



usach

UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE	FACULTAD DE CIENCIA	DEPARTAMENTO DE FÍSICA
Versión: 1.0	MANUAL DE SEGURIDAD LABORATORIO DE INNOVACIÓN Y FABRICACIÓN	Estatus: Oficial Fecha de emisión: Fecha de revisión:
Elaborado por: Maximiliano Vélez M. Encargado de Laboratorio	Aprobado por: Leonardo Gordillo Académico	Oficializado por: Roberto Bernal Director del Departamento

Contenido

1	GLOSARIO.....	2
2	INTRODUCCIÓN.....	3
2.1	INFORMACION DEL LABORATORIO DE INNOVACIÓN Y FABRICACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE FÍSICA:.....	3
3	OBJETIVOS	4
4	ALCANCES	4
5	RESPONSABILIDADES:.....	4
5.1	Responsabilidades del administrador del laboratorio de innovación y fabricación:.....	4
5.2	Responsabilidades del encargado del laboratorio de innovación y fabricación:	5
5.3	Responsabilidades de los usuarios de la sala	5
6	MEDIDAS DE SEGURIDAD EN EL LABORATORIO DE INNOVACIÓN.....	6
6.1	Medidas generales de prevención en el uso de máquinas y herramientas	6
6.2	Medidas específicas de prevención para cada equipo del laboratorio	6
6.2.1	Escáner 3D	6
6.2.2	Cortadora plotter	7
6.2.3	Herramientas manuales.....	7
6.2.4	Herramientas eléctricas	7
6.2.5	Cautín para soldar	8
6.2.6	Dispositivos de alimentación.....	8
6.2.7	Fresadora.....	8
6.2.8	Cortadora láser	9
6.2.9	Gestion de sustancias químicas	9
6.2.10	Almacenamiento de sustancias químicas.....	10
6.2.11	Gestión de residuos	12
7	PROCEDIMIENTOS EN CASO DE EMERGENCIA	12
7.1	Procedimiento en caso de sismo e incendio.....	12
7.2	Procedimiento en caso de descargas eléctricas.....	12
7.3	Procedimiento en caso de accidentes graves o fatales.....	13
8	NORMATIVA Y REFERENCIAS.	13
9	ANEXOS.....	13



UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE	FACULTAD DE CIENCIA	DEPARTAMENTO DE FÍSICA
Versión: 1.0	MANUAL DE SEGURIDAD LABORATORIO DE INNOVACIÓN Y FABRICACIÓN	Estatus: Oficial Fecha de emisión: Fecha de revisión:

GLOSARIO

- **IMPRESORA 3D FDM (*Fused Deposition Modeling*):** Impresora 3D que funciona mediante la extrusión y deposición de un material fundido que se endurece rápidamente para formar las capas del objeto a fabricar.
- **CORTADORA LÁSER CNC:** Máquina que utiliza las descargas de un láser de alta potencia, un sistema óptico y control numérico por computador para derretir/vaporizar/quemar/eyectar material de manera programada.
- **ROUTER CNC:** Máquina con control numérico por computador que usa una herramienta giratoria para rebajar/fresar con un diseño programado diversos materiales duros como plásticos, aluminios, madera, metales.
- **PLOTTER DE CORTE:** Máquina que permite el uso de un archivo de gráfico vectorial para generar cortes con una cuchilla sobre una hoja de material.
- **ESCANER 3D:** Dispositivo que permite recolectar información de un objeto (forma y posiblemente color) para construir un modelo digital tridimensional del objeto.
- **ADMINISTRADOR:** Académico o profesional encargado de la administración del Laboratorio de Innovación y responsable de implementar nuevos protocolos o modificar los existentes para garantizar el buen uso de la sala.
- **ENCARGADO DE LABORATORIO:** Persona encargada de la gestión y manejo del Laboratorio de Innovación, responsable in situ de su buen funcionamiento.
- **USUARIO:** Persona que hace uso de la sala de innovación para fabricar un prototipo de investigación o innovación, previa reserva de tiempo de uso.
- **BITÁCORA:** Base de datos en donde se registran cronológicamente todas las actividades que tengan relación con el uso y mantenimiento del laboratorio de fabricación y sus máquinas.
- **PROTOCOLO DE SEGURIDAD:** Documento que los usuarios del laboratorio de fabricación deben leer y firmar con el propósito de resguardar la seguridad de los usuarios y las máquinas del laboratorio.
- **REPOSITORIO DE PROYECTOS:** Base de datos que registra los proyectos realizados en la sala de innovación.
- **HERRAMIENTAS MANUALES:** Las herramientas manuales son herramientas sin motor. Incluyen llaves inglesas, martillos, cinces, destornilladores y otros mecanismos accionados manualmente.
- **HERRAMIENTAS ELÉCTRICAS:** Las herramientas eléctricas son aquellas que funcionan por acción de un motor eléctrico. Se incluyen entre ellas: taladros, sierras eléctricas, lijadoras de banda, desatornillador eléctrico.



UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE	FACULTAD DE CIENCIA	DEPARTAMENTO DE FÍSICA
Versión: 1.0	MANUAL DE SEGURIDAD LABORATORIO DE INNOVACIÓN Y FABRICACIÓN	Estatus: Oficial Fecha de emisión: Fecha de revisión:

1 INTRODUCCIÓN.

Los Laboratorios de Fabricación son talleres de pequeña escala que funcionan como un espacio común dirigido a usuarios que quieran materializar una idea innovadora. Estos laboratorios cuentan con un conjunto de equipos flexibles controlados por computador que cubren un espectro variado de escalas y materiales de trabajo, con el objetivo de que sea posible manufacturar “casi todo”. Los laboratorios están orientados a que los usuarios puedan realizar prototipos y fabricar modelos ajustados a medida.

