



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL EN LOS  
LABORATORIOS DE QUÍMICA Y BIOLOGÍA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA,  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**Jorge Santiago Suruy Tocay**

Asesorado por la Inga. Yocasta Ivanobla Ortiz del Cid

Guatemala, mayo de 2021



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martinez
VOCAL III	Ing. José Milton De León Bran
VOCAL IV	Br. Luis Diego Aguilar Ralón
VOCAL V	Br. Christian Daniel Estrada Santizo
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Byron Gerardo Chocooj Barrientos
EXAMINADOR	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez
EXAMINADOR	Ing. Alberto Eulalio Hernandez Garcia
SECRETARIO	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

### **IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL EN LOS LABORATORIOS DE QUÍMICA Y BIOLOGÍA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Industrial, con fecha 2 de octubre del 2017.

**Jorge Santiago Suruy**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA  
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 28 de enero de 2019:  
REF.EPS.DOC.47.01.19.

Ingeniero  
Oscar Argueta Hernández  
Director Unidad de EPS  
Facultad de Ingeniería  
Presente

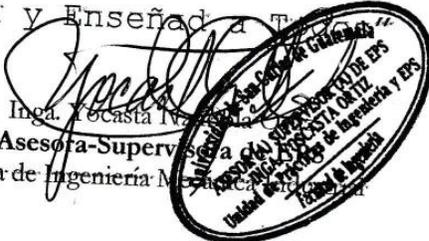
Estimado Ing. Argueta Hernández:

Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería, **Jorge Santiago Suruy Tocay, Registro Académico No. 200718805** procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL EN LOS LABORATORIOS DE QUÍMICA Y BIOLOGÍA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.**

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a T"  
Inga. Yocasta IV  
Asesora-Supervisora  
Área de Ingeniería Mecánica  
  
Yocasta IV  
Asesora-Supervisora  
Área de Ingeniería Mecánica  
Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.)  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos de Guatemala

YIO/ra

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA  
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 28 de enero de 2019;  
REF.EPS.D.30.01.19

Ing. César Ernesto Urquizú Rodas  
Director Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ingeniero Urquizú Rodas.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL EN LOS LABORATORIOS DE QUÍMICA Y BIOLOGÍA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**, que fue desarrollado por el estudiante universitario, **Jorge Santiago Suruy Tocay** quien fue debidamente asesorado y supervisado por la Inga. Yocasta Ivanobla Ortiz.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte de la Asesora-Supervisora de EPS, en mi calidad de Director, apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,  
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Oscar Argueta Hernández  
Director Unidad de EPS



OAH /ra

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA**



**FACULTAD DE INGENIERÍA**

REF.REV.EMI.007.019

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL EN LOS LABORATORIOS DE QUÍMICA Y BIOLOGÍA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario **Jorge Santiago Suruy Tocay**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Cesar Ernesto Urquizú Rodas  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, febrero de 2019.

/mgp



ESCUELA DE  
INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

REF.DIR.EMI.072.020

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL EN LOS LABORATORIOS DE QUÍMICA Y BIOLOGÍA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario **Jorge Santiago Suruy Tocay**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

**Ing. César Ernesto Urquizú Rodas**  
**DIRECTOR**  
**Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial**



Guatemala, octubre de 2020.

/mgp

DTG. 224.2021

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL EN LOS LABORATORIOS DE QUÍMICA Y BIOLOGÍA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario: **Jorge Santiago Suruy Tocay**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Anabela Cordova Estrada  
Decana

Guatemala, mayo de 2021.

AACE/asga



## **ACTO QUE DEDICO A:**

### **Dios**

Por amarme, bendecirme y apoyarme, por levantarme cuando caí en esos momentos oscuros y llenos de incertidumbre, por perdonar mis errores y encaminar mi vida hacia el camino correcto, por poner a personas maravillosas que han dado alegría y felicidad a mi vida.

### **Mis padres**

Jorge Suruy y Dora Tocay. Por estar a mi lado de manera incondicional, por guiarme con cariño a lo largo de mi vida, gracias por todas sus oraciones, les agradezco por ayudarme a sobrellevar los momentos difíciles, por creer en esta meta en momentos en los que yo deje de creer, que Dios los bendiga por todas las cosas que hicieron y hacen por mi, gracias.

### **Mi hermana**

Roxana Suruy, por ser una persona maravillosa en mi vida, por quererme a tu manera tan distinta, gracias por estar conmigo.

**Mis abuelos**

Santiago Tocay (q.e.p.d) y Gabina Baquiaux. Por enseñarme a ser un hombre honesto, honrado y valiente, gracias por sus consejos e historias y por su cariño, "papa" sé que desde el cielo veras este triunfo.

**Mis tíos**

Héctor, Julio, Alejandro (q.e.d.p), Ernesto y Felipe. Por todos sus consejos y apoyo, esas palabras me han hecho un mejor hombre.

**Mis tías**

Auri, Norma, Angélica y Silvia. Por sus cuidados y cariño a lo largo de estos años, por las palabras de apoyo en los momentos difíciles.

**Mis primos**

Gracias por su apoyo, amistad y cariño. Que Dios los bendiga a todos por su ayuda.

**Cecy Tocay  
y Brenda  
Tocay**

Gracias por estar incondicionalmente, su cariño y amistad, las considero como mis hermanas,

**Mi cuñado**

Oliver Montealegre. Por ser un amigo y parte importante de esta familia.

**Mis sobrinos**

Andres y Pamela, por enseñarme a ser un niño de nuevo, por las risas y alegrías.

<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por brindarme un lugar donde pude crecer como persona y profesional.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por darme momentos de felicidad y aprendizaje.
<b>Mis amigos de la Facultad</b>	Gracias a todos aquellos que formaron y forman parte de este viaje.
<b>Facultad de Agronomía</b>	Por abrirme las puertas y poder realizar este proyecto, gracias por brindarme todo el apoyo y herramientas para la realización.
<b>Inga. Yocasta Ortiz del Cid</b>	Por apoyarme en la realización del E.P.S y tesis, gracias por su apoyo y consejos.
<b>Lic. Jacobo Monzón</b>	Por su asesoría y guía tanto en la realización de este trabajo y como desenvolveme como profesional.
<b>Lic. Jaime Montealegre</b>	Por sus consejos y apoyo a lo largo de la carrera y laboral.
<b>Mis amigas de la Escuela de Psicología</b>	Por su apoyo y cariño, gracias por sus palabras y los momentos de alegría que hemos vivido.
<b>Jennifer Morataya</b>	Por ser una amiga desde el momento en que te conocí y hasta el día de hoy, gracias por escucharme y darme tu amistad.

**Cristian Barrios**

Por ser un amigo, gracias por las charlas y los cafés que hemos tomado.

**Ing. Roger Ramos y  
Floricelda Muñoz de  
Ramos**

Por su cariño y apoyo, por abrirme las puertas de su empresa, por darme tiempo para terminar esta tesis, gracias por sus consejos.

**Jorge Balan y familia**

Por su apoyo en la realización de esta tesis, gracias por su ayuda desinteresada y amistad.

**Licda. Clara Luz Aguirre  
Ortiz y Licda. María  
Eugenia Lima**

Por ser personas amables, que me brindaron su ayuda de manera honesta y desinteresada.

**Gladys Padilla**

Por brindar apoyo, cariño y ser impulso para mi persona y mi familia.

**Nidia Garcia Perez y  
Sonia Perez Roca**

Les agradezco por darme, consejo, apoyo animo a mi persona y familia para continuar con la carrera.

**Gracias a todas las personas que me ayudaron a lo largo de esta carrera, que Dios los bendiga.**

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	IX
LISTA DE SÍMBOLOS .....	XV
GLOSARIO .....	XVII
RESUMEN .....	XIX
OBJETIVOS.....	XXI
INTRODUCCIÓN .....	XXIII
1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA .....	1
1.1. Reseña histórica.....	1
1.2. Descripción de la empresa .....	2
1.2.1. Sedes de la facultad de agronomía .....	3
1.3. Actividades y productos que desarrolla la empresa.....	5
1.4. Visión y misión.....	7
1.5. Estructura organizacional .....	8
2. METODOLOGÍA.....	11
2.1. Marco Teórico.....	11
2.1.1. Análisis de riesgos.....	12
2.1.1.1. Riesgos físicos.....	12
2.1.1.2. Riesgos químicos .....	13
2.1.1.3. Riesgos biológicos.....	14
2.1.2. Actos inseguros .....	15
2.1.2.1. Condiciones inseguras.....	15

2.1.3.	Especificaciones para la elaboración de un manual.....	16
2.1.3.1.	Manual de seguridad e higiene industrial.....	17
2.2.	Situación actual de los laboratorios de química y biología .....	17
2.2.1.	Diagnóstico (FODA) de los laboratorios .....	18
2.2.2.	Diagrama de causa y efecto de los laboratorios de biología.....	22
2.2.3.	Plano general de los laboratorios .....	28
2.2.4.	Análisis de la seguridad industrial .....	30
2.2.4.1.	Investigación y análisis de los accidentes .....	30
2.2.4.2.	Análisis de riesgos.....	32
2.2.4.2.1.	Análisis del mobiliario y equipo de los laboratorios de biología y química .....	32
2.2.4.2.2.	Riesgo de incendio.....	38
2.2.4.2.3.	Riesgos biológicos .....	42
2.2.4.2.4.	Riesgos químicos.....	43
2.2.4.3.	Equipo de protección utilizado.....	44
2.2.4.4.	Normas utilizadas en el laboratorio .....	48
2.2.5.	Higiene industrial.....	50
2.2.5.1.	Ventilación.....	50
2.2.5.2.	Iluminación .....	52
2.2.5.3.	Orden y limpieza.....	53

3.	PROPUESTA DE MANUAL DE SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL EN LOS LABORATORIOS DE QUÍMICA Y BIOLOGÍA.....	57
3.1.	Índice del manual.....	57
3.2.	Objetivo general.....	59
3.2.1.	Objetivos específicos.....	60
3.3.	Alcance.....	60
3.4.	Definiciones.....	60
3.5.	Trabajo seguro en el laboratorio.....	64
3.5.1.	Responsabilidades del encargado del laboratorio en cuanto a seguridad e higiene industrial.....	64
3.5.2.	Responsabilidades al entrar en el laboratorio.....	65
3.5.3.	Normas generales de conducta.....	65
3.5.3.1.	Normas sobre seguridad y trabajo.....	68
3.6.	Equipo de protección.....	70
3.6.1.	Equipo de protección personal.....	70
3.6.1.1.	Gafas.....	71
3.6.1.2.	Guantes.....	72
3.6.1.3.	Mascarilla auto filtrante .....	74
3.6.2.	Bata de seguridad.....	76
3.7.	Equipo de protección colectiva .....	77
3.7.1.	Campanas extractoras localizadas .....	77
3.7.2.	Extractores de aire.....	78
3.7.3.	Vitrina extractora.....	79
3.7.4.	Duchas de seguridad.....	81
3.7.5.	Fuente lavaojos .....	82

3.7.6.	Mantas ignifugas.....	84
3.7.7.	Botiquín de emergencia.....	85
3.7.8.	Neutralizadores.....	87
3.8.	Procedimientos de primeros auxilios y emergencias.....	88
3.8.1.	Emergencias.....	88
3.8.1.1.	Vertidos.....	88
3.8.1.1.1.	Líquidos inflamables.....	89
3.8.1.1.2.	Ácidos.....	89
3.8.1.1.3.	Bases.....	90
3.8.1.2.	Atmósfera contaminada.....	90
3.8.1.3.	Situaciones de riesgo en la manipulación de gases.....	91
3.8.1.3.1.	Fugas de gases.....	91
3.8.1.3.2.	Llama en la boca de un cilindro de gas inflamable.....	92
3.8.2.	Accidentes.....	93
3.8.2.1.	Quemadura térmica.....	93
3.8.2.2.	Salpicaduras.....	94
3.8.2.3.	Ingestión.....	95
3.8.2.4.	Electrocución.....	95
3.8.2.5.	Mareos o pérdida de conocimiento debidos a una fuga tóxica persistente.....	96
3.9.	Protocolos en el manejo de sustancias químicas, aparatos e instalaciones.....	97

3.9.1.	Aparatos e instalaciones.....	97
3.9.1.1.	Material de vidrio.....	97
3.9.1.2.	Aparatos con llamas.....	99
3.9.1.3.	Dispositivos de calefacción.....	100
3.9.1.4.	Estufas.....	101
3.9.1.5.	Microscopios.....	102
3.9.1.6.	Pipetas.....	104
3.9.2.	Protocolos en el manejo de sustancias químicas	105
3.9.2.1.	Trasvases de líquidos.....	105
3.9.2.2.	Operaciones al vacío.....	106
3.9.2.2.1.	Evaporación al vacío	.....107
3.9.2.2.2.	Destilación al vacío.....	107
3.9.2.2.3.	Filtración al vacío.....	108
3.9.2.2.4.	Secado al vacío.....	109
3.9.2.3.	Evaporación secado	.....109
3.10.	Plan de emergencia contra incendios	.....110
3.10.1.	Clasificación de incendios.....	111
3.10.2.	Extintores.....	112
3.10.3.	Brigadistas.....	113
3.10.3.1.	Tipos de brigadistas.....	114
3.10.3.1.1.	Evacuación.....	114
3.10.3.1.2.	Primeros auxilios.....	115
3.10.3.1.3.	Prevención y Combate incendios.....	116
3.10.3.1.4.	Comunicación.....	116
3.11.	Señalización y etiquetado.....	117
3.11.1.	Clasificación de las señales según su significado	..... 118

3.11.2.	Etiquetado de frascos contenedores de sustancias químicas.....	120
3.11.3.	Incompatibilidad entre sustancias.....	121
3.12.	Control del programa de seguridad e higiene industrial.....	122
3.12.1.	Implicaciones y responsabilidades.....	123
3.12.2.	Metodología.....	123
3.13.	Análisis de costos de implementación de manual de seguridad e higiene industrial a los laboratorios de biología.....	125
4.	PROGRAMA DE GESTIÓN DE RESIDUOS QUÍMICOS Y BIOLÓGICO.....	127
4.1.	Diagnóstico del manejo de desechos dentro de los laboratorios.....	127
4.2.	Objetivos y alcance del programa de gestión de residuos.....	130
4.3.	Metodología del programa de gestión de residuos químicos y biológicos .....	130
4.4.	Implementación del programa de gestión de residuos químicos y biológicos .....	131
4.4.1.	Programa de gestión de residuos químicos.....	132
4.4.1.1.	Minimización de residuos químicos dentro de los laboratorios .....	132
4.4.1.1.1.	Evitar o reducir .....	134
4.4.1.1.2.	Reutilizar .....	134
4.4.1.1.3.	Reciclar .....	134
4.4.1.1.4.	Tratamiento .....	135

4.4.1.2.	Procedimiento interno para el manejo de residuos químicos.....	135
4.4.1.2.1.	Etiquetado y tipos de recipientes para residuos químicos.....	137
4.4.1.2.2.	Desactivación de residuos químicos.....	139
4.4.1.2.3.	Segregación de residuos químicos.....	141
4.4.1.2.4.	Recolección y transporte de los residuos generados en los laboratorios.....	144
4.4.1.2.5.	Almacenamiento temporal.....	145
4.4.1.2.6.	Disposición final.....	146
4.4.1.3.	Tratamiento de residuos biológicos peligrosos .....	147
4.4.1.3.1.	Tratamiento de residuos biológicos líquidos.....	148
4.4.1.3.2.	Tratamiento de residuos biológicos sólidos.....	149
4.5.	Análisis de costos de implementar parte del proceso de gestión de residuos químicos y biológicos .....	150

5.	PROGRAMA DE CAPACITACIONES.....	151
5.1.	Diagnóstico de necesidades de capacitación .....	151
5.2.	Plan de capacitaciones .....	155
5.2.1.	Estructuración de las capacitaciones .....	157
5.3.	Implementación del plan de capacitación .....	158
5.3.1.	Motivación del personal .....	159
5.3.2.	Capacitación al personal en seguridad e higiene industrial .....	159
5.3.3.	Seguridad laboral, accidentes laborales .....	160
5.3.4.	Manejo de reactivos.....	161
5.3.5.	Uso adecuado de equipo de laboratorio .....	161
5.3.6.	Gestión de residuos .....	162
5.3.7.	El enfoque 5`S mejoramiento de la calidad.....	163
5.3.7.1.	Implementación de las 5S's .....	163
5.3.7.1.1.	Seiri (clasificación).....	164
5.3.7.1.2.	Seiton (orden) .....	165
5.3.7.1.3.	Seiso (limpiar) .....	167
5.3.7.1.4.	Seiketsu (estandarización).....	167
5.3.7.1.5.	Shitsuke (disciplina) ....	169
5.3.8.	Programa contra incendios.....	170
5.4.	Programación de capacitaciones .....	170
5.5.	Presupuesto del programa de capacitaciones.....	172
5.6.	Presentación del proyecto .....	173
	CONCLUSIONES.....	175
	RECOMENDACIONES.....	177
	BIBLIOGRAFÍA.....	179
	ANEXOS.....	183

# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1.	Organigrama FAUSAC.....	9
2.	Análisis del diagrama causa y efecto .....	27
3.	Plano de los laboratorios de química.....	28
4.	Plano de los laboratorios de biología.....	29
5.	Mesas de soporte de equipo técnico.....	34
6.	Estufas eléctricas .....	35
7.	Derrame de pequeñas gotas.....	37
8.	Oxidación y desgaste por el agua .....	38
9.	Uso indebido del sistema eléctrico en la práctica .....	40
10.	Uso de mechero .....	40
11.	Sistema de distribución de gas.....	41
12.	Instalación de cilindro de gas inadecuada.....	41
13.	Cilindro de gas dentro de las instalaciones de prácticas .....	42
14.	Uso de bata en los laboratorios de biología .....	45
15.	Extintores .....	46
16.	Botiquín .....	46
17.	Duchas de seguridad .....	47
18.	Extractor de aire .....	47
19.	Bolsones sobre una mesa.....	49
20.	Ventanales en los laboratorios .....	51
21.	Practica division celular.....	52
22.	Equipo que no se ha podido dar de baja .....	55

23.	Mesas de trabajo en los laboratorios de química .....	55
24.	No fumar dentro del laboratorio.....	66
25.	Cosas que no se debe hacer dentro del laboratorio .....	67
26.	Gafas de protección .....	71
27.	Tipos de guantes.....	73
28.	Tipos de protección respiratoria .....	75
29.	Batas de algodón .....	77
30.	Campana extractora.....	78
31.	Extractor de aire .....	79
32.	Vitrina extractora .....	80
33.	Medidas de una ducha de seguridad .....	82
34.	Fuente lava ojos .....	83
35.	manta ignifuga.....	84
36.	Botiquín .....	86
37.	Neutralizadores .....	87
38.	Proceso de acción ante un vertido .....	89
39.	Tratamiento de quemadura .....	94
40.	Salpicadura en los ojos .....	95
41.	Electrocución.....	96
42.	Mechero .....	100
43.	Mufla .....	101
44.	Estufa eléctrica.....	102
45.	Microscopio y sus partes .....	103
46.	Pipetas .....	104
47.	Señalización para el correcto almacenamiento .....	120
48.	Tabla de incompatibilidades entre sustancias al ser almacenadas .....	122
49.	Recipientes con desechos químicos .....	129
50.	Estudiantes almacenando desechos de las prácticas .....	129

51.	Procesos para la minimización en generación de residuos químicos.....	133
52.	Procedimiento interno de manejo de residuos químicos .....	136
53.	Formato de etiquetas de recipientes con residuos químicos .....	139
54.	Incompatibilidad en almacenamiento de residuos peligrosos.....	143
55.	Ejemplo de carro para transporte de residuos.....	145
56.	Hoja de ingreso y salida de residuos químicos en almacén temporal	146
57.	Diagrama de Ishikawa de diagnóstico de capacitaciones .....	155
58.	Primera presentación proyecto.....	174

## TABLAS

I.	Factores de riesgo físico .....	12
II.	Como evitar riesgos químicos .....	14
III.	Hoja de entrevista .....	18
IV.	Diagnóstico de los laboratorios de biología .....	19
V.	Matriz (FODA) .....	20
VI.	Encuesta laboratorios de biología .....	23
VII.	Cantidad de accidentes en los laboratorios .....	31
VIII.	Hoja de revisión de mobiliario y equipo del laboratorio de biología .....	33
IX.	Riesgos encontrados en el mobiliario y equipo .....	35
X.	Hoja de revisión de mobiliario y equipo del laboratorio de química .....	36
XI.	Riesgos de un incendio dentro de los laboratorios .....	38
XII.	Peligros químicos en los laboratorios .....	43
XIII.	Equipo de protección laboratorios de biología.....	44
XIV.	Equipo de protección laboratorios de química.....	45
XV.	Recomendaciones básicas para con los estudiantes del laboratorio de biología.....	48
XVI.	Sistema de ventilación laboratorios de química y biología .....	50

XVII.	Análisis de sistema de iluminación de los laboratorios de química y biología .....	52
XVIII.	Orden y limpieza de los laboratorios de química y biología.....	53
XIX.	Índice del manual de biología.....	57
XX.	Tabla de clasificación de incendios .....	111
XXI.	Tabla de tipos de extintores según tipo de fuego que extinguen.....	112
XXII.	Colores de seguridad .....	118
XXIII.	Color + forma geométrica + símbolo = señal.....	119
XXIV.	Costos de equipo básico de seguridad e higiene industrial para los laboratorios de biología.....	125
XXV.	Manejo de desechos laboratorios de biología y química .....	128
XXVI.	Objetivos del programa de gestión de residuos.....	130
XXVII.	Metodología del programa de gestión de residuos.....	131
XXVIII.	Soluciones acuosas con metanol, etanol y las soluciones diluidas que se pueden verter en el desagüe .....	140
XXIX.	Métodos para tratamiento más detallados de acuerdo a la naturaleza del residuo para su desactivación.....	141
XXX.	Instrucciones generales para la segregación de residuos.....	144
XXXI.	Costos de equipo y manejo de desechos externo .....	150
XXXII.	Continuación preguntas de encuesta realizada a personal de laboratorios.....	151
XXXIII.	Entrevista sobre temas de capacitación.....	153
XXXIV.	Metodología para las capacitaciones .....	156
XXXV.	Temas de capacitaciones.....	156
XXXVI.	Cuadro de planificación de capacitaciones .....	157
XXXVII.	Pasos para implementar Seiri .....	165
XXXVIII.	Cronograma anual de capacitaciones para los laboratorios de biología.....	171
XXXIX.	Presupuesto de capacitaciones.....	172

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>cm</b>	Centímetro
<b>C°</b>	Grados centígrados
<b>ph</b>	Medida de acidez
<b>%</b>	Porcentaje



## GLOSARIO

<b>Check list</b>	Es una forma objetiva de valorar el estado de aquello que se somete a control.
<b>Círculo de Deming</b>	Es una estrategia de mejora continua de la calidad en cuatro pasos.
<b>Cromatógrafo</b>	Método físico de separación para la caracterización de mezclas complejas
<b>FODA</b>	Herramienta de estudio de la situación de una empresa, institución, proyecto o persona.
<b>ISO</b>	Organización Internacional de Normalización.
<b>Nitrilo</b>	Compuesto químico orgánico cuya molécula se obtiene al sustituir un átomo de hidrógeno del ácido cianhídrico por un radical orgánico.
<b>NTC-OHSAS</b>	Sistemas de Gestión en Seguridad y Salud Ocupacional.
<b>PVA</b>	Acetato de polivinilo.
<b>PVC</b>	Policloruro de vinilo.



## RESUMEN

La situación de los laboratorios de química y biología varía en relación con sus necesidades, porque los laboratorios de química cuentan con ciertos estudios previos donde se han creado manuales de prácticas y de seguridad e higiene, donde se encuentran las normas básicas, mientras tanto, los de biología no cuentan con ningún estudio previo en ninguna de las áreas.

El diagnóstico realizado reveló las carencias de los laboratorios, siendo el mantenimiento de las instalaciones el problema más grave encontrado dentro de estos; se tomó en cuenta y se insertó una parte del sistema de gestión de calidad al proyecto, círculo de Deming y hojas de revisión.

El manual de seguridad e higiene elaborado para los laboratorios de biología abarca temas claves como: el comportamiento dentro del laboratorio, el uso del equipo, normas a seguir en caso de accidentes, el manejo de residuos y señalización de los químicos y equipo, además se generó un manual de revisión y de incendios.

Para la parte del proyecto de producción limpia se detectó la necesidad imperante de crear un programa de gestión de residuos, para que este provea los parámetros para la correcta disposición de los desechos que se generan dentro de los laboratorios.

Basado en las necesidades, se generó un programa de capacitaciones para los laboratorios, formándolo de manera integral con las fases del proyecto tales como: la seguridad e higiene industrial, ahorro de energía y temas conductuales de los instructores.

# OBJETIVOS

## General

Diseño e implementación de un programa de seguridad e higiene industrial, gestión de desechos en los laboratorios de química y biología de FAUSAC, y un programa de capacitaciones para instructores de los laboratorios.

## Específicos

1. Realizar el diseño apropiado del manual de seguridad e higiene industrial para las características de los laboratorios biología y las mejoras para el programa de química.
2. Desarrollar métodos de control y mejora en el desarrollo e implementación del programa de seguridad e higiene industrial.
3. Promover la importancia de las normas de seguridad e higiene industrial dentro de los laboratorios.
4. Diseñar planes de protección y prevención contra incendios, con el fin de garantizar una respuesta ante un siniestro.
5. Instruir a los instructores de las prácticas en el diseño de las normas de seguridad e higiene, para su enseñanza hacia los estudiantes que lleven el laboratorio.

6. Crear una estructura que pueda ser base para futuros proyectos de seguridad e higiene industrial en la Facultad.
  
7. Diseñar un programa sobre gestión de residuos químicos y biológicos que indique los procedimientos a seguir para el manejo y tratamiento adecuado de este tipo de desechos.

## INTRODUCCIÓN

El presente proyecto es un programa de seguridad e higiene industrial para los laboratorios de química y biología, el cual ha sido promovido por las autoridades de la Facultad de Agronomía, para mejorar sus competencias frente a otras unidades académicas y universidades.

Este proyecto tiene como una de sus bases el sistema de gestión de calidad para su desarrollo, siendo el círculo de Deming la herramienta tomada del sistema, así como las hojas de revisión para el control de este programa.

La seguridad e higiene industrial en los laboratorios es de suma importancia ya que así prevalece la salud de los estudiantes a la hora que realicen sus prácticas. En todo laboratorio se deben tener ciertas medidas de prevención, protección y control, de esta forma se pueda asegurar a los estudiantes una realización de prácticas y docencia. El manual de seguridad e higiene es una guía que proporcionará información acerca de cómo podemos actuar de forma segura dentro del laboratorio, como manejar residuos que se genere dentro de estos, donde almacenar productos químicos, donde colocar señalamientos y la forma de actuar frente a ciertos accidentes que puedan poner en riesgo la integridad de los estudiantes así como de los profesores.

El proyecto se centra en contrarrestar las necesidades relacionadas con los temas de seguridad e higiene por lo que los objetivos están orientados a mejorar el ambiente de los laboratorios y proteger a los estudiantes que lleven las practicas, siendo estos un aproximado de 700 a 800 estudiantes por semestre entre química y biología, y otros cursos que utilizan los salones.

La fase de investigación se centró en un estudio de gestión de residuos integral, el cual está estructurado en manipulación, tratamiento segregación, recolección, transporte y almacenamiento temporal. Se encontró que no existe ningún esquema o proceso establecido en lo referente al manejo de desechos, por lo que es de suma importancia la implementación de un programa de manejo de desechos para los laboratorios.

La fase de enseñanza está estructurada de forma tal que abarque las áreas necesarias para lograr una capacitación integral por parte de los auxiliares y trabajadores de los laboratorios, ya habiendo detectado aspectos técnicos y conductuales débiles en temas de seguridad e higiene industrial.

# 1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

## 1.1. Reseña histórica

La Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala (FAUSAC) fue creada el 14 de junio de 1950, según acuerdo del Consejo Superior Universitario, presidido por el rector Miguel Asturias Quiñónez.

La FAUSAC se fundó durante el período revolucionario de 1944-1954, en virtud de que en esa década, al impulsarse el desarrollo capitalista independiente, era necesario contar con agrónomos de educación superior, capaces de mejorar la producción agrícola y contribuir a la modernización de Guatemala.

La FAUSAC comenzó a funcionar en el centro histórico de la Ciudad de Guatemala, siendo sus primeros profesores profesionales de otras áreas como médicos, ingenieros civiles, farmacéuticos y biólogos. Posteriormente en 1952, el ingeniero Alfredo Obiols, primer decano de la facultad, la trasladó al chalet Villa Ernestina el sector de La Reforma, en la misma ciudad, durante ese período existían 80 estudiantes.

En 1954, el rector de la USAC, el doctor Carlos Martínez-Durán, apoyó el traslado a la recién construida Ciudad Universitaria en zona 12, durante este período, la facultad funcionó en el edificio que actualmente ocupa la Escuela de Ciencias Lingüísticas, además, se le concedieron 18 hectáreas al Sur del *campus* para realizar las prácticas agroforestales.

Durante el gobierno del coronel Carlos Castillo Armas, en 1957, se le adjudicó a la universidad la finca llamada Sabana Grande, ubicada en Escuintla, con destino a la Facultad de Agronomía. En 1977, el Consejo Superior Universitario entregó a la FAUSAC la finca Bulbuxyá, ubicada en Suchitepéquez, para el desarrollo de investigación.

Entre 1978 y 1979, fueron inaugurados los edificios T-8 y T-9 siguiendo el patrón de nomenclatura del campus respecto a construcciones de facultades de área técnica. Durante la década de los años 1980 y 1990 con el fin de descentralizar la educación agronómica superior, la cobertura de la facultad se extendió a los principales Centros Universitarios Regionales con los que contaba la USAC. Durante dicho período, en algunos de los departamentos, además en esta época, diversifica la oferta académica de pregrado y comienza a desarrollar los primeros programas para el inicio de estudios de postgrado.

## **1.2. Descripción de la empresa**

La Facultad de Agronomía es una de las 10 facultades que conforman la Universidad de San Carlos de Guatemala, fundada en el 14 de junio de 1950, en el marco de la reforma universitaria de los gobiernos revolucionarios, debido a la necesidad de profesionales especializados en el área agronómica en un país eminentemente rural durante sus primeros pasos de modernización.

La FAUSAC actualmente posee 5 programas de pregrado y 5 programas de maestría, además, es una de las facultades que cuenta con el mayor número de profesores con posgrado.

### **1.2.1. Sedes de la Facultad de Agronomía**

En la actualidad la Facultad continúa ejerciendo funciones administrativas y docentes en el Campus Central Universitario y en los Centros Regionales más grandes.

- Campus central

La Facultad se encuentra distribuida en varios edificios en el centro-este de la Ciudad Universitaria, zona 12 de Ciudad de Guatemala.

- T-8: en éste edificio se encuentran ubicados los Laboratorios de la facultad así como el centro de investigaciones.
- T-9: este edificio alberga las aulas puras y oficinas administrativas.
- Uviger: es un edificio reciente creado para ubicar la Unidad de Vinculación y Gestión de Recursos

- CEDA

El Centro Experimental Docente de Agronomía constituye una serie de módulos y hectáreas al aire libre para desarrollar los programas de laboratorio y prácticas agroforestales a lo largo de 18 hectáreas.

- Finca Sabana Grande

Es una unidad docente productiva ubicada en el departamento de Escuintla para desarrollo de prácticas aplicadas, se encuentra a 65 kilómetros de la Ciudad Universitaria.

- Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá

Es una finca ubicada en el departamento de Suchitepequez a 136 kilómetros de la Ciudad Universitaria, utilizada por la Facultad para desarrollar investigación de sistemas de producción agrícola, recursos renovables y ambiente enfocado en zonas de vida tropical.

- Centros regionales

Debido a las características económicas de Guatemala, desde los años 1980 ha llevado a cabo un proceso de descentralización de las actividades de la Facultad, actualmente tiene presencia en la mayoría de Centros Regionales Universitarios:

- Centro Universitario de Oriente (CUNORI)
- Centro Universitario de Petén (CUDEP)
- Centro Universitario del Norte, (CUNOR)
- Centro Universitario de Occidente, (CUNOC)
- Centro Universitario de Sur Oriente, (CUNSORORI)
- Centro Universitario de Sur Occidente, (CUNSUROC)
- Centro Universitario de San Marcos, (CUSAM)
- Centro Universitario de Nor Occidente, (CUNOROC)
- Centro Universitario de Quiche, (CUSACQ)
- Centro Universitario de Santa Rosa (CUN SARO)

### **1.3. Actividades y productos que desarrolla la empresa**

La Facultad de Agronomía se ha caracterizado por ser una Unidad Académica que va a la vanguardia educativa en el ámbito de nuestra tricentenaria Universidad de San Carlos de Guatemala. Sus objetivos primordiales son:

- Generar, conservar y divulgar conocimiento científico-tecnológico para el avance de la ciencia agronómica.
- Formar capital humano a nivel de educación superior universitaria en producción agrícola y en manejo de recursos naturales renovables, obteniendo una formación profesional integral que le permita a la persona desempeñarse dentro de la sociedad con eficiencia, responsabilidad, ética y respeto a la naturaleza.
- Vincularse permanentemente con los sectores involucrados en la actividad agrícola y el manejo de los recursos naturales renovables.
- Ser un centro superior y avance de las ciencias agronómicas, propiciando el desarrollo de tecnología apropiada para el manejo y uso sostenible de los recursos naturales renovables y los sistemas de producción agrícola.
- Desarrollar las ciencias agronómicas: generando y promoviendo el conocimiento científico de procesos y fenómenos de la naturaleza y la sociedad, vinculados con el campo agronómico.
- Formar profesionales de excelencia académica.
- Orientar su acción a todos los sectores involucrados en los sistemas de producción agrícola y los recursos naturales renovables, contribuyendo a su desarrollo.
- Vincularse con todos los sectores que participan en la agricultura, propiciando el trabajo conjunto con los productores, a fin de conocer su

realidad y realizar aplicaciones prácticas de las ciencias agronómicas que permitan mejorar el manejo de los recursos naturales renovables y la producción agrícola en forma sostenible.

- Desarrollar todas sus acciones académicas y administrativas; de manera que se alcancen los objetivos y se optimice el uso de los recursos.<sup>1</sup>

Los valores con los que la Facultad cuenta y fomenta son los siguientes:

- Ética: cumplimiento del conjunto de valores establecidos: justicia, responsabilidad, identidad, solidaridad y honestidad.
- Justicia: manifestar trato equitativo en la toma de decisiones.
- Responsabilidad: cumplimiento de las atribuciones y convicciones.
- Solidaridad: identificarse con los intereses institucionales y las necesidades sociales.
- Identidad: orgullo por ser parte de la institución.
- Honestidad. actuar en base a los valores establecidos.<sup>2</sup>

Las competencias que se han logrado obtener a lo largo del tiempo son las siguientes:

- Liderazgo: capacidad de motivar a otros a alcanzar objetivos comunes.
- Efectividad: alcanzar los objetivos comunes.
- Trabajo en equipo: capacidad de interactuar en forma conjunta con otros compañeros en el cumplimiento de los objetivos.
- Comprensión del entorno: conocimiento de la problemática nacional y participación activa en la solución de la misma.
- Calidad: cumplimiento de estándares a través de mejoramiento continuo.

