



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**Propuesta de mejora de los  
laboratorios de materiales de la DIMEI.**

**TESINA**

Que para obtener el título de

**Ingeniera Industrial**

**P R E S E N T A**

Aurora Gutiérrez Morales

**DIRECTOR DE TESINA**

M.A. Víctor Manuel Vázquez Huarota



**Ciudad Universitaria, Cd. Mx, 2016**

INTRODUCCIÓN	3
ANTECEDENTES	4
JUSTIFICACIÓN	6
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	6
OBJETIVO	7
<b>CAPÍTULO I:</b>	<b>8</b>
<b>LEVANTAMIENTO Y DIAGNÓSTICO</b>	<b>8</b>
1.1.1 LEVANTAMIENTO DE LA DISTRIBUCIÓN DE MOBILIARIO Y EQUIPO EN LOS LABORATORIOS	10
1.2.1 LEVANTAMIENTO DE MANEJO DE REACTIVOS, INSTRUMENTAL QUÍMICO E INSUMOS	20
1.3.1 LEVANTAMIENTO DE RESIDUOS GENERADOS EN EL LABORATORIO.	35
1.4 LEVANTAMIENTO DE LA GESTIÓN Y ORGANIZACIÓN ADMINISTRATIVA DEL LABORATORIO.	38
<b>CAPÍTULO II PROPUESTA DE SOLUCIÓN</b>	<b>40</b>
2.1 PROPUESTA DE SOLUCIÓN EN LAS AREÁAS DE LOS LABORATORIOS DE MATERIALES.	41
2.2 ADMINISTRACIÓN Y MANEJO DE REACTIVOS QUÍMICOS, INSTRUMENTAL E INSUMOS.	48
2.3 CREACIÓN DE PROTOCOLO PARA LA GESTIÓN, MANEJO Y ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS PELIGROSOS.	61
2.4 GESTIÓN Y ORGANIZACIÓN ADMINISTRATIVA DEL LABORATORIO	74
<b>CAPÍTULO III APORTACIÓN PARA LA ACREDITACIÓN DE LOS LABORATORIOS DE MATERIALES.</b>	<b>79</b>
3.1 POLÍTICA AMBIENTAL PARA LOS LABORATORIOS DE MATERIALES	80
3.2 IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA PARA LA GESTIÓN DE REACTIVOS QUÍMICOS E INSTRUMENTAL DE LABORATORIO.	82
<b>CAPITULO IV RESULTADOS Y CONCLUSIONES</b>	<b>85</b>
4.1 RESULTADOS	86
4.2 CONCLUSIONES	91
LISTADO DE ACRÓNIMOS	93
ÍNDICE DE IMÁGENES	94
ÍNDICE DE TABLAS	96
BIBLIOGRAFÍA	97
ANEXOS	98

## **INTRODUCCIÓN**

El presente trabajo tiene como propósito contribuir a la mejora en los servicios de los Laboratorios de Materiales pertenecientes a la DIMEI.

El primer capítulo abarca la identificación del estado inicial del laboratorio: distribución, acomodo de instrumental, reactivos, equipo y otros insumos. Asimismo, se realizó un diagnóstico y levantamiento de la información acerca del estado inicial de los laboratorios de Materiales, el cual fue fundamental para la identificación de áreas de oportunidad en cada de ellos.

El segundo capítulo contiene la propuesta y el trabajo de solución realizados clasificados de la siguiente forma: redistribución de mobiliario y equipo, gestión de reactivos e instrumental químico y otro tipo de insumos necesarios para los laboratorios, lo anterior tiene como propósito la optimización de su uso, la creación de un protocolo para el manejo adecuado de los residuos peligrosos y de manejo especial generados en los Laboratorios de Materiales y las propuestas de mejora para la gestión administrativa y de personal en el Laboratorio

El tercer capítulo contiene propuestas para mejorar la gestión de una manera accesible y factible de manera que las propuestas contenidas y las actividades realizadas proporcionen los requisitos para obtener de la acreditación de los Laboratorios de Materiales.

## **ANTECEDENTES**

La División de Ingeniería Mecánica e Industrial (DIMEI) desde hace tiempo, ha impartido asignaturas relacionadas al estudio de los materiales, debido a la importancia que tienen éstos en la industria. La DIMEI cuenta con laboratorios de materiales en los que se llevan a cabo actividades de docencia, investigación y prestación de servicios externos a la industria. Por lo anterior, los Laboratorios deben de contar con el equipo, instrumental, reactivos químicos e insumos que permitan la correcta práctica de actividades, así como cumplir los lineamientos de seguridad en sus instalaciones.