La iniciativa de crear el primer laboratorio de fabricación digital se remonta al año 2001 cuando el *Grassroots Invention Group* y el *Center of Bits and Atoms* del *Media Lab* del *Massachusetts Institute of Technology* en el año 2001 se pusieron como objetivo explorar cómo el contenido de la información se vincula con su representación física y cómo una comunidad sin acceso a servicios puede empoderarse con tecnología desde la base. Con el paso del tiempo, los laboratorios de fabricación digital se expandieron rápidamente tanto en el ambiente académico como privado. A la fecha, se encuentran registrados más de 1278 laboratorios de fabricación digital a nivel mundial.

Un laboratorio de fabricación digital cuenta típicamente con los siguientes equipos al servicio de sus usuarios:

- Impresoras 3D
- Routers CNC de 3 o más ejes
- Fresas de precisión para fabricación de circuitos impresos
- Máquinas de corte: mecánico, láser, chorro de agua o plasma
- Microprocesadores y estaciones de testeo para elementos electrónicos.

1.1 INFORMACION DEL LABORATORIO DE INNOVACIÓN Y FABRICACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE FÍSICA:

El Laboratorio de Innovación y Fabricación del Departamento de Física nace como una iniciativa conjunta del Departamento financiada por varios proyectos de desarrollo e investigación tanto internos como externos. Los primeros equipos del laboratorio llegaron en el año 2016 tras la obtención de recursos a través del programa interno USACH *Equipamiento de Laboratorio para Docencia de Pregrado* (convocatoria 2014). Los equipos fueron comprados con el objetivo de potenciar los laboratorios de los cursos de *Técnicas Experimentales I y II* de la carrera de Ingeniería Física. El año 2017, con recursos de instalación de un proyecto de *Inserción en la Academia*, se iniciaron los trámites para la adquisición de mobiliario de resina epóxica de primera calidad para el laboratorio. El año 2018, se consiguieron más recursos para adquirir equipamiento menor e insumos de la sala a través del programa interno de *Iniciativas Estratégicas Participativas*. Otros equipos, que pertenecían anteriormente a proyectos de investigación de otros académicos del Departamento, han venido sumándose al laboratorio.

El Laboratorio de Innovación y Fabricación está ubicado en el block C del departamento de Física. Consta de un solo ambiente con una superficie de 42 m², una puerta de acceso doble de 1,5 m de ancho, y dos ventanas (ancho x alto: 1,5 m x 1,7 m y 3,2 m x 1,7 m) orientación sur. El laboratorio cuenta actualmente con conexiones a red eléctrica de 220 y 380 V, acceso a redes a través de un sólo punto IP. No existen conexiones a red de agua y los puntos de una antigua red de gas se encuentran clausurados.

Para el acceso al laboratorio, es necesario tener una credencial habilitada para acceder a la puerta principal del Block C. El laboratorio se encuentra al lado de un pasillo que cuenta con servicios higiénicos y que conduce a la salida de emergencia del block C. Frente a la puerta principal del laboratorio de innovación, está instalado un extintor a base de anhídrido de carbono de 4kg para extinguir fuegos de clases B y C (combustibles líquidos y gaseosos).

UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE	FACULTAD DE CIENCIA	DEPARTAMENTO DE FÍSICA
Versión: 1.0	MANUAL DE SEGURIDAD LABORATORIO DE INNOVACIÓN Y FABRICACIÓN	Estatus: Oficial Fecha de emisión: Fecha de revisión:

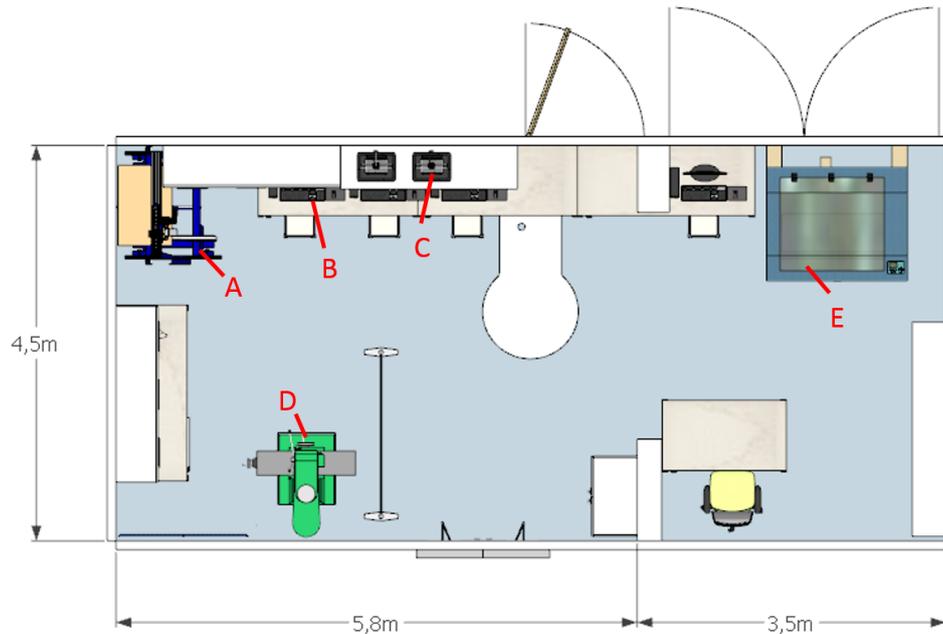


Figura 1: Plano del Laboratorio de Innovación y Fabricación del block C del Departamento de Física. A: Router CNC; B: Computador; C: Impresora 3D de Escritorio; D: Fresadora Manual; E: Cortadora Laser.