---

<sup>1</sup> FAUSAC, Objetivos y Valores, [http://fausac.gt/?page\\_id=82](http://fausac.gt/?page_id=82). Consulta: enero 2018

<sup>2</sup> *Ibíd.*

- Responsabilidad social: Buscar que las soluciones a implementar sean de beneficio colectivo.”<sup>3</sup>

La Facultad cuenta con cuatro carreras que son:

- Sistema de producción agrícola
- Recursos naturales renovables
- Industrias agropecuarias y industriales
- Gestión ambiental local

#### **1.4. Visión y misión**

- Misión

Formar profesionales con valores y conciencia social, que contribuyen al desarrollo sostenible del país, y al bienestar de sus habitantes a través de la generación y aplicación de conocimientos en la agricultura ampliada y ciencias ambientales.<sup>4</sup>

- Visión

Ser líder en educación superior con excelencia académica y valores, en los campos de la agricultura ampliada y ciencias ambientales.<sup>5</sup>

---

<sup>3</sup> FAUSAC, Competencias, [http://fausac.gt/?page\\_id=71](http://fausac.gt/?page_id=71). Consulta: enero 2018.

<sup>4</sup> FAUSAC, Misión y Visión, [http://fausac.gt/?page\\_id=71](http://fausac.gt/?page_id=71). Consulta: enero 2018.

<sup>5</sup> Ibid.

## **1.5. Estructura organizacional**

Para su adecuado funcionamiento, posee FAUSAC una estructura organizacional conformada por: Junta Directiva, Decanatura, Secretaria Adjunta y Secretario, Tesorería, Área de Ciencias, Área Tecnológica, Área Integrada e IIA (IIA: Es la estructura administrativa responsable de promover, organizar, dirigir, coordinar, dar seguimiento y evaluar la actividad investigativa de la Facultad de Agronomía).

La Junta Directiva de la Facultad está conformada en la actualidad por:

Ing. Agr. Mario Antonio Godínez López  
DECANO

Dr. Tomás Antonio Padilla Cámara  
VOCAL I

Ing. Agr. Cesar Linneo García Contreras  
VOCAL II

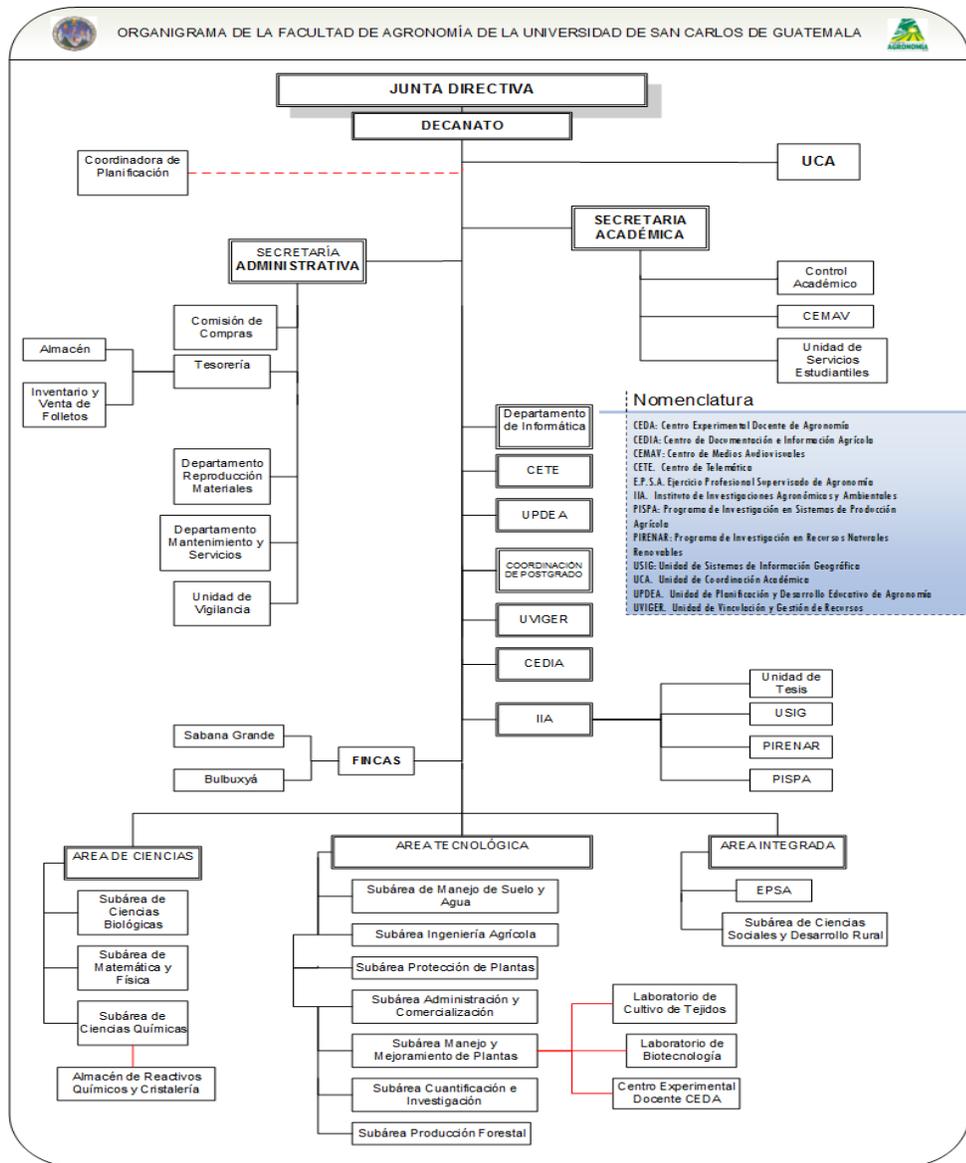
Ing. Agr. Erberto Raúl Alfaro Ortiz  
VOCAL III

Perito Agr. Walfer Yasmany Godoy Santos  
VOCAL IV

Perito Agr. Cristian Alexander Méndez López  
VOCAL V

Ing. Agr. Juan Alberto Herrera Ardón  
SECRETARIO ACADÉMICO

Figura 1. Organigrama FAUSAC



Fuente: FAUSAC, www.fausac.com, Consulta: enero de 2018.



## 2. METODOLOGÍA

### 2.1. Marco teórico

- Seguridad e higiene industrial

El conjunto de normas, conocimientos y técnicas dedicadas a reconocer, evaluar y controlar aquellos factores del ambiente, psicológicos, manejo de agentes nocivos y situaciones inseguras que provienen del trabajo y que pueden causar enfermedades o deteriorar la salud.

- Seguridad industrial

Es la técnica que estudia y norma la prevención de actos y condiciones inseguras causantes de los accidentes de trabajo.

- Higiene industrial

Son las condiciones o prácticas que conducen a un buen estado de salud y prevención de enfermedades, mediante el reconocimiento, evaluación y control de aquellos factores del ambiente, psicológicos o tensionales y riesgos laborales que provienen del trabajo.

### **2.1.1. Análisis de riesgos**

Se define e identifica a un riesgo, como los accidentes o enfermedades, peligros o el entorno al que está expuesto un trabajador en el ejercicio de sus funciones.

#### **2.1.1.1. Riesgos físicos**

Se encuentran en el lugar de trabajo, son comunes a las actividades que se realizan, son causantes de los riesgos físicos: ruido, presión, ventilación, vibraciones, iluminación, temperatura, radiaciones (ionizantes, no ionizantes). Los riesgos físicos son aquellos que puedan alterar la salud mental, emocional y física del trabajador.

Tabla I. **Factores de riesgo físico**

Riesgos físicos más comunes
<ul style="list-style-type: none"><li>• Aparatos mecánicos y máquinas</li><li>• Aparatos o instalaciones eléctricas</li><li>• Herramientas y equipo</li><li>• Objetos que pueden causar tropiezos o caídas</li><li>• Equipo móvil</li><li>• Caídas o derrames de aceites y grasas</li></ul>

Fuente: elaboración propia.

### 2.1.1.2. Riesgos químicos

Los agentes químicos son muy variados, han adquirido gran peligrosidad debido a combinaciones de sustancias inorgánicas utilizadas en la realización de las actividades de trabajo, entre ellas: niebla, gases, sustancias químicas, polvos y humos. Que puedan afectar directamente la salud del trabajador.

Criterios de peligrosidad de las sustancias químicas:

- Explosividad: es la capacidad de una sustancia de expandir sus moléculas en forma brusca y destructiva. Ejemplo: acetileno y sus derivados, peróxidos orgánicos, compuestos nitrosos, entre otros.
- Inflamabilidad: es la capacidad de una sustancia para producir combustión de sí misma con desprendimiento de calor
- Toxicidad: es la capacidad de una sustancia para producir daños a la salud de las personas que sean en contacto con ellas.
- Teratogenocidad: esta característica identifica a aquellas sustancias o residuos que por su composición producen efectos sobre el feto, pudiendo provocar la muerte del embrión, u ocasionar deformaciones, o conducir a una disminución del desarrollo intelectual o corporal.
- Carcinogenicidad: con esta característica se identifica a aquellas sustancias o residuos capaces de originar cáncer.
- Mutagenicidad: esta característica de riesgo, identifica aquellas sustancias o residuos que por su composición provocan mutaciones en el material genético de las células somáticas o de las células germinales.
- Reactividad: es la capacidad de una sustancia para combinarse con otra y producir un compuesto de alto riesgo, ya sea inflamables, explosivo, toxico o corrosivo.

- Corrosividad: sustancias con propiedades acidas o alcalinas. Por ejemplo: ácido clorhídrico, hidróxido de sodio, entre otros.

Para evitar los riesgos antes mencionados se deben seguir las recomendaciones básicas de la tabla II:

Tabla II. **Como evitar riesgos químicos**

Recomendaciones para evitar riesgos químicos	
•	Usar los productos químicos únicamente para el propósito indicado en las instrucciones, siguiéndolas estrictamente
•	No dejar comida o ingerir alimentos o bebidas dentro de la planta
•	Lavarse las manos y otras áreas del cuerpo expuestas, después de usar productos químicos
•	No suponer que los recipientes contienen los productos marcados en la etiqueta
•	No entrar en áreas donde se guarden o usen productos químicos, a menos que el trabajador lo requiera

Fuente: elaboración propia.

### 2.1.1.3. Riesgos biológicos

Este riesgo se da como consecuencia de realizar actividades en espacios naturales o en contacto con materias orgánicas, principalmente de origen natural, vegetal y animal.

También se da por presencia de trabajadores afectados que puedan transmitir el agente causal.

### **2.1.2. Actos inseguros**

Es toda falla o error humano que provoca accidentes; depende exclusivamente del individuo. En otras palabras, es todo acto o la infracción a las normas de seguridad en el trabajo.

Existen muchas acciones que se consideran como actos inseguros, tales como:

- La violación a reglamentos de seguridad establecidos.
- Realizar una operación sin estar autorizado.
- No usar las herramientas, materiales, equipo y aparatos adecuados a cada tarea.
- Postura y posiciones indebidas con respecto al trabajo o en relación con los demás trabajadores; por ejemplo: doblar la espalda o no coordinar los movimientos con los de los demás para el manejo de carga pesada.
- No usar o hacer inoperantes los equipos de seguridad.
- Ignorar el uso del equipo de protección personal.
- Distraer, molestar, insultar, sorprender.
- Cargar, estibar, almacenar, transportar o mezclar materiales sin seguir normas convenientemente establecidas.
- Trabajar a velocidades inseguras.
- Usar prendas que presenten riesgo en el lugar de trabajo (relojes, anillos, pulseras, cadenas, entre otros).

### **2.1.2.1. Condiciones inseguras**

Se refiere a los peligros que están presentes en el medio en que se desenvuelve el trabajador, es decir, a todo lo que lo rodea, en su micro atmósfera de trabajo.

Las condiciones inseguras se pueden clasificar de la siguiente manera:

- Condiciones físicas inseguras: se observan en el ambiente y en los objetos que no tienen mecanismos propios para un movimiento
- Condiciones mecánicas inseguras: las de las máquinas o aparatos que sí tienen sus propios movimientos
- Condiciones inseguras físicas y mecánicas: combinación de ambas

### **2.1.3. Especificaciones para la elaboración de un manual**

En el seno de todas las organizaciones, específicamente en nuestros archivos, se vuelve imperativa la necesidad de contar con instrumentos administrativos como los manuales de administrativos, que apoyen la atención del quehacer cotidiano, de modo que, en forma ordenada, planificada y oportuna consigan la comunicación, coordinación, dirección y evaluación administrativas eficientes.

Un manual es un documento elaborado sistemáticamente en el cual se indican las actividades, a ser cumplidas por los miembros de un organismo y la forma en que las mismas deberán ser realizadas, ya sea conjunta o separadamente<sup>6</sup>.

---

<sup>6</sup> ARIAS GALICIA, Fernando. *Administración de recursos humanos*. p. 363.

El manual administrativo deberá contener:

- Carátula. es la cubierta exterior del documento donde se identifica el contenido, el logotipo, el nombre del manual y la organización responsable.
- Portada. esta continúa después de la carátula, lleva el nombre del manual, de la organización responsable de su aplicación y el lugar y la fecha de edición.
- Índice general. es la presentación resumida y ordenada de los elementos constitutivos del documento.
- Presentación. es la explicación clara y concisa de los objetivos del manual y la exposición de la estructura del documento.

#### **2.1.3.1. Manual de seguridad e higiene industrial**

Un manual de higiene y seguridad industrial es definido como un conjunto de objetivos de acciones y metodologías establecidas para prevenir y controlar los accidentes de trabajo y enfermedades profesionales.

#### **2.2. Situación actual de los laboratorios de química y biología**

Para realizar el diagnóstico de la situación actual de los laboratorios de biología y química, se elaboró un análisis FODA y un diagrama de causa y efecto, por ser herramientas esenciales que proveen información necesaria para realizar acciones y medidas correctivas en el campo laboral. Se ha analizado detenidamente el proceso de la seguridad para conocer la situación actual de los mismos y proponer mejoras, que puedan reducir las debilidades que presenten.

### 2.2.1. Diagnostico FODA de los laboratorios

Para obtener la información de la herramienta FODA se realizaron entrevistas con los directores de las áreas de los laboratorios de química y biología, también con algunos encargados, además de visitas iniciales para una visualización de los atributos y carencias de los laboratorios, y el porqué surge la necesidad de realizar este proyecto, (ver tablas III, IV y V).

Tabla III. **Hoja de entrevista**

	<p>Facultad de Agronomía Área de Ciencias Encuesta de Seguridad e Higiene Industrial Laboratorios de Biología y Química Entrevista</p>
<ol style="list-style-type: none"><li>1. ¿Se ha hecho algún estudio previo de seguridad e higiene industrial?</li><li>2. ¿Se cuenta con algún tipo de normativo referente a la seguridad e higiene industrial?</li><li>3. ¿Se ha hecho algún tipo de modernización de equipo o mobiliario?</li><li>4. ¿Cuál ha sido el mayor inconveniente para implementar mejoras dentro del laboratorio?</li><li>5. ¿Por qué cree que este factor ha detenido la mejora que se pudo implementar?</li></ol>	

Fuente: elaboración propia.

Basados en las entrevistas realizadas se constató que los laboratorios de biología no cuentan con ningún estudio previo, además de no contar con una normativa establecida, mientras que los laboratorios de química si cuentan con ambas, por lo que se procederá a un análisis de los segundos en los incisos

posteriores para la revisión de las instalaciones y las implementaciones hechas en lo referente a seguridad e higiene industrial.

Tabla IV. **Diagnóstico de los laboratorios de biología**

	FORTALEZAS	DEBILIDADES
Análisis Interno	<p>a. Se atiende aproximadamente a 700 estudiantes por semestre en los laboratorios de química y biología.</p> <p>b. Se cuenta con instructores altamente capacitados en los temas de las prácticas.</p> <p>c. Ambiente agradable de trabajo grupal.</p> <p>d. Buena imagen de la facultad en comparación de otras unidades académicas y universidades.</p> <p>e. Se forman profesionales altamente competitivos.</p>	<p>a. Presupuesto de lenta aplicación.</p> <p>b. Demasiado papeleo para implementar mejoras</p> <p>c. No existen mecanismos que promuevan las mejoras y motiven a los trabajadores y estudiantes</p> <p>e. Falta de estudios que indiquen con claridad el estado general de estas áreas.</p> <p>f. No existe un programa de mantenimiento del mobiliario y equipo de los laboratorios.</p>
	OPORTUNIDADES	AMENAZAS
Análisis Externo	<p>a. Crear un ambiente agradable y seguro para los estudiantes.</p> <p>b. Mejorar la dinámica de las prácticas al contar un sistema de seguridad e higiene industrial idónea y actualizada.</p> <p>c. Una facultad en expansión y en búsqueda de una reacreditación.</p> <p>d. Mejorar la imagen de la facultad</p>	<p>a. Unidades académicas y otras universidades en busca de una mejor calidad de enseñanza.</p> <p>b. La facultad no reciba el presupuesto necesario para implementar mejoras.</p> <p>c. Posibilidad de perder la acreditación.</p> <p>d. Que las instalaciones queden obsoletas en comparación de otras unidades académicas y universidades.</p>

Fuente: elaboración propia.

Tabla V. **Matriz FODA**

<p style="text-align: center;">Factores internos</p> <p style="text-align: center;">Factores externos</p>	<p style="text-align: center;">Lista de Fortalezas</p> <p>F1. Se atiende aproximadamente a 700 estudiantes por semestre en los laboratorios de química y biología.</p> <p>F2. Se cuenta con instructores altamente capacitados en los temas de las prácticas.</p> <p>F3. Ambiente agradable de trabajo grupal.</p> <p>F4. Buena imagen de la facultad en comparación de otras unidades académicas y universidades.</p> <p>F5. Se forman profesionales altamente competitivos.</p>	<p style="text-align: center;">Lista de Debilidades</p> <p>D1. Presupuesto de lenta aplicación.</p> <p>D2. Demasiado papeleo para implementar mejoras</p> <p>D3. No existen mecanismos que promuevan las mejoras y motiven a los trabajadores y estudiantes</p> <p>D4. Falta de estudios que indiquen con claridad el estado general de estas áreas.</p> <p>D5. No existe un programa de mantenimiento del mobiliario y equipo de los laboratorios.</p> <p>D6. Manejo inadecuado de desechos.</p>
<p style="text-align: center;">Lista de Oportunidades</p> <p>O1. Crear un ambiente agradable y seguro para los estudiantes.</p> <p>O2. Mejorar la dinámica de las prácticas al contar un sistema de seguridad e higiene industrial idónea y actualizada.</p> <p>O3. Una facultad en expansión y en búsqueda de una reacreditación.</p> <p>O4. Mejorar la imagen de los laboratorios dentro de la facultad y otras unidades académicas</p>	<p style="text-align: center;">FO (maxi-maxi)</p> <p>Crear un programa de capacitación sobre seguridad e higiene industrial para promover un ambiente seguro para los estudiantes. (F2,O2,O1)</p> <p>Fortalecer la formación de los estudiantes mediante un sistema de seguridad e higiene industrial idóneo durante las prácticas para que sean profesionales mejor preparados.(F1,F5,F4,O2)</p>	<p style="text-align: center;">DO(mini-maxi)</p> <p>Incorporar programas de control de mantenimiento de las instalaciones para generar una mejor imagen de los laboratorios. (D5,D4, O4)</p> <p>Crear un programa de actualización de mobiliario y equipo según normas internacionales. (D5,O3)</p> <p>Implementar un programa de manejo de desechos para evitar contaminación ambiental y prevenir daño a los estudiantes y el medio ambiente. (D6,O1,O3)</p>

Continuación de la tabla V.

Lista de Amenazas	FA(maxi-mini)	DA(mini-mini)
<p>A1. Unidades académicas y otras universidades en busca de una mejor calidad de enseñanza.</p> <p>A2. La Facultad no reciba el presupuesto necesario para implementar mejoras.</p> <p>A3. Posibilidad de perder la acreditación.</p> <p>A4. Que las instalaciones queden obsoletas en comparación de otras unidades académicas y universidades.</p>	<p>Crear un manual de seguridad e higiene industrial para contar con una base que pueda ser utilizada por los instructores y poder mejorar la enseñanza. (F2,A1)</p> <p>Hacer encuestas sobre las instalaciones de los laboratorios con los estudiantes e instructores sobre las instalaciones y temas de seguridad e higiene industrial, para generar una crítica y autocrítica en busca de una mejora integral. (F3,F1,A4,A1)</p>	<p>Crear una base de datos de las mejoras implementadas, para ser posteriormente divulgada por parte de las autoridades. (D5,D6,A1)</p> <p>Implementar un programa de mejora continua sobre las normas básicas de seguridad e higiene industrial en los laboratorios. (D5,D6,D3,A4,A1,A3)</p>

Fuente: elaboración propia.

Mediante el análisis FODA se observó que algunos factores importantes salen de la limitación del presente proyecto, como el presupuesto insuficiente y la lenta ejecución del mismo, ya que estos son temas que no solo padecen los laboratorios, sino la USAC en general y están fuera de los alcances del estudio.

### **2.2.2. Diagrama de causa y efecto de los laboratorios de biología**

El principal problema analizado para la elaboración del diagrama causa y efecto fue el peligro al que está expuesto el estudiante; el cual se tiene como causa raíz la inexistencia de un plan de seguridad e higiene industrial en los laboratorios, esto deriva las subcausas que provienen del orden y limpieza, manejo de desechos, mobiliario y equipo, equipo de protección y señalización. La elaboración se realizó por medio de lluvia de ideas para una adecuada construcción, interpretación y una encuesta realizada a los auxiliares, profesores titulares que imparten las prácticas, esta tiene como objetivo el análisis no solo del diagrama de causa y efecto, también se vincula con otros incisos del presente trabajo.

A continuación, se detallan los pasos para detectar los inconvenientes:

- Se identificó el problema al contar con medidas mínimas de seguridad e higiene
- Se analizaron las causas mediante una clasificación de categorías para evaluar los diferentes eventos en los laboratorios.
- Se inspeccionaron las causas para encontrar las estrategias que puedan reducir el efecto del problema.
- Se generó un plan de acción para eliminar las causas identificadas en los laboratorios.

Tabla VI. Encuesta laboratorios de biología

	<p>Facultad de Agronomía Área de Ciencias Encuesta de Seguridad e Higiene Industrial Laboratorio de Biología Encuesta</p>
<p>A continuación se le realizan una serie de preguntas las cuales deberá de responder, para las interrogantes de opción múltiple encerrar en un círculo el inciso escogido, para las preguntas 3, 4 y 9 se pueden escoger más de un inciso dependiendo de la respuesta.</p>	
<p>1. ¿Cuánto tiempo tiene de dar la práctica de laboratorio?</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 1 a 6 meses    •    7 a 12 meses    •    13 a 18 meses    •    19 a 24 meses</li><li>• más de 24 mese</li></ul>	
<p>2. ¿Cuál es el nombre de la práctica que imparte?</p>	
<p>3. ¿Qué tipo de equipo de seguridad individual utilizan los estudiantes en el transcurso de las prácticas?</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Bata de seguridad</li><li>• Anteojos protectores</li><li>• Mascarilla</li><li>• Guantes</li><li>• Otro, mencione: _____</li></ul>	
<p>4. ¿Cómo se manejan los desechos dentro de los laboratorios?</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Se envían a una empresa especializada</li><li>• Se almacenan para su posterior eliminación</li><li>• Se vierten en el desagüe o tierra sin ser desactivados</li></ul>	
<p>5. ¿En el desarrollo de alguna práctica se ha producido algún tipo de accidente?</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Si</li><li>• No</li></ul>	

Continuación de la tabla VI.

6. Si la respuesta anterior fue Si, ¿Qué tipo de accidente se ha producido, en cuantas ocasiones y motivo?

Concepto	Cantidad	Motivos
• Quemaduras		
• Golpes		
• Intoxicación		
• Electrocuación		
• Torceduras		
• Irritaciones en piel o ojos		
• Cristalería rota		
• Cortes en la piel		

7. ¿Se ha reemplazado o dado mantenimiento al equipo en mal estado?

- Si
- No

8. Si la respuesta anterior fue Si, ¿Cuántas veces y en que lapsos de tiempo se ha dado?

- Una vez al año • Dos veces al año • Tres veces al año
- Más de tres veces al año

9. ¿Cuál cree usted que es el problema principal en el laboratorio sobre seguridad e higiene industrial?

- No existen procedimientos claros sobre seguridad e higiene industrial
- Orden y limpieza
- Manejo de desechos
- Mobiliario y equipo en mal estado
- Equipo de protección colectivo e individual insuficiente o inexistente
- Señalización
- Otro, mencione: \_\_\_\_\_

10. ¿Existe un manual de seguridad e higiene industrial para los laboratorios?

- Si
- No

11. ¿Existe algún programa sobre gestión de residuos dentro de los laboratorios?

- Si
- No

12. ¿Existe algún programa contra incendios dentro de los laboratorios?

- Si
- No

Continuación de la tabla VI.

13. ¿Se ha contado con suficientes recursos financieros para la implementación de mejoras en los laboratorios?
- Si
  - No
14. ¿Cómo recomendaría usted que se pueda mejorar la situación de los laboratorios en lo referente a seguridad e higiene industrial?

Fuente: elaboración propia.

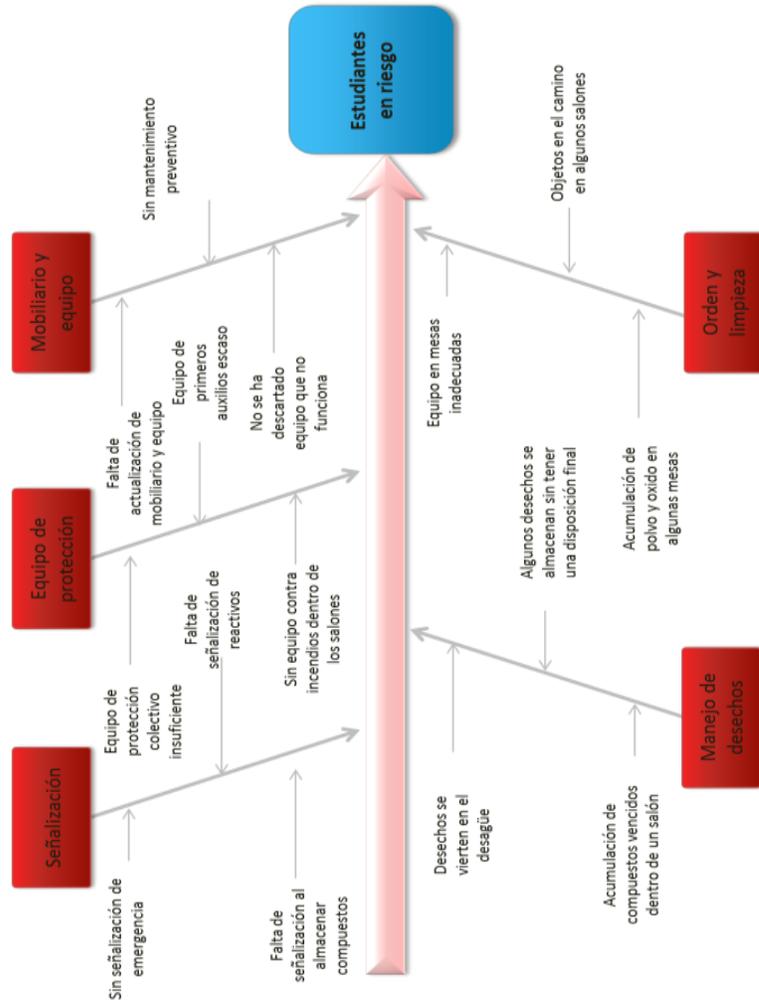
Para la determinación de cada una de las causas del problema fue necesario encuestar y entrevistar a los empleados para conocer los factores que pueden provocar los accidentes al momento de realizar las prácticas. Además se observaron las situaciones de seguridad e higiene que condicionan la realización de las actividades, detectando los peligros existentes dentro de los laboratorios.

- Orden y limpieza
  - Acumulación de polvo y oxido en algunas mesas
  - Objetos en el camino en algunos salones
  - Equipo en mesas inadecuadas
  
- Manejo de desechos
  - Desechos se vierten en el desagüe
  - Algunos desechos se almacenan sin tener una disposición final
  - Acumulación de compuestos vencidos dentro de un salón

- **Mobiliario y equipo**
  - Falta de actualización de mobiliario y equipo
  - Sin mantenimiento preventivo
  - No se ha descartado equipo que no funciona
  
- **Equipo de protección**
  - Equipo de protección colectivo insuficiente
  - Sin equipo contra incendios dentro de los salones
  - Equipo de primeros auxilios escaso
  
- **Señalización**
  - Sin señalización de emergencia
  - Falta de señalización de reactivos
  - Falta de señalización al almacenar compuestos

Estos cinco ejes principales simplificaron las causas que pueden provocar y han provocado accidentes e inconvenientes a la realización de las prácticas en temas de seguridad e higiene industrial, es conveniente poner en perspectiva las necesidades específicas en cada uno de estos ejes desde cambios de conducta hasta una inversión económica considerable por parte de la facultad.

Figura 2. Análisis del diagrama causa y efecto

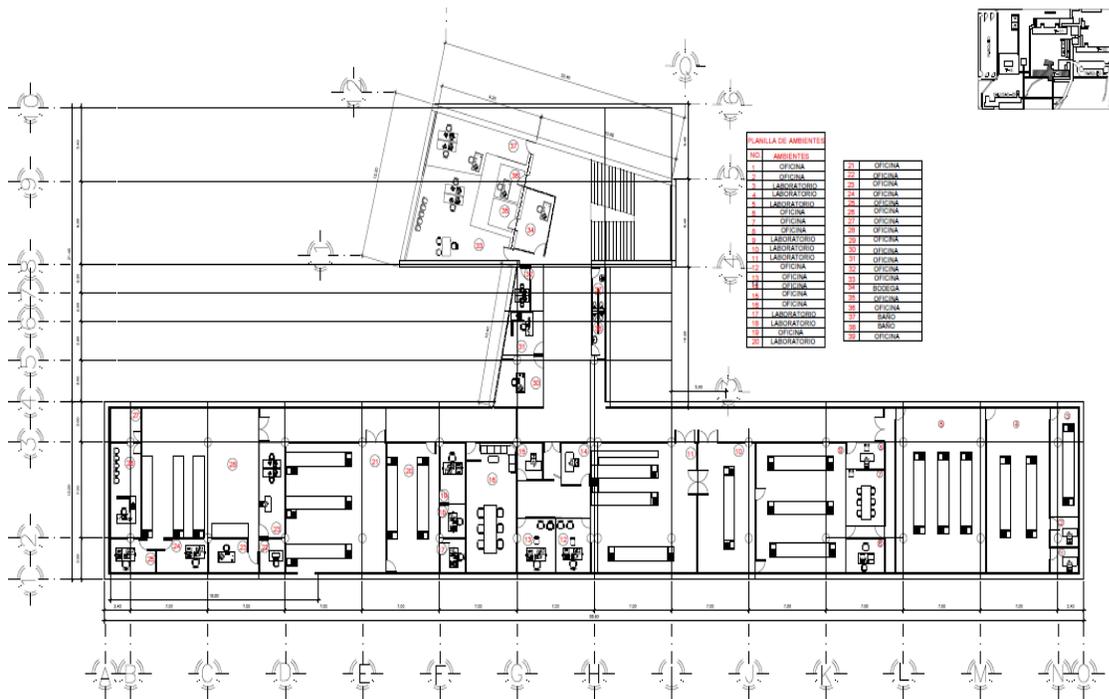


Fuente: elaboración propia.

### 2.2.3. Plano general de los laboratorios

Los laboratorios de química se encuentran en el segundo nivel del edificio T-8, en la figura 2 se puede observar las instalaciones, en los planos los ambientes 4, 5, 9, 10 y 11 son el área utilizada para el desarrollo de los laboratorios.

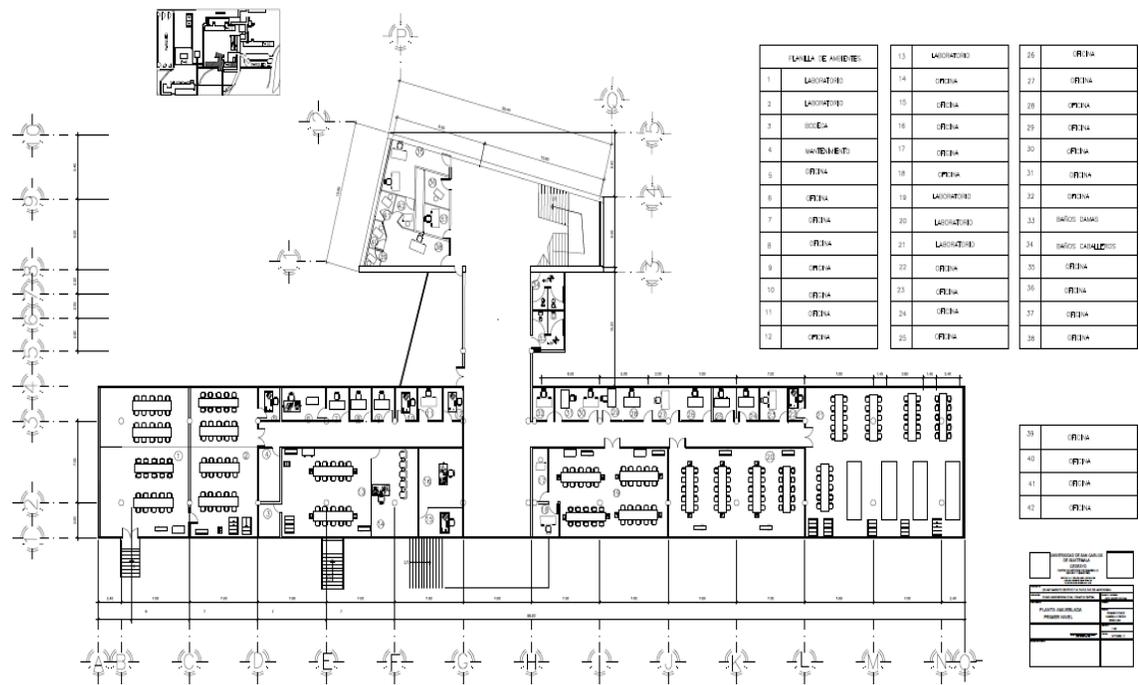
Figura 3. Plano de los laboratorios de química



Fuente: CEDESUD.