Dentro de las instalaciones de los Laboratorios de Materiales se imparten los laboratorios de las asignaturas de Ciencia de Materiales, Metalurgia Física y Materiales No Metálicos para la carrera de Ingeniería Mecánica, además se imparten las materias de Tecnología de Materiales e Ingeniería de Materiales que son asignaturas correspondientes a las carreras de Ingeniería Industrial e Ingeniería Mecatrónica respectivamente. Cabe señalar que, en ocasiones, la materia optativa de Biomateriales llega a impartirse dentro de las instalaciones de los Laboratorios de Materiales.

Para la impartición de estos laboratorios se requieren de equipo especializado para efectuar las distintas pruebas de caracterización, así como determinar propiedades físicas, químicas y mecánicas de diferentes materiales.

### **Laboratorio de Metalografía**

- Pulidoras
- Pulidora dobles
- Desbastadoras
- Hornos para tratamientos térmicos (4)
- Lijadoras
- Máquina de ensayos Jominy
- Cortadora de disco
- Esmeril
- Durómetro analógico

### **Anexo Química**

- Campana extractora (en desuso)
- Balanza digital
- Cortadora de disco
- Pulidoras automáticas (2)
- Montadora de presión para probetas metalográficas.

### **Laboratorio de pruebas mecánicas**

- Durómetro Rockwell digital
- Durómetro Brinell
- Máquina Universal de ensayos mecánicos
- Horno para tratamiento térmico.
- Máquina de Impacto.
- Micro-durómetro (2 equipos)
- Macroscopio
- Horno para tratamiento térmico (en desuso)
- Máquina de fatiga (en desuso)
- Máquina de fatiga de alta velocidad (en desuso)
- Máquina Universal de ensayos mecánicos (en desuso)

### **Laboratorio de Caracterización.**

El laboratorio de caracterización de materiales cuenta con el equipo para determinar las características físicas, químicas, y estructurales de diferentes materiales.

- Equipo de cómputo con software MATTER (11 equipos)
- Microscopios metalográficos (2)
- Microscopio metalográfico con software de análisis (1)

## **JUSTIFICACIÓN**

La Facultad de Ingeniería durante los últimos semestres ha realizado la certificación de varios laboratorios con la norma ISO 9001, la cual permite administrar y realizar mejoras de servicios y productos que ofrece a la comunidad universitaria. En el presente trabajo se proponen diferentes mejoras en los laboratorios de Materiales de la DIMEI con el fin de apoyar

Con el cumplimiento de los requerimientos que establece la norma ISO 9001 y de esta manera mejorar los servicios que proporcionan los Laboratorios y facilitar el acceso a la información que se solicite en caso de auditorías internas y externas.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El ambiente de los Laboratorios de Materiales, debido a las actividades que se realizan en sus instalaciones, puede ser un lugar de riesgo para la realización de actividades. Los usuarios están expuestos a riesgos químicos y físicos los cuales pueden dañar la integridad de las instalaciones, equipo y usuarios.

Debido a los riesgos que pueden presentarse durante el uso de las instalaciones, los laboratorios deben cumplir con las regulaciones mínimas, cuyo cumplimiento provee prevención y protección a los usuarios, así como establecer un buen funcionamiento del mismo.

Es importante señalar que en los Laboratorios de Materiales, principalmente el Laboratorio de Metalografía, presentan oportunidades de mejora como: la inapropiada distribución de mobiliario y equipo, la falta de espacio, equipo el cual no se encuentra ubicado en la zona adecuada o bien equipos que se encuentran descompuestos por falta de mantenimiento o por uso inadecuado, los reactivos químicos no están clasificados de manera correcta, mal manejo de insumos entre otros.

La detección de oportunidades de mejora en las instalaciones de los laboratorios de materiales de la DIMEI, establece la manera en que se va a llevar a cabo las propuestas, de tal manera que se mejoren las áreas, los recursos y servicios de los laboratorios.

## **OBJETIVO**

Mejorar los servicios en los laboratorios de Materiales de la División de Ingeniería Mecánica e Industrial, por medio de la identificación de las áreas de oportunidad de éstos y la utilización de herramientas de la ingeniería industrial, así como de las normas afines al laboratorio, con el propósito de obtener la acreditación.