2 OBJETIVOS

Al tratarse de un espacio común orientado a ser utilizado tanto por los estudiantes como académicos del Departamento, el laboratorio de innovación y fabricación requiere establecer un conjunto de reglas para el uso seguro de sus instalaciones

3 ALCANCES

El manual de seguridad busca brindar los actores que se involucran tanto en la gestión como el uso del laboratorio, toda la información relevante para un uso seguro, brindando la información básica y necesaria para la prevención.

4 RESPONSABILIDADES:

En la organización del uso del laboratorio de innovación, se distinguen tres niveles de responsabilidad: 1) el administrador, 2) el encargado de laboratorio y 3) los usuarios. El administrador de laboratorio tiene como misión diseñar reglamentos y políticas que permitan maximizar el uso adecuado del espacio y material. El encargado debe velar porque se cumplan las reglas por parte de los usuarios. Las responsabilidades en detalle de cada uno de los niveles, se organizan a continuación:

4.1 Responsabilidades del administrador del laboratorio de innovación y fabricación:

- Velar por crear una cultura de respeto, diversidad e inclusión en laboratorio de innovación, impulsando la orientación a la innovación, el emprendimiento y el aprendizaje autónomo en alineamiento con el sello institucional USACH.
- Revisar, modificar y añadir los protocolos de uso y mantenimiento del laboratorio, actualizando los manuales respectivos.
- Implementar medidas de seguridad para el correcto funcionamiento del laboratorio.



UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE	FACULTAD DE CIENCIA	DEPARTAMENTO DE FÍSICA
Versión: 1.0	MANUAL DE SEGURIDAD LABORATORIO DE INNOVACIÓN Y FABRICACIÓN	Estatus: Oficial Fecha de emisión: Fecha de revisión:

- Mantener el sitio web de gestión del laboratorio de innovación, promoviendo la automatización paulatina de tareas (reserva de horas, registro de proyectos, evaluación, acceso a documentación).
- Preparar estadísticas anuales sobre la utilización de los recursos del laboratorio de innovación y sus alcances.
- Fomentar la vinculación del medio de los proyectos realizados en el laboratorio.
- Coordinar el uso del laboratorio de innovación para actividades que difieran del uso corriente de la sala (eventos, actividades curriculares, mini-cursos, etc.).
- Encargarse de la gestión de renovación de insumos.
- Informar al Director del Departamento de Física sobre cualquier inconveniente relacionado con el laboratorio de innovación.

4.2 Responsabilidades del encargado del laboratorio de innovación y fabricación:

- Supervisar el uso del laboratorio de innovación en el horario estipulado en este reglamento.
- Fomentar una cultura de respeto, diversidad e inclusión dentro del laboratorio.
- Velar por el estricto cumplimiento de las responsabilidades de los usuarios.
- Mantener el laboratorio de innovación y fabricación en un estado correcto de funcionamiento, garantizando un óptimo uso de los espacios y tiempos asignados.
- Velar el uso adecuado y cuidado de los equipos y mobiliario de la sala.
- Identificar potenciales mejoras a los protocolos y a la gestión del laboratorio. Consecuentemente, sugerir al administrador del laboratorio la inclusión de mejoras en los manuales de gestión.
- Capacitar a los usuarios nuevos en el correcto uso de la sala y sus respectivos equipos.
- Coordinar el uso de la sala velando por el cumplimiento los horarios establecidos en el sitio web de la sala.
- Atender los requerimientos de material de laboratorio disponible por parte de los usuarios.
- Gestionar el aseo periódico del laboratorio con el personal de la Universidad.
- Realizar los mantenimientos preventivos y correctivos de los equipos e instrumentos al interior de la sala.
- Llevar un registro actualizado de uso y mantenencias de las máquinas del laboratorio.
- Conocer y ejecutar los procedimientos de seguridad del laboratorio.
- Informar al administrador del laboratorio sobre cualquier inconveniente relacionado con el espacio, equipos o usuarios.

4.3 Responsabilidades de los usuarios de la sala

- Hacer uso adecuado de los canales de reserva de horarios de la sala.
- Cuidar los equipos e instalaciones del laboratorio de innovación, deteniendo las máquinas e informando al encargado si se observa algún mal funcionamiento.
- No realizar ninguna acción con los equipos que pueda poner en riesgo el funcionamiento de la máquina o el bienestar de sí mismo u otros usuarios.
- Encargarse de limpiar su área de trabajo inmediatamente después de haber terminado. En caso de requerir asistencia, deben indicar al encargado de la sala.
- Hacer un uso adecuado de su espacio de trabajo. Asimismo, los usuarios son responsables por colocar las herramientas utilizadas en su lugar.
- Preguntar al encargado del laboratorio ante cualquier duda de la operación de las máquinas.
- Compartir el espacio, el equipo, las ideas y el conocimiento con los otros miembros del laboratorio.
- Cumplir las reglas de seguridad del laboratorio. En caso de que algún otro usuario no las está cumpliendo, los usuarios deben explicarle el por qué su comportamiento pone en riesgo su bienestar y el de los otros usuarios.



UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE	FACULTAD DE CIENCIA	DEPARTAMENTO DE FÍSICA
Versión: 1.0	MANUAL DE SEGURIDAD LABORATORIO DE INNOVACIÓN Y FABRICACIÓN	Estatus: Oficial Fecha de emisión: Fecha de revisión:

5 MEDIDAS DE SEGURIDAD EN EL LABORATORIO DE INNOVACIÓN

Trabajar de manera segura es importante cuando se manejan máquinas y herramientas tanto asistidas por computador como manuales. Las instrucciones de seguridad deben ser seguidas estrictamente como se indican a continuación. Si aun persisten dudas luego de leer el presente documento, consulte con el personal a cargo del laboratorio pero no utilice la máquina o herramienta hasta que este seguro que está haciendo el procedimiento correcto.

En caso de una emergencia llamar a los siguientes números, según corresponda:

17° compañía de bomberos: +56226831424
16° compañía de bomberos: +56227793499 +56227794964
Centro de salud usach: +56227183555 +56227183556
Mutual de seguridad: 6002000555

5.1 Medidas generales de prevención en el uso de máquinas y herramientas

A continuación se enumeran las medidas generales que se deben tener presente para el uso de todas las maquinas y herramientas del laboratorio de innovación y fabricación:

- 1) Nunca, bajo ninguna circunstancia, trabaje solo en el laboratorio.
- 2) Limpie su área de trabajo antes de irse, incluso si va a continuar su trabajo al día siguiente.
- 3) No se permite el consumo de alcohol y/o drogas antes o durante la utilización de las maquinas.
- 4) Fumar no está permitido.
- 5) Recicle todo lo que pueda (reciclar, reducir, devolver)
- 6) Deje todo limpio y en el lugar correcto después de usar. Dedique 5 minutos al final de su jornada a ordenar las herramientas y limpiar el espacio de trabajo que utilizó.
- 7) Siempre deje el espacio mejor de lo que lo encontró.
- 8) No use ropa holgada.
- 9) No use ropa de manga larga.
- 10) Los zapatos con punta cerrada deben usarse todo el tiempo, incluso si están de paso.
- 11) Se deben usar los elementos de seguridad indicados en la capacitación según el equipo o herramienta que se este utilizando.
- 12) No se deben usar joyas en el laboratorio.
- 13) Asegúrese de que el cabello largo no esté suelto, sino que se aleje del equipo
- 14) Siempre use gafas de seguridad y protección para los oídos cuando sea necesario, como trabajar la madera, soldar, triturar, cincelar o astillar.
- 15) Sepa dónde se encuentran los extintores y cómo usarlos.
- 16) No esta permitido el ingreso de personas con falta de sueño.
- 17) Si no ha trabajado anteriormente con un material específico, consulte con el técnico de laboratorio para conocer las precauciones, los métodos y las instrucciones antes de comenzar a trabajar.
- 18) No trabaje en el laboratorio si tiene prisa, esto siempre arruina el trabajo y a menudo resulta en lesiones
- 19) Antes de encender cualquier máquina, asegúrese de que esté configurada correctamente y en buen estado.

5.2 Medidas específicas de prevención para cada equipo del laboratorio

5.2.1 Escáner 3D

En general este dispositivo es bastante seguro pero se deben tener las siguientes precauciones:

- 1) Asegurarse de que todos las fijaciones de las partes que rotan estén ajustadas
- 2) Mientras se escanea usted debe estar alejado del dispositivo ya que el escáner usa un laser clase 1 y podría potencialmente dañar su vista si es que este da directamente en sus ojos.
- 3) No energice el dispositivo con elementos dañados.
- 4) No manipular el dispositivo mientras este se encuentra escaneando.



UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE	FACULTAD DE CIENCIA	DEPARTAMENTO DE FÍSICA
Versión: 1.0	MANUAL DE SEGURIDAD LABORATORIO DE INNOVACIÓN Y FABRICACIÓN	Estatus: Oficial Fecha de emisión: Fecha de revisión:

5.2.2 Cortadora plotter

Se aconsejan seguir las siguientes precauciones al utilizar esta herramienta de corte:

- 1) Durante la operación no toque ninguna parte móvil de la maquina, especialmente el carro de corte.
- 2) Para energizar la maquina utilice los cables que vienen con la maquina y que estos vayan conectados directamente a la red de distribución, evite el uso de cables en mal estado.
- 3) Si la cortadora comienza a emanar humo, se sobrecalienta o emite un olor extraño no la continúe usando y desconecte de la corriente.
- 4) Si mueve manualmente el carro de corte hazelo lento y suave.