Los laboratorios de biología se encuentra en el primer nivel del edificio T-8, en la figura 3 se puede observar las instalaciones, en el plano los ambientes 1, 2, 13 y 19 es el área utilizada por los laboratorios.

Figura 4. **Plano de los laboratorios de biología**



Fuente: CEDESVD.

## **2.2.4. Análisis de la seguridad industrial**

Los aspectos de seguridad industrial de los laboratorios varía en los de biología y química, por lo cual se debe de hacer esta distinción, porque en los siguientes incisos utilizaremos una serie de *check list*, así como utilizar algunos incisos de la encuesta realizada (ver tabla VI ), los cuales servirán para analizar el equipo de seguridad e higiene industrial colectivo que poseen los laboratorios de química, además de revisar ciertas normas que se implementan en algunas de sus prácticas, por parte de los laboratorios de biología se empieza con muy poco equipo para la seguridad e higiene industrial y ninguna normativa.

### **2.2.4.1. Investigación y análisis de los accidentes**

Por no contar con una base de datos sobre accidentes ocurridos en los laboratorios de biología, fueron analizados los accidentes más comunes dentro de un laboratorio, mediante la investigación y comparación de atributos, de recintos con una temática similares, para recabar los datos se utilizó una encuesta (ver tabla VI), en esta se hizo la pregunta de que si se habían producido accidentes durante la realización de alguna práctica que se haya impartido, además de especificar el tipo de accidente y la causa. Se debe de tener en cuenta que el 60 % de los instructores lleva un año o más de docencia en los laboratorios y los profesores titulares llevan más de 5 años.

Los resultados de la encuesta en lo referente a número de accidentes se pueden observar en la tabla VII.

Tabla VII. **Cantidad de accidentes en los laboratorios**

<b>Concepto</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Motivos</b>
• Quemaduras	0	
• Golpes	0	
• Intoxicación	0	
• Electrocuación	0	
• Torceduras	0	
• Irritaciones en piel o ojos	4	Malestar mínimo en ojos por exposición al gas de ácido clorhídrico
• Cristalería rota	2	Descuido de los estudiantes
• Cortes en la piel	21	Por el uso de cuchillas de afeitar

Fuente: elaboración propia.

La mayor cantidad de accidentes que se lograron registrar fueron por el uso de cuchillas que se utilizan para cortar hojas y algunas plantas, para su posterior estudio por parte de los estudiantes, Es de importancia el observar que los casos de irritación en los ojos ha sido de manera leve, pero que podrían haber otros casos si no se toman acciones correctivas, y se advirtieron solo dos casos de cristalería rota, por parte de los instructores.

Para los laboratorios de química en el momento de hacer la entrevista con el encargado de estos nos mencionó que ellos llevan registro de los accidentes, el cual es similar al que se utilizó en la tabla VII, en esta base de datos no existe ningún accidente, lo que se mencionó y se observó en las visitas es que se suscitan pequeños derrames de gotas en los muebles, estos son los que provocan el desgaste en las mesas, pero al ser tan mínimos y comunes no se puede llevar un registro exacto.

#### **2.2.4.2. Análisis de riesgos**

Se deben analizar de una manera estructurada y clara los riesgos que se encuentran en las instalaciones y en el desarrollo de las prácticas, por lo que se describirán a continuación los riesgos encontrados:

##### **2.2.4.2.1. Análisis del mobiliario y equipo de los laboratorios de biología y química**

Parte de los riesgos físicos son provocados por el mobiliario y equipo que se utiliza dentro de los laboratorios de biología, por lo que se procedió a su análisis el cual está detallado en la hoja de revisión (ver tabla VIII), para los laboratorios de química se utilizó la misma metodología.

Se utilizaron métodos simples de análisis para su mejor comprensión además de simplificar su análisis, ya que se pudo observar claramente las necesidades imperantes en los laboratorios en lo referente a mobiliario y equipo.

Tabla VIII. **Hoja de revisión de mobiliario y equipo del laboratorio de biología**

	<b>Facultad de Agronomía</b> <b>Área de Ciencias</b> <b>Hoja De Revisión De Seguridad E Higiene Industrial Y Mantenimiento</b>			
	Laboratorio:		Evaluador:	
	Fecha:		Cód. Revisión:	
	Encargado del laboratorio: Firma:		Encargado de mantenimiento: Firma:	
<b>Mobiliario y equipo</b>				
Concepto	Bueno	Regular	Malo	Observaciones
Mesas para desarrollo de la práctica		X		
Mesas para soporte de equipo técnico			X	
Sillas		X		
Pizarrones y cañoneras		X		
Cristalería	X			
Microscopios	X			
Balanzas		X		
Muebles de almacenamiento		X		
Estufas eléctricas			X	
Muflas		X		

Fuente: elaboración propia.

La calificación fue similar para los cuatro salones de laboratorio de biología, tomando en consideración que en algunos no se contaba con cañonera, en otros no contaban con muflas, o algún otro equipo, dada la naturaleza de las practicas que se realizan en los mismos.

- Mesas de soporte de equipo: se observa un desgaste evidente por la falta de mantenimiento (ver figura 5).
  - Acumulación de polvo y oxido
  - Bordes filosos
  - Una posible caída del equipo por el mal estado de las mesas que soportan equipo pesado.

Figura 5. **Mesas de soporte de equipo técnico**



Fuente: laboratorios de biología.

- Estufas eléctricas: las estufas eléctricas por el uso constante de las mismas, ha provocado un desgaste normal (ver figura 6).
  - Acumulación de oxido
  - Desgaste en la hornilla por el uso puede provocar quemaduras

Figura 6. **Estufas eléctricas**



Fuente: Laboratorios de biología.

Tabla IX. **Riesgos encontrados en el mobiliario y equipo**

<b>Causas</b>	<b>Efectos</b>
Mesas de soporte de equipo inadecuadas	Caídas del equipo
Falta de mantenimiento adecuado	Golpes por parte de los estudiantes
Sin cambio de equipo con gran signo de desgaste	Quemaduras
Uso incorrecto del equipo	Cortes
Desgaste en estufas eléctricas	

Fuente: elaboración propia.

Basados en la hoja de revisión y el inciso de investigación y análisis de accidentes, podemos notar que la mayor incidencia de accidentes se ha dado por el uso incorrecto del equipo, en este caso el más frecuente ha sido la utilización de cuchillas, cristalería rota que ha sucedido en dos ocasiones en el transcurso de varios años.

Tabla X. **Hoja de revisión de mobiliario y equipo del laboratorio de química**

	Facultad de Agronomía Área de Ciencias Hoja De Revisión De Seguridad E Higiene Industrial Y Mantenimiento			
	Laboratorio:		Evaluador:	
	Fecha:		Cód. Revisión:	
<b>Encargado del laboratorio:</b> <b>Firma:</b>			Encargado de mantenimiento: Firma:	
<b>Mobiliario y equipo</b>				
Concepto	Bueno	Regular	Malo	Observaciones
Mesas para desarrollo de la práctica			X	
Mesas para soporte de equipo técnico			X	
Sillas		X		
Pizarrones y cañoneras		X		
Cristalería	X			
Balanzas		X		
Muebles de almacenamiento		X		
Estufas eléctricas			X	

Fuente: elaboración propia.

El análisis es similar al de los laboratorios de biología siendo el único inciso que varía es el inciso de mesas para desarrollo de las prácticas en el cual se puede observar el desgaste que se ha sido provocado por pequeños derrames de los diferentes compuestos con los que se trabaja (ver figura 7), así como por el agua de los lavamanos en algunos casos (ver figura 8), todos estos son factores comunes en un área de practica de química, el material de recubrimiento es de una formica que no tiene el grosor, ni las características técnicas para el tipo de trabajo que se realiza, conjuntamente son mesas con bases de madera el cual es muy propenso al desgaste por líquidos.

Figura 7. **Derrame de pequeñas gotas**



Fuente: laboratorio de química.

Figura 8. Oxidación y desgaste por el agua



Fuente: laboratorios de química.

#### 2.2.4.2.2. Riesgo de incendio

Los riesgos de un incendio están presentes dentro de cualquier laboratorio de química o biología, ya que no solo se presenta el factor más común de un incendio dentro de un edificio como lo es el sistema eléctrico sino se manejan otros factores relevantes que serán descritos en la tabla XI.

Tabla XI. Riesgos de un incendio dentro de los laboratorios

<b>Riesgos presentes en los laboratorios de química y biología</b>	
○	Equipo utilizado <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Mecheros</li><li>▪ Muflas</li><li>▪ Secadores</li></ul>
○	Sistema eléctrico <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Tomacorrientes</li><li>▪ Luminarias</li></ul>
○	Sistema de gas

Fuente: elaboración propia.

Los riesgos están latentes en toda instalación donde haya un sistema eléctrico, para los laboratorios se ha producido un deterioro por el uso constante de tomacorrientes y luminarias, además de que algunos estudiantes no tienen el cuidado adecuado de los dispositivos eléctricos, este es un peligro que existe en todos los edificios.

En los laboratorios de química esta normado en lo referente al uso de equipo electrónico dentro de los laboratorios.

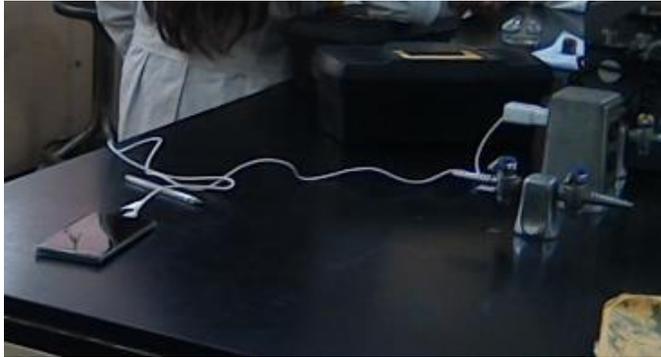
- Se prohíbe el uso de celulares, laptop y tablets, al momento de desarrollar las prácticas.
- Tener el cuidado debido al conectar y desconectar equipo de trabajo de los tomacorrientes.<sup>7</sup>

Para los laboratorios de biología no existe un normativo respecto a aspectos del sistema eléctrico, por lo que se pudo observar ciertos comportamientos que no son los indicados al momento de estar en realización de una práctica de laboratorio (ver figura 9).

---

<sup>7</sup> Facultad de Agronomía, *Manual de prácticas del laboratorio de química*.

Figura 9. **Uso indebido del sistema eléctrico en la práctica**



Fuente: laboratorio de biología.

En los laboratorios también se pudo observar que se utiliza cierto equipo con llamas como lo son los mecheros (ver figura 10), estufas eléctricas (ver figura 6), muflas y secadores, con los mecheros es donde existe el mayor peligro dado el uso constante de este instrumento de parte de los estudiantes.

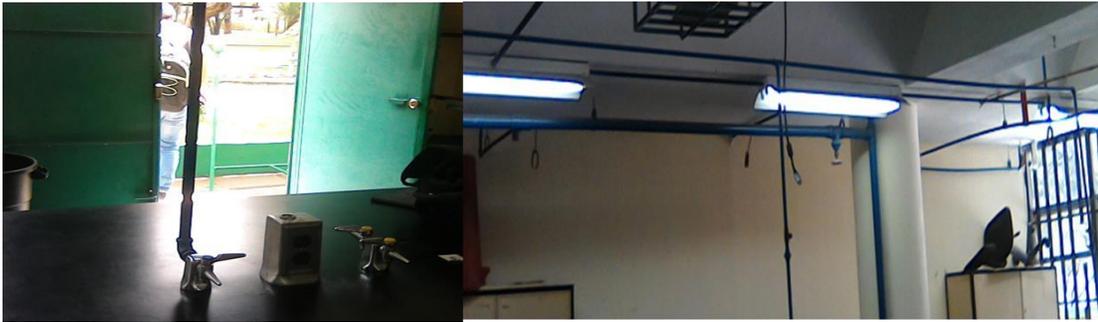
Figura 10. **Uso de mechero**



Fuente: laboratorios de biología.

Dentro de los laboratorios la distribución de gas está definida y en buenas condiciones (ver figura 11), pero se cuenta con un problema grave ya que el cilindro de gas se encuentra instalado de una manera que no cumple con ninguna norma de seguridad industrial (ver figura 12), además que en los laboratorios de química en un salón se tiene el cilindro de gas a la par de la mesas de trabajo ya que no se utiliza el cilindro el cual debería de proveer de gas a los laboratorios por el peligro que conlleva.

Figura 11. **Sistema de distribución de gas**



Fuente: laboratorios de biología.

Figura 12. **Instalación de cilindro de gas inadecuada**



Fuente: Facultad de Agronomía, USAC, Edificio T-8.

Figura 13. **Cilindro de gas dentro de las instalaciones de prácticas**



Fuente: laboratorio de química.

#### **2.2.4.2.3. Riesgos biológicos**

Los riesgos biológicos encontrados en los laboratorios de química fueron prácticamente nulos, porque no se trabaja con algún tipo de plantas peligrosas, animales o alguna fuente de microorganismos que afecten al ser humano.

Los laboratorios de biología por la naturaleza de los mismos trabajan con siguientes componentes biológicos:

- Verduras
- Plantas de varios tipos
- Sangre humana

Los riesgos que se pueden observar debido a los componentes con los que se trabajan se enumeran a continuación:

- Reacciones alérgica a alguna planta con la que se trabaje.
- Al trabajar con sangre se está expuesto a un sinfín de enfermedades que puedan ser transmitidas por contacto.

Para la práctica donde se trabaja con pruebas de sangre para encontrar el grupo sanguíneo al que se pertenece, el estudiante está expuesto al contacto de la sangre de otro compañero, para esta práctica no se utiliza guantes que deben de ser de importancia para el desarrollo de esta.

#### **2.2.4.2.4. Riesgos químicos**

Los peligros químicos son inherentes dada la naturaleza de los laboratorios, se basó el análisis de riesgos químicos en la encuesta realizada (ver tabla VI), en la hoja de revisión de mobiliario y equipo (ver tabla VIII), y visitas técnicas que se realizaron en varias ocasiones:

Tabla XII. **Peligros químicos en los laboratorios**

Peligros químicos que se encuentran en los laboratorios	
○	Señalización <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Cristalería</li><li>▪ Recipientes</li></ul>
○	Almacenamiento <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Distribución errónea</li><li>▪ Material de trabajo sin almacenaje</li></ul>
○	Manejo de los químicos

Fuente: elaboración propia.

El manejo de las sustancias químicas es básico por parte de los laboratorios, para ambos laboratorios no se toma en cuenta la señalización de los recipientes donde se almacenan ciertos compuestos y elementos, se denoto que en algunos casos no contaban con un espacio establecido para el almacenaje de material de trabajo, como lo son los herbicidas que son altamente tóxicos para el ser humano en el caso de los laboratorios de biología, así como no se cuenta con una distribución idónea en el lugar donde se almacenan los reactivos a ser utilizados.

#### 2.2.4.3. Equipo de protección utilizado

Para los laboratorios de biología el equipo de protección es mínimo, ya que ellos no cuentan con manual o procedimientos respecto a equipo de protección tanto personal como colectiva, lo podemos observar mediante la tabla XIII:

Tabla XIII. **Equipo de protección laboratorios de biología**

Equipo de protección en los laboratorios de biología	
○	Equipo de protección personal
▪	Bata blanca(ver figura 14)
○	Equipo de protección colectiva
▪	Extintores (ninguna)
▪	Botiquín(1 salón de 4)
▪	Extractor de aire (ninguno)
▪	Ducha de seguridad(ninguno)
▪	Cámara extractora de gases(1 salón de 4)
▪	Fuente lava ojos (1 salón de 4)

Fuente: elaboración propia.

Figura 14. **Uso de bata en los laboratorios de biología**



Fuente: laboratorio de biología.

Para los laboratorios de química se manejan distintos tipos de protección tanto personal como colectiva, ya que ellos cuentan con varios manuales de seguridad e higiene industrial para el desarrollo de las prácticas, las cuales se describen en la tabla XIV.

Tabla XIV. **Equipo de protección laboratorios de química**

Equipo de protección en los laboratorios de química	
○	Equipo de protección personal <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Bata blanca</li><li>▪ Gafas(en las prácticas donde se necesitan)</li></ul>
○	Equipo de protección colectiva <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Extintores (en todos los salones ver figura 15)</li><li>▪ Botiquín (2 de 5 salones ver figura 16)</li><li>▪ Extractor de aire(4 de 5 salones ver figura 18)</li><li>▪ Ducha de seguridad(3 de 5 salones ver figura 17)</li></ul>

Fuente: elaboración propia.

Figura 15. **Extintores**



Fuente: laboratorios de química.

Figura 16. **Botiquín**



Fuente: laboratorios de química.

Figura 17. **Duchas de seguridad**



Fuente: laboratorio de química.

Figura 18. **Extractor de aire**



Fuente: laboratorio de química.

#### 2.2.4.4. Normas utilizadas en el laboratorio

Las autoridades de los laboratorios de biología no denotaban el alcance de poseer un manual con normas y reglas establecidas, para el desarrollo de los correspondientes laboratorios, por lo que solo se cuenta con ciertas recomendaciones dadas por los instructores para con los estudiantes las cuales varían dependiendo de la persona que realiza la práctica, algunas de estas se detallan en la tabla XV.

Tabla XV. **Recomendaciones básicas para con los estudiantes del laboratorio de biología**

<b>Recomendaciones proporcionadas por los instructores</b>
No jugar en el laboratorio Se prohíbe los alimentos dentro de los salones Se prohíbe fumar Es obligatorio el uso de bata Es digno de expulsión definitiva todo aquel que hurte, dañe equipo o infraestructura de las instalaciones

Fuente: folletos de desarrollo de prácticas.

Estos son algunas de las recomendaciones básicas dadas a los estudiantes, teniendo en cuenta que ningún normativo referente a seguridad e higiene industrial está aprobado, es difícil tener una certeza la forma en que se manejan las normas dentro de los laboratorios, solo se ha podido realizar un análisis a base de entrevistas y testimonios de los instructores que realizan la práctica. Otras recomendaciones, metodologías y costumbres acerca de seguridad e higiene industrial se han podido desglosar en los incisos correspondientes.

En los laboratorios de química se ha podido observar un avance mayor en concepto de normas sobre higiene e seguridad industrial como se ha observado en los incisos anteriores en el manejo de seguridad, equipo de protección colectiva además que cuentan con el Manual de Prácticas de Química en el cual se observan los parámetros básicos para el desarrollo de las prácticas, además se pudo constatar que se están implementando ciertas mejoras a este manual, están integrando ciertas normas que maneja la comisión de riesgos de la Facultad de Agronomía en la que se trabaja un plan de evacuación en caso de terremoto, esta recomendación es tener pasillos despejados para poder evacuar de una manera correcta y sin inconvenientes, por lo que ahora en los salones de laboratorio donde halla espacio los bolsos se dejan en un solo lugar para evitar que estorben a la hora de salir en caso de un sismo (ver figura 19).

Figura 19. **Bolsos sobre una mesa**



Fuente: laboratorio de química.

## 2.2.5. Higiene industrial

La higiene industrial es indispensable para el bienestar físico-mental de los estudiantes, por lo que se analizará los factores que puedan generar malestar a los estudiantes:

### 2.2.5.1. Ventilación

La ventilación es un aspecto importante a observar dentro de los laboratorios, ya que son prácticas en las que se realizan varios experimentos simultáneamente, además en algunas se produce una considerable cantidad de gases debido a la evaporación de líquidos, o al manejo de ácidos y otros reactivos que pueden ser dañinos para los estudiantes, en prácticas donde no se tienen estos factores la ventilación es suficiente, se hace un análisis de la ventilación en la tabla XVI.

Tabla XVI. **Sistema de ventilación laboratorios de química y biología**

<b>Análisis de sistema de ventilación en los laboratorios de química y biología</b>	
•	Sistema de ventilación laboratorios de química <ul style="list-style-type: none"><li>○ Ventilación natural: se cuenta con ventanas amplias y donde hay una buena renovación de aire debido a este factor (ver Figura 20).</li><li>○ Ventilación artificial: cuatro de los cinco laboratorios cuentan con extractores de aire para el desarrollo adecuado de las prácticas.</li></ul>
•	Sistema de ventilación laboratorios de biología <ul style="list-style-type: none"><li>○ Ventilación natural: se cuenta con ventanas amplias y donde hay una buena renovación de aire debido a este factor (ver Figura 20).</li><li>○ Ventilación artificial: ningún salón cuenta con algún equipo de ventilación artificial para ninguno de los laboratorios.</li></ul>

Fuente: elaboración propia.

Figura 20. **Ventanales en los laboratorios**



Fuente: laboratorio de biología.

En una de las visitas se pudo documentar la necesidad existente en el área de los laboratorios de biología respecto a una adecuada ventilación en el desarrollo de los laboratorios, en la realización de la práctica de división celular, se observó que se trabajaba con ácido clorhídrico que es un elemento altamente corrosivo e irritante, en esta práctica se evapora este compuesto lo cual produce afectos inmediatos a las vías respiratorias si se está expuesto por un periodo largo y con una concentración elevada, en los salones donde se realiza esta práctica no se cuenta con extractores de aire, siendo estos indispensables para preservar la seguridad de los estudiantes, se tuvo que abrir la puerta y ventanas del salón, se pudo sentir una irritación leve en los ojos y nariz, al momento en que todos los grupos realizaban la evaporación de este compuesto (ver figura 21).

Figura 21. **Practica division celular**



Fuente: laboratorios de biología.

#### **2.2.5.2. Iluminación**

El sistema de iluminación es similar en los laboratorios de química y biología tanto la artificial como natural, debido al diseño estructural del edificio que cuenta con un buen sistema de iluminación se hace un análisis del mismo en la tabla XVII.

Tabla XVII. **Análisis de sistema de iluminación de los laboratorios de química y biología**

Sistema de iluminación de los laboratorios de química y biología
Artificial: el sistema de luminarias de luces fluorescentes se encuentra con cierto grado de polvo, además de que algunos tubos que se encuentran quemados.
Natural: las ventanas con que cuentan la mayoría de los salones de prácticas son amplias por lo que no hay necesidad de utilizar las luces artificiales en los horarios donde el sol alumbra con mayor intensidad (ver figura 20 ).

Fuente: elaboración propia.

### 2.2.5.3. Orden y limpieza

El orden y limpieza en el trabajo cotidiano como prevención de los riesgos laborales, es necesario; ya que un ambiente limpio produce sensación de seguridad y a la vez hace que los lugares donde trabajan los colaboradores sean cómodos. Este punto juega un factor muy importante, ya que si no se tiene un control en el centro laboral este puede ser la causa de un gran número de accidentes los cuales pueden provocar:

- Incendios
- Contacto con corriente eléctrica
- Golpes
  - Caídas
  - Resbalones
  - Sobre esfuerzos

Se realizó un análisis de este factor tan importante como lo es el orden y la limpieza, no se ha tomado como algo importante siendo esta una manera de prevención, el orden y limpieza se analizará (ver tabla XVIII) para una mejor comprensión.

Tabla XVIII. **Orden y limpieza de los laboratorios de química y biología**

Análisis de orden y limpieza en los laboratorios de química y biología
<ul style="list-style-type: none"><li>• Análisis laboratorio de biología:<ul style="list-style-type: none"><li>○ Orden: se ha notado que en algunos laboratorios se acumula una serie de equipos que en su mayoría no se utilizan, además de tener muchos objetos que no se han podido desechar por su naturaleza (ver figura 22). En los demás aspectos se mantiene un orden aceptable.</li></ul></li></ul>

Continuación de la tabla XVIII.

- Limpieza: se mantiene un nivel de limpieza aceptable en pisos, mesas de trabajo, cristalería y equipo de trabajo, al no contar con el mobiliario idóneo para la maquinaria, se ha deteriorado y esto ha ocasiona oxido y polvo. En ciertas épocas del semestre se acumulan trabajos y papeles de los proyectos de los estudiantes.
- Análisis laboratorio de química:
  - Orden: dentro de los salones se observa un orden correcto del equipo, mesas, cristalería, se ha estado trabajando en eliminar masetas ornamentales en los pasillos de entrada a los laboratorios.
  - Limpieza: son laboratorios con una limpieza correcta en mesas y equipo, el problema que se observo fue que por el constante uso de las mesas se ha acumulado sarro (ver figura 23), en las ventanas en su parte superior hay una acumulación de polvo ya que se encuentran en el segundo nivel.

Fuente: elaboración propia.

El orden y la limpieza es un factores que se ha estado trabajando por parte de las autoridades de los laboratorios los inconvenientes que se manejan para desechar una serie de equipo son los proceso largos para dar de baja al equipo y que se notó que los encargados se han habituado al medio ambiente en donde están y trabajan en este aspecto con los estándares necesarios sin estar en la búsqueda de una mejora constante.

Figura 22. **Equipo que no se ha podido dar de baja**



Fuente: laboratorio de biología.

Figura 23. **Mesas de trabajo en los laboratorios de química**



Fuente: laboratorios de química.



### 3. PROPUESTA DE MANUAL DE SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL EN LOS LABORATORIOS DE QUÍMICA Y BIOLOGÍA

#### 3.1. Índice del manual

En este índice está estructurado las partes que componen el manual, el cual contiene la información básica que se requiere para el programa de seguridad e higiene industrial.

Tabla XIX. Índice del manual de biología

<b>Índice manual de biología</b>	
3.2.	Objetivo general .....59
3.2.1.	Objetivos específicos.....60
3.3.	Alcance.....60
3.4.	Definiciones .....60
3.5.	Trabajo seguro en el laboratorio.....64
3.5.1.	Responsabilidades del encargado del laboratorio en cuanto a seguridad e higiene industrial.....64
3.5.2.	Responsabilidades al entrar en el laboratorio.....65
3.5.3.	Normas generales de conducta .....65
3.5.3.1.	Normas sobre seguridad y trabajo.....68
3.6.	Equipo de protección.....70
3.6.1.	Equipo de protección personal .....70
3.6.1.1.	Gafas .....71
3.6.1.2.	Guantes .....72
3.6.1.3.	Mascarilla autofiltrante .....74
3.6.2.	Bata de seguridad.....76
3.7.	Equipo de protección colectiva .....77
3.7.1.	Campanas extractoras localizadas .....77
3.7.2.	Extractores de aire.....78
3.7.3.	Vitrina extractora.....79
3.7.4.	Duchas de seguridad.....81

Continuación de la tabla XIX.

	3.7.5.	Fuente lavaojos .....	82
	3.7.6.	Mantas ignifugas .....	84
	3.7.7.	Botiquín de emergencia .....	85
	3.7.8.	Neutralizadores .....	87
3.8.		Procedimientos de primeros auxilios y emergencias.....	88
	3.8.1.	Emergencias .....	88
	3.8.1.1.	Vertidos .....	88
	3.8.1.1.1.	Líquidos inflamables: ....	89
	3.8.1.1.2.	Ácidos .....	89
	3.8.1.1.3.	Bases.....	90
	3.8.1.2.	Atmosfera contaminada .....	90
	3.8.1.3.	Situaciones de riesgo en la manipulación de gases.....	91
	3.8.1.3.1.	Fugas de gases .....	91
	3.8.1.3.2.	Llama en la boca de un cilindro de gas inflamable.....	92
	3.8.2.	Accidentes.....	93
	3.8.2.1.	Quemadura térmica.....	93
	3.8.2.2.	Salpicaduras .....	94
	3.8.2.3.	Ingestión.....	95
	3.8.2.4.	Electrocución.....	95
	3.8.2.5.	Mareos o pérdida de conocimiento debidos a una fuga tóxica persistente.....	96
3.9.		Protocolos en el manejo de sustancias químicas, aparatos e instalaciones .....	97
	3.9.1.	Aparatos e instalaciones .....	97
	3.9.1.1.	Material de vidrio .....	97
	3.9.1.2.	Aparatos con llamas.....	99
	3.9.1.3.	Dispositivos de calefacción .....	100
	3.9.1.4.	Estufas .....	101
	3.9.1.5.	Microscopios .....	102
	3.9.1.6.	Pipetas .....	104
	3.9.2.	Protocolos en el manejo de sustancias químicas..	105
	3.9.2.1.	Trasvases de líquidos .....	105
	3.9.2.2.	Operaciones al vacío.....	106
	3.9.2.2.1.	Evaporación al vacío... ..	107
	3.9.2.2.2.	Destilación al vacío .....	107
	3.9.2.2.3.	Filtración al vacío .....	108
	3.9.2.2.4.	Secado al vacío .....	109

Continuación de la tabla XIX.

	3.9.2.3.	Evaporación secado .....	109
3.10.		Plan de emergencia contra incendios.....	110
	3.10.1.	Clasificación de incendios .....	111
	3.10.2.	Extintores.....	112
	3.10.3.	Brigadistas.....	113
	3.10.3.1.	Tipos de brigadistas.....	114
		3.10.3.1.1. Evacuación.....	114
		3.10.3.1.2. Primeros Auxilios.....	115
		3.10.3.1.3. Prevención y Combate de Incendios	116
		3.10.3.1.4. Comunicación.....	116
3.11.		Señalización y etiquetado.....	117
	3.11.1.	Clasificación de las señales según su significado	118
	3.11.2.	Etiquetado de frascos contenedores de sustancias químicas .....	120
	3.11.3.	Incompatibilidad entre sustancias.....	121
3.12.		Control del programa de seguridad e higiene industrial.....	122
	3.12.1.	Implicaciones y responsabilidades .....	123
	3.12.2.	Metodología.....	123
3.13.		Análisis de costos de implementación de manual de seguridad e higiene industrial a los laboratorios de biología .	125

Fuente: elaboración propia.

### 3.2. Objetivo general

Establecer los lineamientos fundamentales de trabajo seguro en los laboratorios, con el fin de que sean adoptados e incorporados en todos los procesos y actividades rutinarias y no rutinarias realizadas en los laboratorios, garantizando el bienestar y la integridad tanto del personal del laboratorio, estudiantes y del medio ambiente.

### **3.2.1. Objetivos específicos**

- Establecer parámetros que ayuden en la disminución del nivel de riesgo y del impacto ambiental presentes en los laboratorios.
- Sensibilizar al personal que se desempeña en los laboratorios, sobre la necesidad de las buenas prácticas y procedimientos de trabajo seguro.
- Establecer medidas seguras que garanticen una adecuada recepción, clasificación, manipulación y almacenamiento de las sustancias químicas, así como de los residuos generados en el laboratorio.
- Promover el uso de los elementos de protección en la ejecución de las actividades del laboratorio, como una medida de seguridad personal y colectiva.

### **3.3. Alcance**

El presente manual de seguridad e higiene industrial, aplica a los laboratorios de biología de la Facultad de Agronomía en los cuales se desarrollan actividades de formación de estudiantes.

### **3.4. Definiciones**

- Accidente laboral: es todo suceso repentino que sobrevenga por causa o con ocasión del trabajo, y que produzca en el trabajador una lesión orgánica, una perturbación funcional, una invalidez o la muerte. Es también accidente de trabajo aquel que se produce durante la ejecución de órdenes del empleador, o durante la ejecución de una labor bajo su autoridad, aun fuera de lugar y horas de trabajo.
- Acto inseguro: comportamiento que podría dar paso, a la ocurrencia de un accidente.

- Almacenamiento: es el depósito temporal de residuos o desechos peligrosos en un espacio físico definido y por un tiempo determinado con carácter previo a su aprovechamiento o valorización, tratamiento y/o disposición final.
- Derrame: fuga, descarga o emisión, producida por práctica o manipulación inadecuada de las sustancias peligrosas.
- Enfermedad: condición física o mental adversa identificable, que surge, empeora o ambas, a causa de una actividad laboral, una situación relacionada con el trabajo o ambas. (NTC-OHSAS 18001:2007)
- Enfermedad profesional: todo estado patológico que sobrevenga como consecuencia obligada de la clase de trabajo que desempeña el trabajador o del medio en que se ha visto obligado a trabajar, bien sea determinado por agentes físicos, químicos o biológicos.
- Elemento de protección personal: todo elemento fabricado para preservar el cuerpo humano, en todo o en parte, de riesgos específicos de accidentes del trabajo o enfermedades profesionales.
- Factor de Riesgo: existencia de elementos, fenómenos, condiciones, circunstancias y acciones humanas, que pueden producir lesiones o daños.
- Fuente de riesgo: condición/acción que genera el riesgo.
- Higiene industrial: conjunto de actividades destinadas a la identificación, evaluación y control de los factores de riesgo del ambiente de trabajo que puedan alterar la salud de los trabajadores, generando enfermedades profesionales.
- Incompatibilidad: es el proceso que sufren las mercancías peligrosas cuando puestas en contacto entre sí puedan sufrir alteraciones de las características físicas o químicas originales de cualquiera de ellos con riesgo de provocar explosión, desprendimiento de llamas o calor,

formación de compuestos, mezclas, vapores o gases peligrosos, entre otros.

- Impacto ambiental: cualquier cambio en el ambiente, ya sea adverso o beneficioso, como resultado total o parcial de los aspectos ambientales de una organización. (ISO 14001:2004).
- Neutralizar: hacer que una sustancia química sea neutra, que pierda su carácter ácido o básico.
- Peligro: fuente, situación, o acto con un potencial de daño en términos de lesión o enfermedad, o una combinación de éstas (NTC-OHSAS 18001:2007)
- Prevención: es el conjunto de acciones dirigidas a identificar, controlar y reducir los factores de riesgo biológicos, del ambiente y de la salud, que puedan producirse como consecuencia del manejo de los residuos de que trata el presente decreto, ya sea en la prestación de servicios de salud o cualquier otra actividad que implique la generación, manejo o disposición de esta clase de residuos, con el fin de evitar que aparezca el riesgo o la enfermedad y se propaguen u ocasionen daños mayores o generen secuelas evitables.
- Producto químico: designa los elementos y compuestos químicos, y sus mezclas, ya sean naturales o sintéticos.
- Reactivos: son aquellos que por sí solos y en condiciones normales, al mezclarse o al entrar en contacto con otros elementos, compuestos, sustancias o residuos, generan gases, vapores, humos tóxicos, explosión o reaccionan térmicamente, colocando en riesgo la salud humana o el medio ambiente.
- Residuo o desecho: es cualquier objeto, material, sustancia, elemento o producto que se encuentra en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, cuyo generador descarta,

rechaza o entrega porque sus propiedades no permiten usarlo nuevamente en la actividad que lo generó.