## **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Aplicar la metodología de las 5S's a los Laboratorios de Materiales en las instalaciones de los Laboratorios de Materiales, así como en instrumental, reactivos químicos e insumos.
- Realizar un inventario para la gestión y control de materiales.
- Documentar el uso de equipo por medio de bitácoras de servicio.
- Realizar un protocolo de seguridad para la identificación, etiquetado, almacenamiento y manejo de residuos peligrosos y de manejo especial en los laboratorios de Materiales.
- Participar en los programas de manejo de residuos peligrosos de la Facultad de Ingeniería

En esta sección se plantean los antecedentes del problema a solucionar y se identifican los objetivos específicos a lograr en este proyecto.

---

# **CAPÍTULO I:** **LEVANTAMIENTO Y** **DIAGNÓSTICO**



### ANTECEDENTES

Actualmente, la DIMEI cuenta con los Laboratorios de Automatización, Metalografía, Pruebas Mecánicas, Manufactura Convencional, Manufactura Avanzada, Microscopia Electrónica, Mediciones Mecánicas, Corrosión, Soldadura, Análisis Experimental de esfuerzos, Diseño, Ensayos Mecánicos y Caracterización, y con el Centro de Ingeniería de Superficies y Acabados.

El único laboratorio perteneciente a la DIMEI acreditado actualmente es el Laboratorio de Automatización. Por lo anterior, los Laboratorios de Materiales de la División de Ingeniería Mecánica e Industrial de la Facultad de Ingeniería actualmente no cuentan con la acreditación.

Con lo anterior, se busca cumplir con los requerimientos que establece la norma de calidad y así buscar la certificación de los laboratorios y facilitar el acceso a la información que se solicite en caso de auditorías internas y externas.

Un levantamiento de información es el proceso en el cual se recopilan datos e información de la situación actual de un sistema, con el fin de identificar problemas y áreas de oportunidad.

Un diagnóstico puede definirse como un proceso analítico que permite conocer la situación real de un sistema en un momento dado para detectar áreas de oportunidad, con el objetivo de aprovecharse y mejorarse.

Para poder identificar las áreas de oportunidad presentadas en los laboratorios de Materiales, se realizó un levantamiento de información y un diagnóstico. Se identificaron los factores que afectan el buen desempeño de los laboratorios, se investigó si se documentaban el uso de equipos, programación de mantenimiento (i.e. preventivo y correctivo), si existe un inventario adecuado para la gestión de reactivos e instrumental químico, si existía un protocolo para el manejo de residuos entre otros aspectos.

Para que el diagnóstico fuera más accesible durante su realización, se dividieron las áreas de los laboratorios de Materiales, conformados por los laboratorios de Metalografía, Pruebas Mecánicas y Caracterización, con base a la función y el equipo con el que cuentan.

### Áreas de oportunidad del Laboratorio de Metalografía

- Distribución y uso de equipo y mobiliario.
- Instrumental de laboratorio, reactivos químicos e insumos.
- Gestión administrativa.
- Manejo apropiado de residuos (Residuos peligrosos y de manejo especial)

### Áreas de oportunidad del Laboratorio de Pruebas Mecánicas

- Distribución de mobiliario y equipo
- Uso de equipo.
- Gestión administrativa

### Áreas de oportunidad del Laboratorio de Caracterización

- Distribución de mobiliario y equipo
- Uso de equipo.

### **1.1.1 LEVANTAMIENTO DE LA DISTRIBUCIÓN DE MOBILIARIO Y EQUIPO EN LOS LABORATORIOS**

El primer paso del diagnóstico y levantamiento de información del laboratorio de metalografía se realizó en relación a la distribución de mobiliario y equipo.

La imagen 1.0 muestra la distribución inicial del mobiliario y equipo del laboratorio de metalografía, donde se puede apreciar la falta de espacio en el laboratorio debido a la distribución del mobiliario y equipo en la que se encontró. La mesa de trabajo, en la imagen 1.1, tiene dimensiones de 2.58 [m] por 0.6 [m] para la realización de actividades; dicho espacio es reducido para la cantidad promedio de alumnos (10-12 alumnos por grupo).



**Imagen 1.0** Distribución de equipo y mobiliario inicial en el Laboratorio de Metalografía.



**Imagen 1.1:** Mesa de trabajo.

Se halló que parte de los equipos, mesas y mobiliario se encuentran ubicados muy cercanos entre sí, causando que la distancia sea reducida para operar los equipos, lo anterior entorpece las actividades relacionadas al uso de la cortadora o la máquina de ensayos como lo muestra la imagen 1.2.



