empleo de determinado organismo hospedero deberá considerar:

- Su susceptibilidad a la infección o para ser colonizado por patógenos humanos
- Su patogenicidad, virulencia, infectividad o capacidad toxigénica en ausencia del inserto
- El rango de organismos hospederos o reservorios y como se modificará tras la modificación genética
- Su estado de inmunocompetencia y la manera en que se verá modificado por el inserto
- La evaluación del “peor caso esperado” respecto al impacto biológico de su modificación genética

Aquellos estudios que requieran hacer uso de la manipulación genética de organismos patogénicos humanos deberán considerar adicionalmente el impacto del procedimiento sobre la virulencia o patogenicidad del organismo (incluso cuando la modificación genética no implica manipular directamente los genes involucrados en su patogenicidad) para incluir:

- ¿El riesgo de incrementar la infectividad o patogenicidad del organismo?
- ¿Podría el procedimiento revertir una mutación natural que disminuyera la patogenicidad del organismo?
- ¿El inserto codifica para un determinante de patogenicidad derivado de otro microorganismo?
- ¿El inserto podría contribuir a la patogenicidad, sobrevivencia o adaptabilidad del GMO?
- ¿Existe un tratamiento farmacológico disponible para controlar la proliferación in vivo del microorganismo?
- ¿El inserto modificará la susceptibilidad del GMO a antibióticos o desinfectantes?
- ¿Será posible erradicar al GMO en caso necesario?

Todos los desechos de materiales o reactivos empleados para preparar plásmidos, para clonar, para transfectar a bacterias o transformar células deberán ser descontaminados con solución concentrada de Hipoclorito de Sodio al 5% y/o en autoclave antes de ser colocados en botes etiquetados con el membrete RESIDUOS BIOLÓGICOS.

### **Crioseguridad**

- La exposición a gases (nitrógeno o anhídrido carbónico) o líquidos (nitrógeno líquido) criogénicos no solo incurre en el riesgo de recibir quemaduras térmicas por congelación sino también en el riesgo de asfixia anoxémica por desplazamiento del oxígeno atmosférico.
- El riesgo de asfixia anoxémica es moderado como resultado del almacenamiento de nitrógeno líquido (LN<sub>2</sub>) y anhídrido carbónico (CO<sub>2</sub>) los cuales al evaporarse/sublimarse desplazan el aire respirable de espacios confinados o mal ventilados.
- La fase líquida del nitrógeno líquido (LN<sub>2</sub>) alcanza temperaturas de hasta -196 °C mientras que la fase gaseosa de hasta -156 °C. Ambas temperaturas pueden ocasionar lesiones térmicas inmediatas y severas a la piel desprotegida.
- El LN<sub>2</sub> expande su volumen 700 veces al evaporarse, de tal modo que un litro de LN<sub>2</sub> efectivamente desplazará casi 1 metro cúbico de aire respirable al evaporarse.
- El nitrógeno gaseoso es inodoro e incoloro, las nubes que salen del tanque de LN<sub>2</sub> al momento de abrirlo o llenarlo son ocasionadas por la condensación del vapor de agua ambiental y no corresponden a la nube de Nitrógeno gaseoso.

- La evaporación del LN<sub>2</sub> presente en los tanques de criopreservación puede provocar la muerte por asfixia al desplazar el oxígeno de áreas confinadas o mal ventiladas.
- Los tanques de criopreservación de LN<sub>2</sub> no deberán ser perturbados de manera innecesaria ya que esto aumenta la tasa de evaporación del nitrógeno y el desplazamiento del oxígeno.
- El contenido de los tanques de criopreservación de LN<sub>2</sub> no deberá ser manipulado sin estar adecuadamente protegido (bata Howie, delantal grueso, careta facial y guantes de aislamiento térmico).
- El LN<sub>2</sub> de los tanques criopreservación deberá considerarse potencialmente contaminado e infeccioso, especialmente cuando sean empleados para almacenar líneas celulares transformadas por virus o muestras de sangre que alberguen (o que potencialmente pudieran albergar) a patógenos virales transmitidos por sangre como HBV, HIV, HCV, HTLV o CMV.
- El hielo seco o dióxido de carbono sólido (CO<sub>2</sub>) permite alcanzar temperaturas de hasta -78,5 °C. El contacto de la piel desprotegida (o protegida con guantes de látex) puede ocasionar lesiones térmicas severas en menos de 3 segundos. El hielo seco únicamente deberá ser manipulado con el equipo de protección personal adecuado (antiparras, bata Howie y guantes aislantes). El hielo seco se expande al sublimarse por lo que no deberá ser almacenado en envases herméticos ni en los refrigeradores o congeladores.
- Los envases plásticos, metálicos y de vidrio que entren en contacto con hielo seco o LN<sub>2</sub> deberán ser manipulados con guantes aislantes y antiparras o careta facial. Los guantes aislantes son holgados con la finalidad de permitir su remoción rápida en el caso de que LN<sub>2</sub> cayera en su interior.
- Nunca se almacenará CO<sub>2</sub> o LN<sub>2</sub> en envases de cierre hermético o dentro de refrigeradores, congeladores o de la incubadora. Estos gases criogénicos se subliman o evaporan rápidamente lo que ocasiona la expansión de su volumen y la explosión de los recipientes.
- La cara y el cuerpo del operador deberán mantenerse lejos de la boca de los tanques de LN<sub>2</sub> al introducir crioviales o cajas con el objeto de minimizar el riesgo de salpicaduras y/o explosiones provocadas por cambios de temperatura.