- Residuos no peligrosos: son aquellos producidos por el generador en cualquier lugar y en desarrollo de su actividad, que no presentan ningún riesgo para la salud humana o el medio ambiente.
- Residuos peligrosos: son aquellos residuos producidos por el generador con alguna de las siguientes características: infecciosas, combustibles, inflamables, explosivos, reactivas, radiactivas, volátiles, corrosivas o tóxicas, que pueden causar daño a la salud humana o al medio ambiente. Así mismo se consideran peligrosos los envases, empaques y embalajes que hayan estado en contacto con ellos.
- Riesgo: combinación de la posibilidad de la ocurrencia de un evento peligroso o exposición y la severidad de la lesión o enfermedad que pueden ser causados por el evento o la exposición. (NTC-OHSAS 18001:2007).
- Riesgo biológico: riesgo biológico es aquel susceptible de ser producido por una exposición no controlada a agentes biológicos. Entenderemos por agente biológico cualquier microorganismo (microbio) y sus excreciones, cultivo celular o endoparásito humano capaz de producir enfermedades, infecciones, alergias, o toxicidad.
- Riesgo mecánico: riesgo mecánico es aquel que en caso de no ser previsto adecuadamente puede producir lesiones corporales tales como cortes, abrasiones, punciones, contusiones, golpes por objetos desprendidos o proyectados, atropellamientos, aplastamientos, quemaduras, entre otros.
- Riesgo químico: es aquel riesgo susceptible de ser producido por una exposición no controlada a sustancias químicas, la cual puede producir efectos agudos o crónicos, así como la consecuente aparición de enfermedades.

### **3.5. Trabajo seguro en el laboratorio**

Las actividades que se realizan en los laboratorios de biología, requieren un conjunto de medidas preventivas destinadas a proteger la salud de los estudiantes, instructores y personas que visiten las instalaciones al momento de realizar sus actividades, evitando de esta manera la presentación de accidentes, enfermedades, o cualquier tipo de percance que pudiera suceder.

#### **3.5.1. Responsabilidades del encargado del laboratorio en cuanto a seguridad e higiene industrial**

Los encargados de los distintos salones de laboratorio deben cumplir con ciertas normas básicas de comportamiento, a continuación se detallan las responsabilidades que se deben manejar por parte de los encargados de los laboratorios de biología las cuales deben de ser seguidas:

- Normas que debe de seguir el encargado:
  - Hacer cumplir las normas del laboratorio.
  - No permitir el trabajo en solitario en el laboratorio.
  - Velar por el orden y la limpieza dentro del laboratorio.
  - Verificar que se utilicen correctamente los elementos de protección personal y equipos de protección colectiva.
  - Garantizar el estado y funcionamiento adecuados de los equipos de protección colectiva.
  - Iniciar el procedimiento de solicitud de reemplazo de los elementos de protección y equipos de protección cuando estos lleguen al final de su vida útil, acudiendo a las autoridades inmediatas.

- Reportar las condiciones inseguras del laboratorio a la autoridad correspondiente.
- Informar inmediatamente al personal nuevo, sobre las normas de trabajo y protocolos existentes.
- Mantener los suministros en el botiquín de primeros auxilios y solicitar los implementos faltantes a la autoridad correspondiente.
- En los laboratorios de docencia, el profesor, debe establecer un manejo eficaz de las sustancias químicas que se utilizan, así como formar e informar a los estudiantes sobre el riesgo en el manejo de sustancias químicas y monitorear continuamente dicho manejo.

### **3.5.2. Responsabilidades al entrar en el laboratorio**

Al entrar a los laboratorios es necesario tener en cuenta las normas de conducta para evitar todo tipo de inconvenientes que puedan producirse, es considerable la cantidad de accidentes que se evitan al seguir unas simples reglas de conducta, es importante para los estudiantes conocer y llevar a la práctica las siguientes normas de conducta:

### **3.5.3. Normas generales de conducta**

Todos los estudiantes e instructores deben de seguir las normas que se detallan a continuación, para el desarrollo adecuado de las prácticas de los laboratorios de biología:

- Está prohibido:
  - Fumar, comer o beber.
  - Almacenar alimentos.

- Usar pulseras, anillos, bufandas y otro tipo de accesorios personales
- Emplear cosméticos (maquillarse) en el laboratorio, éstos pueden absorber sustancias químicas.
- Llevar el cabello suelto
- Usar pantalones cortos, faldas cortas, zapatos de tacón, zapatos abiertos, sandalias o zapatos hechos de tela.
- Utilizar equipos electrónicos como celular, ipod, portátil, entre otros en el área de trabajo.

Figura 24. **No fumar dentro del laboratorio**

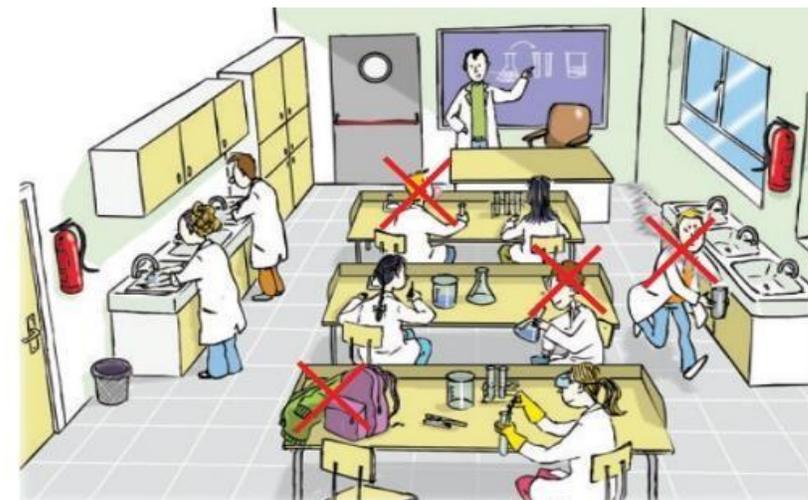


Fuente: FREMAP. *Manual de seguridad en los laboratorios.*

- Si tiene alguna herida, cúbrala para evitar contaminarse.
- No manipule los lentes de contacto en el laboratorio, a no ser que sea para removerlos y usar la fuente lavaojos en caso de una emergencia.
- Mantenga en orden y limpieza los lugares de trabajo, antes, durante y después de la ejecución de cualquier tarea.
- Mantenga las zonas de paso libre de obstáculos.
- Lávese las manos al entrar y salir del laboratorio, y cuando se tenga contacto con algún producto químico.

- No juegue o haga bromas en el laboratorio; los laboratorios son un lugar serio de estudio y de trabajo.
- Al transitar por el laboratorio debe hacerlo con precaución.
- No corra dentro del laboratorio, en casos de emergencia mantenga la calma, transite rápidamente y conserve su derecha.
- Disponga sus prendas y objetos personales en el lugar destinado para tal fin, NO dejarlos nunca sobre la mesa de trabajo.

Figura 25. **Cosas que No se debe hacer dentro del laboratorio**



Fuente: MUÑOZ, Miguel Ángel. *Seguridad e Higiene en el Laboratorio*.

### 3.5.3.1. Normas sobre seguridad y trabajo

En el momento en que se empieza a trabajar en las prácticas es importante seguir las siguientes normas las cuales deberán de ser explicadas por parte del instructor antes de iniciar la práctica, estas se enumeran a continuación:

- Previamente utilizar un determinado compuesto debe consultar las fichas de seguridad de los productos químicos para ser utilizados, léalas detenidamente y comprenda.
- Antes de utilizar un determinado compuesto, asegurarse bien de que es el que se necesita.
- Lea detenidamente las etiquetas de las sustancias químicas o mezclas que se emplearán.
- Al ingresar al laboratorio usted debe seguir las indicaciones del personal a cargo o técnico de laboratorio.
- Identifique la ubicación y uso de los equipos de seguridad con que cuenta el laboratorio (Ej. Duchas corporales, sistemas lavaojos, kit de derrames, entre otros).
- Conozca donde se ubican las fichas de seguridad de las sustancias químicas que se emplean en el laboratorio.
- No realice experimentos que no estén autorizados.
- Conozca la metodología y procedimientos para el trabajo a realizar en el laboratorio.
- Use los elementos de protección personal dentro del laboratorio exclusivamente.
- Utilice los elementos de protección personal, de acuerdo al riesgo al cual está expuesto y determinados para el tipo de trabajo que realice (gafas, guantes, mascara, entre otros); revíselos continuamente para que sepa

reconocer cuál es el momento de renovarlos, límpielos y desinfectelos frecuentemente, para que así cumplan con la función de protegerlo.

- Recuerde que los elementos de protección personal son de uso individual e intransferible.
- La vestimenta deberá ser apropiada y cómoda, que facilite la movilidad para la actividad que se desarrolla en los laboratorios. Debe cubrir áreas considerables de la piel como los son pantalones (jeans), blusas con mangas.
- Use calzado cerrado que cubra completamente el pie.
- Nunca se deberá emplear recipientes alimenticios para contener productos químicos.
- No utilice vidrio agrietado, el material de vidrio en mal estado aumenta el riesgo de accidente.
- No deben utilizarse para pipetear jeringuillas provistas de aguja hipodérmica.
- Compruebe la temperatura de los materiales antes de cogerlos directamente con las manos.
- No realice trabajos en zonas con ventilación deficiente.
- Si cuenta con sistemas de extracción y renovación mecánica de aire activados, manténgalos siempre en funcionamiento.
- Debe utilizar las campanas extractoras siempre que sea posible.
- No devolver nunca a los frascos de origen los sobrantes de los productos utilizados
- Nunca debe sacar sustancias químicas del laboratorio sin autorización.
- Nunca se deben arrojar productos sólidos a la pila de lavar. Se vierte el líquido que los acompaña, se lavan por decantación con agua y se disponen en el sitio que se indique.
- Deseche los residuos en los recipientes o contenedores tal como esté indicado en este manual.

- Al finalizar actividades debe recoger materiales, reactivos, equipos, etc, y ubicarlos en sus respectivos lugares.
- Mantenga limpia la cristalería.
- Mantenga los compuestos químicos y el equipo lejos del borde de la mesa de trabajo.
- En caso de producirse un accidente, quemadura o lesión, comuníquelo inmediatamente al profesor o encargado del laboratorio.
- Debe asegurarse de la desconexión de equipos, agua y gas al terminar el trabajo.
- Antes de salir del laboratorio quítese los elementos de protección y ubíquelos en el espacio destinado para tal fin.
- No reciba visitas durante el desarrollo de su práctica de laboratorio.
- Los visitantes, sin importar la razón de su visita deben estar autorizados antes de entrar al laboratorio, y dependiendo de la actividad que vayan a realizar, deben utilizar obligatoriamente bata y elementos de protección personal.

### **3.6. Equipo de protección**

Se encuentran diferentes tipos de riesgos dentro de los laboratorios, siendo necesaria la utilización de equipo diverso de protección, existen dos tipos de protección que se utilizan dentro de los laboratorios individual y colectivo, este equipo tiene sus especificaciones para que sea utilizado de manera correcta y pueda cumplir de buena manera su cometido.

#### **3.6.1. Equipo de protección personal**

En el laboratorio se realizan operaciones muy diversas, frecuentemente de corta duración, en las que se manipulan una gran variedad de productos con

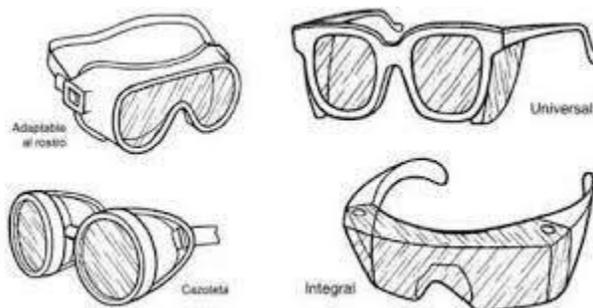
diferentes características de peligrosidad, siendo a menudo, difícil adoptar medidas de protección colectiva eficaces y resultando en muchos casos, riesgos latentes en el desarrollo de las prácticas. Es en estas circunstancias cuando debe recurrirse a los equipos de protección individual, que han de ser adecuados frente a los riesgos de los que se quiere obtener protección.

### 3.6.1.1. Gafas

Las gafas protectoras, antiparras o *goggles* son un tipo de anteojos protectores que normalmente se usan para evitar la entrada de objetos, agua o productos químicos en los ojos. Son implementos básicos en cualquier laboratorio de química y biología.

Se utilizan para evitar la exposición a salpicaduras de sustancias líquidas o durante la exposición a emanación de gases y vapores. Además de ser un protector facial contra partículas, objetos, arenas y rebabas.

Figura 26. **Gafas de protección**



Fuente: Estructplan On Line. Salud, seguridad y medio ambiente en la industria.  
[www.estrucplan.com.ar](http://www.estrucplan.com.ar). Consulta: febrero 2018.

Se le debe explicar a los estudiantes la forma correcta en que se deben utilizar las gafas de protección las indicaciones de uso se explican a continuación:

- Indicaciones de uso
  - Ubicar gafas y protectores visuales de tal forma que se ajusten totalmente a la cara, evitando que se caigan utilizando ajustes o amarres disponibles.
  - Almacénelas en un empaque que las proteja de rayones o contaminantes químicos.
  - Retire con las manos sin guantes.
  - Realice una limpieza periódica con agua y jabón de tocador.
  - Disponga para reutilización luego de limpieza y desinfección

El instructor es el encargado de velar por el uso de este equipo de protección personal por parte de los estudiantes, en las practicas donde haya sido estipulado el uso de este implemento, como lo son las practicas donde se trabajen con ácidos, o se produzca grandes cantidades de gases en el desarrollo de la misma que pueden dañar a los estudiantes.

### **3.6.1.2. Guantes**

Los guantes son otro de los implementos básicos que se deben utilizar en el desarrollo de las distintas prácticas que lo necesiten, en los laboratorios de biología es importante tomar en cuenta este equipo de protección, ya que como se explicó en el análisis de riesgos biológicos, la necesidad de este implemento para la seguridad de los instructores y estudiantes es imperante su implementación.

Los guantes de seguridad se fabrican en diferentes materiales (PVC, PVA, nitrilo, látex, neopreno, entre otros) en función del riesgo que se pretende proteger. Para su uso en el laboratorio, además, de la necesaria resistencia mecánica a la tracción y a la perforación, es fundamental la impermeabilidad frente a los distintos productos químicos. Téngase en cuenta que la utilización de guantes no impermeables frente a un producto, si hay inmersión o contacto directo importante, no solamente no protege sino que incrementa el riesgo. Por estos motivos a la hora de elegir un guante de seguridad es necesario conocer su idoneidad, en función de los productos químicos utilizados

Figura 27. **Tipos de guantes**



Fuente: Materiales de guantes desechables. <http://productos-desechables.es/materiales-de-guantes-desechables/>. Consulta: febrero del 2018.

El instructor debe de explicar la forma correcta de utilización, a continuación se dan las indicaciones de uso y recomendaciones:

- Indicaciones de uso
  - Antes de colocarse guantes debe revisar que no tengan agujeros

- Los guantes deben cubrir los puños de la bata para evitar todo contacto directo con la piel durante el procedimiento.
  - No toque ninguna parte del cuerpo ni ajuste otros elementos de protección con los guantes contaminados.
  - Para retirarlos sujételos dos guantes desde la muñeca y llévelos hacia dedos para evitar contacto directo con la piel.
  - Disposición final (en bolsa roja).
- Recomendaciones
    - Los guantes desechables no se deben lavar ni reutilizar.
    - Debe usarse guantes si se trabaja con sustancias corrosivas, irritantes, de elevada toxicidad o de elevado poder de penetración a través de la piel.
    - Eventualmente, los líquidos pueden percolarse al guante en pocos minutos. Por esto, es necesario conocer los valores de la permeabilidad del material respecto al compuesto tóxico que se va a manejar.
    - Retire luego de la actividad o durante la actividad si la contaminación es alta.

### **3.6.1.3. Mascarilla auto filtrante**

La mascarilla auto filtrante es un tipo especial de protector respiratorio que reúne en un solo cuerpo inseparable el adaptador facial y el filtro. No son adecuadas para la protección de gases o vapores sino que es más apta para la protección frente a partículas sólidas y aerosoles.

Figura 28. Tipos de protección respiratoria



Fuente: FOMSEG Seguridad Industrial. <http://fomseg.cl/proteccion-respiratoria/>

Consulta: febrero 2018.

Para la correcta utilización de una mascarilla por parte de los estudiantes se dan las siguientes indicaciones de su utilización y recomendaciones:

- Indicaciones de uso:
  - Ubique de tal manera se ajuste a su contorno facial y luego ajuste las tiras de acuerdo a su contextura sin que queden espacios por los cuales pueda ingresar el agente.
  - Retire la protección respiratoria al terminar la actividad.
  - Disposición final.

- Recomendaciones:
  - Puede llegar a tener una durabilidad de 7 posturas siempre y cuando se almacene dentro de una bolsa o empaque y se mantenga alejado del medio contaminante químico.
  - Para tareas de exposición a contaminantes químicos no rutinarios.

### **3.6.2. Bata de seguridad**

Diseñada para proteger la ropa y la piel de las sustancias químicas que pueden derramarse o producir salpicaduras, es el único equipo de protección individual que se utilizará para todas las prácticas que se desarrollen dentro de los laboratorios, por lo que es importante conocer las características que las diferencian.

Tipos de batas:

- Algodón: protege frente a objetos volantes, esquinas agudas o rugosas y es un buen retardante del fuego.
- Lana: protege de salpicaduras o materiales triturados, pequeñas cantidades de ácido y pequeñas llamas.
- Fibras sintéticas: protege frente a chispas, radiación IR o UV. Sin embargo, las batas de laboratorio de fibras sintéticas pueden amplificar los efectos adversos de algunos peligros del laboratorio. Por ejemplo, algunos disolventes pueden disolver tipos particulares de fibras sintéticas disminuyendo, por tanto, la capacidad protectora de la bata. Además, algunas fibras sintéticas funden en contacto con la llama. Este material fundido puede producir ampollas y quemaduras en la piel y emitir humos irritantes.

Figura 29. **Batas de algodón**



Fuente: GM7 Uniformes. <https://www.gm7uniformes.com/bata-de-laboratorio/producto.html?p=69&gr=2&ca=6>. Consulta: febrero 2018.

### **3.7. Equipo de protección colectiva**

En el laboratorio no se cuenta con un gran equipo de protección colectiva por lo que su implementación debe darse de manera periódica para que en un mediano plazo se pueda contar con el equipo básico de un laboratorio de biología, es necesario conocer las distintas características de los equipos para su posterior instalación.

#### **3.7.1. Campanas extractoras localizadas**

Equipos útiles para facilitar la renovación del aire y eliminar los productos no deseables del ambiente.

En algunos casos como el de ensayos fisicoquímicos (baños calientes de aceite y de agua, placas calefactoras, muflas, estufas y cromatógrafo de gases) donde puede haber desprendimiento de humo y gases calientes, estos equipos presentan rápida acción focalizada.

Figura 30. **Campana extractora**



Fuente: La Casa del Electrodoméstico.

<https://www.lacasadelectrodomestico.pt/Articulo~x~Campana-mepamsa-ibra-60-inox-1100151032~IDArticulo~6261.html>. Consulta: febrero 2018.

### **3.7.2. Extractores de aire**

El extractor de aire tiene como función extraer atmósferas que contengan uno o varios componentes nocivos para la salud de las personas, lo hace mediante una renovación de aire fresco del exterior hacia el interior, y de extraer el aire nocivo hacia el exterior.

Tiene un uso variado dadas las variaciones y su diseño simple de utilizar, que van desde la industria petroquímica, industria química, laboratorios, cuartos de pintura, bodegas de solventes, ambientes con gases explosivos, entre otros.

Figura 31. **Extractor de aire**



Fuente: Soler and Palau Sistema de Ventilación. <https://www.solerpalau.com/es-es/blog/extractor-de-aire/>. Consulta: febrero 2018.

### **3.7.3. Vitrina extractora**

En ellas se capturan, contienen y expulsan las emisiones generadas por sustancias químicas peligrosas, el laboratorio cuenta con una vitrina extractora para el uso de los estudiantes e instructores, por lo que se dará a continuación una breve explicación de sus características:

- Proveen protección contra proyección y salpicaduras
- Permiten trabajar en recinto cerrado a prueba de incendio
- Facilitan la renovación del aire limpio
- Evitan la salida de contaminantes hacia el laboratorio
- Pueden incluso proteger contra pequeñas explosiones
- Evitan la salida de contaminantes hacia el laboratorio y facilitan la renovación del aire limpio.

Figura 32. **Vitrina extractora**



Fuente: Medical Expo. <http://www.medicaexpo.es/fabricante-medical/campana-aspiracion-quimica-10445.html>. Consulta: febrero 2018.

Se deben de tomar las siguientes recomendaciones para su utilización:

- Se debe trabajar, al menos a 15 cm del marco de la campana.
- No se debe utilizar como almacén de productos químicos.
- Las vitrinas extractoras deben estar siempre en buenas condiciones de uso.
- No se deber detectar olores fuertes procedentes del material ubicado en su interior. Si se detectan, hay que asegurarse de que el extractor está en funcionamiento.
- Se debe realizar un mantenimiento preventivo de las vitrinas.

### 3.7.4. Duchas de seguridad

Constituyen el sistema de emergencia más habitual para casos de accidentes con riesgo de quemaduras químicas e incluso si se prende fuego en la ropa.

Para los laboratorios de biología su implementación es de suma importancia ya que es parte del equipo básico de seguridad e higiene industrial que debe de existir dentro de un laboratorio, por lo que para su implementación se deberán tomar en cuenta las siguientes características que debe de poseer una ducha de seguridad.

La ducha deberá proporcionar un caudal de agua suficiente para empapar el sujeto completa e inmediatamente. El agua suministrada debe ser potable, procurando que no esté fría preferiblemente entre 20 y 35° C para evitar el riesgo que supone enfriar a una persona quemada en estado de *shock* y también que la poca aceptación del agua fría cause una eliminación insuficiente del contaminante, al acortar el período de ducha. Asimismo, es conveniente que disponga de desagüe (facilita enormemente su mantenimiento).

Los modelos más adecuados son aquellos que tienen un accionador triangular unido al sistema mediante una barra fija (mejor que con cadena).

Se deben quitar las ropas, los zapatos y las joyas mientras se esté debajo de la ducha.

Figura 33. **Medidas de una ducha de seguridad**



Fuente: Roguant. <https://www.roguant.com.ar/ducha-6013-accion-plataforma-con-lavaojos.html>.  
Consulta: febrero 2018.

### 3.7.5. Fuente lavaojos

La fuente lavaojos es un equipo de protección importante, en la actualidad viene como parte de la ducha de seguridad para ahorrar espacio y costo de instalación, por lo que debemos de conocer la forma correcta de utilización en caso de emergencia.

Es un sistema que debe permitir la descontaminación rápida y eficaz de los ojos y que está constituido básicamente por dos rociadores o boquillas capaces de proporcionar un chorro de agua potable para lavar los ojos o la cara, una pileta provista del correspondiente desagüe, de un sistema de fijación al suelo o a la pared y de un accionador de pie (pedal) o de codo.

El chorro proporcionado por las boquillas debe ser de baja presión para no provocar daño o dolor innecesario. Igual que se ha indicado para la ducha, el agua debe ser potable y es recomendable que sea templada.

Figura 34. **Fuente lava ojos**



Fuente: Instituto de Seguridad y Salud Laboral, Regional de Murcia. *Control de la Patología Ocular en Trabajadores.*

#### Como usar las fuentes lava ojos

- Las lentes de contacto deben extraerse lo más pronto posible para lavar los ojos y eliminar totalmente las sustancias químicas peligrosas.
- El agua no se debe aplicar directamente sobre el globo ocular, sino a la base de la nariz, esto hace que sea más efectivo el lavado de los ojos, extrayendo las sustancias químicas (los chorros potentes de agua pueden volver a introducir partículas en los ojos).
- Se debe forzar la apertura de los párpados para asegurar el lavado detrás de los mismos.
- Hay que asegurarse de lavar desde la nariz hacia las orejas; ello evitará que penetren sustancias químicas en el ojo que no está afectado.
- Deben lavarse los ojos y párpados durante, al menos, 15 minutos.
- Después del lavado, es conveniente cubrir ambos ojos con una gasa limpia o estéril.

### 3.7.6. Mantas ignifugas

La posibilidad de un incendio es siempre latente ya que se cuenta con sistema eléctrico en todas las aulas por lo que un corto circuito por el uso constante es probable, además que en varias prácticas de los laboratorios los estudiantes deben de utilizar mecheros para la realización de su respectivos experimentos, una manta ignifuga es un equipo que puede prevenir que se empeore una situación fácilmente manejable.

Las mantas permiten una acción eficaz en el caso de fuegos pequeños y sobre todo cuando se prende fuego en la ropa, como alternativa a las duchas de seguridad. La utilización de la manta puede en ciertos casos evitar el desplazamiento del sujeto en llamas, lo que ayuda a limitar el efecto y desarrollo de éstas. La acción de las mantas ignífugas para apagar fuegos está pensada para una actuación rápida

Una alternativa a las mantas ignífugas es la utilización de prendas o textiles poco combustibles o previamente humedecidos.

Figura 35. **manta ignifuga**



Fuente: Vallfirest. <https://www.vallfirest.com/pt/mantas-ignifugas>. Consulta: febrero 2018.

### **3.7.7. Botiquín de emergencia**

El botiquín debe contener elementos que ayuden a atender situaciones relacionadas con los diferentes tipos de lesión.

Todos los elementos que contiene un botiquín son importantes ya que estos son la primera ayuda que asistirá a un herido, esta puede ser la diferencia clave en una lesión o quemadura se pueda agravar, evitando futuras complicaciones para la persona afectada, se debe de considerar que la probabilidad que suceda algún tipo de accidente dentro de las instalaciones es alta por el tipo de trabajo que se realiza, además la cantidad de estudiantes que utilizan las instalaciones es elevada, tomando en cuenta estos factores es necesario tener un botiquín con los implementos necesarios ante la ocurrencia de cualquier accidente.

El responsable del área debe ser el encargado de verificar una vez al mes el contenido del botiquín, para hacer el reporte al jefe inmediato, debe de estar capacitado para dar ayuda de emergencia básica en caso de una lesión o quemadura, por lo que se debe de estar en contacto con la comisión de seguridad de la Facultad de Agronomía que es la encargada de todo este tipo de capacitaciones.

Figura 36. **Botiquín**



Fuente: Gobierno de Canarias, *Área de Tecnología Educativa*.

<http://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/mediateca/ecoescuela>. Consulta: febrero 2018.

Implementos básicos que debe de contener el botiquín del laboratorio son los siguientes:

- Vendas.
- Esparadrapo: se utiliza para fijar gasas, apósitos, vendas y para aproximar los bordes de las heridas.
- Alcohol clínico (70 %): se usa para desinfectar termómetros clínicos, pinzas, tijeras u otro instrumental. También se usa para la limpieza de la piel, antes de la inyección. No es aconsejable utilizarlo en una herida por que irrita los tejidos.
- Aplicadores o hisopos estériles.
- Algodón: se utiliza para forrar tablilla o inmovilizadores, improvisar apósitos y desinfectar el instrumental, nunca se debe poner directamente sobre una herida abierta.
- Guantes estériles.
- Analgésicos: es un medicamento que calma o elimina el dolor.
- Agua destilada estéril
- Mertiolate: usado como antiséptico.

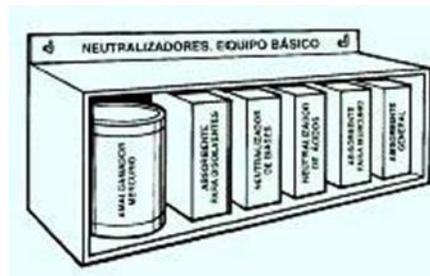
- Crema hidratante
- Jabón pH neutro. Para el lavado de las manos, heridas y material.

### 3.7.8. Neutralizadores

Otros elementos de actuación y protección para situaciones de emergencia en caso de derrames o vertidos accidentales son los agentes neutralizadores. Los neutralizadores y absorbentes o adsorbentes necesarios estarán en función de la actividad del laboratorio y de los productos utilizados. Normalmente debe disponerse de agentes específicos para ácidos, bases, disolventes orgánicos y mercurio, lo que constituye el denominado equipo básico.

Para esto se debe crear un lugar específico donde se pueda mantener este equipo, en muchos lugares se suele poner botes con arena para lograr tener este implemento con fácil acceso y sin ocupar mucho espacio como se logró observar en los laboratorios de química de la Facultad de Farmacia.

Figura 37. **Neutralizadores**



Fuente: Facultad de Ingeniería Olavarria, *Seguridad e Higiene en el Trabajo*,  
<http://www.fio.unicen.edu.ar/usuario/segumar/a13-3/riesgo/laboratorio.htm>. Consulta: febrero

2018

### **3.8. Procedimientos de primeros auxilios y emergencias**

La rápida acción ante un accidente puede salvar la vida de una persona o evitar el empeoramiento de las posibles lesiones que padezca. Del mismo modo, y especialmente en el caso de vertidos accidentales de productos químicos y agentes cancerígenos o biológicos, es importante poner en marcha inmediatamente medidas de control de la emergencia que impidan el contacto de estos contaminantes tanto con los trabajadores del laboratorio como con los estudiantes que realizan sus experimentos.

Por ello es necesario conocer tanto las acciones básicas generales frente a una emergencia, como las actuaciones específicas frente a agentes químicos, cancerígenos y biológicos que permitan controlar adecuadamente la situación.

#### **3.8.1. Emergencias**

Se pueden suscitar una serie de emergencias dentro de los laboratorios por lo que es importante conocer la forma correcta de actuar frente algún incidente que ponga en riesgo la integridad física de los estudiantes o instructores.

##### **3.8.1.1. Vertidos**

Para el manejo de vertidos dentro del laboratorio de biología debemos tener en cuenta que se debe de implementar los neutralizadores que son la herramienta a utilizar en estos casos de emergencia, estos procedimientos están sujetos a este equipo de emergencia, por lo que se explicara el procedimiento a seguir en estos casos para su implementación:

### 3.8.1.1.1. Líquidos inflamables

Los vertidos de líquidos inflamables deben absorberse con carbón activo u otros absorbentes específicos que se pueden encontrar comercializados. No emplear nunca serrín, a causa de su inflamabilidad.

### 3.8.1.1.2. Ácidos

Los vertidos de ácidos deben absorberse con la máxima rapidez ya que tanto el contacto directo, como los vapores que se generen, pueden causar daño a las personas, instalaciones y equipos. Para su neutralización lo mejor es emplear los absorbentes neutralizadores que se hallan comercializados y que realizan ambas funciones. Caso de no disponer de ellos, se puede neutralizar con bicarbonato sódico. Una vez realizada la neutralización debe lavarse la superficie con abundante agua y detergente.

Figura 38. **Proceso de acción ante un vertido**



Fuente: Universidad de Sevilla, *Química analítica I del Grado en Química*.  
[https://www.youtube.com/watch?v=ZEq\\_O7xCqEs](https://www.youtube.com/watch?v=ZEq_O7xCqEs). Consulta: febrero 2018.

### **3.8.1.1.3. Bases**

Se emplearán para su neutralización y absorción los productos específicos comercializados. Caso de no disponer de ellos, se neutralizarán con abundante agua a pH ligeramente ácido. Una vez realizada la neutralización debe lavarse la superficie con abundante agua y detergente.

### **3.8.1.2. Atmósfera contaminada**

La atmósfera del laboratorio está expuesta a los diferentes agentes con los que se trabaja, desde ácidos, bases, herbicidas, y otros, se realizó el diagnóstico de que en ciertas prácticas donde se realiza evaporación de compuestos existe el peligro de leves irritaciones en las vías respiratorias, tomando esto en cuenta este contexto es necesario conocer las medidas a llevar a cabo ante una situación de atmósfera contaminada, se explicara qué hacer en estos casos:

- Si la contaminación es débil:
  - Abrir todas las ventanas.
  - Poner en marcha la vitrina con la pantalla totalmente abierta.
  
- Si la contaminación es importante:
  - Activar el sistema de emergencia.
  - Evacuar el personal del local.
  - Avisar al equipo de intervención provisto del material de protección adecuado al riesgo: equipos de protección respiratoria, vestidos de protección, guantes, entre otros.

- Cerrar todos los aparatos con llama si el producto contaminante es volátil e inflamable.
- Abrir las ventanas.
- Si ha tenido su origen en un vertido, absorberlo con el absorbente indicado para dicho vertido y guardarlo en un recipiente estanco, lavando y aclarando con agua corriente, siempre empleando guantes. Si no se dispone del absorbente adecuado, emplear papel adsorbente.
- Prohibir la entrada al local hasta que la concentración ambiental de la sustancia peligrosa en la atmósfera deje de ser un riesgo.
- Hacer mediciones ambientales para conocer los niveles de contaminación.

### **3.8.1.3. Situaciones de riesgo en la manipulación de gases**

Como se pudo analizar, existe un riesgo presente en la disposición de los cilindros de gas, siendo este un factor que puede generar un problema para los estudiantes e instructores, es conveniente revisar las medidas a realizar en caso de una fuga de gas, se explicará los pasos a seguir en caso de un problema con la manipulación de gas:

#### **3.8.1.3.1. Fugas de gases**

La revisión periódica de las conexiones de los cilindros y de la instalación de gases en su caso, es la medida preventiva más eficaz para la prevención de fugas que puedan ser causa de una situación de emergencia. Esta revisión debe realizarse con agua jabonosa o productos o detectores específicos para el gas; nunca empleando focos de ignición (cerillas, mecheros).

- En caso de detectarse una fuga en un cilindro, se recomienda la siguiente secuencia de actuación:
  - Aproximarse a la botella siempre con el viento o la corriente de aire a la espalda.
  - Verificar que el gas no se ha encendido
  - Cerrar el grifo, si es posible
  - Trasladar la botella con fuga a un espacio abierto, fuera del alcance de personas e instalaciones
  - Si no se trata de oxígeno o un gas inerte, avisar a los bomberos
  - Señalizar la zona con la indicación de peligro correspondiente, impidiendo el acceso de personas, vehículos, focos de ignición, entre otros, según el caso.
  - Controlar permanentemente la botella hasta su total vaciado
  - Avisar al suministrador.

#### **3.8.1.3.2. Llama en la boca de un cilindro de gas inflamable**

La actuación a seguir dependerá del tipo de local en que esté situado el cilindro. Si está en una caseta de gases y está adecuadamente acondicionada, se apagará la llama con un extintor, preferiblemente de polvo, se señalizará la zona indicando el peligro y se enfriará el grifo para poder cerrarlo. Si el cilindro se halla en el propio laboratorio deberá valorarse si el riesgo derivado del escape de gases inflamables, una vez se haya apagado la llama, no es mayor que el de la propia llama. Si se toma la decisión de no apagar la llama, deberá actuarse para que la llama no provoque un incendio, separando el cilindro con llama todo lo susceptible de ello. Se dará inmediatamente aviso a los bomberos, al servicio de prevención y al suministrador.