**Imagen 1.2:** Máquina cortadora de disco (izquierda) y máquina de ensayos (derecha.)

La ubicación de la mesa que contiene las pulidoras se colocó de acuerdo a la instalación hidráulica con la que se contaba en ese momento, sin embargo, la ubicación de la mesa dificulta el acceso al almacén de reactivos e insumos propiciando una condición insegura, además se hallaron cuatro mesas, en tres de ellas se encuentran microscopios metalográficos, estas mesas también dificultan el acceso y salida al cuarto oscuro como se muestra en la imagen 1.3.



**Imagen 1.3** Mesa de pulidoras y mesas ocupadas por microscopios metalográficos.

## CAPITULO I: LEVANTAMIENTO Y DIAGNÓSTICO.

---

Se hallaron anaques con diversos materiales los cuales se encuentran situados muy cerca de los hornos para tratamientos térmicos y resguardando grandes cantidades de material lo que puede originar una condición de riesgo para el usuario.

El anaquel izquierdo, mostrado en la imagen 1.4, contiene en sus primeros tres niveles insumos para la realización de prácticas, solamente los insumos contenidos en botes se encuentran rotulados, en cambio, los insumos contenidos en bolsas no se encuentran rotulados ni clasificados de acuerdo a sus características. Mientras que en los niveles superiores del anaquel izquierdo se hallan modelos obsoletos para la impartición de prácticas.



**Imagen 1.4** Anaquel izquierdo con insumos contenidos en bolsas sin clasificar y material rezagado.

El anaquel derecho resguarda material que se ocupa durante los semestres para la impartición de prácticas. El material, como se muestra en la imagen 1.5, no tiene una clasificación adecuada e incluso algunos materiales se encuentran en estado inconveniente para la realización de prácticas. Algunos de los materiales contenidos en el anaquel se encuentran en desuso.



**Imagen 1.5** Anaquel derecho con insumos sin clasificar.

Posteriormente, se realizó también un diagnóstico y levantamiento de información en el Laboratorio de Caracterización. En este laboratorio se encontraron equipos diversos, ya que muchos de ellos se utilizan para la impartición de prácticas y con fines de investigación y servicios.

Debido a que se los grupos ocupan una vez por semestre el Laboratorio de Caracterización, se resguardan equipos en desuso.

La imagen 1.6 muestra un microscopio sin utilizar debido a que las refacciones de éste son obsoletas.



**Imagen 1.6** Microscopio en estado inactivo localizado en Laboratorio de Caracterización.

En la imagen 1.7 muestra una mesa con equipo en desuso que impide el acceso a un espacio de trabajo. Para poder investigar el uso del área con la puerta bloqueada se reubico la mesa.

Una vez desbloqueado el acceso al cuarto con la entrada bloqueada, se halló que en el interior hay tres áreas, en éstas se encontró equipo que no pertenece al área de Materiales. La mayoría del equipo almacenado en el área se encontró en cajas colocadas de manera estibada como se observa en la imagen 1.8. Estos equipos no corresponden al Laboratorio de Materiales y se encuentran en desuso desde hace tiempo.



**Imagen 1.7** Mesa con equipo inactivo.



**Imagen 1.8** Cuarto de caracterización con equipo obsoleto.

Con la información obtenida en el levantamiento, se detectaron las siguientes áreas de oportunidad en relación a la distribución de mobiliario y equipo.



ESTADO INICIAL DE DISTRIBUCIÓN DE MOBILIARIO Y EQUIPO.		
Laboratorio	Categoría	Problema
Laboratorio de Metalografía	Distribución de equipo.	Los cables de alimentación de los hornos se encuentran alejados de las fuentes de alimentación.
Laboratorio de Metalografía	Distribución de equipo.	Se encuentran tres microscopios metalográficos, cada uno de ellos se encuentra en una mesa, pero su uso es ocasional.
Laboratorio de Metalografía	Distribución de equipo.	En el cuarto oscuro, se encuentran cajas enumeradas, pero sin una clasificación adecuada.
Laboratorio de Metalografía	Distribución de equipo	El durómetro analógico se encuentra en metalografía, lo ideal es que se encuentre en pruebas mecánicas.
Laboratorio de Caracterización	Distribución de equipo.	Equipos sin actividad y obsoletos.
Laboratorio de Metalografía	Mobiliario	La mesa de trabajo del laboratorio no tiene el espacio suficiente para realizar el trabajo de forma adecuada.
Laboratorio de Metalografía	Mobiliario	Los anaqueles del laboratorio contienen insumos sin clasificar, incluso hay material de semestres anteriores,
Laboratorio de Metalografía	Mobiliario	La mesa donde se encuentran las desbastadoras se encuentra muy cerca del almacén de productos químicos, ocasionando la dificultad de acceso o salida en caso de incidente.
Laboratorio de Metalografía. Laboratorio de Pruebas Mecánicas. Laboratorio de Caracterización.	Equipo	No existen bitácoras de uso de equipo, incluso se encontraron equipos descompuestos.
Laboratorio de Metalografía.	Distribución de equipo.	La ubicación de los hornos no es adecuada y en algunas prácticas se dejan prendidos uno o dos días,
Laboratorio de Metalografía	Mobiliario	La tarima está dispareja, lo que provoca que tambalee.