## **Trasporte de material peligroso**

### **Residuos ordinarios y de oficina**

Los desechos de oficina (papel, cartón, plásticos, etc.) serán colocados en bolsas de color negro y en los botes etiquetados con el membrete RESIDUOS NO-PELIGROSOS (desechos de los basureros comunes). Estos recipientes serán retirados periódicamente por personal de aseo.

Queda estrictamente prohibido disponer de desechos de oficina (plásticos, papel o cartón) o de alimentos o sus envoltorios en las bolsas y botes correspondientes a RESIDUOS BIOLÓGICOS o a RESIDUOS PELIGROSOS.

Cuando sean desechados los envases de sustancias químicas se deberán retirar las etiquetas de advertencia y bioseguridad correspondientes. Los envoltorios de sustancias químicas o materiales biológicos que hayan sido contaminados no serán colocados en bolsas de residuos ordinarios sino manejados como RESIDUOS PELIGROSOS.

Queda estrictamente prohibido colocar baterías o pilas electrónicas usadas en las bolsas de residuos ordinarios. Cada laboratorio deberá contar con contenedores claramente etiquetados para su almacenamiento temporal en tanto la institución se responsabilizará de recolectar de manera periódica dichos contenedores para su disposición final.

## **Residuos peligrosos**

El personal de cada laboratorio, y/o zona de trabajo que genere residuos, deberá aplicar las siguientes indicaciones para el almacenamiento, etiquetado y uso de envases de residuos:

Establecer un sitio de almacenamiento visible, de fácil acceso, que no afecte la seguridad del lugar e identificarlo con la información autoadhesiva “Zona Almacenamiento Temporal de Residuos Peligrosos”, proporcionado por la Oficina Prevención de Riesgos. Deberá ser un lugar que permita su limpieza, ventilación y protección.

Para el caso específico del sitio de almacenamiento de residuos biológicos, este deberá ser un lugar que permita su limpieza y desinfección de manera fácil, con ventilación y protección para evitar la entrada de posibles vectores de transmisión de enfermedades.

## **Condiciones generales de retiro**

El calendario de retiro de residuos se actualiza semestralmente y se enviará a los/las Jefes/as de Laboratorio vía correo electrónico.

En forma adicional esta planilla se envía al encargado de Laboratorio previo a la fecha de retiro.

El laboratorio debe registrar la cantidad de residuos que va a disponer a través de la planilla. Esta planilla debe ser enviada por correo electrónico a [residuoscoq@ucn.cl](mailto:residuoscoq@ucn.cl) con al menos 24 horas hábiles de antelación.

Previo a la entrega de residuos para su retiro, el laboratorio debe verificar las siguientes condiciones:

- Que todos los residuos estén contenidos en envases proporcionados por la Unidad.
- Que todos los envases no sobrepasen el 90% de su capacidad ni 25 kg en peso.
- Que los envases estén limpios y sin derrames, con la etiqueta de identificación y clase de peligrosidad en condiciones legibles.
- Que los contenedores estén debidamente cerrados con sus tapas originales.
- Que las bolsas se encuentren debidamente cerradas y sin sobrepasar su capacidad, de manera de evitar roturas y dispersión del contenido.

En el caso de que alguna de estas condiciones no se cumpla, NO se procederá con el retiro del residuo y se dejará constancia de la situación a través de un reporte de observaciones en terreno, con copia a la persona responsable de los residuos del laboratorio o unidad.

## Otras consideraciones:

Los desechos tóxicos en estado sólido (carbón activado o polvos de absorción química) serán colocados en bolsas de color rojo debidamente etiquetadas como RESIDUOS PELIGROSOS.