### **3.8.2. Accidentes**

En el laboratorio se pueden suceder una diversidad de accidentes por lo que es necesario tener el conocimiento básico de cómo actuar frente a estas situaciones, hasta el momento en las prácticas de laboratorio no se contabiliza ningún accidente grave, aunque la probabilidad de que sucedan siempre es alta en comparación de otras áreas de la Facultad de Agronomía, se explicara brevemente el tratamiento de los accidentes más comunes que pueden suceder en el desarrollo de las prácticas de biología:

#### **3.8.2.1. Quemadura térmica**

- Primera intervención:
  - Lavar la zona afectada con abundante agua para enfriarla.
  - No quitar la ropa que se encuentra pegada a la piel.
  - No romper las ampollas.
  - Tapar la parte quemada con ropa limpia.
- No aplicar ninguna pomada, grasa o desinfectante en la zona afectada por la quemadura.
- No suministrarle bebidas ni alimentos.
- Permanecer como mínimo una persona junto al accidentado.
- Acudir siempre al médico, independientemente del grado de la quemadura.

Figura 39. **Tratamiento de quemadura**



Fuente: FREMAP. Manual de seguridad en los laboratorios.

### **3.8.2.2. Salpicaduras**

- Lavarse con abundante agua durante 10 o 15 minutos, empleando siempre que sea necesario la ducha de seguridad.
- Si la salpicadura se ha producido en los ojos, lavarse con un lavaojos durante 15 o 20 minutos.
- Quitarse la ropa afectada por el producto.
- No intentar neutralizar el producto.
- Acudir al médico con la etiqueta o la ficha de seguridad del producto.

Figura 40. **Salpicadura en los ojos**



Fuente: FREMAP. Manual de seguridad en los laboratorios.

### 3.8.2.3. **Ingestión**

- Recopilar información (etiqueta o ficha de seguridad) sobre el producto ingerido y acudir con ella rápidamente al médico.
- Neutralizar o evitar la absorción del tóxico por el organismo en función de la naturaleza de la sustancia:
  - Ácido: beber solución de bicarbonato.
  - Base: tomar bebidas ácidas (refrescos de cola).
- No provocar el vómito, salvo indicación expresa.
- En caso de duda consultar al servicio de información toxicológica.

### 3.8.2.4. **Electrocución**

- Cortar inmediatamente la alimentación eléctrica del aparato causante de la electrocución. NO acercarse antes a la víctima.
- Retirar al accidentado una vez que nos hemos asegurado del corte de suministro eléctrico.

- Si fuese necesario practicar la reanimación cardiorrespiratoria (siempre por personal cualificado).
- Para activar la respiración NO suministrar productos, alimentos o bebidas.

Figura 41. **Electrocución**



Fuente: FREMAP, Manual de seguridad en los laboratorios.

### 3.8.2.5. **Mareos o pérdida de conocimiento debidos a una fuga toxica persistente**

- Antes de acercarse a la zona donde se encuentra el accidentado comprobar la concentración de contaminante en la atmósfera, así como la concentración de oxígeno presente.
- En caso de que exista riesgo de intoxicación, utilizar un equipo de protección respiratorio adecuado al contaminante para retirar al accidentado y poder ventilar la zona afectada.
- Debe haber otra persona fuera de la zona afectada que pueda dar la alarma en caso de pérdida de conocimiento del rescatador.
- Una vez trasladado el herido a un lugar seguro, actuar de la siguiente manera:
  - Recostarle sobre el lado izquierdo (posición de seguridad).
  - Aflojar toda prenda que pueda oprimirlo.

- Verificar si ha perdido el sentido y si respira.
- Tomarle el pulso.
- Si fuese necesario practicar la reanimación cardiopulmonar (siempre por personal cualificado).
- No suministrar alimentos, ni bebidas ni productos para la activación respiratoria del accidentado.

### **3.9. Protocolos en el manejo de sustancias químicas, aparatos e instalaciones**

Se deben de conocer los parámetros necesarios para el correcto manejo de sustancias químicas, aparatos e instalaciones que se encuentran dentro el laboratorio, es importante reconocer los peligros intrínsecos del manejo de sustancias químicas para de esta forma proceder con los cuidados necesarios.

#### **3.9.1. Aparatos e instalaciones**

En los laboratorios de biología, además, de los riesgos intrínsecos de los productos químicos y de los generados por las operaciones que con ellos se realizan, deben considerarse también los que tienen su origen en las instalaciones, material de laboratorio y equipos existentes en el mismo.

##### **3.9.1.1. Material de vidrio**

Es un elemento fundamental en el trabajo de laboratorio ya que presenta una serie de ventajas: transparencia, manejabilidad, facilidad de diseño y sencillez en la preparación de montajes, permitiendo, además, su moldeabilidad por calentamiento y la fabricación de piezas a medida.

Con este tipo de equipo se han generado inconvenientes dentro del laboratorio, por lo que es necesario explicar los riesgos y la forma de manejar este equipo.

Los riesgos asociados a la utilización del material de vidrio en el laboratorio son:

- Cortes o heridas producidos por rotura del material de vidrio o como consecuencia del proceso de apertura de ampollas selladas, frascos con tapón esmerilado, llaves de paso, conectores entre otros, que se hayan obturado.
- Explosión, implosión e incendio por rotura del material de vidrio en operaciones realizadas a presión o al vacío.

Las medidas de prevención adecuadas frente a estos riesgos son:

- Examinar el estado de las piezas antes de utilizarlas y desechar las que presenten el más mínimo defecto.
- Desechar el material que haya sufrido un golpe de cierta consistencia, aunque no se observen grietas o fracturas.
- Efectuar los montajes para las diferentes operaciones (reflujos, destilaciones ambientales y al vacío, reacciones con adición y agitación, endo y exotérmicas, entre otros) con especial cuidado,
- evitando que queden tensionados, empleando soportes y abrazaderas adecuados y fijando todas las piezas según la función a realizar.
- No calentar directamente el vidrio a la llama; interponer un material capaz de difundir el calor (p.e., una rejilla metálica).
- Introducir de forma progresiva y lentamente los balones de vidrio en los baños calientes.

- Evitar que las piezas queden atascadas colocando una capa fina de grasa de silicona entre las superficies de vidrio y utilizando siempre que sea posibles tapones de plástico.
- Para el desatascado de piezas deben utilizarse guantes espesos y protección facial o bien realizar la operación bajo campana con pantalla protectora.
- Si el recipiente a manipular contiene líquido, debe llevarse a cabo la apertura sobre un contenedor de material compatible, y si se trata de líquidos de punto de ebullición inferior a la temperatura ambiente, debe enfriarse el recipiente antes de realizar la operación.

### **3.9.1.2. Aparatos con llamas**

El trabajo con llama abierta genera riesgos de incendio y explosión por la presencia de gases comburentes o combustibles, o de productos inflamables en el ambiente próximo donde se utilizan.

Para la prevención de estos riesgos son acciones adecuadas:

- Suprimir la llama o la sustancia inflamable, aislándolas, o garantizar una ventilación suficiente para que no se alcance jamás el límite inferior de inflamabilidad.
- Calentar los líquidos inflamables mediante sistemas que trabajen a una temperatura inferior a la de autoignición (p.e., baño maría).
- Utilizar equipos con dispositivo de seguridad que permita interrumpir el suministro de gases en caso de anomalía.
- Mantenimiento adecuado de la instalación de gas.

Figura 42. **Mechero**



Fuente: Alibaba. <https://spanish.alibaba.com/g/alcohol-burner.html>. Consulta: febrero 2018.

### 3.9.1.3. **Dispositivos de calefacción**

Los principales riesgos que presentan son quemaduras térmicas, rotura de recipientes de vidrio ordinario con desprendimiento de vapores, vuelcos, vertidos, emisión incontrolada de humos en los baños de aceite y generación de calor y humedad ambiental en los baños de agua.

Los elementos mayormente utilizados dentro del laboratorio son la mufla y secadores, por lo que revisar los procedimientos y adecuarlos a las siguientes recomendaciones es necesario.

Para prevenir estos riesgos las principales acciones a tomar son:

- No llenar completamente el baño hasta el borde.
- Asegurar su estabilidad con ayuda de soportes.
- No introducir recipientes de vidrio ordinario en el baño, utilizar vidrio tipo *Pyrex*.
- Disponer de un termostato de seguridad para limitar la temperatura.
- Utilizar dispositivos aislantes térmicos que no contengan amianto.

- Cuando su uso sea continuado, disponer de extracción localizada.
- Llevar a cabo un mantenimiento preventivo con revisiones periódicas, que deben aumentar de frecuencia con el uso y la antigüedad del dispositivo. Prestar especial atención a las conexiones

También es importante el riesgo de contacto eléctrico indirecto por envejecimiento del material.

Figura 43. **Mufla**



Fuente: T.P Laboratorio Químico. <https://www.tplaboratorioquimico.com/laboratorio-quimico/materiales-e-instrumentos-de-un-laboratorio-quimico/horno-mufla.html>. Consulta: febrero 2018.

#### **3.9.1.4. Estufas**

Presentan riesgos de explosión, incendio e intoxicación si se desprenden vapores inflamables en la estufa, de sobrecalentamiento si se produce un fallo en el termostato y de contacto eléctrico indirecto.

La utilización de las estufas eléctricas forma parte de algunos experimentos realizados por parte de los estudiantes, tomando en

consideración los riesgos de manejar este equipo se enumeraran los riesgos y las recomendaciones a la hora de su utilización:

El control del riesgo en la utilización de las estufas se basa en las siguientes recomendaciones:

- Si se utiliza una estufa para evaporar líquidos volátiles debe disponerse de un sistema de extracción y retención por filtrado o por condensación de los vapores producidos. Si los vapores que se desprenden son inflamables, es recomendable emplear estufas de seguridad aumentada o con instalación antideflagrante.
- Emplear estufas con sistemas de seguridad de control de temperaturas.
- Efectuar un mantenimiento adecuado, comprobando además, la ausencia de corrientes de fuga por envejecimiento del material y correcto estado de la toma de tierra.

Figura 44. **Estufa eléctrica**



Fuente: Focus Technology Co. [https://es.made-in-china.com/co\\_cnjinyi17/product\\_DL-1-5-Enclosed-Laboratory-Electric-Stove\\_esunugyug.html](https://es.made-in-china.com/co_cnjinyi17/product_DL-1-5-Enclosed-Laboratory-Electric-Stove_esunugyug.html). Consulta: febrero 2018.

### **3.9.1.5. Microscopios**

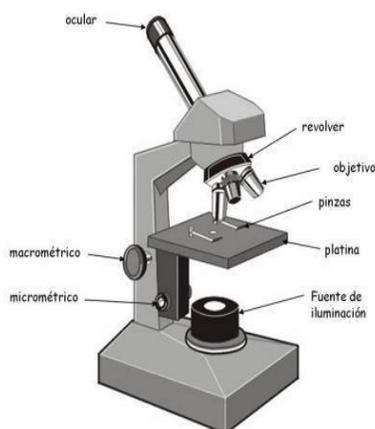
Este es el equipo de mayor utilización en la realización de las prácticas del laboratorio, ya que este sirve para observar los cambios sucedidos en muchos de los experimentos que se realizan, se enumerarán las recomendaciones

básicas del uso de este equipo para que los estudiantes puedan implementarlas en sus prácticas:

Recomendaciones de uso:

- Cuando el microscopio no está en uso, siempre debe ser almacenado con el objetivo de menor potencia en el lugar.
- Limpie la lente de inmersión de aceite con papel de lente especial antes de su almacenamiento, hasta que el papel salga limpio con aceite no en él. Lo contrario dará la vuelta la lente nublada tiempo.
- Un microscopio siempre debe llevarse con una mano debajo de la base y la otra mano agarre el brazo o la parte que soporta la visera del yelmo y etapa. Un espacio libre para el microscopio y decidir donde usted quiere que vaya antes de bajar; desplazamiento a través de una tabla podría causar daños.

Figura 45. **Microscopio y sus partes**



25

Fuente: Lacobragay, El Bloger De La Conso.

<http://lacobragay.blogspot.es/1480663239/microscopio-optico-con-sus-partes/>. Consulta:

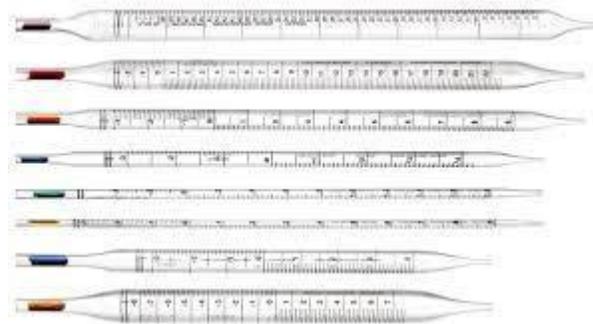
febrero 2018.

### 3.9.1.6. Pipetas

Las pipetas son instrumento utilizado comúnmente en los laboratorios de biología por lo que se denota que existen riesgos a la hora de su utilización por que se describirán a continuación y sus recomendaciones:

- Riesgos:
  - Contacto o ingestión de un líquido tóxico o corrosivo.
  - Cortes por rotura.
  
- Control del riesgo:
  - Prohibir pipetear con la boca.
  - Utilizar siempre guantes impermeables al producto manipulado.
  - Utilizar bombas de aspiración manual de caucho o cremallera que se adapten bien a las pipetas a utilizar.
  - Para algunas aplicaciones y reactivos es recomendable utilizar un dispensador automático de manera permanente.

Figura 46. Pipetas



Fuente: Dajota. <https://www.dajota.com.br/frascos-de-cultura-de-celulas-linha-standard-ps-origem-transparente-esteril-e-certificado-como-nao-pirogenico>. Consulta: febrero 2018.

### **3.9.2. Protocolos en el manejo de sustancias químicas**

Cualquier operación del laboratorio en la que se manipulen productos químicos presenta siempre riesgos. Para eliminarlos o reducirlos de manera importante es conveniente, antes de efectuar cualquier operación, hacer una lectura crítica del procedimiento a seguir, asegurarse de disponer del material adecuado, manipular siempre la cantidad mínima de producto químico, llevar las prendas y accesorios de protección adecuados y tener previsto un plan de actuación en caso de incidente o accidente.

#### **3.9.2.1. Trasvases de líquidos**

Los trasvases se pueden realizar por vertido libre, con sifón o con la ayuda de una bomba.

En el primer caso puede haber riesgos de vertido de líquidos e intoxicación por vapores. Para la prevención de estos riesgos es aconsejable:

- Emplear una bomba o un sifón para trasvases de gran volumen.
- Utilizar gafas o pantallas de protección facial cuando se trasvasen productos irritantes o corrosivos. Para trasvasar ácidos y bases se recomiendan los guantes de PVC (cloruro de polivinilo) o de policloropreno. En todo caso deberá comprobarse siempre que los guantes sean impermeables al líquido trasvasado.
- Suprimir las fuentes de calor, llamas y chispas en la proximidad de un puesto donde se realicen trasvases de líquidos inflamables. Si la cantidad de producto a trasvasar es importante, debe realizarse la operación en un lugar específico acondicionado especialmente y con ventilación suficiente.

- Volver a tapar los frascos una vez utilizados.

Cuando la operación de trasvase es mediante sifón o bombeo puede haber riesgo de explosión por sobrepresión. Para evitar este riesgo, la alternativa es la utilización del vaciado por gravedad. Si se emplea una bomba puede equiparse con dispositivos de seguridad para evitarlo. También en este caso deberá comprobarse siempre la adecuación de la bomba al producto a trasvasar: Compatibilidad de materiales, corrosión, contaminación, riesgo de explosión, entre otros. Al trasvasar cantidades importantes de líquidos no conductores debe valorarse siempre el problema de la electricidad estática.

### **3.9.2.2. Operaciones al vacío**

Entre las diferentes operaciones en que se puede utilizar el vacío destacan la evaporación, la destilación, la filtración y el secado, estas operaciones presentan riesgos de implosión del aparato y proyección de material, aspiración de un líquido y mezcla imprevista de productos que reaccionen violentamente.

Para el control de estos riesgos es recomendable:

- Utilizar recipientes de vidrio especiales capaces de soportar el vacío (paredes gruesas o formas esféricas) e instalar el aparato en un lugar donde no haya riesgo de que sufra un choque mecánico.
- Recubrir con una cinta adhesiva o una red metálica el recipiente en depresión.
- El paso de vacío a presión atmosférica debe hacerse de manera gradual y lentamente.

- Tener en cuenta que cuando se utiliza para el vacío una trompa de agua y se cierra lentamente el grifo de alimentación, puede tener lugar un retorno de agua al recipiente donde se hace el vacío; si este recipiente contiene algún producto capaz de reaccionar con el agua, la reacción puede ser violenta. Para evitarlo, hay que igualar presiones abriendo al aire a través de la llave de tres vías que hay entre el aparato sometido a vacío y la trompa. También es útil colocar entre ellos un recipiente de seguridad.

#### **3.9.2.2.1. Evaporación al vacío**

Se llevan a cabo normalmente en evaporadores rotativos que permiten el calentamiento y la agitación por rotación de la muestra tratada al vacío, debiéndose tener en cuenta las siguientes precauciones.

- Los balones no deben llenarse excesivamente y debe evitarse un sobrecalentamiento de la mezcla tratada por evaporación. Si existe la posibilidad de que se formen productos inestables (p.e., peróxidos) no se llevará la mezcla a sequedad.
- Debe esperarse el enfriamiento del balón que contenga la mezcla antes de eliminar el vacío.
- Para evitar que los vapores eliminados deterioren la bomba de vacío o bien contaminen el agua en caso de emplear trompas de agua se puede colocar una trampa refrigerada.

#### **3.9.2.2.2. Destilación al vacío**

En las destilaciones a vacío, la ebullición del líquido debe regularse mediante un tubo capilar que haga borbotear aire o un gas inerte, en función de

los requerimientos de ausencia de oxígeno o humedad. Conviene verificar que en el transcurso de la operación no se produzca una obturación del capilar por inicio de cristalización, por ejemplo. Si se utiliza refrigerante de paso estrecho también debe vigilarse que no ocurra la obturación en él.

La calefacción no debe empezar hasta que el vacío se ha establecido, a fin de evitar el desencadenamiento espontáneo de la ebullición, con riesgo de la pérdida de producto y contaminación general del sistema.

Al concluir la destilación debe enfriarse el sistema antes de detener el vacío, ya que la introducción del aire en un balón caliente podría producir inflamaciones o explosiones del residuo obtenido en la destilación. El paso del vacío a la presión normal debe hacerse de manera lenta, pudiéndose emplear para ello el capilar usado en la regulación del vacío.

#### **3.9.2.2.3. Filtración al vacío**

Los matraces para la filtración al vacío deben ser de vidrio de elevada calidad, hallarse en excelente estado de conservación y deben fijarse con solidez evitando tensiones. Si la filtración es defectuosa por las características propias de los productos manipulados debe considerarse que un aumento de vacío no va a mejorar el rendimiento ni el tiempo de filtrado; sí, en cambio, el riesgo de implosión. Puede ser aconsejable la aplicación de otras medidas como la presión o el filtrado en pequeñas cantidades con el fin de evitar la colmatación del fritado o del filtro de papel. En este último caso debe estarse siempre pendiente de su posible rotura.

#### **3.9.2.2.4. Secado al vacío**

Los desecadores deben colocarse en lugares poco expuestos a golpes y caídas, fuera del alcance de la luz solar, especialmente cuando contienen productos inestables.

Cuando se hallan al vacío no deben ser jamás transportados. Cuando se emplee un desecador al vacío debe protegerse mediante redes metálicas o de un material cuya resistencia haya sido contrastada. Deben lubricarse adecuadamente los bordes de contacto y las llaves. Entre el desecador y la trompa de vacío debe colocarse un matraz o borboteador de seguridad a fin de evitar los posibles retornos del agua que podrían afectar los productos que tiene el desecador y reaccionar violentamente con los deshidratantes colocados en éste.

#### **3.9.2.3. Evaporación secado**

Las operaciones de evaporación y secado son comunes en el laboratorio de biología ya que se añade un agente de tinta a las muestras para realizar esta operación con el propósito de que el agente de tinta se una a la muestra, cuando se trata de disolventes, presentan el riesgo de desprendimiento de vapores tóxicos o inflamables. Para su prevención son acciones adecuadas:

- Efectuar la operación en el interior de una vitrina o emplear un evaporador rotatorio.
- Si el aporte de calor mediante estufa es indispensable se utilizará una que esté ventilada, disponga de un sistema de aspiración de vapores y se trabajará siempre a temperaturas moderadas, asegurándose que en

ningún punto del interior o exterior de la estufa se puede sobrepasar el punto de autoinflamación.

- La evaporación de un producto empapado de un líquido volátil se puede efectuar en frío.
- La evaporación y secado con aplicación de vacío se ha comentado en el apartado de operaciones con vacío.

### **3.10. Plan de emergencia contra incendios**

Un plan de contingencia establece los lineamientos y acciones preventivas y de primeros auxilios, orientados a incrementar la capacidad de respuesta ante cualquier contingencia de tipo natural y generada por el hombre, así mismo el contar con un programa de contingencia formalmente establecido y monitoreado por las autoridades de los laboratorios.

El programa contempla la integración del personal de los laboratorios en las brigadas aplicando acciones y procedimientos establecidos para casos de siniestros.

Ejecutando acciones oportunas ante cualquier contingencia que se pudiera presentar como consecuencia de un siniestro para salvaguardar a las personas, bienes y el entorno de los mismos que se encuentren dentro de los laboratorios.

En la elaboración de un plan contra incendios se contemplan tres pasos los cuales son:

- Prevención: recomendaciones y normas de seguridad a contemplar para evitar que se produzca un incendio.

- Acción: pasos a seguir en caso que se produzca un incendio.
- Evaluación: repaso de todas las acciones, evaluando su eficacia y eficiencia ante la situación.

### 3.10.1. Clasificación de incendios

Los incendios se pueden catalogar dependiendo de sus características y que material es que están consumiendo, su clasificación se explicara en la tabla XX:

Tabla XX. **Tabla de clasificación de incendios**

Símbol o (clase)	Tipo de Fuego	Características	Prevención	Pictograma
 <p>Letra blanca sobre fondo azul</p>	Fuegos de elementos sólidos con generación de brasas o cenizas	Combustibles corrientes tales como madera, papel, tela, goma o ciertos plásticos.	Asegúrese de tener las áreas de trabajo libres de basura y vacíe los recipientes de basura diariamente	
 <p>Letra blanca sobre fondo rojo</p>	Fuegos de elementos líquidos y gaseosos	Grasas, aceites Pinturas alcohólicas, naftas y gases inflamables	Use los líquidos inflamables en áreas ventiladas o alejados de cualquier fuente productora de chispa. Y mantenga los líquidos inflamables cerrados herméticamente a prueba de derrame. Mantenga en ambiente de temperatura controlada los que generan vapores.	

Continuación de la tabla XX.

 <p>Letra blanca sobre fondo celeste</p>	<p>Fuegos en presencia de corriente eléctrica</p>	<p>Equipo eléctrico energizado tales como aparatos eléctricos, electrónicos, interruptores, herramientas eléctricas.</p>	<p>Revise cables viejos o dañados, partes sueltas o partidas, evite el recalentamiento de motores, nunca sobrecargue los enchufes de las paredes.</p>	
 <p>Letra blanca sobre fondo amarillo</p>	<p>Fuegos de metales y productos químicos</p>	<p>Ciertos materiales combustibles tales como el magnesio, titanio, potasio y sodio.</p>	<p>Diga las instrucciones de uso especificadas por los proveedores para el uso de estos materiales.</p>	

Fuente: elaboración propia.

### 3.10.2. Extintores

Los tipos de extintores encontrados en los pasillos de los laboratorios de biología y dentro de los de química son del tipo ABC siendo los de mayor utilización en el mercado, se explicara las características de este equipo y de los existentes en el mercado en la tabla XXI:

Tabla XXI. **Tabla de tipos de extintores según tipo de fuego que extinguen**

Contenido	Tipos de fuego que apaga	Características
<p>Polvo Químico</p>		<p>Extinguen por sofocación, enfriamiento y rotura de la reacción en cadena son los más poderosos, rápidos y seguros. Recomendamos no usarlos sobre aparatos electrónicos (computadoras).</p>

Continuación de la tabla XXI.

Espuma		<p>Extinguen el fuego por sofocación y enfriamiento. Forman una capa que aísla del aire y como tiene agua, enfría, pero conduce la electricidad</p>
Anhídrido Carbónico		<p>Extinguen el fuego eliminando el oxígeno y bajando la temperatura.</p>
Halotron		<p>Extinguen el fuego por remoción y absorción de calor de la zona de combustión e interrumpen la reacción en cadena. Se usa en equipos eléctricos, computadoras, entre otros. Es compatible con el medio ambiente, no ataca la capa de ozono</p>

Fuente: elaboración propia.

### 3.10.3. Brigadistas

Son los grupos de personas organizadas y capacitadas para emergencias, mismos que serán responsables de combatirlas de manera preventiva o ante la eventualidad de un alto riesgo, emergencia, siniestro, o desastre, dentro de una empresa, industria o establecimiento, y cuya función está orientada a salvaguardar a las personas, sus bienes y el entorno de los mismos.

Las brigadas se integrarán con personal voluntario, que será personal que labora en los laboratorios, se capacita en una o varias funciones del plan contra incendios. Los brigadistas son responsables de realizar esas funciones de manera preventiva, o ante la eventualidad de una emergencia en un espacio físico determinado dentro del inmueble.

### **3.10.3.1. Tipos de brigadistas**

En este plan contra incendios se contara con los siguientes tipos de brigadas, las cuales deberán contar con ciertas características, además, de tener la aprobación de las distintas personas que laboran dentro de los laboratorios.

#### **3.10.3.1.1. Evacuación**

Esta brigada deberá tener contacto con la comisión de seguridad de la facultad de agronomía ya que esta cuenta con lugares estratégicos de evacuación en caso de terremoto, estos pueden ser utilizados también en caso de un siniestro, siempre tomando en cuenta el factor humo que pueda afectar estos sitios de evacuación.

Las indicaciones que deben ser tomados en cuenta por parte de la brigada de evacuación se describen a continuación:

- Contar con un censo actualizado y permanente del personal.
- Dar la señal de evacuación de las instalaciones, conforme las instrucciones del coordinador general.
- Participar tanto en los ejercicios de desalojo, como en situaciones reales.
- Ser guías y retaguardias en ejercicios de desalojo y eventos reales, llevando a los grupos de personas hacia las zonas de menor riesgo y revisando que nadie se quede en su área de competencia.
- Conducir a las personas durante un alto riesgo, emergencia, siniestro o desastre hasta un lugar seguro, a través de rutas libres de peligro.
- Verificar de manera constante y permanente que las rutas de evacuación estén libres de obstáculos.

- En caso de que una situación amerite la evacuación del inmueble y la ruta de evacuación determinada previamente se encuentre obstruida o represente algún peligro, indicar al personal las rutas alternas de evacuación.
- Realizar un censo de las personas al llegar al punto de reunión.
- Coordinar el regreso del personal a las instalaciones en caso de simulacro o en caso de una situación diferente a la normal, cuando ya no exista peligro.

#### **3.10.3.1.2. Primeros auxilios**

Las personas que forman esta brigada serán también las encargadas de velar por que el botiquín este con los implementos básicos, así como estar capacitados para atender a las personas que puedan resultar afectadas dando las primeras ayudas, esta brigada deberá seguir también las siguientes indicaciones:

- Reunir a la brigada en un punto predeterminado en caso de emergencia, e instalar el puesto de socorro necesario para atender el alto riesgo, emergencia, siniestro o desastre.
- Proporcionar los cuidados inmediatos y temporales a las víctimas de un alto riesgo, emergencia, siniestro o desastre, a fin de mantenerlas con vida y evitarles un daño mayor, en tanto se recibe la ayuda médica especializada.
- Entregar el lesionado a los cuerpos de auxilio.
- Realizar, una vez controlada la emergencia, el inventario de los equipos que requerirán mantenimiento y de los medicamentos utilizados, así como reponer estos últimos, notificándole al jefe de piso.

### **3.10.3.1.3. Prevención y combate de incendios**

Esta brigada deberá cumplir con la prevención y combate ante un incendio por lo que debe estar en constante control de las instalaciones eléctricas y el sistema de gas dentro de los laboratorios, además de esto debe de seguir las siguientes instrucciones:

- Intervenir con los medios disponibles para tratar de evitar que se produzcan daños y pérdidas en las instalaciones como consecuencia de una amenaza de incendio.
- Vigilar el mantenimiento del equipo contra incendio.
- Vigilar que no hay a sobrecarga de líneas eléctricas, ni que exista acumulación de material inflamable.
- Vigilar que el equipo contra incendios sea de fácil localización y no se encuentre obstruido.
- Conocer el uso de los equipos de extinción de fuego, de acuerdo a cada tipo de fuego.
- Las funciones de la brigada cesarán cuando arriben los bomberos o termine el conato de incendio.

### **3.10.3.1.4. Comunicación**

Los miembros de esta brigada deberán de tener siempre tiempo de aire para poder realizar las llamadas pertinentes en caso de un incendio, además de contar con la información de los cuerpos de socorro tales como Bomberos Municipales y Voluntarios.

- Contar con un listado de números telefónicos de los cuerpos de auxilio en la zona, mismos que deberá dar a conocer a toda la comunidad.
- Hacer las llamadas a los cuerpos de auxilio, según el alto riesgo, emergencia, siniestro o desastre que se presente.
- En coordinación con la brigada de primeros auxilios, tomará nota del número de la ambulancia o ambulancias, el nombre o nombres de los responsables de éstas, el nombre, denominación o razón social y dirección o direcciones de las instituciones hospitalarias a donde será remitido el paciente o pacientes, y realizará la llamada a los parientes del o los lesionados.
- Recibir la información de cada brigada, de acuerdo al alto riesgo, emergencia, siniestro o desastre que se presente, para informarle al coordinador general y cuerpos de emergencia.
- Dar informes a la prensa cuando el alto riesgo, emergencia, siniestro o desastre lo amerite.
- Contar con el formato de amenaza de bomba, en caso de presentarse un evento de este tipo.
- Permanecer en el puesto de comunicación a instalarse hasta el último momento, previo acuerdo con el jefe de brigada, o bien, si cuenta con aparatos de comunicación portátiles, los instalará en el punto de reunión.

### **3.11. Señalización y etiquetado**

La señalización es algo básico y esencial en las normas de seguridad e higiene industrial, ya que da la información de cuidado que evita realizar ciertas acciones que puedan crear algún tipo de problema. Se observó que no existe algún tipo de señalización dentro de los laboratorios de biología, la información que se proporcionara para su implementación tanto como la metodología de la misma se describirá a continuación:

### 3.11.1. Clasificación de las señales según su significado

Las señales de seguridad resultan de la combinación de formas geométricas y colores a los que se añade un símbolo o pictograma al que se atribuye un significado en relación con la seguridad que se quiere comunicar de una forma simple.

De esta forma comprenderemos el significado de las señales que se deben de implementar basados en los riesgos que encontramos en los laboratorios. Existe una clasificación de colores dependiendo del mensaje que se quiere transmitir a las personas él se puede observar en la tabla XXII.

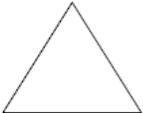
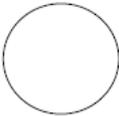
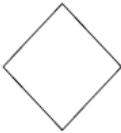
Tabla XXII. Colores de seguridad

COLOR	SIGNIFICADO	INDICACIONES
ROJO	Señal de prohibición	Comportamiento peligroso.
	Peligro – alarma de emergencia. Evacuación.	Stop. Parada. Dispositivos de desconexión
	Material y equipos de lucha contra incendios	Identificación y localización.
AMARILLO	Señal de advertencia Atención,	Atención, precaución, verificación. Señalización de riesgos (incendio, radiación, toxicidad, entre otros.) Señalización de peldaños, pasillos y obstáculos
AZUL	Señal de obligación	Comportamiento o acción específica. Obligación de uso de equipo de protección individual
VERDE	Señal de salvamento o auxilio	Puertas, salidas, pasillos, lugares de salvamento o de auxilio, locales Vías de escape, Saldas de emergencia, duchas de emergencias y primeros auxilio
	Situación de seguridad salvamento y auxilio	Retorno a la normalidad.
Nota: El azul se considera color de seguridad únicamente cuando se utiliza en forma circular El rojo anaranjado fluorescente puede emplearse en lugar del amarillo, excepto en señales de seguridad por tener un alto grado de visibilidad en condiciones de luz natural escasa.		

Fuente: elaboración propia.

Según el código de colores podemos encontrar señales de prohibición, advertencia, obligación y seguridad o salvamento. Existe una gran variedad de señales de seguridad pero todas se basan en la siguiente fórmula (ver tabla XXIII):

Tabla XXIII. **Color + forma geométrica + símbolo = señal**

Color de seguridad	Color de contraste	Forma Geométrica	Símbolo	Señal
				 RUTA DE EVACUACIÓN
				 PRECAUCION PISO MOJADO
				 PROHIBIDO FUMAR
				 OBLIGADO USO DE CASCO
				 IDENTIFICACION DE MATERIALES CORROSIVOS *

Fuente: Conred.

### 3.11.2. Etiquetado de frascos contenedores de sustancias químicas

Las botellas de vidrio, así como los recipientes plásticos, ya sea que contentan algún tipo de sustancia química o residuo peligroso, deberán tener la siguiente etiqueta de identificación, llena por la persona responsable de acuerdo a las características de la sustancia en cuestión.

En la figura 47 se puede observar la forma de etiquetado que viene con los contenedores de los productos químicos encontrados dentro del laboratorio, ya que esta información es obligatoria para todos los productores de estos materiales, en la imagen se explica los niveles de riesgos para el hombre, inflamabilidad, reactividad y los riesgos específicos de la sustancia, la comprensión de estos factores es imperante para su correcto manejo:

Figura 47. Señalización para el correcto almacenamiento



Fuente: Conred.

### **3.11.3. Incompatibilidad entre sustancias**

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
- carcinogénicos, mutagénicos

Al momento de almacenar las sustancias por parte del personal de los laboratorios se debe de tomar en cuenta la incompatibilidad entre ellas como lo podemos ya que de otra forma podemos provocar algún tipo de accidente al crear una reacción entre las diferentes sustancias, dadas las características de estas(ver figura 48).

Figura 48. **Tabla de incompatibilidades entre sustancias al ser almacenadas**

:	E	O	F	T	C	N	TABLA DE INCOMPATIBILIDADES
E	SÍ	NO	NO	NO	NO	NO	E = Explosiva
O	NO	SÍ	NO	NO	NO	2	O = Comburentes
F	NO	NO	SÍ	NO	1	NO	F = Inflamables
T	NO	NO	NO	SÍ	SÍ	SÍ	T = Tóxicas
C	NO	NO	1	SÍ	SÍ	SÍ	C = Corrosivas
N	NO	2	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	N = Nocivas para el medio ambiente

1. Pueden almacenarse juntos si los envases son de seguridad  
2. Pueden almacenarse juntos si se adoptan medidas especiales

Las letras que aparecen en la tabla corresponden a las que contienen los pictogramas de sustancias químicas en función de la peligrosidad asociada.