<b>Laboratorio de Metalografía</b>	Equipo	La campana extractora no se encuentra en operación.
------------------------------------	--------	---

Se cuestionó a los usuarios de los Laboratorios de Materiales cuales eran las principales problemáticas que encontraban al utilizar los Laboratorios de Materiales con relación a la distribución de mobiliario y equipo, así como en el uso y estado de los equipos. La tabla 1.1 muestra las limitaciones encontradas por los usuarios de los Laboratorios de Materiales.

EQUIPO	MOBILIARIO
<ul style="list-style-type: none"> <li>• No hay un registro o una documentación del uso del equipo.</li> <li>• En ocasiones, no se supervisa el uso de equipo.</li> <li>• El equipo se llega a usar de manera inadecuada.</li> <li>• El equipo necesita restauración y falta de mantenimiento correctivo o preventivo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El mobiliario puede llegar a ser insuficiente o no tiene el espacio adecuado para la realización óptima de las prácticas.</li> <li>• La ubicación en las que se encuentran las mesas no es la adecuada.</li> <li>• El espacio llega a ser pequeño para la cantidad promedio de alumnos por grupo, incluso cuando se traslapaban grupos.</li> </ul>

**Tabla 1.1** Situación relacionada al uso de equipo y distribución de mobiliario en Laboratorios de Materiales.

### **1.1.2 Diagnóstico de la distribución de equipo y mobiliario.**

Con relación al espacio de trabajo, la ISO 3685 establece los principios ergonómicos aplicados a proyectos de condiciones de trabajo óptimas con relación al bienestar humano, salud y seguridad considerando la eficacia tecnológica y económica.

Proporciona además un enfoque para el diseño para los sistemas de trabajo entre los que destacan:

- El espacio de trabajo debe ser suficiente para los movimientos del cuerpo, en particular los brazos, manos, piernas y pies.
- Deben establecerse controles del funcionamiento de manos y pies.

La Norma de la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional OSHA (*Occupational Safety and Health Administration*, por sus siglas en inglés) en relación a las superficies para caminar y laborar establece:

- Las superficies para caminar y trabajar, en relación a pasillos y corredores deben estar despejados siempre sin que haya obstrucciones a través de su espacio que pudiera provocar un riesgo .
- Las puertas de salida/entrada deben permitir el acceso / evacuación inmediato en caso de que se presente una emergencia y deben mantenerse libres de obstáculos en todo momento.

De acuerdo al Título Tercero del Reglamento Federal y Salud en el trabajo de la STPS establece las Disposiciones Generales, Organizacionales y Especializadas para la Seguridad y Salud en el Trabajo de acuerdo al artículo 18 relacionado a los edificios, locales, instalaciones y áreas de los centros de trabajo deberán:

- Disponer de espacios seguros en las zonas de producción, mantenimiento, circulación de personas, almacenamiento y servicio para usuarios.
- Señalar las zonas donde existan riesgos.
- Contar con puertas de acceso y emergencia.
- Mantener orden y limpieza permanentemente en las zonas de trabajo y pasillos y áreas comunes del Centro de Trabajo.

En cuanto a los equipos que continúan funcionando, la mayoría de ellos no cuenta con bitácoras de registro para uso de equipo, lo que dificulta saber la fecha y motivo de su uso, incluso se encontraron equipos descompuestos, pero no existe documentación que informe las causas de falla.

### **1.2.1 LEVANTAMIENTO DE MANEJO DE REACTIVOS, INSTRUMENTAL QUÍMICO E INSUMOS**

El estudio de los materiales demanda el uso de reactivos, instrumental químico e insumos para la realización de análisis de caracterización y de sus propiedades físicas, químicas y mecánicas

Por lo anterior, se requiere que el estado de los reactivos, instrumental químico e insumos se encuentren en cantidades adecuadas y en buen estado para poder llevar a cabo los objetivos que se plantean en las actividades que se realizan en las instalaciones de los Laboratorios de Materiales.