5.2.3 Herramientas manuales

A pesar de que las lesiones con herramientas de mano tienden a ser menos severas que las lesiones con herramientas eléctricas, los accidentes con este tipo de herramientas son más frecuentes ya que se subestima el peligro que conlleva su uso. Se debe considerar lo siguiente cuando se utilicen:

- 1) Se debe utilizar la herramienta para lo que fue diseñada, por ejemplo, no use un destornillador como cincel o como martillo.
- 2) No utilizar herramienta en mal estado
- 3) Procurar que las herramientas de corte se encuentren afiladas.
- 4) Use gafas de seguridad cada vez que martille o corte, especialmente cuando trabaje con superficies que se astillan
- 5) Nunca lleve un destornillador o un cincel en el bolsillo. Si se cae, la herramienta podría causar una lesión grave.
- 6) Cuando uses un cincel, siempre astilla o corta en la dirección contraria a ti
- 7) El almacenamiento incorrecto de la herramienta es responsable de muchos accidentes en el taller. Devuelva cada herramienta a su ubicación marcada para el almacenamiento adecuado de la herramienta

5.2.4 Herramientas eléctricas

Las herramientas eléctricas pueden ser extremadamente peligrosas si se usan incorrectamente. Los accidentes comunes asociados con herramientas eléctricas incluyen abrasiones, cortes, laceraciones, amputaciones, quemaduras, electrocuciones y huesos rotos. Las precauciones que se deben considerar al utilizar estas herramientas son:

- a) No tocar la partes móviles de la herramienta mientras esta este conectada al suministro eléctrico.
- b) Utilizar gafas de protección y guantes cuando se este mecanizando una pieza.
- c) Cuando se deje de utilizar las herramientas no tocar las partes móviles con la mano desnuda para evitar quemaduras.
- d) Evitar utilizar herramientas en mal estado, no intente repararlas y avise al encargado del laboratorio.
- e) Use la herramienta correcta para el trabajo. No use una herramienta para una labor que no fue diseñada.
- f) Utilice los elementos de seguridad que son parte de la herramienta: cubra correas, poleas, engranajes y ejes expuestos.
- g) Mire su trabajo cuando opere las herramientas eléctricas. Deje de trabajar si algo lo distrae
- h) No utilice las herramientas con excesiva fuerza. Si es que esta realizando mucha fuerza en su uso analice si esta en buenas condiciones o si esta utilizando la herramienta correcta.
- i) Antes de despejar atascos o bloqueos de la herramienta, desconéctela de la fuente de alimentación. No use la mano para despejar atascos o bloqueos, use un utensilio para eso.
- j) Cuando es grande la posibilidad de lesiones, usar una palanca para mover el material a través del espacio de trabajo



UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE	FACULTAD DE CIENCIA	DEPARTAMENTO DE FÍSICA
Versión: 1.0	MANUAL DE SEGURIDAD LABORATORIO DE INNOVACIÓN Y FABRICACIÓN	Estatus: Oficial Fecha de emisión: Fecha de revisión:

- k) Desconecte las herramientas eléctricas antes de realizar mantenimiento o cambiar los componentes
- l) Procure sujetar bien la herramienta al operarla.
- m) Nunca deje la llave del portabrocas en el portabrocas
- n) Evitar operar la herramienta en lugares donde pase gente.
- o) No operar herramientas eléctricas cuando esté enfermo, fatigado o tomando medicamentos fuertes
- p) Cuando sea posible, asegure las piezas de trabajo con una abrazadera o prensa para liberar las manos y minimice la posibilidad de lesiones. Use una plantilla para piezas que son inestables o que no se encuentran planas

5.2.5 Cautín para soldar

Esta herramienta alcanza altas temperaturas por lo que se debe tener los siguientes cuidados:

- a) No acercarse la punta caliente a las partes del cuerpo
- b) Dejar el cautín en el soporte (tercera mano) cada vez que se deje de emplear. No apoyar en superficies combustibles.
- c) Evitar inhalar el humo de la soldadura.
- d) Asegurar que la punta del cautín no esté suelta
- e) Mantener limpia la punta del cautín usando una esponja húmeda
- f) No sacudir el cautín para quitar el excedente de soldadura de la punta
- g) Desconectar del suministro eléctrico el cautín una vez terminada la tarea de soldar.
- h) Trabajar en un área despejada y ordenada.

5.2.6 Dispositivos de alimentación

Al energizar los equipos o circuitos con un dispositivo de alimentación se debe tener las siguientes precauciones:

- a) Procurar conectar el cable de entrada y salida donde corresponda. Esto es especialmente importante para los equipos que funcionen con corriente continua.
- b) Utilizar cables que soporten la potencia que va a suministrar la fuente de poder.
- c) No cargar nada encima del dispositivo.
- d) Mantener los dispositivos lo más alejados posible de los artefactos que se estén energizando, evitar mecanizar cerca de ellos.
- e) Realice todas las conexiones con el dispositivo apagado o desconectado de la fuente de alimentación.
- f) Utilizar en un ambiente seco. No se debe manipular con las manos mojadas ni cerca de alimentos o bebidas.

5.2.7 Fresadora

Esta es una máquina de corte manual que trabaja a altas velocidades y con una herramienta de corte descubierto, es por esto que se recomiendan las siguientes precauciones al usarla:

- a) Todas las operaciones de comprobación, medición y ajuste de la pieza a mecanizar deben realizarse con la fresadora parada.
- b) Los interruptores y demás mandos de puesta en marcha de las fresadoras, se han de asegurar para que no sean accionados involuntariamente.
- c) La mordaza, plato divisor, o dispositivo de sujeción de piezas, de que se trate, este fuertemente anclado a la mesa de la fresadora.
- d) Cerciorarse que las carcasas de protección de las poleas, engranajes, cardanes y eje del cabezal, estén en su sitio y bien fijadas.
- e) Si se mecanizan piezas pesadas utilizar polipastos adecuados para cargar y descargar las piezas de la máquina.
- f) No vestir joyería, como collares o anillos.



UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE	FACULTAD DE CIENCIA	DEPARTAMENTO DE FÍSICA
Versión: 1.0	MANUAL DE SEGURIDAD LABORATORIO DE INNOVACIÓN Y FABRICACIÓN	Estatus: Oficial Fecha de emisión: Fecha de revisión:

- g) Es muy recomendable trabajar en un área bien iluminada que ayude al operador, pero la iluminación no debe ser excesiva para que no cause demasiado resplandor.
- h) Para no generar estática se recomienda no vestir joyería, como collares o anillos.
- i) Durante el mecanizado, se han de mantener las manos alejadas de la fresa que gira. Si el trabajo se realiza en ciclo automático, las manos no deberán apoyarse en la mesa de la fresadora.

5.2.8 Cortadora láser

Nuestra máquina se encuentra en la Clase 4 (clase de mayor peligro) en la clasificación de lasers según la norma europea UNE EN 60825-1/A2-2002 presente en la NTP 654. Además puesto que el láser utilizado está en el rango infrarrojo (no visible), los riesgos asociados son mayores.

En base a la información anterior es necesario adoptar los siguientes resguardos a la hora de utilizar la máquina:

- a) No mirar fijamente la apertura del láser mientras se realizan los cortes salvo que se use protección ocular.
- b) Mantenerse a una distancia prudente (1 [m]) cuando la máquina esté cortando.
- c) No dejar objetos inflamables al interior de la máquina.
- d) No ocupar anillos, relojes, pulseras metálicas, etc, por las posibles reflexiones.
- e) No retirar la placa inmediatamente después de realizado el corte para que los gases sean extraídos por la campana.
- f) Mantener escotilla cerrada mientras se corta (barrera de protección ocular).

5.2.9 Gestion de sustancias químicas

- Verificar qué sustancia química está utilizando. Para cumplir esta regla deberá leer la etiqueta o rótulo del envase. * NUNCA UTILIZAR SUSTANCIAS DESCONOCIDAS O SIN ROTULO.
- Cuando se caliente un líquido en un tubo de ensayo, apunte la boca del tubo lejos del cuerpo y de sus acompañantes.
- Nunca operar una pipeta utilizando la boca
- No inhalar vapores o gases.
- No utilizar equipo de vidrio que esté quebrado o agrietado.
- Determinar la naturaleza y grado de peligro. Leer o interpretar cuidadosamente los riesgos y/o símbolos de peligro existentes en la etiqueta o en el rótulo del envase.
- Solicitar y leer la "Ficha de seguridad" del reactivo que se está utilizando.
- Utilizar el extractor siempre que se manipulen sustancias que puedan liberar gases tóxicos o irritantes.
- No calentar líquidos en envases o sistemas cerrados.
- Evitar frotarse los ojos mientras esté en el laboratorio, particularmente si ha manejado agentes químicos irritantes o vidrio quebrado. Lávese las manos antes de salir del laboratorio y siempre que toque sustancias irritantes o tóxicas.
- No echar los desperdicios sólidos en el desagüe. Utilice para este propósito los recipientes que para estos fines se coloca en el laboratorio.
- No introducir pipetas o espátulas directamente en las botellas de reactivos comunes, en vez de esto, transfiera una cantidad aproximada del reactivo que va a utilizar a un envase apropiado. No devuelva los sobrantes a los frascos de origen.
- Mantener limpia en todo momento su mesa de trabajo. Si derrama algún reactivo, limpie inmediatamente el área afectada.
- Notifique al encargado de la sala inmediatamente de todos los incidentes al igual que de escapes de gas u otras situaciones potencialmente peligrosas.
- Evite las bromas pesadas y los juegos en el laboratorio. Igualmente, evite las visitas, entradas y salidas en el laboratorio.



UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE	FACULTAD DE CIENCIA	DEPARTAMENTO DE FÍSICA
Versión: 1.0	MANUAL DE SEGURIDAD LABORATORIO DE INNOVACIÓN Y FABRICACIÓN	Estatus: Oficial Fecha de emisión: Fecha de revisión:

- Debe notificar de cualquier condición médica (alergias, dificultad visual, dificultad motora, etc.) que pueda afectar su seguridad en el laboratorio.
- Aislar la sustancia química (¿qué sustancia?) de alguna fuente de riesgo.
- Hacer que las protecciones sean iguales (o superiores) al peligro.
- Emplear la protección adecuada para cada caso.
- Comprobar que la sustancia química no ha cambiado en potencia o composición. (PUEDE CAMBIAR POR ACCION DEL TIEMPO, EVAPORACION, TEMPERATURA O CONTAMINACION). Si se registran variaciones en el color, olor, viscosidad o en otra característica física y/o química, ¡NO LA USE!
- No aventurar una reacción que no se conoce ¡ES PELIGROSO!
- Conocer bien los procedimientos a seguir en casos de emergencia
- Nunca tomar las botellas de ácido, material cáustico o cualquier otro reactivo por su cuello. Sostener firmemente alrededor del cuerpo del envase con ambas manos o utilizar portador de botellas.
- Al preparar las soluciones, los envases no deberán quedar en contacto directo con el mesón por peligro de ruptura o derrame. Emplear un recipiente para colocar los envases en los cuales se preparará la solución. Esto evitará que al romperse un frasco o matraz la solución se derrame sobre el mesón. Realizar con precaución el trasvasije de un recipiente a otro; utilizar un embudo en caso necesario.
- Nunca se deberá agregar agua a los ácidos concentrados: esta acción genera una reacción exotérmica, la cual puede provocar la ruptura del vaso o receptáculo y causar derrame o salpicaduras que exponen a quemaduras de piel y mucosas.
- Agregar siempre el ácido suavemente al agua mientras mezcla. Esto se deberá realizar por escurrimiento de las paredes internas del receptáculo con agua. Mantener a mano neutralizantes, tales como bicarbonato de sodio (para los ácidos) y ácido acético (para los álcalis), en caso de derrames o salpicaduras.
- Utilice campana de seguridad, mascarilla química, extracción forzada u otros.
- Nunca mezclar o combinar sustancias cuyos resultados son gases tóxicos, sin las medidas de seguridad adecuadas.
- Trabajar en mesones donde no exista fuentes de calor, así se evitarán incendios y/o explosiones.
- Nunca abrir frascos que contengan líquidos o vapores inflamables (bencina, alcohol, éter) cerca de una fuente de calor que produzca llama o chispa.
- Antes de combinar o mezclar reactivos, se deberá comprobar que la reacción no provocará incendio y/o explosión. Nunca combinar compuestos cuya reacción pueda producir inflamación o detonación.
- No golpear sustancias que detonen por percusión.

5.2.10 Almacenamiento de sustancias químicas

Los productos químicos por si solos presentan riesgos para la salud y el medio ambiente. Si a esto se suma un almacenamiento inadecuado los riesgos aumentan.

Para mantener un control de los reactivos químicos, se deben considerar las siguientes características:

- ❖ Nº de reactivos presentes – Elevada: Obliga a disponer de un fácil método de control.
- ❖ Cantidad de reactivos almacenados – Pequeña: Esta característica, hace que, en la mayoría de los casos, no se encuentren sometidos a las disposiciones legales vigentes (Normas Chilenas, D.S Nº 78, D.S. Nº 90, D.S Nº 594), cuya aplicación es en función generalmente de las cantidades almacenadas, aunque si será de aplicación en cuanto al almacenamiento de gases y productos inflamables en grandes cantidades.
- ❖ Características de peligrosidad variada – De muy diversa naturaleza
- ❖ Incompatibilidad – Muy importante de tener en cuenta: Dos sustancias son incompatibles cuando al entrar en contacto o mezclarse generan un efecto dañino o potencialmente dañino.



UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE	FACULTAD DE CIENCIA	DEPARTAMENTO DE FÍSICA
Versión: 1.0	MANUAL DE SEGURIDAD LABORATORIO DE INNOVACIÓN Y FABRICACIÓN	Estatus: Oficial Fecha de emisión: Fecha de revisión:

- ❖ Tiempo de almacenamiento – Elevado para algunas sustancias: El almacenamiento prolongado de algunos productos químicos representa en si mismo un peligro, ya que dada la propia reactividad intrínseca de los productos químicos pueden ocurrir distintas transformaciones como, formación de peróxidos inestables, polimerización de la sustancia, descomposición lenta con la producción de gases que incrementan la presión interior del recipiente, etc.

Los principios básicos para reducir los riesgos asociados al almacenamiento de productos químicos son los siguientes:

- ❖ Mantener el stock al mínimo. Es la mejor medida preventiva para controlar la presencia del producto químico peligroso. La cantidad presente deberá ser la necesaria para el día o período más corto que se pueda establecer. Se podrá valorar la conveniencia de tener un almacenamiento de productos químicos general que cumplirá con todas las exigencias y normativas de seguridad vigentes
- ❖ Etiquetado adecuado de todos los productos químicos. En la etiqueta es donde está la primera información sobre los riesgos de los productos químicos y por tanto la primera información sobre como almacenarlos. Comprobar que todos los productos, tanto sustancias como preparados de mezclas están adecuadamente etiquetados, reproduciendo la etiqueta original con el nombre completo de la/s sustancia/s, pictogramas de peligro. No reutilizar envases para otros productos y no sobreponer etiquetas.
- ❖ Fichas de Datos Seguridad de todos los productos químicos. Se deberá tener en el laboratorio y en lugar conocido por todos los usuarios y de fácil acceso, las Fichas de Datos de Seguridad de todos los productos químicos presentes en el laboratorio (archivador con fichas o fichas digitales). Los fabricantes y distribuidores deben facilitarlas y el personal de los laboratorios solicitarlas.
- ❖ Mantener un control de fechas, tanto de adquisición como de la fecha de apertura del envase, para realizar un control de caducidad y sobre todo de los productos peroxidables (éter etílico, éter isopropílico, dioxano, etc)
- ❖ Organización adecuada respetando INCOMPATIBILIDADES. Se tendrá en cada laboratorio un listado actualizado de los productos químicos presentes en el local y sus cantidades. Se incluirá cada producto en alguno de las siguientes categorías:

- EXPLOSIVOS
- COMBURENTES
- INFLAMABLES
- TÓXICOS
- CORROSIVOS,
- NOCIVOS, IRRITANTES
- SENSIBILIZANTES
- CARCINOGENICOS, MUTAGENICOS

La información necesaria para la clasificación aparece completa en la etiqueta del producto, tanto en los pictogramas de peligro como en las frases R, y también en la Ficha de Datos de Seguridad del producto.