Las soluciones ácidas o básicas fuertes deberán ser cuidadosamente neutralizadas antes de ser vertidas por el drenaje de acuerdo a las recomendaciones e indicaciones de la hoja de datos de seguridad correspondiente.

La descontaminación del Bromuro de Etidio (comúnmente abreviado EtBr) presente en el buffer y geles de electroforesis a cualquier concentración se llevará a cabo agregando 300 mg de carbón activado por cada 100 ml de gel o buffer de agarosa contaminado. El contenedor de descontaminación se deberá dejar en reposo durante al menos 24 horas, su contenido posteriormente filtrado a través de un filtro Whatmann #1 para recolectar el carbón contaminado y el líquido vertido directamente al drenaje. Tanto el filtro como el carbón contaminado deberán ser colocados en un recipiente hermético y desechados como RESIDUOS PELIGROSOS.

Toda solución de acrilamida deberá ser polimerizada completamente antes de desechar para lo cual se añadirá un exceso del 5% de TMED durante la preparación. La poliacrilamida plenamente polimerizada contiene cantidades pequeñas de acrilamida libre por lo que no es considerada carcinogénica. No obstante, la polimerización parcial puede generar niveles significativos de acrilamida residual que no debiera ser liberada al medio-ambiente. Por ello es recomendable asegurar la polimerización adecuada de la acrilamida para luego colocar el gel en una bolsa recipiente hermético etiquetado con el membrete RESIDUOS PELIGROSOS.

## Residuos biológicos

- Los desechos biológicos sólidos deberán ser colocados en bolsas de plástico de color amarillo las cuales serán etiquetadas como RESIDUOS BIOLÓGICOS. En el caso de que el desecho constituya una fuente infecciosa, los residuos deberán ser autoclavados antes de ser retirados del laboratorio. Estas bolsas serán retiradas por el personal autorizado por la institución.
- Los residuos biológicos líquidos serán colocados en envases de plástico sellados herméticamente y posteriormente colocados en bolsas de plástico de color amarillo etiquetadas como RESIDUOS BIOLÓGICOS.
- Las agujas, navajas, escalpelos, microcapilares y otros materiales cortopunzantes deberán ser colocados en cajas de color amarillo destinadas para este fin.
- Todo medio de cultivo sólido o gelificado será esterilizado en autoclave antes de ser depositado en las bolsas amarillas de RESIDUOS BIOLÓGICOS.
- Todos los consumibles de plástico (cajas Petri, multiwells de 6, 24 o 96 pocillos, etc.) que hayan entrado en contacto con medios de cultivo tisular o células cultivadas serán lavados con hipoclorito de sodio antes de ser eliminados o esterilizados en autoclave si se trata de agentes infecciosos. Finalmente serán desechados en bolsas amarillas de RESIDUOS BIOLÓGICOS.
- Cualquier medio de cultivo o de transporte que sea contaminado por hongos o bacterias deberá ser esterilizado en autoclave o inactivado con cloro antes de ser vertido en el drenaje.
- Todos los desechos de materiales o reactivos empleados para preparar plásmidos, para clonar, para transfectar a bacterias o transformar células deberán ser descontaminados con NaOCl al 0,5% y/o en autoclave antes de ser colocados en contenedores etiquetados como RESIDUOS BIOLÓGICOS.

## Cortopunzante

- No se deberá reutilizar ni volver a tapar jeringas o agujas empleadas para la toma o procesamiento de especímenes sanguíneos animales.
- Los desechos cortopunzantes de vidrio (cristalería rota, pipetas de vidrio, capilares, etc.) y de plástico (puntas de micropipetas, pipetas de plástico, etc.) serán colocados en cajas amarillas específicamente diseñados para este tipo de material.
- Los desechos cortopunzantes que hayan sido empleados para manipular muestras clínicas o bioespecímenes (contaminados biológicamente) serán sometidos a procedimientos de esterilización que minimicen la posibilidad de liberar microorganismos genéticamente modificados o agentes patógenos al medio-ambiente.
- Bajo ninguna circunstancia se deberán introducir los dedos o manos al interior de recipientes de recolección de cortopunzantes.
- Los utensilios cortopunzantes no deberán ser doblados o fragmentados manualmente antes de introducirlos a los recipientes o para hacerlos entrar en los mismos.

- Los recipientes para cortopunzantes no deberán ser llenados al tope sino solo hasta el 75% de su capacidad.
- El contenido de los recipientes para cortopunzantes no deberá ser vertido en otros recipientes para distribuir su volumen.
- No deberán forzarse objetos para introducirlos a recipientes de cortopunzante.
- Las tapas de los contenedores de corto-punzantes no deberán ser removidas tras haber sido selladas.