El Laboratorio de Metalografía mostrado en la imagen 1.9 cuenta con un almacén donde se tienen guardados diversos reactivos, instrumental químico e insumos que se utilizan durante los semestres. Se cuenta con un almacén de productos nuevos para abastecer la demanda de insumos, reactivos e instrumental químico de diversas características.

El diagnóstico realizado y el levantamiento de la información realizado en esta área para conocer el estado en el que se encontraban los reactivos químicos, instrumental e insumos tanto los que se encuentran en uso y los nuevos. Debido a las diferentes demandas de cada uno de los reactivos, instrumental e insumos se investigó si se cuenta con un control para su manejo y consumo adecuados.



**Imagen 1.9:** Vista interior del almacén para reactivos, instrumental e insumos ubicado en Metalografía.

Los reactivos químicos se guardan en dos gavetas que cuentan con tres diferentes niveles. Se inspeccionaron las gavetas y se encontró que los reactivos están guardados en orden alfabético y parte de los reactivos solamente se encuentran rotulados con nombre sin indicaciones de peligrosidad, la mayoría de los reactivos que solo están rotulados con nombre se encuentran envasados en recipientes inadecuados como se muestra en la imagen 1.10



**Imagen 1.10:** Gaveta con reactivos químicos, clasificados por orden alfabético.

En la segunda gaveta, mostrada en la imagen 1.11, además de reactivos químicos se encontró una balanza digital. El almacenaje de esta última resulta inadecuado debido a que las propiedades de las sustancias químicas que se almacenan pueden dañar el estado del material de la balanza.



**Imagen 1.11:** Segunda gaveta con reactivos clasificados por orden alfabético y balanza digital.

Se encontraron reactivos químicos, por cuestiones de volumen o espacio, fuera de las gavetas como se muestra en la figura 1.12, en este caso, los reactivos encontrados se hallaron en estado líquido y en su mayoría etiquetados.



**Imagen 1.12** Reactivos en estado líquido, algunos presentan características incompatibles.

En la imagen 1.13 se hallaron reactivos químicos variados almacenados por tiempo indefinido encima del mueble contenedor de probetas metálicas y de polímeros. Lo anterior propicia a una condición insegura, ya que algunos de los reactivos presentan características de peligrosidad que pueden dañar el buen estado de las probetas metálicas y de polímero en caso de que alguno de los reactivos emita gases o en caso de derrame.



**Imagen 1.13** Reactivos químicos agrupados de acuerdo a su demanda de uso.

El almacén de productos cuenta con una campana de extracción, sin embargo, esta no es utilizada desde hace algunos semestres, pese a que funciona de manera correcta, el uso que se le da en el laboratorio es de almacén de reactivos e instrumental químico como se muestra en la imagen 1.14.



**Imagen 1.14:** Campana de extracción del Laboratorio.

El uso de instrumental de laboratorio en las diversas actividades realizadas en el laboratorio requiere de instrumental de laboratorio como lo son material de cristalería (i.e. tubos de ensayo, matraces, vasos de precipitado entre otros), metálicos (i.e. espátulas, soportes universales, rejillas entre otros), material de porcelana o cerámica (i.e. morteros, capsulas de porcelana, triangulo) y madera.

Los laboratorios de materiales al tener uso constante de reactivos químicos y otras sustancias, deben disponer de instrumental químico ya sea para contener, triturar y medir volúmenes en sustancias químicas, así como material de uso específico y utilizados para soporte para el desarrollo adecuado de las actividades que se efectúan en las instalaciones de los Laboratorios de Materiales.

Mucho instrumental de laboratorio encontrado en el laboratorio de Metalografía principalmente el material de cristal y de metal se encontró en estado inconveniente (i.e. roto o fracturado) para la realización de las prácticas de laboratorio.



Los insumos son materiales empleados en el Laboratorio que no presentan características peligrosas como los reactivos químicos, pero tampoco presentan las características para ser catalogados como instrumental de Laboratorio. La mayoría de los insumos empleados en el Laboratorio de Materiales se encuentran guardados en una alacena de cuatro niveles como se muestra en la imagen 1.15, donde además se puede apreciar que uno de los vidrios de la alacena se encuentra roto, representando un riesgo para los usuarios.