Fuente: Subdirección de Gestión y Estudios Departamento Prevención de Riesgos PUC.  
Manual de Seguridad para Laboratorios.

### 3.12. Control del programa de seguridad e higiene industrial

Cuando se habla de un sistema de gestión de calidad la parte de control y seguimiento es donde se realizan las revisiones periódicas, aquí se encontrara los indicadores que mostrarán si se está ejecutando de buena manera el proyecto, si la ejecución del mismo se ha llevado acabo y de esta forma buscar un rediseño o mejora.

Como se había mencionado al principio de este trabajo se iba a trabajar basados en un sistema de gestión de calidad y el círculo de Deming, por lo que se realizó un manual de control de seguridad e higiene industrial para los laboratorios, algunas partes de este manual se desarrollaron en la parte de diagnóstico.

### **3.12.1. Implicaciones y responsabilidades**

Responsable de mantenimiento: elaborará un programa que asegure la conservación de los equipos e instalaciones en condiciones óptimas y velará por el cumplimiento del mismo.

Director de la unidad encargada del laboratorio: facilitará y aplicará el programa preventivo en las instalaciones y equipos pertenecientes a su área funcional.

Encargado del laboratorio: velarán para que los equipos se encuentren en correcto estado y las actuaciones dentro de los laboratorios se desarrollen de acuerdo con lo establecido.

Auxiliares de práctica: deberán comunicar inmediatamente a su mando directo cualquier defecto o indicio de avería, accidente y situación insegura detectado en el equipo o instalación utilizada. Realizarán aquellas revisiones de sus equipos que tengan encomendadas.

### **3.12.2. Metodología**

El responsable de mantenimiento, en colaboración con el director de la unidad funcional y encargado de laboratorio, elaborará un programa preventivo que conste de los siguientes puntos:

Se dispondrá de hojas de revisión mediante cuestionarios de chequeo para facilitar el control de los elementos y aspectos a revisar, en donde el personal indicará las actuaciones y desviaciones detectadas de acuerdo con los valores requeridos. En dichas hojas constarán la frecuencia y la fecha de las

revisiones así como los responsables de realizarlas. Las hojas de revisión cumplimentadas, así como los registros de los trabajos realizados, se guardarán en las propias unidades funcionales.

Se diferenciarán, las diferentes partes de la hoja de revisión, ya que se analiza el programa de seguridad y higiene industrial, los cuales analiza el estado del equipo y mobiliario, los aspectos específicos de este programa siendo la incidencia de accidentes y la realización de las normas establecidas en el manual de seguridad e higiene industrial del laboratorio, las mejoras que se instalen o la tardanza de las mismas son valores que se necesitan para continuar con el propósito del programa de mejora continua en los laboratorios.

Dada la naturaleza de los laboratorios y que pertenece a un centro de estudios público, llevar un control específico de los aspectos técnicos de los diferentes tipos de mobiliario es redundante por lo que se analizará cada parte de forma general como se logra ver en las hojas de revisión en la parte de anexos.

En los incisos dos y tres se analiza parte del funcionamiento del programa de seguridad e higiene industrial como lo es el índice de accidentes que ocurren dentro del laboratorio y sus causas, el análisis del desarrollo de las normas establecidas es el factor que ayuda a la prevención por lo que su inspección del buen desarrollo de las mismas es parte del análisis de estas hojas de revisión.

Se debe tomar en cuenta que se debe tener algún tipo de evidencia para sustentar los datos tomados dentro de las hoja de revisión por lo que es importante la evidencia física, las fotografías son importantes para la obtención de esta evidencia, también si existiera algún tipo de documento que demostrará

el porqué de algún inconveniente dentro del laboratorio se debe adjuntar una copia de la misma.

Resultados de las revisiones, cuando en el curso de una revisión se detecten anomalías, éstas deberán ser notificadas. Obviamente, siempre que sea posible se repararán inmediatamente o se programará su solución. Las anomalías encontradas se reflejarán en el informe donde se plasmarán las recomendaciones y conclusiones de la revisión.

### **3.13. Análisis de costos de implementación de manual de seguridad e higiene industrial a los laboratorios de biología**

Este análisis de costos se realizó tomando en cuenta las necesidades apremiantes que poseen los laboratorios de biología, ya que estos no cuentan con equipo de protección colectiva suficiente para llenar las necesidades encontradas en el análisis de este manual, como lo son extractores de aire, extintores y muebles que cumplan con la normativa de soportar el equipo de laboratorios, además de la imperante necesidad de señalización de seguridad para los laboratorios.

Tabla XXIV. **Costos de equipo básico de seguridad e higiene industrial para los laboratorios de biología**

<b>TIPO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
<b>Humano</b>	Investigador	1	Q0,00	Q0,00
	Asesor	1	Q0,00	Q0,00
	Revisor	1	Q0,00	Q0,00
			<b>Sub total</b>	<b>Q0.00</b>
	Señales	15	Q50	Q750

Continuación de la tabla XXIV.

	Muebles metálicos	3	Q1 800	Q5 400
	Extractores de aire	2	Q2 500	Q5 000
	Extintores	4	Q145	Q580
<b>Sub Total</b>				<b>Q11 730.00</b>
<b>Financiero</b>	Recurso humano			Q0,00
	Recurso material			Q11 730,00
<b>TOTAL ESTIMACIÓN DE RECURSOS</b>				<b>Q11 730,00</b>

Fuente: elaboración propia.

## **4. PROGRAMA DE GESTIÓN DE RESIDUOS QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS**

Para los laboratorios el manejo de desechos es un factor de suma importancia, el cual no ha sido trabajado adecuadamente, como se analizó en la etapa de diagnóstico, tanto los laboratorios de biología y química no tienen un programa de manejo de desechos.

Un residuo de laboratorio es una sustancia o un preparado que casi siempre presenta características de toxicidad y peligrosidad y cuya identificación o almacenamiento inadecuados constituye un riesgo añadido a los propios de la actividad del laboratorio. Una incorrecta manipulación de dichos residuos puede provocar daños físicos en el trabajador y en el medio que nos rodea. Por tanto es importante en el laboratorio reducir su producción, buscar alternativas menos peligrosas y mantener un *stock* de reactivos lo más pequeño posible. Un programa de gestión de residuos para el laboratorio debe abarcar todos los residuos generados en el mismo, tanto los no peligrosos como los peligrosos

### **4.1. Diagnóstico del manejo de desechos dentro de los laboratorios**

El manejo de residuos es un tema clave para los laboratorios, ya que ninguno de los dos laboratorios cuenta con una plan de desechos químicos producidos por las prácticas, tomando en cuenta que los desechos de los laboratorios se dividen en los que se pueden desechar en bolsas al recolector como lo son el papel y ciertos residuos orgánicos, los desechos químicos que por medio neutralización se pueden desechar de manera simple y los que por

su naturaleza se deben contratar empresas especializadas que puedan manejarlos de manera correcta.

La forma en que se manejan los desechos en los laboratorios en la actualidad se puede observar en la siguiente tabla XXV:

Tabla XXV. **Manejo de desechos laboratorios de biología y química**

Manejo de los desechos en los laboratorios de biología y química
<p>Desechos en los laboratorios de química</p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ El papel se recicla como parte de una campaña de la Facultad.</li><li>▪ Algunos desechos orgánicos se vierten en bolsas y son llevados por el recolector.</li><li>▪ Desechos químicos que no se pueden neutralizar son acumuladas en recipientes (ver figura 49 y 50).</li></ul> <p>Desechos en los laboratorios de biología</p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ El papel se recicla como parte de una campaña de la facultad.</li><li>▪ Algunos desechos orgánicos se vierten en bolsas y son llevados por el recolector.</li><li>▪ Algunos desechos químicos son vertidos en la tierra o en el desagüe</li></ul>

Fuente: elaboración propia.

Figura 49. **Recipientes con desechos químicos**



Fuente: laboratorios de química.

Figura 50. **Estudiantes almacenando desechos de las prácticas**



Fuente: laboratorios de química.

## 4.2. Objetivos y alcance del programa de gestión de residuos

Los objetivos de este programa van orientados al mejoramiento del manejo de los desechos químicos y biológicos, están basados en normas internacionales utilizadas en otras universidades de prestigio a nivel internacional.

Tabla XXVI. **Objetivos del programa de gestión de residuos**

- Crear procesos claros para el manejo de desechos químicos y biológicos
- Manejar normas aprobadas internacionales en la gestión de residuos
- Eliminar procesos de acumulación y vertido en el desagüe de desechos químicos y biológicos
- Crear herramientas de control para el manejo de desechos químicos

Fuente: elaboración propia.

Es necesario delimitar el alcance de este programa para una mejor comprensión del personal de los laboratorios:

- El presente programa de gestión de residuos químicos y biológicos, aplica a los laboratorios de química y biología de la FAUSAC.

## 4.3. Metodología del programa de gestión de residuos químicos y biológicos

El programa de gestión de residuos trabajará de manera separada los residuos químicos y biológicos, puesto que sus características físicas y químicas son diferentes, asimismo el tratamiento para ambos es distinto:

Tabla XXVII. **Metodología del programa de gestión de residuos**

- Metodología de gestión de residuos químicos
  - Disminución de generación de residuos químicos
  - Tratamiento interno de residuos químicos
- Metodología de gestión de residuos biológicos
  - Tratamiento de residuos biológicos

Fuente: elaboración propia.

Se creó una metodología que permita no solo tratar los residuos químicos sino disminuir su generación, mediante un sistema basado en las normas de reciclaje, el tratamiento de residuos ayudará a crear un proceso sencillo de utilizar, para evitar más daños al medio ambiente y el peligro de acumular residuos peligrosos dentro de los salones de clases.

#### **4.4. Implementación del programa de gestión de residuos químicos y biológicos**

Al momento de implementar el programa se tomó en cuenta el cumplimiento de normas internacionales las cuales regulan los procedimientos a ser utilizados en el manejo de residuos peligrosos dentro de laboratorios universitarios, para este programa se siguieron las Normas NTP: 276 y NTP: 480, así como leyes de gestión de residuos aprobadas en otros países.

#### **4.4.1. Programa de gestión de residuos químicos**

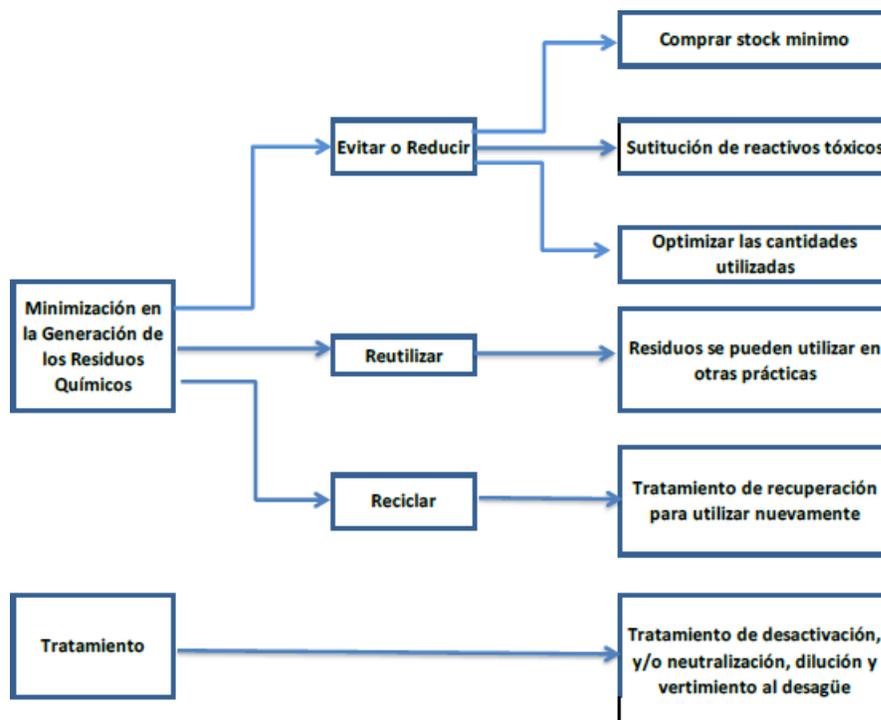
La sensibilización y educación ambiental son los principales procesos para lograr el desarrollo habitual de buenas prácticas desde la adquisición de los reactivos hasta la producción de residuos químicos de la manera más eficiente, con el fin de reducir la cantidad de desechos y los riesgos para la comunidad universitaria y el medio ambiente.

##### **4.4.1.1. Minimización de residuos químicos dentro de los laboratorios**

La minimización de residuos químicos es de suma importancia ya que antes de que se genere se debe evitar, por esto se diseñó un proceso por el cual disminuye la cantidad de residuos producidos, basándonos en las tres R's del reciclaje (ver figura 51).

La Facultad de Agronomía debe implementar políticas y procedimientos en el manejo integral de residuos químicos generados en los laboratorios de química como se propone, que contemplen desde la planeación para la compra de reactivos de acuerdo a la cobertura de las actividades relacionadas con las prácticas académicas hasta la disposición final, por una empresa certificada para el transporte y eliminación de residuos químicos peligrosos de acuerdo con la normativa vigentes de Guatemala e internacionales.

Figura 51. **Procesos para la minimización en generación de residuos químicos**



Fuente: elaboración propia.

La disposición final de residuos peligrosos implica además del riesgo, un costo económico que la universidad debe asumir. Por lo tanto, es importante contemplar en la gestión procedimientos para la minimización en la generación de residuos peligrosos ya sea por la disminución del *stock*, de la peligrosidad o directamente por la transformación de estos residuos en otros no peligrosos, a partir de la sustitución de los reactivos, modificación de técnicas, adopción de reciclado, reusó y reutilización, entre otros.

#### **4.4.1.1.1. Evitar o reducir**

- Mantener el *stock* al mínimo: es la mejor medida preventiva para controlar la presencia del producto químico peligroso. La cantidad a adquirir deberá ser la necesaria para el período más corto que se pueda establecer. Usar de manera prioritaria los más antiguos.
- Sustitución o cambio de reactivos: la generación de residuos de solventes puede ser reducida sustituyendo los solventes por otros materiales menos tóxicos o seguros para el medio ambiente.
- Optimizar las cantidades de reactivos utilizados en las prácticas: Se sugiere a los docentes del área de química, minimizar las cantidades de reactivos a utilizar en las prácticas, logrando así una disminución del riesgo en salud y ambiente y al mismo tiempo se realiza un proceso de sensibilización con los estudiantes.

#### **4.4.1.1.2. Reutilizar**

Residuos se puede utilizar en otras prácticas: algunos de los residuos generados por la síntesis de compuestos orgánicos e inorgánicos en las prácticas del programa de química, se pueden purificar, secar y guardar para posteriormente ser utilizados como reactivos para otras prácticas.

#### **4.4.1.1.3. Reciclar**

Tratamiento de recuperación para utilizar nuevamente, ejemplo mezcla de solventes: Algunos residuos se pueden separar de acuerdo a las diferencias entre las propiedades físicas de los componentes de la mezcla, tales como:

punto de ebullición, densidad, presión de vapor, punto de fusión, solubilidad, entre otros.

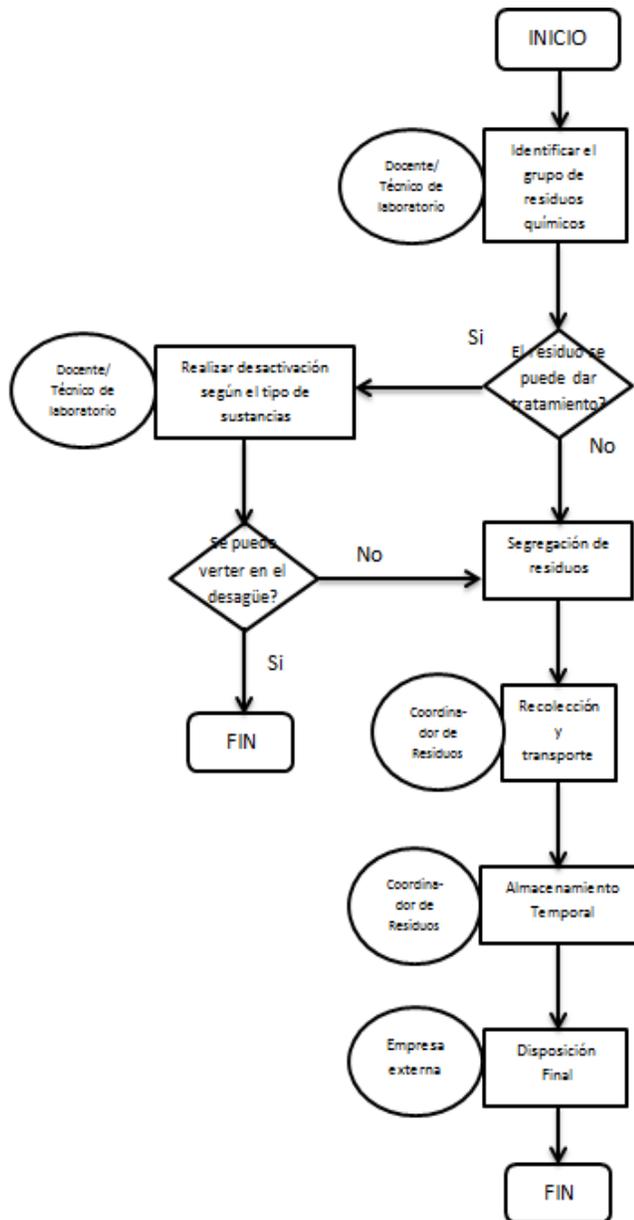
#### **4.4.1.1.4. Tratamiento**

Tratamiento de desactivación o neutralización, dilución y vertimiento al desagüe: Algunos residuos químicos que no se pueden recuperar ni reutilizar, se deben someter a tratamientos con el objetivo de disminuir su peligrosidad para posteriormente ser vertidos por el desagüe o almacenar para disposición final. Pueden diseñarse experimentos de docencia o investigación para el eficiente tratamiento de los residuos.

#### **4.4.1.2. Procedimiento interno para el manejo de residuos químicos**

Se debe de tener un procedimiento claro al momento de manejar los residuos químicos en las instalaciones, es necesario dejar definidas las responsabilidades y los pasos que se deben de seguir al momento de realizar el proceso de eliminación de residuos químicos (ver figura 52).

Figura 52. Procedimiento interno de manejo de residuos químicos



Fuente: elaboración propia.

#### **4.4.1.2.1. Etiquetado y tipos de recipientes para residuos químicos**

La simbología que se utilizó en las etiquetas están basados en el sistema sga, que se usa de manera común en los laboratorios, la Norma ntp-480 sirvió como base para escoger las características de los recipientes, armonizando de esta forma con estándares internacionales, que son utilizados en varios laboratorios de universidades.

- Tipos de recipientes

Se debe de poner importancia a las características que deben de poseer los recipientes a utilizar, para el envasado y correspondiente separación de los residuos se emplean distintos tipos de bidones o recipientes, dependiendo del tipo de residuo y de la cantidad producida. Para los residuos del grupo I al VII es recomendable emplear envases homologados para el transporte de materias peligrosas. La elección del tipo de envase también depende de cuestiones logísticas como la capacidad de almacenaje del laboratorio. Algunos tipos de posibles envases a utilizar son los siguientes:

- Contenedores (garrafas) de polietileno de 5 o 30 litros de capacidad. Se trata de polietileno de alta densidad resistente a la mayoría de productos químicos y los envases son aptos para los residuos, tanto sólidos como líquidos, de los grupos I a VII. También pueden emplearse envases originales procedentes de productos, siempre que estén correctamente etiquetados y marcados.

- Bidones de polietileno de 60 y 90 litros de capacidad y boca ancha, destinados al material desechable contaminado.
  - Cajas estancas de polietileno con un fondo de producto absorbente, preparadas para el almacenamiento y transporte de reactivos obsoletos y otros productos especiales.
  - Envases de seguridad, provistos de cortafuegos y compensación de presión, idóneos para productos muy inflamables (muy volátiles) o que desprendan malos olores.
- Etiquetado

Los recipientes se deberán rotular con etiquetas diseñadas en base al sistema globalmente armonizado de clasificación y etiquetado de productos químicos (SGA), La etiqueta consta de 2 páginas; la primera contiene la identificación del Grupo, la procedencia del residuo, fecha de inicio y finalización de la recolección de residuo y responsable. Además, los pictogramas del Sistema Global Armonizado (SGA), para brindar información sobre los tipos de peligros que representa cada residuo. En la segunda, se encuentra un listado de los posibles reactivos que pueden segregarse dentro de cada grupo de acuerdo a sus características químicas, en la figura podemos ver el formato de etiquetas para residuos químicos del grupo II disolventes no halogenados:



- Volumen de residuos generados.
- Periodicidad de generación.
- Facilidad de neutralización.
- Posibilidad de recuperación, reciclado o reutilización.
- Costo del tratamiento y de otras alternativas.
- Valoración del tiempo disponible.

Algunas soluciones acuosas se pueden verter en el desagüe sin ningún problema (ver tabla XXVIII), estas soluciones se pueden diluir para neutralizar todo tipo de riesgo que puedan provocar.

Tabla XXVIII. **Soluciones acuosas con metanol, etanol y las soluciones diluidas que se pueden verter en el desagüe**

Orgánicos: acetatos (Ca, Na, NH<sub>4</sub> + K), almidón, aminoácidos y sus sales, ácido cítrico y sus sales de Na, K, Mg, Ca y NH<sub>4</sub>, ácido láctico y sus sales de Na, K, Mg, Ca y NH<sub>4</sub>, azúcares, ácido acético, glutaraldehído, formaldehído, entre otros.

Inorgánicos: carbonatos y bicarbonatos (Na, K), cloruros y bromuros de (Na, K), carbonatos (Na, K, Mg, Ca, Sr, Ba, NH<sub>4</sub>), fluoruros (Ca), yoduros (Na, K), óxidos (B, Mg, Ca, Al, Si, Fe), silicatos (Na, K, Mg, Ca), sulfatos (Na, K, Mg, Ca y NH<sub>4</sub>), acetatos (Ca, Na, NH<sub>4</sub>, K) y clorito de sodio.

Fuente: elaboración propia.

Como se necesitan métodos más complejos para soluciones que sus características químicas aumentan el peligro de verterlas al desagüe sin ser desactivadas previamente, se necesitan otro tipo de procedimientos (ver tabla XXIX). Denotando que desactivarlas simplemente consiste en neutralizar los efectos negativos a los seres humanos y al medio ambiente, mediante agregar agua y un compuesto neutralizador del residuo

Tabla XXIX. **Métodos para tratamiento más detallados de acuerdo a la naturaleza del residuo para su desactivación**

Solución	Método de desactivación
Ácidos	Una vez colectados los residuos, se procederá a diluir éstos con agua de la llave. Se puede iniciar haciendo pruebas con una muestra pura y diluirla con agua. Por lo mínimo, esta dilución deberá hacerse con relación de 1:100 de agua. Una vez diluido, se neutralizará con hidróxido de sodio (NaOH) al 10 % en peso, hasta alcanzar un pH entre 5 y 7. Con esto, estará listo para verter en la alcantarilla. Peligro: calor y vapores son generados durante este procedimiento. Realizar este procedimiento en una campana de vapores con el apropiado equipo de protección personal. Varias quemaduras podrían resultar si se utiliza inapropiadamente el equipo de protección personal.
Bases (Hidróxidos)	Al término de la práctica, todos los residuos que sean hidróxidos que se hayan generado deben ser colectados en su contenedor correspondiente. El tratamiento se proporcionará diluyendo éstos residuos con agua de la llave, para después neutralizar con ácido sulfúrico 10 % en peso hasta alcanzar un pH entre 5 y 7. Con esto está listo para verter en la alcantarilla. Peligro: calor y vapores son generados durante este procedimiento. Realizar este procedimiento en una campana de vapores con el apropiado equipo de protección personal. Varias quemaduras podrían resultar si se utiliza inapropiadamente el equipo de protección personal.
Alcoholes y acetona	Cuando se tienen residuos de este tipo, la recomendación es incinerarlos en plantas apropiadas. Por lo que se recolectara en un centro de acopio por el laboratorista llenando la documentación correspondiente
Acetatos	El tratamiento se proporcionará diluyendo éstos residuos con agua de la llave, para después neutralizar con ácido sulfúrico 10 % en peso hasta alcanzar un pH entre 5 y 7. Con esto está listo para verter en la alcantarilla.

Fuente: elaboración propia.

#### **4.4.1.2.3. Segregación de residuos químicos**

Los residuos químicos sólidos y líquidos se separan de acuerdo con su peligrosidad en los recipientes respectivos. Se deberán diligenciar las etiquetas de cada envase teniendo en cuenta la fecha de inicio, el laboratorio generador y el personal responsable.

Se debe tener en cuenta que la segregación en cada recipiente no debe superar el 75 % de su capacidad total, para evitar salpicaduras, derrames o sobrepresión, cuidando además que su exterior este siempre limpio para evitar accidentes por contacto.

En la segregación es importante evitar la mezcla de residuos incompatibles, es decir, los que reaccionan violentamente o exotérmicamente, a continuación se presenta un listado general de mezclas incompatibles:

- Acetona: cloroformo en presencia de una base.
- Ácido nítrico: bases, hipoclorito de sodio, peróxido de hidrogeno.
- Ácido nítrico: ácido o anhídrido acético.
- Ácido pícrico: sal de metal pesado (Pb, Hg, Ag)
- Aldehídos (formaldehído y glutaraldehído): ácidos, ácido hidroclórico, clorhexidina, hipoclorito de sodio, peróxido de hidrógeno.
- Alcoholes (metanol y etanol): hipoclorito de calcio, hipoclorito de sodio, nitrato de plata, peróxido de hidrógeno, potasio.
- Amoníaco soluciones acuosas: cloro, bromo, yodo.
- Cloroformo o tetracloruro de carbono: aluminio o magnesio en polvo.
- Clorhexidina: aldehídos, yodo.
- Dietiléter: cloro
- Éter: oxígeno, hipoclorito de sodio, peróxido de sodio.
- Fenol: hipoclorito de sodio, peróxido de hidrógeno, aldehídos, álcalis.
- Hipocloritos: ácido nítrico, ácido acético, alcoholes, aldehídos, fenol, peróxido de hidrógeno.
- Óxido de plata: amoníaco + etanol.
- Peróxido de hidrógeno: ácidos y álcalis concentrados, alcoholes, aldehídos, fenol, hipoclorito de sodio, yodo, soluciones con metales.

Es necesario separar los residuos químicos según su peligrosidad como se puede observar en la figura 54, la disposición se debe hacer de manera correcta para de esta forma evitar mezclar residuos que puedan provocar reacciones peligrosas.

Figura 54. **Incompatibilidad en almacenamiento de residuos peligrosos**

CUADRO RESUMEN DE INCOMPATIBILIDADES DE ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS PELIGROSOS					
					
	+	-	-	-	+
	-	+	-	-	-
	-	-	+	-	+
	-	-	-	+	0
	+	-	+	0	+

+ Se pueden almacenar conjuntamente.  
 0 Solamente podrán almacenarse juntos, si se adoptan ciertas medidas preventivas.  
 - No deben de almacenarse juntos.

*Cuadro resumen de incompatibilidades de almacenamiento de RP*

Fuente: FREMAP. *Manual de seguridad en los laboratorios.*

Algunas recomendaciones son necesarias al momento de almacenar los residuos, de esta forma se evitan accidentes con el manejo de este tipo de desechos (ver tabla XXX).

Tabla XXX. **Instrucciones generales para la segregación de residuos**

- Antes de añadir cualquier tipo de residuo a un envase, asegurarse de que el envase es el correcto y está debidamente etiquetado.
- Utilizar, como mínimo, gafas y guantes cuando se realicen trasvases.
- Los envases deberán permanecer siempre cerrados y sólo se abrirán el tiempo imprescindible para introducir algún residuo.
- Si se duda en la clasificación de algún residuo, así como de posibles reacciones, situarlo en un envase por separado. No mezclar. E informar al responsable.
- El vertido de los residuos en los envases correspondientes se ha de efectuar de una forma lenta y controlada. Esta operación será interrumpida si se observa cualquier fenómeno anormal, como la producción de gases o un incremento excesivo de la temperatura. Una vez acabada la operación se cerrará el envase hasta la próxima utilización. De esta forma se reducirá la exposición a los residuos generados, así como el riesgo de posibles derrames.
- Los envases no se llenarán más del 75 % aproximadamente de su capacidad, con la finalidad de evitar salpicaduras, derrames o sobrepresiones. Una vez llenados hasta el 75 %, cerrar y trasladar al almacén temporal para su recogida.
- Dentro del laboratorio, los envases se mantendrán alejados de cualquier fuente de calor.
- Siempre debe evitarse el contacto directo con los residuos, utilizando los elementos de protección personal adecuados a sus características de peligrosidad.
- Los residuos de los cuales se desconozcan sus propiedades deberán considerarse como peligrosos, tomando las máximas precauciones.
- Se recomienda no manipular residuos en solitario.

Fuente: elaboración propia.

#### **4.4.1.2.4. Recolección y transporte de los residuos generados en los laboratorios**

La persona encargada de recolectar y transportar dentro de las instalaciones los residuos peligrosos, hacia el área de almacenamiento temporal. Deberá tener conocimiento de las características de los residuos que maneja, de tal forma que responda adecuadamente en el caso de derrame o algún tipo de accidente.

Para el transporte de los recipientes se debe utilizar un carro manual transportador, para evitar que los materiales se deslicen durante el movimiento. Estos carros deben ser firmes y con un centro de gravedad bajo. Debe usarse siempre un contenedor secundario irrompible, evitando que las botellas se golpeen entre sí (ver figura 55).

Figura 55. **Ejemplo de carro para transporte de residuos**



Fuente: Denios Online Shop. <https://www.denios.es/shop/carro-de-transporte-np-15-con-plataforma-de-aluminio-antideslizamiento-y-tirador-plegable/>. Consulta: marzo del 2018.

#### **4.4.1.2.5. Almacenamiento temporal**

La Facultad debe gestionar la adecuación física y la dotación adecuada del almacén temporal para el almacenamiento de los residuos químicos. Es una herramienta importante para evitar inconvenientes futuros con el manejo de residuos y sería de utilidad no solo para los laboratorios de biología y química sino también para otros laboratorios que necesiten este servicio.

El encargado del almacén temporal de residuos químicos será responsable del almacenamiento, control y registro de los residuos que ingresen y salgan para ser llevados a disposición final. Se debe tener un

formato de control ingreso y salida de residuos químicos en el almacenamiento Temporal (ver figura 56).

Figura 56. **Hoja de ingreso y salida de residuos químicos en almacén temporal**

		<b>FACULTAD DE AGRONOMÍA</b> <b>CONTROL RESIDUOS QUÍMICOS ALMACÉN TEMPORAL</b>					
		<b>INGRESO RESIDUO QUÍMICO</b>					
CÓDIGO	FECHA	GRUPO/NOMBRE DE RESIDUO GENERADO	TIPO DE RECIPIENTE	ETIQUETADO	GENERADOR INTERNO	RESPONSABLE	OBSERVACIONES
<b>SALIDA DE RESIDUO QUÍMICO</b>							
	FECHA	EMPRESA TRANSPORTADORA	EMPRESA DISPOSICIÓN FINAL	RESPONSABLE	FIRMA	OBSERVACIONES	

Fuente: elaboración propia.

#### 4.4.1.2.6. Disposición final

Los residuos químicos, serán entregados a empresas de recolección y transporte externo, especializadas y autorizadas por la Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) y que cumpla con las normativas internacionales en el manejo de residuos químicos.

El jefe del área deberá de verificar que la empresa cuente con las licencias, permisos, autorizaciones y demás instrumentos de control y manejo ambiental, para las actividades de manejo externo a las que sujete los residuos, a través de operaciones de almacenamiento, aprovechamiento, recuperación, tratamiento y disposición final.

El encargado del almacén de residuos debe programar el proceso de entrega de los residuos a la empresa recolectora, en cumplimiento con los siguientes requerimientos:

- Entregar para el transporte, la carga debidamente etiquetada, rotulada y envasada según lo estipulado en este protocolo.
- Diligenciar el formato de salida de los residuos químicos para disposición final (ver figura 56).
- Evaluar las condiciones de seguridad de los vehículos y los equipos antes de cada viaje, y si éstas no son seguras abstenerse de autorizar el correspondiente despacho o cargue.
- Exigir al conductor el certificado del curso básico obligatorio de capacitación para conductores de vehículos que transporten mercancías peligrosas.

#### **4.4.1.3. Tratamiento de residuos biológicos peligrosos**

Es necesario tener un programa de residuos biológicos con los cuales se puedan implementar y ayudar, para el manejo idóneo de desechos en los laboratorios de biología, ya que en estos no solo se manejan componentes químicos sino también biológicos.

#### **4.4.1.3.1. Tratamiento de residuos biológicos líquidos**

Existe una gran variedad de residuos biológicos líquidos en un laboratorio de biología, sobre todo si atendemos a su composición. Es posible que contengan antibióticos, sustancias volátiles, tóxicas o peligrosas, que desaconsejen su vertido indiscriminado por el desagüe una vez tratado el peligro biológico.

El correcto tratamiento de estos residuos siempre es su esterilización por la vía húmeda mediante el empleo de un autoclave. Para ello, se recomienda el empleo de una botella de autoclave exclusiva para dicho uso y en la cual se vayan vertiendo los residuos líquidos y el agua procedente del enjuague del material que los contiene, almacenándose y procediendo a su esterilización cada día o dos días como máximo. Se recomienda que el material fungible utilizado se limpie mediante el empleo de un termodesinfectador o en su defecto, eliminando el peligro biológico.

En el caso de que contengan sustancias que puedan provocar problema mediante su autoclavado como puedan ser sustancias volátiles o que su composición sea considerada como un tipo de residuo especial como lo son metales pesados, sustancias tóxicas, entre otros, su tratamiento se basará en dos pasos:

- El primero para la eliminación del peligro biológico.

Para eliminar el peligro biológico, se recomienda añadir entre 1-5 ml de disolución antimicrobiana o biocida de ser posible lo correspondiente a una décima parte del volumen a tratar, y que lleve la siguiente composición:

- Lejía (20 %), detergente (5 %), formaldehído (10 %) y agua (65 %).

Se recomienda dejar el residuo líquido en contacto con la disolución biocida un mínimo de 24 horas. Para asegurarse de que se haya desinfectado correctamente, se recomienda preparar un cultivo en placa en las condiciones correspondientes para confirmar la inexistencia de vida microbiológica.

- El segundo el que corresponda según la categoría de residuo al que pertenezca.