## **MANEJO DE RESIDUOS Y CONTROL DE DERRAMES**

Para el almacenamiento y retiro de residuos peligrosos cada unidad deberá contar con:

- Contenedores o envases de residuos
- Etiquetas de identificación de residuos
- Rótulos de clase de peligrosidad
- Bandejas de contención
- Elementos de protección personal

### **Condiciones generales de almacenamiento**

- El personal de cada laboratorio, y/o zona de trabajo que genere residuos, deberá aplicar las siguientes indicaciones para el almacenamiento, etiquetado y uso de envases de residuos:
- Establecer un sitio de almacenamiento visible, de fácil acceso, que no afecte la seguridad del lugar e identificarlo con la información autoadhesiva “Zona Almacenamiento Temporal de Residuos Peligrosos”, proporcionado por la Oficina de Prevención de Riesgos. Deberá ser un lugar que permita su limpieza, ventilación y protección.
- Para el caso específico del sitio de almacenamiento de residuos biológicos, este deberá ser un lugar que permita su limpieza y desinfección de manera fácil, con ventilación y protección para evitar la entrada de posibles vectores de transmisión de enfermedades.
- Identificar correctamente los residuos (figura 11) que se generan en su lugar de trabajo por medio de la etiqueta de identificación y adhesivo de clase de peligrosidad, proporcionadas por la Unidad Prevención de Riesgo. Los residuos inertes solo deben contar con etiqueta de identificación.
- Almacenar los residuos en los contenedores proporcionados por la Unidad Prevención de Riesgos de acuerdo a la capacidad de generación estimada y frecuencia de retiro. (p ej: mensual).
- El almacenamiento de residuos peligrosos en la zona de almacenamiento temporal no debe exceder 1 mes.
- Recolectar los residuos líquidos hasta el 90% de la capacidad total del envase.
- Procurar que tanto los contenedores de residuos sólidos y líquidos no excedan los 25 kg en peso.
- Mantener siempre los envases en posición vertical sobre una superficie lisa.
- No cargar un envase sobre otro.
- Los envases para residuos líquidos deben almacenarse dentro las bandejas de contención de derrames.

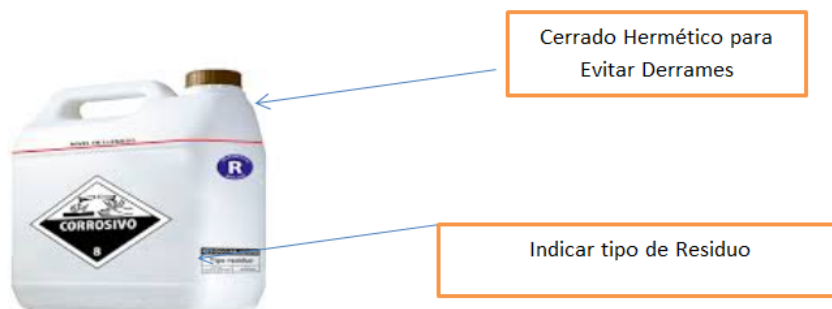


Figura 11. Correcta identificación de contenedores de residuos

### Segregación y almacenamiento de residuos químicos.

Los residuos químicos deben segregarse de acuerdo a su clase de peligrosidad y deberán ser dispuestos en los envases de plástico proporcionados por la Oficina de Prevención de Riesgos de acuerdo a la siguiente pauta:

- Residuos líquidos en bidones plásticos de 1, 2, 5, 10 o 20 L de capacidad según sea su tasa de generación.
- Residuos sólidos en contenedores boca ancha de 4, 8 y 25 kg de capacidad según sea su tasa de generación.

### Segregación y almacenamiento de residuos peligrosos de oficina

- Los residuos peligrosos de oficina deben segregarse en pilas y baterías (clase 6 tóxico), tubos fluorescentes (clase 6 tóxico), y cartridge y tóner (clase 6 tóxico). Los residuos peligrosos de oficina deben ser dispuestos en envases de plástico de acuerdo a la siguiente pauta:
- Pilas y baterías, cartridge y tóner contenedores boca ancha de 4, 8 o 25 kg de capacidad, proporcionados por la Oficina Prevención de Riesgos, según sea su tasa de generación.
- Tubos fluorescentes atados con cinta de embalaje y almacenados en caja de cartón o plástico.

### Segregación y almacenamiento de residuos biológicos

- Los residuos biológicos deben segregarse en residuo biológico (tipo 1), residuo biológico cortopunzante (tipo 2), residuo bio-inerte (tipo 3), residuo cortopunzante inerte (tipo 4) o residuo microbiológico (tipo 5).
- Se deben utilizar los envases proporcionados por la Unidad RESPEL según se indica a continuación:
- Los residuos de tipo 1 deben ser almacenados en bolsas amarillas, y los de tipo 2 en cajas amarillas.