**Imagen 1.15** Alacena con insumos de laboratorio diversos.

Se inspeccionó cada nivel de la alacena con el fin de conocer qué tipo de insumos se encontraba en la alacena. El cuarto nivel mostrado en la imagen 1.16 contiene en su mayoría sustancias que no presentan características de peligrosidad para los usuarios, sin embargo, se encontraron algunas sustancias químicas sin etiquetar, en recipientes inadecuados y con características peligrosas. El tercer nivel contiene consumibles para las pulidoras como paños y lijas de diferentes granos, gran parte de éstos últimos se encontraron nuevos, pero hubo algunos insumos desgastados y otros materiales sin clasificar o en desuso mostrados en la imagen 1.17



**Imagen 1.16** Cuarto nivel de la alacena con insumos y reactivos químicos sin etiquetado.



**Imagen 1.17** Tercer nivel de la alacena con lijas, paños para pulidoras, extensión y otros insumos sin clasificación.

En el segundo nivel, mostrado en la imagen 1.18, se encontraron insumos correspondientes para la realización de prácticas enfocadas al estudio de materiales poliméricos, pero también se encontraron consumibles para las pulidoras y contenedores de sustancias. Finalmente en la imagen 1.19 se muestra el primer nivel, donde se encontraron parrillas en desuso y una caja con insumos diversos.



**Imagen 1.18:** Segundo nivel con insumos relacionados al estudio de polímeros.



**Imagen 1.19:** Primer nivel con insumos y parrillas para laboratorio.

Una vez concluido el levantamiento de información en el almacén de reactivos, instrumental e insumos en uso se analizó el cuarto oscuro, como lo muestra la imagen 1.20 el cual anteriormente se designó como almacén de productos nuevos lo que incluye instrumental de laboratorio, reactivos químicos e insumos. En el almacén se encontraron cajas de cartón que sólo presentaban un rotulado con números.



**Imagen 1.20:** Vista interior del cuarto oscuro asignado como almacén.

En la imagen 1.21 se observa que algunos insumos y sustancias químicas, debido a su volumen y tamaño, no se encontraron contenidos dentro de las cajas, solamente estaban colocados al lado de las cajas.



**Imagen 1.21** Insumos de Laboratorio guardados fuera de las cajas debido a su volumen.

En el interior de las cajas se encontraron reactivos químicos almacenados con otras sustancias que no cumplen las características para ser clasificados como sustancias químicas en este caso se encontró alúmina resguardada con sustancias químicas como se indica en la imagen 1.22.

La mayoría de las sustancias químicas encontradas en las cajas se encontraron posicionadas de manera inadecuada como lo muestra la imagen 1.22 y además los reactivos químicos, al igual que en el almacén de reactivos químicos en uso, su resguardo en las cajas no se clasificó sin considerar las características de peligrosidad o incompatibilidad de las sustancias químicas como se indica en la imagen 1.23.



**Imagen 1.22** Caja con reactivos químicos etiquetados almacenados junto con insumos para laboratorio (en este caso alúmina).



**Imagen 1.23** Reactivos químicos almacenados en las cajas en posición inadecuada y sin clasificación.

Las cajas con instrumental químico, en la mayoría de los casos, se encontró clasificado de acuerdo al tipo de material del instrumental, aunque se encontraron en menor cantidad instrumentos de material diferente como se muestra en la imagen 1.24, la mayoría de los insumos contenidos en la caja están elaborados de plástico. La caja que se muestra en la imagen 1.25 contiene material de cristal, éste último solamente se protege con papel periódico o se encuentra dentro de cajas más pequeñas y solo una pequeña parte del material de cristal se encontró sin protección.



**Imagen 1.24:** Caja con instrumental de plástico.



**Imagen 1.25** La caja resguarda instrumental químico de cristal.

**1.2.2 Diagnóstico de manejo de reactivos, instrumental químico e insumos**

Un manejo inadecuado y la falta de información relacionada a la gestión y manejo del material utilizado en el laboratorio como lo son compras excesivas, escasez de material, suministro inadecuado o incompleto y deterioro de la calidad de los materiales son factores que complican la realización de las actividades del Laboratorio.