“Se debe informar el almacenamiento de sustancias químicas controladas a la Dirección General de Movilización Nacional según el listado que mantiene el encargado de la sala”.



UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE	FACULTAD DE CIENCIA	DEPARTAMENTO DE FÍSICA
Versión: 1.0	MANUAL DE SEGURIDAD LABORATORIO DE INNOVACIÓN Y FABRICACIÓN	Estatus: Oficial Fecha de emisión: Fecha de revisión:

5.2.11 Gestión de residuos

El trabajo en laboratorio puede genera desechos líquidos y sólidos, los cuales deben ser eliminados de acuerdo a protocolos de eliminación de residuos, la eliminación de residuos químicos generados por la universidad, están definidos en el “Procedimiento para el manejo de residuos” de la Facultad de Química y Biología de la Universidad de Santiago el cual se encuentran escrito conforme a la resolución 9080 del estado de Chile del año 2012.

Los desechos se deben clasificar en:

- Residuos líquidos
- Residuos sólidos (no vidrio)
- Material de vidrio

En general los residuos se deberán gestionar conforme su toxicidad y uso.

6 PROCEDIMIENTOS EN CASO DE EMERGENCIA

6.1 Procedimiento en caso de sismo e incendio

Debe dejar lo que se este ejecutando y salir del departamento de física. Para eso debe seguir el conducto regular el cual consiste en:

- a) Salir del laboratorio de innovación
- b) Tomar mano izquierda hacia la sala multiuso. Si el acceso no se encuentra habilitado debe activar el botón de emergencia ubicado a la izquierda de la puerta.
- c) Una vez en el Sector D salir del Departamento de Física por la puerta sur y dirigirse a la zona de seguridad indicada por el encargado de emergencias del departamento.

6.2 Procedimiento en caso de descargas eléctricas

Es imprescindible la concientización del riesgo que conyeba el manejo de la corriente eléctrica sobre todo en laboratorios de fabricación. Si ocurre un accidente por esta causa se debe seguir el siguiente procedimiento:

- 1) Se debe mantener una distancia de al menos 1 metro de la persona accidentada y de los artefactos que provocaron la electrocución. Esto se debe realizar tanto si el accidentado esta conectado o no al cable o artefacto causante del accidente.
- 2) Acudir al centro de carga o tablero eléctrico y desenergizar, es decir, cortar la corriente. Este se ubica dentro del laboratorio de innovación y fabricación, en la pared sur, lado izquierdo.
- 3) Antes de tocar o reanimar a la persona electrocutada, debemos llamar a los cuerpos de emergencia de nuestra localidad. Por ningún motivo intentar asistirlo antes, ya que se pueden perder cinco minutos vitales para la vida de la persona herida. Además, si intentamos asistirlo sin conocer el tipo de lesión, podemos empeorar o complicar el estado del accidentado.
- 4) Lo más común es encontrar a la persona herida con quemaduras de segundo o tercer grado, por lo que antes de tocarlo debemos observarlo para que durante la llamada a los cuerpos de emergencia les podamos indicar en qué estado se encuentra y poder auxiliar a la persona accidentada.
- 5) Lo más común es encontrar a la persona herida con quemaduras de segundo o tercer grado, por lo que antes de tocarlo debemos observarlo para que durante la llamada a los cuerpos de emergencia les podamos indicar en qué estado se encuentra.



UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE	FACULTAD DE CIENCIA	DEPARTAMENTO DE FÍSICA
Versión: 1.0	MANUAL DE SEGURIDAD LABORATORIO DE INNOVACIÓN Y FABRICACIÓN	Estatus: Oficial Fecha de emisión: Fecha de revisión:

6.3 Procedimiento en caso de accidentes graves o fatales

Se entiende como accidente grave, o que se sospecha que puede serlo, a aquel que produce lesiones que impiden el traslado del paciente por sus propios medios y exige el apoyo de un servicio de ambulancias para derivar al accidentado. Son ejemplos de accidentes graves: traumatismo de cráneo con pérdida del conocimiento, fracturas expuestas, quemados graves, heridas extensas y/o muy sangrantes, etc.

Un accidente fatal es aquel accidente que provoca la muerte del trabajador en forma inmediata o durante su traslado a un centro asistencial.

En caso de accidentes graves y fatales, se requerirá atención médica inmediata llamando al Centro Médico, a los teléfonos +56227183555 o +56227183556. Además se debe clausurar el uso del laboratorio hasta que se solucione la situación.

7 NORMATIVA Y REFERENCIAS.

- 1.- Manual de bioseguridad de Laboratorios de la Pontificia Universidad Católica de Chile Facultad de medicina, Departamento de laboratorios clínicos.
- 2.- Manual de seguridad de laboratorio de la Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Química, Departamento de prevención de riesgos.
- 3.- Manual de Seguridad en Laboratorios de la Asociación Chilena de Seguridad, Primera edición/1995.
- 4.- Reglamento Sobre Condiciones Sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo Decreto Supremo N° 594/2000
- 5.- Reglamento Sanitario sobre manejo de residuos Decreto Supremo N° 148/2004
- 6.- Manual de almacenamiento seguro de sustancias peligrosas SEREMI de SALUD/2009
- 7.- Ley 16.744 Establece normas sobre accidentes del trabajo y Enfermedades profesionales/1968

8 ANEXOS

No existen anexos