#### **4.4.1.3.2. Tratamiento de residuos biológicos sólidos**

Al estar bajo su forma sólida como placas petri, restos de medios de cultivo solidificado, puntas de pipeta utilizadas para inocular, entre otros, el tratamiento recomendado para estos residuos se basa en un proceso de esterilización húmeda basada en el empleo de un autoclave, herramienta fundamental en cualquier laboratorio de biología.

Una vez esterilizado el material, se tratará como un residuo especial según su composición, tal y como se comentó anteriormente para los residuos biológicos líquidos.

#### 4.5. Análisis de costos de implementar parte del proceso de gestión de residuos químicos y biológicos

Se analizó el costo de contratar a una empresa externa para la eliminación de residuos químicos, ya que según se investigó en otras facultades de la universidad estos contratan a empresas para que manejen los desechos que no pueden ser desactivados para su posterior eliminación.

Se hizo el contacto con empresas como *Biotrash* y *Ecotermino* que son las empresas tienen certificados que los acreditan en el manejo de desechos, y estas también trabajan con otras facultades dentro del campus, estos ofrecen el equipo para el manejo interno de desechos, se desglosa a continuación en la tabla XXII con los costos del equipo básico para el manejo de desechos:

Tabla XXXI. Costos de equipo y manejo de desechos externo

MEMBRESÍA ESMERALDA EN MANEJO DE DESECHOS					
LIBRAS ANUALES	300	REGIÓN	VISITAS	Km	PRECIO (Q)
Certificado entre generado	1			4	01 a 51
Talleres (6 entradas c/u )	2				
Acopio temporal rojo	1				
Acopio temporal blanco	1				
Descartadores de 1 lt.	12				
Bolsa roja	50				
Bolsa blanca mediana	25				
Cinchos plásticos	75				
Rótulos de acopio temporal	1				
Latas de aerosol	20				
Tubos de mercurio	10				
Químicos líquidos	5 galones				
Subtotal					2 600/mensual
Equipo para manejo de desechos interno					
Tipo de equipo		Cantidad	Costo unitario(Q)	Total (Q)	
Recipiente de 5 litros		16	48	768	
Recipiente de 30 litros		4	120	480	
Etiquetas de recipientes		20	3	60	
Carro para transporte interno		1	3700	3700	
Subtotal					5 008
Total costo (anual)					Q36 208

Fuente: elaboración propia.

## 5. PROGRAMA DE CAPACITACIONES

### 5.1. Diagnóstico de necesidades de capacitación

La facultad tiene un programa de capacitaciones para auxiliares y encargados, el cual está orientado a temas de las prácticas del laboratorio, el manejo y desarrollo de la misma, y el desenvolvimiento con los estudiantes.

Mediante entrevistas, visitas técnicas y una encuesta (ver tabla XXXII) se pudo analizar los puntos débiles en temas de capacitación por parte del personal de los laboratorios, tanto de química como biología,

Tabla XXXII. **Continuación preguntas de encuesta realizada a personal de laboratorios**

15.	¿Tiene conocimientos exactos de los procedimientos a seguir sobre seguridad e higiene industrial en un laboratorio y otros temas afines?
•	Si
•	No
16.	¿Ha recibido algún tipo de capacitación orientada a la seguridad e higiene industrial?
•	Si
•	No
17.	¿En qué tema a capacitar de seguridad e higiene industrial cree que necesita mayor atención?
	Seguridad e higiene industrial en laboratorios
	Utilización de reactivos
	Orden y limpieza
	Manejo de desechos
	Mobiliario y equipo
	Otro: _____
18.	¿Estaría dispuesto a recibir capacitaciones?
•	Si
•	No

Fuente: elaboración propia.

Se encuestó al total del personal que tiene relación con el desarrollo de las prácticas que fueron 14 personas, la encuesta dio como resultado los siguientes datos:

- 92 % de los encuestados dijo no tener conocimientos exactos de seguridad e higiene industrial.
- 100 % de los encuestados no ha tenido una capacitación sobre seguridad e higiene industrial.
- Los temas que al personal le parecen de mayor importancia son:
  - Manejo de desechos
  - Manejo de reactivos
  - Señalización (es un tema que propusieron a tomar en cuenta en las capacitaciones)
- 100 % del personal está en completa disposición de asistir a las capacitaciones.

En el momento de que un auxiliar inicia a dar catedra se le da únicamente una charla informativa de ciertos procedimientos generales sobre seguridad e higiene industrial, sin tener una base teórica fuerte que fundamente estas normas, solamente son costumbres que se han ido transmitiendo durante los años de desarrollo de las prácticas.

Basados en la encuesta anterior se procedió a realizar una entrevista (ver tabla XXXIII) a parte del personal de los laboratorios, en esta ocasión no hubo necesidad de entrevistar a todos, ya que varios auxiliares realizan las mismas prácticas:

Tabla XXXIII. **Entrevista sobre temas de capacitación**

 <p>FACULTAD DE <b>AGRONOMÍA</b> USAC</p>	<p>Facultad de Agronomía Área de Ciencias Encuesta de Seguridad e Higiene Industrial Laboratorios de Biología y Química Entrevista</p>
<ol style="list-style-type: none"><li>1. ¿Qué tipo de señalización se utiliza en su práctica y conoce su significado?</li><li>2. ¿Conoce la normativa para el correcto manejo del equipo de laboratorio?</li><li>3. ¿Conoce la conexión entre orden y limpieza con la seguridad e higiene industrial?</li><li>4. ¿Conoce las normas sobre el manejo de residuos dentro de un laboratorio?</li><li>5. ¿Está a su alcance la información básica sobre el manejo de reactivos?</li></ol>	

Fuente: elaboración propia.

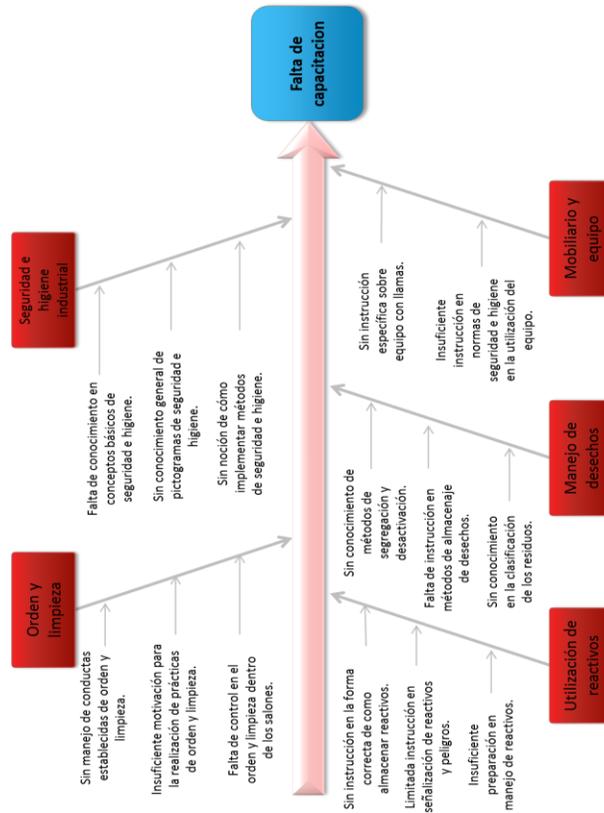
Basados en la información anterior se procedió a realizar un análisis de las necesidades específicas para cada tema, por lo que se decidió realizar un tipo de capacitación preventiva y correctiva, con una modalidad de actualización para el personal, se realizó un diagrama de Ishikawa para una mejor visualización de las necesidades, a continuación se desglosan las áreas a trabajar:

- Seguridad e higiene industrial
  - Falta de conocimiento en conceptos básicos de seguridad e higiene.
  - Sin conocimiento general de pictogramas de seguridad e higiene.
  - Sin noción de cómo implementar métodos de seguridad e higiene.

- Utilización de reactivos
  - Sin instrucción en la forma correcta de como almacenar reactivos.
  - Insuficiente preparación en manejo de reactivos.
  - Limitada instrucción en señalización de reactivos y peligros.
  
- Orden y limpieza
  - Sin manejo de conductas establecidas de orden y limpieza.
  - Insuficiente motivación para la realización de prácticas de orden y limpieza.
  - Falta de control en el orden y limpieza dentro de los salones.
  
- Manejo de desechos
  - Sin conocimiento de métodos de segregación y desactivación.
  - Falta de instrucción en métodos de almacenaje de desechos.
  - Sin conocimiento en la clasificación de los residuos.
  
- Mobiliario y equipo
  - Sin instrucción específica sobre equipo con llamas.
  - Insuficiente instrucción en normas de seguridad e higiene en la utilización del equipo.

Se pudo observar de manera clara los puntos importantes y necesarios para crear los temas a capacitar dentro de los laboratorios de biología, en los laboratorios de química ya existe un proceso de capacitación en temas de seguridad e higiene industrial, así como en la utilización del equipo de seguridad colectivo que poseen los laboratorios, los puntos en común son el de orden y limpieza y manejo de desechos.

Figura 57. Diagrama de Ishikawa de diagnóstico de capacitaciones



Fuente: elaboración propia.

## 5.2. Plan de capacitaciones

Tomando de manera integral las necesidades del personal, más allá del tema de seguridad e higiene industrial, buscando una mejora del desarrollo de los estudiantes generándoles un ambiente en el que temas como gestión de residuos, manejo de cristalería, normas en caso de un incendio entre otros sean comunes para ellos, se debe establecer una metodología (ver tabla XXXIV) para el desarrollo de las capacitaciones al personal del laboratorio ya que son estos los encargados de transmitir a los estudiantes este conocimiento adquirido.

Tabla XXXIV. **Metodología para las capacitaciones**

Pasos para el desarrollo de las capacitaciones	
<ul style="list-style-type: none"><li>•</li></ul>	Objetivos de la capacitación
<ul style="list-style-type: none"><li>•</li></ul>	Contenido de la capacitación
<ul style="list-style-type: none"><li>•</li></ul>	Metodología de la capacitación
<ul style="list-style-type: none"><li>•</li></ul>	Responsable
<ul style="list-style-type: none"><li>•</li></ul>	Recursos

Fuente: elaboración propia.

Los temas de formación y aprendizaje están basados en las necesidades encontradas a través del diagrama de Ishikawa en la parte de diagnóstico, los cuales denotan una necesidad en su implementación para el buen desarrollo de las actividades cotidianas del personal, los temas se desglosan en la tabla XXXV:

Tabla XXXV. **Temas de capacitaciones**

Temas de capacitaciones para el personal de los laboratorios	
<ul style="list-style-type: none"><li>•</li></ul>	Motivación del personal
<ul style="list-style-type: none"><li>•</li></ul>	Capacitación al personal en seguridad e higiene industrial
<ul style="list-style-type: none"><li>•</li></ul>	Seguridad laboral, accidentes laborales
<ul style="list-style-type: none"><li>•</li></ul>	Manejo de reactivos
<ul style="list-style-type: none"><li>•</li></ul>	Uso adecuado de equipo de laboratorio
<ul style="list-style-type: none"><li>•</li></ul>	Gestión de residuos
<ul style="list-style-type: none"><li>•</li></ul>	El enfoque 5` s mejoramiento de la calidad
<ul style="list-style-type: none"><li>•</li></ul>	Procedimiento antes un incendio

Fuente: elaboración propia.

### 5.2.1. Estructuración de las capacitaciones

La estructura de los temas de capacitaciones se basara en la metodología descrita (ver tabla XXXVI), se analizaron objetivos que cumplieran con las expectativas del plan de capacitación, el contenido de los temas se idearon para que el personal pudiera obtener el conocimiento necesario para el buen desarrollo de sus prácticas, los recursos utilizados para las capacitaciones son dados por la Facultad y se delegó la responsabilidad a las áreas competentes para cada tema.

Tabla XXXVI. Cuadro de planificación de capacitaciones

 <b>FACULTAD DE AGRONOMÍA</b> <b>ÁREA DE CIENCIAS</b> <b>PLANIFICACIÓN DE CAPACITACIONES DE SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL</b>					
Tema	Objetivo	Contenido	Procedimiento de la capacitación	Recursos	Responsable
<b>Motivación del personal</b>	Generar una mejora en la actitud del personal del laboratorio	Concepto de motivación y sus beneficios	Magistral, Oral, dinámicas de grupo	Cañonera, salón de clases.	Unidad de apoyo Psicológico de la facultad, área de ciencias
<b>Seguridad e higiene industrial</b>	Concientización al personal para que adopte actitudes y aptitudes que favorezcan la seguridad e higiene.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conceptos básico y beneficios de la seguridad e higiene industrial</li> <li>• Señalización industrial</li> </ul>	Magistral, oral, dinámica y motivacional	Cañonera, salón de clases y fotocopias.	Comisión de seguridad de la Facultad de Agronomía y el Área de Ciencias Básicas
<b>Seguridad y accidentes laborales</b>	Instruir a los encargados de los laboratorios con los conocimientos básicos acerca de los accidentes, los tipos de riesgos que los provocan y el equipo que puede evitar algunos de ellos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Accidente o incidente laboral</li> <li>• Acto o condición insegura</li> <li>• Identificación de riesgos</li> <li>• Equipo de protección personal</li> <li>• Equipo de protección colectivo</li> <li>• Manejo básico de accidentes                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Ingestión quemadura térmica</li> <li>○ Salpicaduras</li> <li>○ Electrocutión</li> <li>○ Mareos o pérdida de conocimiento debidos a una fuga toxica persistente</li> </ul> </li> </ul>	Magistral, oral, dinámica, motivacional	Cañonera, salón de clases y fotocopias.	Comisión de seguridad de la Facultad de Agronomía, Área de ciencias básicas.

Continuación de la tabla XXVI.

<b>Manejo de reactivos</b>	Enseñar a los encargados de los laboratorios el manejo correcto de los reactivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Señalización de los reactivos</li> <li>• Almacenaje y sus incompatibilidades</li> <li>• Forma correcta de desechar los reactivos</li> </ul>	Magistral, oral, dinámica, motivacional	Cañonera, salón de clases y fotocopias.	Área de ciencias y área de química y biología
<b>Uso adecuado de equipo</b>	Conocer y manejar las reglas de utilización del equipo de laboratorio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cristalería</li> <li>• Equipo con llamas</li> <li>• Estufas eléctricas</li> <li>• Microscopios</li> <li>• Muflas</li> </ul>	Magistral, oral, dinámica, motivacional	Cañonera, salón de clases y fotocopias.	Área de ciencias y área de química y biología
<b>Gestión de residuos</b>	Enseñar y concientizar al personal del laboratorio en la adecuada gestión de residuos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manejo integral de residuos.</li> <li>• Clasificación de los residuos.</li> <li>• Etiquetado y almacenaje de residuos.</li> <li>• Segregación y desactivación de residuos.</li> <li>• Transporte interno de los residuos para almacenar.</li> <li>• Entrega de residuos a la empresa encargada de eliminarlos.</li> </ul>	Magistral, oral, dinámica, motivacional	Cañonera, salón de clases y fotocopias.	Área de ciencias y área de química y biología
<b>Enfoque 5's mejoramiento de la calidad</b>	Mejorar el orden y la limpieza dentro de los salones de las prácticas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Seiri</u>: clasificación</li> <li>• <u>Seiton</u>: orden</li> <li>• <u>Seiso</u>: limpieza</li> <li>• <u>Seiketsu</u>: estandarización</li> <li>• <u>Shitsuke</u>: mantener la disciplina</li> </ul>	Magistral, oral, dinámica, motivacional	Cañonera, salón de clases y fotocopias.	Área de ciencias y área de química y biología
<b>Procedimientos ante un incendio</b>	Proporcionar procedimientos de contingencia en un incendio para mantener la seguridad de los estudiantes y trabajadores	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipos de extintores y explicación básica de uso</li> <li>• Como prevenir un incendio, acción durante y después de un incendio</li> <li>• Tipos de brigadas y sus responsabilidades</li> </ul>	Magistral, oral, dinámica, motivacional	Cañonera, salón de clases y fotocopias.	Área de ciencias y área de química y biología

Fuente: elaboración propia.

### 5.3. Implementación del plan de capacitación

Se deben de tomar en cuenta varios factores para implementar los distintos temas a capacitar, como las personas encargadas a impartir las capacitaciones, lugares donde se impartirá, así como una breve explicación de los temas a ser impartidos.

El taller de motivación para el personal deberá de ser el primero a ser impartido ya que es importante motivar al personal antes de darles nuevas herramientas a ser utilizadas, en el caso de la capacitación en contra de incendios fue pedida por las autoridades para su inclusión en la programación.

### **5.3.1. Motivación del personal**

Se ha detectado que la motivación es un tema poco tratado por parte de la Facultad de Agronomía, en los laboratorios no ha habido un solo taller de motivación, lo cual representa que no existe un plan que contenga este tipo de talleres para ayudar al personal en esta área.

Se cuenta con una unidad de apoyo psicológico dentro de la facultad la cual será la encargada de impartir este taller, la persona que desarrollara esta capacitación será el encargado de la unidad con uno de los epesistas de la Escuela de Ciencias Psicológicas.

Los lugares donde se impartirá este taller serán las aulas de los laboratorios para la parte técnica y las actividades propias del tema en algún área aledaña a la Facultad.

### **5.3.2. Capacitación al personal en seguridad e higiene industrial**

Se debe de tener el conocimiento general acerca de seguridad e higiene industrial, la relevancia de estos conceptos para el buen desarrollo de las prácticas, además de hacer conciencia de que en la actualidad no se puede pasar desapercibida en ningún lugar de trabajo.

Se debe de recordar que la seguridad evita accidentes que puedan suceder en una área de trabajo, y la higiene industrial se centra en las enfermedades ocupacionales provocadas por agentes ambientales, haciendo énfasis en que un lugar limpio y ordenado en muchas ocasiones es un factor que logra evitar accidentes, son aspectos importantes dentro de los laboratorios

como se pudo observar son varias las falencias que se encontraron, la comprensión de estos temas puede provocar un cambio en la rutina de los trabajadores y empleados, siendo un efecto que debería de llegar a los estudiantes.

En esta capacitación se toma en cuenta que la comisión de seguridad de la Facultad y UPDEA son los responsables de buscar a la persona idónea dentro de la Facultad para dar la capacitación esta podría ser un epesista de la facultad de ingeniería o practicante ya que casi todos los semestres se cuenta con este personal o un ingeniero agrónomo de la facultad con esta preparación en temas de seguridad e higiene industrial.

Para esta capacitación se utilizarán las instalaciones de los laboratorios ya que estas cuentan con las instalaciones adecuadas para su desarrollo, además de serles de mayor disponibilidad a los trabajadores.

Para esta capacitación la mayor parte de la información está disponible en el manual que se llevó a cabo para los laboratorios, además de haber proporcionado a las autoridades el material de apoyo para su desarrollo.

### **5.3.3. Seguridad laboral, accidentes laborales**

El objetivo de la capacitación es proporcionar a los empleados, los conocimientos y conceptos básicos sobre la prevención de accidentes, con el fin de ser incorporados y aplicados en el que hacer de sus actividades cotidianas. Generando una percepción diferente del área de trabajo, al analizar de manera crítica las posibles amenazas, que sin la capacitación no serán perceptibles, así se obtendrá un análisis constante por partes de los

encargados del laboratorio y no solo de estos sino hasta de los mismos estudiantes al transmitir a ellos este conocimiento.

La mayor parte de la información de esta capacitación se encuentra en el manual de seguridad e higiene industrial elaborado en el presente e.p.s, por lo que la presentación de este tema se facilitará, siendo de esta manera el área de ciencias los responsables de velar por la realización de esta capacitación y búsqueda de la persona idónea para la misma, la capacitación se llevará a cabo en los salones de los laboratorios.

#### **5.3.4. Manejo de reactivos**

El manejo de reactivos es uno de los problemas que más afecta a los laboratorios de química y biología, como se ha logrado constatar en el presente trabajo, este es un problema que no solo afecta al ser humano si no al medio ambiente por que se daña al ser arrojado a la tierra o vertido en el desagüe, es un peligro constante por lo que se debe de tomar en cuenta que el manejo de reactivos va desde su compra, almacenaje, utilización y por último la forma en que se desecha.

Este es un problema que debe de abarcar no solo a las autoridades de los laboratorios si no a la Facultad como institución, esto puede generar un problema a corto, mediano y largo plazo por las consecuencias ambientales que se puedan generar.

#### **5.3.5. Uso adecuado de equipo de laboratorio**

El uso de equipo en el laboratorio es común dentro de las prácticas que se realizan, los instrumentos que se utilizan son variados van desde cristalería,

equipo con llamas, muflas, estufas eléctricas, microscopios, y otros más que son útiles, es vital el conocer las indicaciones que puedan prevenir accidentes, deben ser normadas las reglas en que se deben de utilizar así como las recomendaciones para los mismos.

El material básico se encuentra en el manual que se ha propuesto, la divulgación del correcto uso del equipo es importante, este temas tiene una aplicación sencilla en las prácticas cotidianas de los instructores, los directores responsables de los laboratorios deben velar por su socialización para con los encargados de impartir las prácticas y los estudiantes al momento de realizarlas.

#### **5.3.6. Gestión de residuos**

Una gestión de residuos debe estar enfocada en que todos participen y sean parte de un programa adecuado para la manipulación de desechos, se debe de tener un control adecuado de la generación, almacenaje y salida de estos a una empresa certificada, evitando de esta manera no solo los daños que puedan provocar al ser humano sino también al medio ambiente dentro del campus de la universidad.

La información de este programa esta desglosado en el capítulo 5 del presente trabajo, por lo que la información necesaria para esta capacitación está en disposición, se debe de divulgar este programa el cual se orienta a generar un manejo integral de los desechos dentro de los laboratorios, esta capacitación la llevará a cabo un epesista de ingeniería o una persona designada por el área de ciencias.

### **5.3.7. El enfoque 5` s mejoramiento de la calidad**

La aplicación de este enfoque es primordial para empezar una cultura de mejora continua dentro de los laboratorios, el orden y limpieza son factores que influyen de varias formas como lo es la seguridad e higiene, aspectos emocionales como lo es la motivación y bienestar, son situaciones que generan una inercia hacia el desarrollo de las actividades con excelencia y alegría.

Al no existir tipo de proyecto de mejora continua dentro de los laboratorios de la Facultad este puede ser un avance hacia una socialización de proyectos que busquen este sistema para su aplicación, el orden y limpieza son aspectos que no se les ha dado la relevancia necesaria, se cuenta con personal de limpieza pero esto no es suficiente se debe inculcar una cultura de orden para con el equipo que se utiliza, y manejar normas que promuevan áreas de trabajo limpias.

#### **5.3.7.1. Implementación de las 5S's**

Las 5S's representan principios expresados con cinco palabras japonesas que comienzan por S y que componen la metodología. No son algo totalmente nuevo, ya que es el reflejo de las actitudes y comportamientos dentro de la organización y del compromiso de la alta dirección con el personal.

La aplicación de la técnica de las cinco eses en los laboratorios es fundamental para mantener las áreas de trabajo limpias, ordenadas, organizadas y mantener esa disciplina, así la facultad contará con un ambiente más seguro y mejor. El objetivo principal del programa es la uniformidad de las 5'S que a continuación se detallarán:

- Seiri: clasificación
- Seiton: orden
- Seiso: limpieza
- Seiketsu: estandarización
- Shitsuke: mantener la disciplina

#### **5.3.7.1.1. Seiri (clasificación)**

En el día a día poco a poco se acumulan a nuestro alrededor gran cantidad de cosas que no empleamos y que dificultan nuestro trabajo.

Esta es una costumbre recurrente en los ambientes de trabajo donde se tiende a almacenar cosas que pudieran servir pero que no nos dan un servicio activo, en los laboratorios se tiende a acumular una gran cantidad de trabajos de estudiantes y proyectos los cuales toma un tiempo en ser desechados ya que se necesita tener constancia de su realización para su revisión, si así lo pidiera el estudiante, la acumulación de equipo sin utilizar es visible ya que es un proceso largo para poder desechar todo equipo que ya no está en buenas condiciones, por lo que es importante el control de estas situaciones dentro del laboratorio.

Seiri es clasificar y significa remover del área de trabajo todo lo que no se necesita para realizar las operaciones diarias, este es el primer paso que se debe de dar en este enfoque los pasos a seguir están descritos en la tabla XXXVII.

Tabla XXXVII. **Pasos para implementar Seiri**

Procedimiento de implementación de seiri	
<ul style="list-style-type: none"><li>• Dividir el lugar de trabajo en áreas y designar grupos responsables de cada una de ellas.</li><li>• Realizar un recorrido a las áreas.</li><li>• Hacer inventario de las cosas útiles en el área de trabajo</li><li>• Separar, identificar y enlistar los materiales que no sirven.</li><li>• Los materiales innecesarios pero de valor, se donan, venden o transfieren a áreas que los requieran.</li><li>• Los materiales innecesarios sin valor se descartan</li></ul>	

Fuente: elaboración propia.

#### **5.3.7.1.2. Seiton (orden)**

Seiton es la segunda etapa y consiste en establecer el modo de organización y ubicación de los elementos necesarios antes clasificados, de manera que sea fácil y rápida su búsqueda y utilización.

La forma de aplicación de seiton se realiza en tres simples pasos los cuales se enumeran a continuación:

- Decidir la localización más apropiada de los elementos, tomando en consideración:
  - La manera más rápida de encontrarlas y utilizarlas
  - Reducir al mínimo el traslado interno de materiales
  - Evitar movimientos innecesarios y sobre todo perjudiciales (ergonomía) y asegurar que no se generen riesgos o peligros en función de su ubicación y cercanía a otros elementos o componentes.

- Determinar con claridad y precisión las localizaciones. Una vez que se hayan determinado, proceder a la identificación de las mismas a los efectos de que todos puedan encontrar con facilidad y prontitud los objetos, así como los espacios, además de saber con rapidez cuantas cosas hay en cada sitio para tener un control visual.
- Marcación de la ubicación: establecerse algún mecanismo para identificarlas de forma tal que cada colaborador sepa dónde están las cosas y cuantas cosas de cada elemento hay en cada sitio.

Para esto se pueden emplear:

- Uso de letreros, etiquetas o tarjetas para los nombres de objetos, mobiliario, maquinaria y áreas de trabajo
- Mapa 5S's
- Marcación con colores
- Identificación de contornos que permiten establecer indicadores de ubicación y de cantidad

Para este paso es necesario haber tomado la capacitación de manejo de reactivos donde se explica los pictogramas que se utilizan en el laboratorio.

#### **5.3.7.1.3. Seiso (limpiar)**

Seiso es la tercera etapa y depende de la realización de Seiri y Seiton es decir, una vez despejada y ordenada el área de trabajo se hace mucho más fácil limpiarla. Esta etapa consiste en identificar la fuente de suciedad para poder eliminarla de raíz, así se asegurará que todos los elementos estarán siempre en condiciones óptimas.

Una vez que ya se ha eliminado la cantidad de estorbos y hasta basura, y localizado lo que sí se necesita, estamos en condiciones de realizar una limpieza profunda a los laboratorios. Cuando se logre por primera vez, habrá que mantener una diaria limpieza a fin de conservar el buen aspecto y de la comodidad alcanzada con esta mejora. Se desarrollará en los trabajadores un sentimiento de orgullo por lo limpia y ordenada que tienen su sección de trabajo. Este paso de limpieza realmente desarrolla un buen sentido de pertenencia en los trabajadores. Al mismo tiempo comienzan a resultar evidentes problemas que antes eran ocultados por el desorden y suciedad.

Es algo común que se guarde polvo y residuos de los experimentos que se realizan dentro del laboratorio por lo que es importante un área limpia dada la cantidad de estudiantes que utilizan las instalaciones para el desarrollo de sus prácticas.

#### **5.3.7.1.4. Seiketsu (estandarización)**

Seiketsu es la cuarta etapa del proceso y la función principal de esta, es mantener lo que ya se ha logrado de las tres anteriores, es necesario mostrarles a los colaboradores, los logros y méritos alcanzados.

### Características del seiketsu:

- Tiene como compromiso preservar altos niveles de organización, orden y limpieza.
- Consolidar el funcionamiento de todas las reglas definidas en las etapas precedentes, con un mejoramiento y una evolución de la limpieza, ratificando todo lo que se ha realizado y aprobado anteriormente.
- Si no existe un proceso para conservar los logros, es posible que el lugar de trabajo nuevamente llegue a tener elementos innecesarios y se pierda la limpieza alcanzada con las acciones.

Es importante conocer los beneficios a los cuales se están sujetos al implementar el seiketsu en los laboratorios estos son:

- Resalta la información importante de manera que no pueda ser ignorada.
- Evita la sobrecarga de información para que los empleados puedan ver sus resultados.
- Reduce significativamente el tiempo necesario para entender la información.
- Se guarda el conocimiento producido durante años de trabajo.
- Se mejora el bienestar del personal al crear un hábito de conservar impecable el sitio de trabajo en forma permanente.
- Se evitan errores en la limpieza que puedan conducir a accidentes o riesgos laborales innecesarios.
- La dirección se compromete más en el mantenimiento de las áreas de trabajo al intervenir en la aprobación y promoción de los estándares
- Se prepara al personal para asumir mayores responsabilidades en la gestión del puesto de trabajo.

Este es el punto de inflexión del enfoque de las 5S's ya que la finalidad es estandarizar los procedimientos para tener control de los mismos y se logre visualizar las mejoras que se puedan generar después de su implementación.

#### **5.3.7.1.5. Shitsuke (disciplina)**

Este es el último punto de la metodología de las 5S's shitsuke el cual significa disciplina, por mucho que se esfuerce para mantener la organización, el orden y la limpieza, siempre se vuelve a la situación inicial, el problema es que no hay suficiente disciplina.

Este punto consiste en:

- Trabajar permanentemente de acuerdo con las normas establecidas
- Hacer de la organización, orden y limpieza una práctica diaria en los laboratorios, asumida por todos.
- La realización de evaluaciones periódicas, ayuda a identificar desviaciones y nuevas oportunidades de mejora
- Asumir el compromiso de todos para mantener y mejorar el nivel de organización, orden y limpieza.

Algunos consejos para mantener la disciplina dentro de los laboratorios:

- Uso de ayuda visuales
- Recorrido a las áreas, por parte de los directivos
- Publicación de fotos del antes y después
- Boletines informativos, carteles.
- Establecer evaluaciones periódicas, utilizando criterios pre-establecidos, con grupos de verificación independientes como lo pueden ser epesistas.

### **5.3.8. Programa contra incendios**

Es de tomar en cuenta un factor importante que alrededor de las instalaciones de los laboratorios ya sucedió un incendio, por lo que es importante una capacitación referente a estos temas para evitar que vuelva a suceder y en caso de que suceda como poder manejarlo.

La comisión de seguridad de la Facultad tiene un proyecto en el cual se maneja la capacitación sobre primeros auxilios para todas las áreas de la facultad, además de contar con un proyecto estructurado de evacuación de las instalaciones por lo que dentro de la capacitación solo se manejaran aspectos específicos de un incendio que complementarán el proyecto ya puesto en marcha por parte de la comisión.

### **5.4. Programación de capacitaciones**

La programación de capacitaciones que se explicará a continuación está basada en el periodo de un año, hay ciertas situaciones que se tomarán en cuenta dada la naturaleza de los laboratorios, ya que los auxiliares que imparten ciertos laboratorios son removidos cada cierto periodo de tiempo, dejando establecido que cuando se tengan nuevos auxiliares se debe de ayudar a los nuevos miembros con la información y ayuda acerca de los temas que ya se hayan impartido.

Tabla XXXVIII. **Cronograma anual de capacitaciones para los laboratorios de biología**

CRONOGRAMA ANUAL DE CAPACITACIONES										
Tema	Responsable	Mes de la capacitación								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Motivación del personal	Unidad de apoyo psicológico de la Facultad, área de ciencias	■								
Capacitación al personal en seguridad e higiene industrial	Comisión de seguridad de la Facultad de Agronomía y el área de ciencias básicas		■							
Seguridad laboral, accidentes laborales	Comisión de seguridad de la Facultad de Agronomía y el área de ciencias básicas			■						
Manejo de reactivos	Área de ciencias y área de química y biología				■					
Uso adecuado de equipo de laboratorio	Área de ciencias y área de química y biología					■				
Gestión de residuos	Área de ciencias y departamento de química y biología							■		
El enfoque de las 5's mejoramiento de la calidad	Área de ciencias y departamento de química y biología								■	
Procedimiento antes durante y después de un incendio	Comisión de seguridad de la Facultad de Agronomía y el área de ciencias básicas									■

Fuente: elaboración propia.

Los responsables de impartir las respectivas capacitaciones deben de ser propuestos por las entidades responsables de cada una de estas, el tiempo de duración podrá variar dependiendo de la complejidad del tema pero se aconseja que no sobrepase 1 hora con 15 minutos, para evitar el desgaste mental y físico de los participantes, en la primera capacitación se dará la programación de las capacitaciones del año.

Todas las capacitaciones serán llevadas a cabo en los salones de los laboratorios, así como serán impartidas en su mayoría por personal de la facultad o epesistas, y en el caso fuera necesario se pedirá apoyo a otra facultad para impartir la capacitación en que se necesite, el material que será utilizado será entregado por parte de las autoridades de la Facultad, teniendo en cuenta estos factores los costos serán casi nulos.

### 5.5. Presupuesto del programa de capacitaciones

Se buscó una forma adecuada de disminuir los costos, al utilizar todos los recursos disponibles dentro de la Facultad y la Universidad, como lo es utilizar los salones de los laboratorios para las capacitaciones ya que estos cuentan con el equipo adecuado para su ejecución, las personas encargadas de dar las capacitaciones son personal de la misma Facultad o pedir ayuda de parte de epesistas y practicantes de las diferentes Facultades que realizan sus proyectos dentro de la institución, el material a utilizar son copias que son proporcionadas por el personal de la Facultad que se encarga de este trabajo por lo que el costo será absorbido como parte de los gastos comunes de la Facultad.

Tabla XXXIX. **Presupuesto de capacitaciones**

	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
<b>Humano</b>	Investigador	1	Q0,00	Q0,00
	Asesor	1	Q0,00	Q0,00
	Revisor	1	Q0,00	Q0,00
<b>Sub Total</b>				<b>Q0,00</b>
<b>Mobiliario</b>	Resma Papel	1	Q0,00	Q0,00
	Impresión/Tinta	10	Q0,00	Q0,00
	Bolígrafos	10	Q0,00	Q0,00
	Salón para capacitación	1	Q0,00	Q0,00

Continuación de la tabla XXXIX.

	Sillas	20	Q0,00	Q0,00
	Pizarrón	0.00	Q0,00	Q0,00
	Marcadores para pizarrón	3	Q0,00	Q0,00
	Cañonera	1	Q0,00	Q0,00
			<b>Subtotal</b>	<b>Q0,00</b>
			<b>Total</b>	<b>Q0,00</b>

Fuente: elaboración propia.