El retiro desde las dependencias será una vez a la semana a través de empresa externa, ANFIBIO coordinadas por la Oficina de Prevención de Riesgos, de acuerdo al decreto N°6/2009, "Reglamento sobre Manejo de Residuos de Establecimientos de Atención de Salud (REAS)". El resto de las facultades que generen este tipo de residuos deberá gestionar retiro mensual a través de la Oficina Prevención de Riesgos.

## Retiro de residuos peligrosos / Condiciones generales de retiro

- Existe calendario de retiro de residuos el cual se actualiza semestralmente y que se encuentra disponible en forma permanente.
- En forma adicional esta planilla se envía al Encargado de laboratorio previo a la fecha de retiro.
- El generador debe registrar la cantidad de residuos que va a disponer a través de la planilla.
- Esta planilla debe ser enviada por correo electrónico a [residuoscoq@ucn.cl](mailto:residuoscoq@ucn.cl) con al menos 24 horas hábiles de antelación.
- Previo a la entrega de residuos para su retiro, el generador debe verificar las siguientes condiciones:
  - Que todos los residuos estén contenidos en envases proporcionados por la Unidad
  - Que todos los envases no sobrepasen el 90% de su capacidad ni 25 kg en peso.
  - Que los envases estén limpios y sin derrames, con la etiqueta de identificación y clase de peligrosidad en condiciones legibles.
  - Que los contenedores estén debidamente cerrados con sus tapas originales.
  - Que las bolsas se encuentren debidamente cerradas y sin sobrepasar su capacidad, de manera de evitar roturas y dispersión del contenido.
- En el caso de que alguna de estas condiciones no se cumpla, NO se procederá con el retiro del residuo y dejarán constancia de la situación a través de un reporte de observaciones en terreno, con copia a la persona responsable de los residuos del laboratorio o unidad.
- La entrega de residuos a operadores de la Unidad RESPEL debe hacerse en un área al resguardo de condiciones climáticas adversas (lluvia, viento), debiendo estar presentes los responsables de los residuos de cada laboratorio.

Cualquier consulta y/u observación respecto a las indicaciones contenidas en el presente documento se deberán realizar al correo electrónico [residuoscoq@ucn.cl](mailto:residuoscoq@ucn.cl) para la sede Coquimbo o a [dibanez@ucn.cl](mailto:dibanez@ucn.cl) para la casa Central en Antofagasta.

## Procedimiento en Caso de Derrame de Sustancias Peligrosas

Para el control de derrames cada unidad deberá contar con:

- Delantal
- Calzado cerrado que proteja todo el pie, de preferencia de cuero
- Gafas o antiparras para protección de los ojos • Guantes adecuados para manipulación de sustancias químicas (nitrilo)
- Protección respiratoria dependiendo de las sustancias peligrosas manipuladas (mascarilla con filtro adecuado dependiendo de la sustancia derramada)
- Agentes de absorción (balde con arena o vermiculita)
- Pala
- Escoba
- Bolsas
- Paño de limpieza

Las responsabilidades del personal relacionado con la manipulación de las sustancias peligrosas, se encuentran establecidas en el “instructivo de Manejo de Sustancias Peligrosas” de la Universidad.

### **Evaluación y medidas de control inicial de derrames de productos químicos:**

- Ante un derrame de sustancia química se debe determinar con la mayor rapidez posible, su importancia, magnitud y tratamiento más adecuado, el cual estará dado por la peligrosidad de la sustancia, cantidad involucrada y características del accidente.
- En un derrame hasta 1000 mL se utilizará el kit de remediación de derrames
- Sobre 1000 mL se realizará la contención y la activación Plan de Emergencias de la Universidad.
- Además, si existe derrame o fuga de alguna de las sustancias pertenecientes a las clases de peligrosidad mencionadas a continuación SIEMPRE se debe activar el Plan de Emergencias Procedimiento general para enfrentar un derrame:
  - Atender al personal afectado
  - Informar la Oficina de Prevención de Riesgos
  - Evacuar al personal no necesario
  - Evaluar el accidente y definir el tipo de respuesta que se requiere, en cuanto a magnitud y tipo de sustancia involucrada
  - Estimar el volumen derramado, chequeando el volumen remanente del envase
  - De no sentirse seguro para enfrentar la emergencia, activar el Plan de Emergencias de la Universidad
  - Utilizar los implementos de seguridad disponibles en el kit de remediación de derrames: lentes de seguridad, guantes de nitrilo
  - Identificar, si es posible, el o los productos derramados y consultar la Hoja de Datos de Seguridad para verificar si existen instrucciones específicas para el control del producto derramado
  - Detener la fuente de derrame levantando el envase
  - Si la sustancia derramada corresponde a un inflamable, eliminar las fuentes de ignición cercanas como llamas, equipos eléctricos, etc.

### **Control del derrame de líquidos**

- Esparcir el material absorbente (arena o vermiculita) sobre la superficie del derrame, desde la periferia hacia el centro. Evitar que el derrame llegue al alcantarillado. Prestar atención debajo de los muebles y equipos.
- Si la sustancia líquida llega al alcantarillado activar Plan de Emergencias.
- Esperar unos minutos para asegurar que el derrame fue completamente absorbido.
- Recoger el material impregnado utilizando la pala y escoba del kit de remediación de derrames y disponerlo en la bolsa plástica destinada para tal fin y cerrar.
- Etiquetar la bolsa con la identificación de residuo peligroso (color rojo) e indicar el nombre de la sustancia derramada con el fin de que se identifique posteriormente la clase de peligrosidad del residuo.

### **Control del derrame de sólidos**

- Recoger el material derramado utilizando la pala y escoba del Kit de Control de derrames y disponerlo en la bolsa plástica destinada para tal fin y cerrar.
- Etiquetar la bolsa con la identificación de residuo peligroso e indicar el nombre de la sustancia derramada con el fin de que se identifique posteriormente la clase de peligrosidad del residuo. Proceder de acuerdo a lo establecido en el Plan de Manejo de Residuos Peligrosos de la Universidad para disponer el residuo.
- Limpiar la superficie afectada con un paño absorbente, agua y detergente de ser necesario.
- Limpiar los implementos utilizados para el control del derrame y avisar a MATPEL en caso de que se requiera su reposición.
- El responsable del laboratorio deberá Informar del accidente al Prevencionista de Riesgos de Universidad centro, indicando involucrados, sustancia derramada, cantidad, descripción del accidente y como se controló.

### **Control Integral de Roedores y Artrópodos**

La institución contratará a través del Departamento de Servicios y Obras la ejecución del Programa de control de vectores y fumigación de las instalaciones. Se deberá notificar al Departamento de Servicios y Obras del Campus la restricción de ingreso a los laboratorios o áreas sensibles a este tipo de intervenciones.

## Referencias

- Bartlett & Stirling, A Short History of the Polymerase Chain Reaction. In: Methods Mol Biol. 226:3-6, 2003.
- "Cytokine" in John Lackie. A Dictionary of Biomedicine. Oxford University Press. 2010. ISBN 9780199549351
- Decreto Supremo N° 148 del 16/06/2004, Ministerio de Salud, Chile.
- Flow Cytometry First Principles. Second Edition by Alice Longobardi. ISBN-13: 978-0471382249
- GIT Labor-Fachzeitschrift, 7/2016, p. 14-18.
- Guía de Bioseguridad para Laboratorios Clínicos, Instituto de Salud Pública, 2013.
- Manual de Bioseguridad de CONICYT, versión 2018.
- Manual de Bioseguridad en el Laboratorio, Organización Mundial de la Salud 2005.
- Manual de Seguridad para Laboratorios, Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Mohammed F. et al., Microtomes and Microtome Knives. A Review and Proposed Classification. Annal Dent Univ Malaya 2012; 19(2):43-50.
- Nueva ISO 9001:2015
- Primary Containment for Biohazards: Selection, Installation and Use of Biological Safety Cabinets. 2nd Edition Edited by Jonathan Y. Richmond and Robert W. McKinney. 2000, U.S. Government Printing Office
- Real Academia de Ingeniería (www.raing.es)
- Servicio de Prevención y Salud Laboral del CSIC de Madrid
- Servicio de Prevención de Riesgos Laborales, Universidad de la Rioja, España.
- The Cell Cycle: Principles of Control. by David O. Morgan, 2007.

## ANEXO I. Procedimiento solicitud de certificado de bioseguridad

### PROCEDIMIENTO PARA SOLICITUD Y ENTREGA DE CERTIFICADOS DE BIOSEGURIDAD A PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

#### 1.- Objetivo y Alcance

Dar a conocer a los investigadores de la Universidad Católica del Norte los pasos a seguir para solicitar el Certificado de Bioseguridad (CDBS), requerido por fuentes de financiamiento externo y/o internos para proyectos de investigación

Para ello, los proyectos de investigación deberán cumplir con lo establecido en el Manual de Normas de Bioseguridad y Riesgos Asociados, de ANID y el Manual de Bioseguridad de la UCN en su última versión disponible a la fecha de la solicitud.