## 5.6. Presentación del proyecto

La presentación del proyecto se logró realizar en tres ocasiones la primera frente a algunas autoridades de los laboratorios de química, biología y de auxiliares de otras áreas como matemática, la segunda presentación se realizó frente a la comisión de seguridad de la Facultad de Agronomía, dando también consejos de seguridad en las áreas de oficinas, en esta se hizo una ampliación a la primera presentación en la cual se realizó un ejercicio de comparación con los laboratorios de temática similar dentro de la Universidad de San Carlos de Guatemala este fue un punto de inflexión para las autoridades, la diferencia que se marcaba en el área de seguridad e higiene industrial dentro de los laboratorios se hizo evidente, lo que provocó una necesidad no solo del proyecto que se trabajó sino de una inversión en remodelación a un corto, mediano y largo plazo, como consecuencia provocó una tercera presentación del proyecto y la realización del mismo ejercicio frente a las autoridades de UCA la cual es precedida por el mismo decano de la Facultad, el proyecto en sí fue bien recibido por parte de las autoridades además de haber logrado una labor de concientización más allá de lo que se había planteado en un principio.

Figura 58. **Primera presentación proyecto**



Fuente: laboratorios de biología.

El proyecto se basó en el círculo de *Deming*, siguiendo los 4 pasos básicos que dicta este procedimiento, en la presentación del proyecto se logró explicar de manera sencilla utilizando gráficos, donde se explicaban los objetivos en cada uno de los pasos del círculo de *Deming*, además de mostrar las hojas de revisión que son la parte fundamental de este proyecto.

## CONCLUSIONES

1. Se diseñó un manual de seguridad e higiene industrial para los laboratorios de biología, en el cual están integrados las normativas mínimas a seguir por parte de los estudiantes, instructores y autoridades encargadas, se estructuraron basadas en los elementos encontrados en los laboratorios, además de estructurar un programa de gestión de residuos el cual también servirá para los laboratorios de química.
2. Se desarrolló un manual de control del Programa de Seguridad e Higiene Industrial, se desglosó de una forma en que se puede analizar el estado del equipo, accidentes, señalización y un inciso en donde se puede analizar toda la evidencia de las mejoras implementadas o no implementadas mediante fotografías, además de que se aconsejó a las autoridades realizar este control al final de cada semestre para poder llevar un control adecuado.
3. Se promovió la importancia de tener Normas de Seguridad e Higiene Industrial dentro de los laboratorios, mediante charlas con las autoridades y encargados, exposiciones para instructores de los laboratorios, además de haber tenido la oportunidad de exponer frente al decano la importancia de que se implemente una normativa acorde a las necesidades de las instalaciones y el tipo de trabajo que se realiza por parte de los estudiantes.
4. Se diseñaron planes de acción frente a un incendio para los laboratorios, los cuales son necesarios para cualquier área de trabajo, en este caso

son de mayor importancia dado el desarrollo de las prácticas y el número de estudiantes que asisten, se explica la forma correcta de utilizar un extintor, los conocimientos básicos sobre los tipos de incendios, y las brigadas encargadas de primeros auxilios, evacuación, comunicación y lucha contra el incendio.

5. Se realizaron un par de exposiciones para los instructores de los laboratorios de temas relacionados al proyecto y seguridad e higiene industrial dentro de los laboratorios, por el tiempo limitado no se pudo realizar todas las exposiciones, aunque se dejó estructurada la programación de las capacitaciones y la forma en que se deban de realizar, ya sea por parte de otro epesista o personal de la misma facultad.
6. Se estructuró el Programa de Seguridad e Higiene Industrial para los laboratorios de biología y las mejoras para los de química de una manera sencilla, lo cual facilitará a otras áreas repetir los pasos que se realizaron, tomando en cuenta la buena relación que existe entre las diferentes áreas del área de ciencias, cualquier otra área interesada podrá basarse en los pasos realizados para hacer sus propios estudios.
7. Se diseñó un programa de gestión de residuos para los laboratorios de química y biología, en este se incluye los pasos a seguir dependiendo el tipo de residuo que se esté manejando, los residuos químicos son los que contienen mayor peligro en su manejo por lo que se tienen que desactivar antes de poder verterlos al desagüe o si no se pudiera hacer se tienen que segregar para que una empresa certificada y especializada los recoja.

## RECOMENDACIONES

1. Realizar un estudio a profundidad para renovar o darle mantenimiento al mobiliario y equipo evitando futuros percances que conlleven algún tipo de lesión.
2. Que se involucre decanatura para que se pueda implementar este proyecto y otros que complementen una mejora integral a los laboratorios.
3. Realizar un estudio de los factores externos a los laboratorios que puedan provocar incendios cerca de las instalaciones, puesto que ya existe un historial de incendios en áreas aledañas al edificio donde se encuentran ubicados los laboratorios.
4. Observar que están desarrollando las demás facultades en temas de seguridad e higiene industrial en sus laboratorios para no perder competitividad, ya que se pudo percatar que facultades como farmacia e ingeniería han avanzado en implementar programas en este rubro, así como una renovación de mobiliario y equipo en general.
5. El personal de los laboratorios tiene buena actitud y está motivado con mejoras que se puedan realizar a los laboratorios, por lo que es importante que decanatura aproveche esta disposición de ayudar en lo que este en disposición del personal.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Departamento de Laboratorios. *Manual de seguridad e higiene laboratorios*. Instituto Técnico de Sonora, 2006. 25 p. [en línea] <[https://www.itson.mx/micrositios/laboratorios/Documents/manual\\_de\\_seg\\_e\\_hig.pdf](https://www.itson.mx/micrositios/laboratorios/Documents/manual_de_seg_e_hig.pdf)>. [Consulta: febrero de 2018].
2. Facultad de Agronomía Universidad de San Carlos. Reseña histórica, Objetivos y Misión, Organigrama y Competencias. [en línea] <<http://fausac.gt/>>. [Consulta: enero de 2018].
3. HENAO ROBLEDO, Fernando. *Riesgos químicos*. 2ª ed. Bogota: Ecoe Ediciones, 2015. 209 p.
4. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. NTP 276: Eliminación de residuos en el laboratorio. España, 1993. 8 p. [en línea] <[http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/Fichas Tecnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp\\_276.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/Fichas Tecnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp_276.pdf)>. [Consulta: junio de 2018].
5. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. NTP 480: La gestión de residuos peligrosos en los laboratorios universitarios y de investigación. España, 1996. 5 p. [en línea] <[http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/Fichas Tecnicas/NTP/Ficheros/401a500/ntp\\_480.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/Fichas Tecnicas/NTP/Ficheros/401a500/ntp_480.pdf)>. [Consulta: junio de 2018].

6. MERINO AISA, Alejandro, RUGGERO, Ricardo y JUNCA TORRES, Ramón. *Prevención de riesgos laborales*, España, Barcelona: Grupo CEAC, 2000. 416 p.
7. Personal de Administración y Servicios. *Manual de seguridad y buenas prácticas en el laboratorio*. Universidad de León, 2013. 63 p. [en línea] <<http://servicios.unileon.es/gestion-de-residuos/wp-content/blogs.dir/34/files/2014/03/guia-de-seguridad-y-buenas-practicas-en-el-laboratorio.pdf>>. [Consulta: febrero de 2018].
8. REYNOSO DÍAZ, Hediberto. Modelo de un plan de capacitación. [en línea] <<http://www.eoi.es/blogs/mintecon/2013/05/14/modelo-de-un-plan-de-capacitacion-2/>>. [Consulta: junio de 2018].
9. REYES PINEDA, Luis Pedro. *Análisis y evaluación de riesgos para la implementación de un plan de seguridad e higiene industrial en el área de cogeneración del ingenio trinidad*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2015. 171 p.
10. Sociedad Americana de Química. *Seguridad en los Laboratorios Químicos Académicos*, Vol. 1: *Prevención de -Accidentes para Estudiantes Universitarios*. 7a ed. Estados Unidos de América: 2003. 43 p.

11. Subdirección de Gestión y Estudios Departamento Prevención de Riesgos. *Manual de seguridad para laboratorios*. Pontificia Universidad Católica de Chile, 2010. 34 p. [en línea]  
<[http://www.uc.cl/es/component/docman/doc\\_download/61-manual-de-seguridad-en-laboratorios](http://www.uc.cl/es/component/docman/doc_download/61-manual-de-seguridad-en-laboratorios)>. [Consulta: febrero de 2018].



# APÉNDICES

## Apéndice I: Hojas de Revisión

	<b>Facultad de Agronomía</b> <b>Área de Ciencias</b> <b>Hoja De Revisión De Seguridad E Higiene Industrial Y</b> <b>Mantenimiento</b>		
	Laboratorio:	Evaluador:	
	Fecha:	Cód. Revisión:	
<b>Encargado del Laboratorio:</b> <b>Firma:</b>	<b>Encargado de</b> <b>Mantenimiento: Firma:</b>		
<b>1. Mobiliario y Equipo</b>			
Concepto	Bueno	Regular	Malo
Mesas para desarrollo de la practica			
Mesas para soporte de equipo técnico			
Sillas			
Pizarrones y cañoneras			
Cristalería			
Microscopios			
Balanzas			
Muebles de almacenamiento			
Estufas eléctricas			
Muflas			
Observaciones:			

Continuación apéndice 1.

## 2. Accidentes

Concepto	Cantidad	Motivos
Quemaduras		
Golpes		
Intoxicación		
Electrocución		
Torceduras		
Irritaciones en piel o ojos		
Cristalería rota		
Cortes en la piel		

Observaciones:

## 3. Prevención

Concepto	Pésimo	Malo	Bueno	Excelente
Iluminación				
Ventilación				
Ruido				
Señalización				
Orden y limpieza				
Prevención de incendios				
Primeros auxilios				

Observaciones:

Continuación apéndice 1.

**4. Mejoras instaladas este semestre....**

**5. Fotos**

Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 2. Etiquetas recipientes de segregación

	<b>RESIDUOS QUÍMICOS PELIGROSOS</b>	Código:
		Página: 1 de 2
		Vigente a partir de:
<b>DISOLVENTES NO HALOGENADOS GRUPO I</b>		
Laboratorio generador: _____  Fecha de inicio: _____  Fecha de finalización: _____  Responsable: _____  Observaciones: _____	Resaltar, según la peligrosidad del residuo:  	

	<b>RESIDUOS QUÍMICOS PELIGROSOS</b>	Código:														
		Página: 2 de 2														
		Vigente a partir de:														
<b>DISOLVENTES NO HALOGENADOS GRUPO I</b>																
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">PRODUCTO GENERAL</th> <th style="text-align: left;">ESPECIFICOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>HIDROCARBUROS ALIFATICOS</td> <td>Cloroformo, Cloruro de Metileno, Tricloroetileno, Tetracloruro de Carbono, Triclorotrifluoretano, Bromometano, Iodometano</td> </tr> <tr> <td>HIDROCARBUROS AROMATICOS</td> <td>Clorobenceno, Diclolorobenceno, Diclolorofenol, Bromobutano, Bromotolueno, Clorotolueno, Hexafluorobenceno, Iodobenceno...</td> </tr> <tr> <td>ALCOHOLES HALOGENADOS</td> <td>Tricloroetano, Cloroopropanol, Cloroopropanodiol, Alcohol Clorobencílico, Fluoroetano...</td> </tr> <tr> <td>AMINAS HALOGENADAS</td> <td>Bromoanilina, Clorobencilamina, Iodoanilina, Dicloroanilina, Tricloroanilina...</td> </tr> <tr> <td>ESTERES HALOGENADOS</td> <td>Bromoacetatos, Cloroacetatos, Cloroopropionatos, Cloroformatos...</td> </tr> <tr> <td>AMIDAS HALOGENADAS</td> <td>Bromoacetamida, Cloroacetamida, Ac. Ortiodohipúrico, Trifluorodiacetilimidazol</td> </tr> </tbody> </table>			PRODUCTO GENERAL	ESPECIFICOS	HIDROCARBUROS ALIFATICOS	Cloroformo, Cloruro de Metileno, Tricloroetileno, Tetracloruro de Carbono, Triclorotrifluoretano, Bromometano, Iodometano	HIDROCARBUROS AROMATICOS	Clorobenceno, Diclolorobenceno, Diclolorofenol, Bromobutano, Bromotolueno, Clorotolueno, Hexafluorobenceno, Iodobenceno...	ALCOHOLES HALOGENADOS	Tricloroetano, Cloroopropanol, Cloroopropanodiol, Alcohol Clorobencílico, Fluoroetano...	AMINAS HALOGENADAS	Bromoanilina, Clorobencilamina, Iodoanilina, Dicloroanilina, Tricloroanilina...	ESTERES HALOGENADOS	Bromoacetatos, Cloroacetatos, Cloroopropionatos, Cloroformatos...	AMIDAS HALOGENADAS	Bromoacetamida, Cloroacetamida, Ac. Ortiodohipúrico, Trifluorodiacetilimidazol
PRODUCTO GENERAL	ESPECIFICOS															
HIDROCARBUROS ALIFATICOS	Cloroformo, Cloruro de Metileno, Tricloroetileno, Tetracloruro de Carbono, Triclorotrifluoretano, Bromometano, Iodometano															
HIDROCARBUROS AROMATICOS	Clorobenceno, Diclolorobenceno, Diclolorofenol, Bromobutano, Bromotolueno, Clorotolueno, Hexafluorobenceno, Iodobenceno...															
ALCOHOLES HALOGENADOS	Tricloroetano, Cloroopropanol, Cloroopropanodiol, Alcohol Clorobencílico, Fluoroetano...															
AMINAS HALOGENADAS	Bromoanilina, Clorobencilamina, Iodoanilina, Dicloroanilina, Tricloroanilina...															
ESTERES HALOGENADOS	Bromoacetatos, Cloroacetatos, Cloroopropionatos, Cloroformatos...															
AMIDAS HALOGENADAS	Bromoacetamida, Cloroacetamida, Ac. Ortiodohipúrico, Trifluorodiacetilimidazol															

Fuente: elaboración propia.

Continuación apéndice 2.

	<b>RESIDUOS QUÍMICOS PELIGROSOS</b>	Código:
		Página: 1 de 2
		Vigente a partir de:
<b>DISOLVENTES NO HALOGENADOS GRUPO II</b>		
Laboratorio generador: _____  Fecha de inicio: _____  Fecha de finalización: _____  Responsable: _____  Observaciones: _____	Resaltar, según la peligrosidad del residuo:  	

	<b>RESIDUOS QUÍMICOS PELIGROSOS</b>	Código:																						
		Página: 2 de 2																						
		Vigente a partir de:																						
<b>DISOLVENTES NO HALOGENADOS GRUPO II</b>																								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">PRODUCTO GENERAL</th> <th style="width: 50%;">ESPECIFICOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DERIVADOS DE HIDROCARBUROS ALIFÁTICOS</td> <td>Pentano, Hexano, Decano, Dimetilformamida (DMF), Acetonitrilo.</td> </tr> <tr> <td>HIDROCARBUROS AROMÁTICOS</td> <td>Benceno, Tolueno, Xileno, Estireno, Cumeno.</td> </tr> <tr> <td>ALCOHOLES</td> <td>Metanol, Etanol, Isopropanol (IPA), Butanol, Alcohol arábico, Alcohol alílico, Etilenglicol, Polialcohol, ...</td> </tr> <tr> <td>AMINAS ALIFÁTICAS</td> <td>Butilamina, metilamina, etilamina, ...</td> </tr> <tr> <td>AMINAS AROMÁTICAS</td> <td>Anilina, Toluidina, Fenilendiamina, Nitroanilina, Cloroanilina, Metilanilina, Fenilpiperacina.</td> </tr> <tr> <td>ÉSTERES</td> <td>Acetato de metilo, Acetato de etilo, Acetato de butilo, Acetato de amilo, Laurato, Succinato, Glutarato, Acilato, ...</td> </tr> <tr> <td>CETONAS</td> <td>Acetona, Metilbutilcetona, Propanona, Ciclohexilbutilcetona, Cetonas aromáticas, ...</td> </tr> <tr> <td>COMPUESTOS SULFURADOS</td> <td>Tiofenol, Etilmercaptano (Etanotiol), Sulfato de Dialilo, Sulfato de Dimetilo, Difosilo, Disulfato, ...</td> </tr> <tr> <td>HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS</td> <td>Anticeno, Bifenilo, Nafaleno, Cumeno, Fluoreno, Indeno, Pireno, ...</td> </tr> <tr> <td>OTROS</td> <td>Dimetilsulfoxido (DMSO), Sulfato de Carbono, Dioxano, Tetrahidrofurano (THF), Sulfato de Metilo, Sulfato de etilo, ...</td> </tr> </tbody> </table>			PRODUCTO GENERAL	ESPECIFICOS	DERIVADOS DE HIDROCARBUROS ALIFÁTICOS	Pentano, Hexano, Decano, Dimetilformamida (DMF), Acetonitrilo.	HIDROCARBUROS AROMÁTICOS	Benceno, Tolueno, Xileno, Estireno, Cumeno.	ALCOHOLES	Metanol, Etanol, Isopropanol (IPA), Butanol, Alcohol arábico, Alcohol alílico, Etilenglicol, Polialcohol, ...	AMINAS ALIFÁTICAS	Butilamina, metilamina, etilamina, ...	AMINAS AROMÁTICAS	Anilina, Toluidina, Fenilendiamina, Nitroanilina, Cloroanilina, Metilanilina, Fenilpiperacina.	ÉSTERES	Acetato de metilo, Acetato de etilo, Acetato de butilo, Acetato de amilo, Laurato, Succinato, Glutarato, Acilato, ...	CETONAS	Acetona, Metilbutilcetona, Propanona, Ciclohexilbutilcetona, Cetonas aromáticas, ...	COMPUESTOS SULFURADOS	Tiofenol, Etilmercaptano (Etanotiol), Sulfato de Dialilo, Sulfato de Dimetilo, Difosilo, Disulfato, ...	HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS	Anticeno, Bifenilo, Nafaleno, Cumeno, Fluoreno, Indeno, Pireno, ...	OTROS	Dimetilsulfoxido (DMSO), Sulfato de Carbono, Dioxano, Tetrahidrofurano (THF), Sulfato de Metilo, Sulfato de etilo, ...
PRODUCTO GENERAL	ESPECIFICOS																							
DERIVADOS DE HIDROCARBUROS ALIFÁTICOS	Pentano, Hexano, Decano, Dimetilformamida (DMF), Acetonitrilo.																							
HIDROCARBUROS AROMÁTICOS	Benceno, Tolueno, Xileno, Estireno, Cumeno.																							
ALCOHOLES	Metanol, Etanol, Isopropanol (IPA), Butanol, Alcohol arábico, Alcohol alílico, Etilenglicol, Polialcohol, ...																							
AMINAS ALIFÁTICAS	Butilamina, metilamina, etilamina, ...																							
AMINAS AROMÁTICAS	Anilina, Toluidina, Fenilendiamina, Nitroanilina, Cloroanilina, Metilanilina, Fenilpiperacina.																							
ÉSTERES	Acetato de metilo, Acetato de etilo, Acetato de butilo, Acetato de amilo, Laurato, Succinato, Glutarato, Acilato, ...																							
CETONAS	Acetona, Metilbutilcetona, Propanona, Ciclohexilbutilcetona, Cetonas aromáticas, ...																							
COMPUESTOS SULFURADOS	Tiofenol, Etilmercaptano (Etanotiol), Sulfato de Dialilo, Sulfato de Dimetilo, Difosilo, Disulfato, ...																							
HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS	Anticeno, Bifenilo, Nafaleno, Cumeno, Fluoreno, Indeno, Pireno, ...																							
OTROS	Dimetilsulfoxido (DMSO), Sulfato de Carbono, Dioxano, Tetrahidrofurano (THF), Sulfato de Metilo, Sulfato de etilo, ...																							

Fuente: elaboración propia.

Continuación apéndice 2.

	<b>RESIDUOS QUÍMICOS PELIGROSOS</b>	Código:
		Página: 1 de 2
		Vigente a partir de:
<b>DISOLUCIONES ACUOSAS LIBRES DE METALES PESADOS GRUPO III</b>		
Laboratorio generador: _____  Fecha de inicio: _____  Fecha de finalización: _____  Responsable: _____  Observaciones: _____ _____	Resaltar, según la peligrosidad del residuo:  	

	<b>RESIDUOS QUÍMICOS PELIGROSOS</b>	Código:				
		Página: 2 de 2				
		Vigente a partir de:				
<b>DISOLUCIONES ACUOSAS LIBRES DE METALES PESADOS GRUPO III</b>						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%; text-align: center;">PRODUCTO GENERAL</th> <th style="text-align: center;">ESPECIFICOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="vertical-align: top;">           Soluciones acuosas inorgánicas y orgánicas:         </td> <td style="vertical-align: top;"> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Soluciones acuosas básicas: Hidróxido sódico, hidróxido potásico</li> <li>- Otras soluciones acuosas inorgánicas: Reveladores, sulfatos, fosfatos, cloruros.</li> <li>- Soluciones acuosas de colorantes: naranja de metilo, fenolftaleína.</li> </ul> </td> </tr> </tbody> </table>			PRODUCTO GENERAL	ESPECIFICOS	Soluciones acuosas inorgánicas y orgánicas:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Soluciones acuosas básicas: Hidróxido sódico, hidróxido potásico</li> <li>- Otras soluciones acuosas inorgánicas: Reveladores, sulfatos, fosfatos, cloruros.</li> <li>- Soluciones acuosas de colorantes: naranja de metilo, fenolftaleína.</li> </ul>
PRODUCTO GENERAL	ESPECIFICOS					
Soluciones acuosas inorgánicas y orgánicas:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Soluciones acuosas básicas: Hidróxido sódico, hidróxido potásico</li> <li>- Otras soluciones acuosas inorgánicas: Reveladores, sulfatos, fosfatos, cloruros.</li> <li>- Soluciones acuosas de colorantes: naranja de metilo, fenolftaleína.</li> </ul>					

Fuente: elaboración propia.

Continuación apéndice 2.

	<b>RESIDUOS QUÍMICOS PELIGROSOS</b>	Código:																				
		Página: 1 de 2																				
		Vigente a partir de:																				
<b>DISOLUCIONES ACUOSAS CON METALES PESADOS GRUPO III</b>																						
Laboratorio generador: _____  Fecha de inicio: _____  Fecha de finalización: _____  Responsable: _____  Observaciones: _____ _____	Resaltar, según la peligrosidad del residuo:  <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p><b>SGA – Pictogramas de peligro y ejemplos sobre sus correspondientes clases de peligro</b></p> <p><b>Peligros físicos</b></p> <table border="0"> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Explosivos</td> <td>Líquidos inflamables</td> <td>Líquidos comburentes</td> <td>Gases comprimidos</td> <td>Corrosivo para los metales</td> </tr> </table> <p><b>Peligros para la salud humana</b></p> <table border="0"> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Toxicidad aguda</td> <td>Corrosión cutánea</td> <td>Irritación cutánea</td> <td>CMR/ STOT/ Peligro por aspiración</td> <td>Peligros para el medio ambiente</td> </tr> </table> </div>							Explosivos	Líquidos inflamables	Líquidos comburentes	Gases comprimidos	Corrosivo para los metales						Toxicidad aguda	Corrosión cutánea	Irritación cutánea	CMR/ STOT/ Peligro por aspiración	Peligros para el medio ambiente
																						
Explosivos	Líquidos inflamables	Líquidos comburentes	Gases comprimidos	Corrosivo para los metales																		
																						
Toxicidad aguda	Corrosión cutánea	Irritación cutánea	CMR/ STOT/ Peligro por aspiración	Peligros para el medio ambiente																		

	<b>RESIDUOS QUÍMICOS PELIGROSOS</b>	Código:				
		Página: 2 de 2				
		Vigente a partir de:				
<b>DISOLUCIONES ACUOSAS CON METALES PESADOS GRUPO III</b>						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">PRODUCTO GENERAL</th> <th>ESPECÍFICOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Soluciones acuosas inorgánicas.</td> <td>                     - Soluciones acuosas de metales pesados: Níquel, plomo, cromo, vanadio, cobalto, cesio, bromo, bario, plata, cadmio, selenio, flúoruro.                      - Soluciones acuosas de cromo VI                 </td> </tr> </tbody> </table>			PRODUCTO GENERAL	ESPECÍFICOS	Soluciones acuosas inorgánicas.	- Soluciones acuosas de metales pesados: Níquel, plomo, cromo, vanadio, cobalto, cesio, bromo, bario, plata, cadmio, selenio, flúoruro. - Soluciones acuosas de cromo VI
PRODUCTO GENERAL	ESPECÍFICOS					
Soluciones acuosas inorgánicas.	- Soluciones acuosas de metales pesados: Níquel, plomo, cromo, vanadio, cobalto, cesio, bromo, bario, plata, cadmio, selenio, flúoruro. - Soluciones acuosas de cromo VI					

Fuente: elaboración propia.

Continuación apéndice 2.

	<b>RESIDUOS QUÍMICOS PELIGROSOS</b>	Código:
		Página: 1 de 2
		Vigente a partir de:
<b>ÁCIDOS GRUPO IV</b>		
Laboratorio generador: _____  Fecha de inicio: _____  Fecha de finalización: _____  Responsable: _____  Observaciones: _____ _____	Resaltar, según la peligrosidad del residuo:  	

	<b>RESIDUOS QUÍMICOS PELIGROSOS</b>	Código:
		Página: 2 de 2
		Vigente a partir de:
<b>ÁCIDOS GRUPO IV</b>		
Corresponden a este grupo los ácidos inorgánicos y sus soluciones acuosas concentradas (más del 10% en volumen). Debe tenerse en cuenta que su mezcla, en función de la composición y la concentración, puede producir alguna reacción química peligrosa con desprendimiento de gases tóxicos e incremento de temperatura. Para evitar este riesgo, antes de hacer mezclas de ácidos concentrados en un mismo envase, debe realizarse una prueba con pequeñas cantidades y, si no se observa reacción alguna, llevar a cabo la mezcla. En caso contrario, los ácidos se recogerán por separado.		

Fuente: elaboración propia.

Continuación apéndice 2.

	<b>RESIDUOS QUÍMICOS PELIGROSOS</b>	Código:
		Página: 1 de 2
		Vigente a partir de:
<b>ACEITES GRUPO V</b>		
Laboratorio generador: _____  Fecha de inicio: _____  Fecha de finalización: _____  Responsable: _____  Observaciones: _____ _____	Resaltar, según la peligrosidad del residuo:  <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center; margin: 0;"><b>SGA - Pictogramas de peligro y ejemplos sobre sus correspondientes clases de peligro</b></p> <p style="margin: 0;"><b>Peligros físicos</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">      </div> <p style="margin: 0; font-size: small;">Explosivos    Líquidos inflamables    Líquidos comburentes    Gases comprimidos    Corrosivo para los metales</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 60%;"> <p style="margin: 0;"><b>Peligros para la salud humana</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">     </div> <p style="margin: 0; font-size: small;">Toxicidad aguda    Corrosión cutánea    Iritación cutánea    CMR (Carcinógeno, Mutágeno, Reprotoxicidad)</p> </div> <div style="width: 35%;"> <p style="margin: 0;"><b>Peligros para el medio ambiente</b></p>  <p style="margin: 0; font-size: small;">Peligro para el medio ambiente acuático</p> </div> </div> </div>	

	<b>RESIDUOS QUÍMICOS PELIGROSOS</b>	Código:
		Página: 2 de 2
		Vigente a partir de:
<b>ACEITES GRUPO V</b>		
Corresponde a los aceites minerales derivados de operaciones de mantenimiento y, en su caso, de baños calefactores		

Fuente: elaboración propia.

Continuación apéndice 2.

	<b>RESIDUOS QUÍMICOS PELIGROSOS</b>	Código:																														
		Página: 1 de 2																														
		Vigente a partir de:																														
<b>SOLIDOS ORGÁNICOS GRUPO VI</b>																																
Laboratorio generador: _____  Fecha de inicio: _____  Fecha de finalización: _____  Responsable: _____  Observaciones: _____ _____	Resaltar, según la peligrosidad del residuo:  <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="font-size: small; margin: 0;">SGA – Pictogramas de peligro y ejemplos sobre sus correspondientes clases de peligro</p> <table border="0" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td colspan="5">Peligros físicos</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Explosivos</td> <td>Líquidos inflamables</td> <td>Líquidos comburentes</td> <td>Gases comprimidos</td> <td>Corrosivo para los metales</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Peligros para la salud humana</td> <td colspan="2">Peligros para el medio ambiente</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Toxicidad aguda</td> <td>Corrosión cutánea</td> <td>Irritación cutánea</td> <td>CMR, SGP, Peligro por aspiración</td> <td>Peligros para el medio ambiente acuático</td> </tr> </table> </div>		Peligros físicos										Explosivos	Líquidos inflamables	Líquidos comburentes	Gases comprimidos	Corrosivo para los metales	Peligros para la salud humana			Peligros para el medio ambiente							Toxicidad aguda	Corrosión cutánea	Irritación cutánea	CMR, SGP, Peligro por aspiración	Peligros para el medio ambiente acuático
Peligros físicos																																
																																
Explosivos	Líquidos inflamables	Líquidos comburentes	Gases comprimidos	Corrosivo para los metales																												
Peligros para la salud humana			Peligros para el medio ambiente																													
																																
Toxicidad aguda	Corrosión cutánea	Irritación cutánea	CMR, SGP, Peligro por aspiración	Peligros para el medio ambiente acuático																												

	<b>RESIDUOS QUÍMICOS PELIGROSOS</b>	Código:
		Página: 2 de 2
		Vigente a partir de:
<b>SOLIDOS ORGÁNICOS GRUPO VI</b>		
<p><b>Sólidos orgánicos:</b> A este grupo pertenecen los productos químicos de naturaleza orgánica o contaminado con productos químicos orgánicos como, por ejemplo, carbón activo o gel de sílice impregnados con disolventes orgánicos</p>		

Fuente: elaboración propia.

Continuación apéndice 2.

	<b>RESIDUOS QUÍMICOS PELIGROSOS</b>	Código:																				
		Página: 1 de 2																				
		Vigente a partir de:																				
<b>SOLIDOS INORGÁNICOS GRUPO VI</b>																						
Laboratorio generador: _____  Fecha de inicio: _____  Fecha de finalización: _____  Responsable: _____  Observaciones: _____	Resaltar, según la peligrosidad del residuo:  <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p><b>SGA – Pictogramas de peligro y ejemplos sobre sus correspondientes clases de peligro</b></p> <p><b>Peligros físicos</b></p> <table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Explosivos</td> <td>Líquidos inflamables</td> <td>Líquidos comburentes</td> <td>Gases comprimidos</td> <td>Corrosivo para los metales</td> </tr> </table> <p><b>Peligros para la salud humana</b></p> <table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Toxicidad aguda</td> <td>Corrosión cutánea</td> <td>Iritación cutánea</td> <td>CMR: Carcinógeno, Mutágeno, Reprotoxicidad</td> <td>Peligro para el medio ambiente acuático</td> </tr> </table> </div>							Explosivos	Líquidos inflamables	Líquidos comburentes	Gases comprimidos	Corrosivo para los metales						Toxicidad aguda	Corrosión cutánea	Iritación cutánea	CMR: Carcinógeno, Mutágeno, Reprotoxicidad	Peligro para el medio ambiente acuático
																						
Explosivos	Líquidos inflamables	Líquidos comburentes	Gases comprimidos	Corrosivo para los metales																		
																						
Toxicidad aguda	Corrosión cutánea	Iritación cutánea	CMR: Carcinógeno, Mutágeno, Reprotoxicidad	Peligro para el medio ambiente acuático																		

	<b>RESIDUOS QUÍMICOS PELIGROSOS</b>	Código:
		Página: 2 de 2
		Vigente a partir de:
<b>SOLIDOS INORGÁNICOS GRUPO VI</b>		
<b>Sólidos inorgánicos:</b> A este grupo pertenecen los productos químicos de naturaleza inorgánica.		

Fuente: elaboración propia.

Continuación apéndice 2.

	<b>RESIDUOS QUÍMICOS PELIGROSOS</b>	Código:																														
		Página: 1 de 2																														
		Vigente a partir de:																														
<b>ESPECIALES GRUPO VII</b>																																
Laboratorio generador: _____  Fecha de inicio: _____  Fecha de finalización: _____  Responsable: _____  Observaciones: _____ _____	Resaltar, según la peligrosidad del residuo:  <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="font-size: small; margin: 0;">SGA - Pictogramas de peligro y ejemplos sobre sus correspondientes clases de peligro</p> <table border="0" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td colspan="5">Peligros físicos</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Explosivos</td> <td>Líquidos inflamables</td> <td>Líquidos comburentes</td> <td>Gases comprimidos</td> <td>Corrosivo para los metales</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Peligros para la salud humana</td> <td colspan="2">Peligros para el medio ambiente</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Toxicidad aguda</td> <td>Corrosión cutánea</td> <td>Irritación cutánea</td> <td>CMR: STOT, Peligro por aspiración</td> <td>Peligro para el medio ambiente acuático</td> </tr> </table> </div>		Peligros físicos										Explosivos	Líquidos inflamables	Líquidos comburentes	Gases comprimidos	Corrosivo para los metales	Peligros para la salud humana			Peligros para el medio ambiente							Toxicidad aguda	Corrosión cutánea	Irritación cutánea	CMR: STOT, Peligro por aspiración	Peligro para el medio ambiente acuático
Peligros físicos																																
																																
Explosivos	Líquidos inflamables	Líquidos comburentes	Gases comprimidos	Corrosivo para los metales																												
Peligros para la salud humana			Peligros para el medio ambiente																													
																																
Toxicidad aguda	Corrosión cutánea	Irritación cutánea	CMR: STOT, Peligro por aspiración	Peligro para el medio ambiente acuático																												

	<b>RESIDUOS QUÍMICOS PELIGROSOS</b>	Código:
		Página: 2 de 2
		Vigente a partir de:
<b>ESPECIALES GRUPO VII</b>		
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>Los productos químicos, sólidos o líquidos, que, por su elevada peligrosidad, no deben ser incluidos en ninguno de los otros grupos, así como los reactivos puros obsoletos o caducados. Estos productos no deben mezclarse entre sí ni con residuos de los otros grupos. Ejemplos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comburentes (peróxidos)</li> <li>• Compuestos pirofóricos (magnesio metálico en polvo)</li> <li>• Compuestos muy reactivos (ácidos fumantes, cloruros de ácido (<del>cloruro</del> acetilo), metales alcalinos (sodio, potasio), hidruros (<del>borohidruro</del> sódico, hidruro de litio), compuestos con halógenos activos (bromuro de bencilo), compuestos polimerizables (isocianatos, epóxidos), compuestos peroxidables (éteres), restos de reacción, productos no etiquetados)</li> <li>• Compuestos muy tóxicos (<del>tetraóxido</del> de osmio, mezcla crómica, cianuros, sulfuros, etc).</li> <li>• Compuestos no identificados.</li> </ul> </div>		

Fuente: elaboración propia.