#### 2.- Actividades y Responsabilidades

ACTIVIDADES	RESPONSABLE
Recepcionar las solicitudes de certificado de bioseguridad (BS)	Secretario Comité de Bioseguridad
Se hace llegar el Formulario de solicitud de certificado de Bioseguridad (F1) y Declaración de Responsabilidades (DR) al Investigador Responsable (IR)	Secretario Comité de Bioseguridad
Envío de F1 y DR con los datos del proyecto y firmados formalmente mediante firma digital o electrónica al Secretario de CBS vía correo electrónico	Investigador Responsable del Proyecto
Citar a CBS a reunión extraordinaria para análisis de riesgos de proyectos de investigación con solicitud de certificado en trámite	Presidente Comité de Bioseguridad
Presentación del proyecto que requiere certificado de BS e identificación de peligro y riesgos del mismo	Investigador Responsable del Proyecto
Análisis de riesgos de Bioseguridad de los proyectos presentados para solicitar el certificado de BS	Comité de Bioseguridad UCN
Si existen observaciones relativas a aspectos de bioseguridad, identificadas en el proyecto de investigación, se informará al Investigador Responsable para que realice las correcciones correspondientes	Secretario Comité de Bioseguridad
Hacer llegar las correcciones a las observaciones realizadas por el CBS, para validar la emisión del certificado de BS	Investigador Responsable del Proyecto
Emisión de Certificado	Presidente Comité de Bioseguridad y Secretario Comité de Bioseguridad
Aceptación de las Normas del Manual de Bioseguridad de la UCN y las observaciones emanadas del CBS, mediante la firma del DR.	Investigador Responsable del Proyecto

### 3.- Desarrollo del Procedimiento

1. El/la Director(a) de investigación y de análisis de productividad científica de la UCN, solicitará al secretario del CBS que realice el procedimiento de obtención de certificado de BS a los proyectos que lo requieran de acuerdo a las políticas establecidas por las fuentes de financiamiento de proyectos.
2. El secretario del CBS tomará contacto con los investigadores responsables de cada proyecto para informarles que deben completar el formulario de solicitud de certificado de bioseguridad (F1).
3. El investigador principal deberá solicitar el certificado de bioseguridad con el F1 debidamente completado, enviándolo al correo electrónico [comite.bioseguridad@ucn.cl](mailto:comite.bioseguridad@ucn.cl) dirigido al presidente del comité, dentro de un plazo no superior a 5 días hábiles después de haber sido informado.
4. Para todos los casos, la comunicación entre el Investigador responsable del proyecto y el CBS se realizará exclusivamente por esta vía: correo electrónico, [comite.bioseguridad@ucn.cl](mailto:comite.bioseguridad@ucn.cl) para Sede Antofagasta y [comitebioseguridad.coquimbo@ucn.cl](mailto:comitebioseguridad.coquimbo@ucn.cl) para Sede Coquimbo.
5. El secretario del CBS informará a través de la misma vía, la fecha y hora, en que se realizará la reunión de evaluación de riesgos de bioseguridad del proyecto, instancia en que el IR deberá presentar al CBS, en un máximo de 15 minutos, el resumen de su proyecto en Power Point, destacando la evaluación de riesgos de bioseguridad involucrados en el desarrollo de su proyecto.
6. La presentación podrá ser realizada vía presencial o vía videoconferencia, en donde se tomará el resguardo de que nunca un investigador se encuentre con otro investigador en la misma sala de exposición o dentro de la plataforma utilizada para la videoconferencia, asegurando así la confidencialidad del procedimiento.
7. Una vez finalizada la presentación, los integrantes del CBS procederán con las preguntas para dilucidar o aclarar las dudas existentes sobre los riesgos expuestos.
8. En caso de que se planteen observaciones por parte del CBS al proyecto, el secretario se las hará llegar formalmente, mediante correo electrónico al IR, el cual deberá corregir y re-enviar el F1 modificado al secretario del CBS, en un plazo no superior a 3 días hábiles.
9. Los proyectos que hayan o no tenido observaciones, deberán entregar la DR debidamente firmado al secretario del CBS, vía correo electrónico.
10. El cumplimiento de los puntos 9 y 10 son obligatorios para la emisión del certificado de bioseguridad.
11. Cumpliéndose lo anterior, el secretario del CBS procederá a la elaboración del certificado y subsecuentemente a la firma de este por parte del presidente, el que será enviado al Investigador responsable vía correo electrónico, en un plazo no superior a 3 días hábiles después de haber recibido el F1 corregido.

### 4.- Formularios

- “Formulario de Solicitud Certificado de Bioseguridad”
- “Declaración de Responsabilidad”

**ANEXO II. Declaración de bioseguridad**

**DECLARACION DE BIOSEGURIDAD**

Fecha			
-------	--	--	--

Título del proyecto	
Investigador principal	
Laboratorio o Unidad	
Fuente de Financiamiento	

1. De acuerdo a la metodología del proyecto propuesto **identifique** aspectos que pudiesen significar riesgos de bioseguridad para los ejecutantes o para el medio ambiente. Considere agentes de riesgos físicos, químicos y biológicos, que produzcan daños en la salud humana y animal, desbalances en el ecosistema y pérdida del equilibrio de las comunidades biológicas de los medios acuáticos y terrestres asociados al entorno del proyecto.

--

2. En el supuesto que identifique aspectos o factores que impliquen riesgos de bioseguridad al desarrollar el proyecto, explicité si considera implementar estrategias para eliminar o mitigar estos factores de riesgo describiéndolas brevemente.

--

3. Adjunte la metodología del Proyecto *in extenso*

4. Identificación de residuos generados en el Proyecto

<b>Nombre del Residuo</b>	<b>Cantidad mensual expresada en Kg ó l</b>	<b>Procedimiento asociado al manejo del residuo</b>
<b>Tratamientos de riles (si corresponde al proyecto)</b>		
<b>Características del ril</b>	<b>Flujo</b>	<b>Tratamiento (si corresponde)</b>

---

Firma Investigador Principal

### ANEXO III. COE Coquimbo/Antofagasta

#### ¿Qué temas abordará el Plan de Autoprotección?

El Plan de Autoprotección abordará las situaciones de emergencia al interior de la institución. La primera etapa del Plan de Autoprotección, abordará tres situaciones, que son Incendios, Sismos y Tsunamis.



#### ¿Quiénes son los beneficiados?

El presente Plan pretende generar destrezas y condiciones para enfrentar situaciones de emergencia que les permita responder rápida y oportunamente a todos aquellos que componen la comunidad universitaria del campus Guayacán, es decir; académicos, funcionarios, alumnos, visitantes y proveedores de servicios.



Universidad Católica del Norte  
Campus Guayacán

Para mayor información envíenos un correo a: [COE\\_coq@ucn.cl](mailto:COE_coq@ucn.cl)

#### ¿Qué hacer?

##### En caso de Sismo y/o Tsunami

- Conserva la calma.
- Ubícate en una zona segura en los interiores de edificio, durante el sismo.
- Pon atención y sigue las indicaciones del brigadista de la zona.
- Terminado el sismo dirígete al punto de encuentro, si el sismo fue de mayor magnitud (imposibilidad de mantenerse en pie) dirígete inmediatamente a las zonas de seguridad definidas para su sector.
- Mantente atento a las instrucciones de los brigadistas por posible evacuación.
- En caso de evacuación dirígete por los recorridos preestablecidos por el Plan de Autoprotección.



##### En caso de Alarma de Tsunami

- Conserva la calma.
- Pon atención y sigue las indicaciones del brigadista de la zona.
- Dirígete inmediatamente a las Zonas de Seguridad definidas para su sector.
- Mantente atento a las instrucciones de los brigadistas por posible evacuación.
- En caso de evacuación dirígete por los recorridos preestablecidos por el Plan de Autoprotección.



Recordar: Cuando se declara Alerta, significa que hay que estar atentos y preparados para el caso que se declarará a Alarma, que es cuando se debe actuar.



COMITÉ PERMANENTE DE EMERGENCIA  
SEDE COQUIMBO

**FONO EMERGENCIA 9911**

Para mayor información envíenos un correo a: [coe\\_coq@ucn.cl](mailto:coe_coq@ucn.cl)



COMITÉ PERMANENTE DE EMERGENCIA  
SEDE COQUIMBO

**FONO EMERGENCIA 9911**

## Campus Guayacán



Universidad Católica del Norte  
Campus Guayacán



#### ZONAS DE SEGURIDAD

- ZS-1** F. Medicina, CIDTA, Cs. Empresariales, Esc. Ingeniería, Teología, Cs. Básicas, Cimet.
- ZS-2** F. Cs. Mar, Área Deportiva, Área Estudiantil, Auditorio, Salas de Clases 113, Casino, CSE, DSO, Biblioteca.
- ZS-3** Talleres, Vicerrectoría, DAF, Derecho, Bienestar, UPTT, Federación de Estudiantes.
-  Lugar de referencia dentro del Campus.
-  Zona Segura Comunal