Estado inicial de distribución de insumos, reactivos químicos e instrumental.		
Laboratorio	Categoría	Problema
Laboratorio de Metalografía	Reactivos químicos	Los reactivos químicos se encuentran fuera de su lugar.
Laboratorio de Metalografía	Reactivos químicos	Las gavetas en las que se encuentran los reactivos químicos no están clasificadas de la forma apropiada, incluso hay reactivos almacenados de manera inadecuada.
Laboratorio de Metalografía	Instrumental y reactivos químicos.	El instrumental y reactivos químicos nuevos se encuentran almacenados en cajas enumeradas, pero no existe una clasificación adecuada para su almacenaje.
Laboratorio de Metalografía	Insumos.	Muchos de los insumos que se encuentran en la gaveta se encontraron abiertos.
Laboratorio de Metalografía	Reactivos químicos.	Se encontraron reactivos químicos nuevos en mal estado (caducado).
Laboratorio de Metalografía	Reactivos químicos	Existencia de reactivos químicos contenidos en recipientes inadecuados y con etiqueta con información incompleta (solo presentan nombre).
Laboratorio de metalografía	Insumos	Algunos insumos como probetas de metal, lijas y alumina se terminan antes de tiempo.
Laboratorio de metalografía	Reactivos químicos	La preparación de soluciones químicas no se realiza de manera constante.
Laboratorio de Metalografía	Reactivos químicos.	La campana extractora es utilizada como almacén de productos químicos e instrumental.
Laboratorio de Metalografía	Instrumental químico.	Existencia de instrumental químico en estado inadecuado (roto, fracturado, quemado) o con vida útil extendida



Los usuarios de laboratorio determinaron cuales eran las limitaciones encontradas al llevar a cabo actividades realizadas en el Laboratorio de Metalografía afines al uso de reactivos químicos, instrumental e insumos. La tabla 1.2 muestra las limitaciones principales detectadas por los usuarios.

Reactivos químicos	Instrumental	Insumos
<ul style="list-style-type: none"> <li>• No hay suficientes reactivos para satisfacer la demanda.</li> <li>• Falta de etiquetas con información de riesgos con los reactivos que son preparados.</li> <li>• Algunos de los reactivos no tienen información correcta en su etiquetado.</li> <li>• Reactivos se encuentran en recipientes no adecuados.</li> <li>• Existencia de reactivos que no se utilizan en prácticas, tesis o investigación.</li> <li>• No hay abastecimiento de reactivos, a pesar de que se encontraban en el almacén.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El material de cristal es insuficiente e instrumentos como termómetros son escasos.</li> <li>• Muchos instrumentos de cristal se encuentran en estado inadecuado (despostillados, sucios, estrellados, atacados químicamente e incluso rotos).</li> <li>• No se reporta ni se repone material roto o en mal estado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Debido a la alta demanda de algunos materiales se terminan antes de tiempo, considerando que su abasto puede llegar a ser tardado.</li> <li>• Algunas probetas para ensayos mecánicas se terminan con más frecuencia debido a que se realizan más pruebas de las requeridas</li> <li>• En algunos casos, la escasez de materiales específicos orilla a que se trabaje con estos materiales en mal estado.</li> <li>• Se excede la vida útil de algunos materiales (i.e. paños, lijas entre otros)</li> </ul>

**Tabla 1.2:** Problemas relacionados al manejo de reactivos, instrumental químico e insumos en los Laboratorios de Materiales.

En cuanto al mobiliario que puede encontrarse en un laboratorio que haga uso de reactivos químicos, de acuerdo a lo establecido por la Sociedad Americana de Química ACS por sus siglas en inglés, las campanas extractoras no deben utilizarse como almacenamiento de reactivos químicos o instrumental de laboratorio, como se muestra en la imagen 1.13 debido a que las sustancias químicas por sus características pueden interferir con la eficiencia de la campana extractora aumentando el riesgo de accidente o incendio.

El almacenamiento de los reactivos químicos encontrados en el almacén de productos en uso, así como en el almacén de productos nuevos, no es el adecuado debido a que se encontraron los químicos almacenados en orden alfabético o de acuerdo a su estado físico sin tener en cuenta sus características de peligrosidad y la incompatibilidad de sustancias químicas, lo anterior puede producir una condición insegura para los usuarios, equipo, instalaciones y el ambiente en el laboratorio.

Con relación al manejo y almacenaje de reactivos químicos, la NOM-018-STPS establece que los centros donde se manejen sustancias químicas deben:

- Contar con un sistema que permita la identificación de riesgos por sustancias químicas peligrosas.
- Se deben contar con hojas de seguridad de cada uno de los reactivos que se encuentran en las instalaciones del laboratorio, lo que incluye el almacén de productos en uso y el almacén de productos nuevos.

La NOM 005 STPS-2004, establece que las áreas y las sustancias químicas peligrosas deben estar señalizadas y etiquetadas respectivamente, además el almacenamiento debe estar en función de las características físicas y químicas de peligrosidad y segregar las sustancias incompatibles.

En cuanto al instrumental de laboratorio, principalmente el material de cristal, debe almacenarse lejos de reactivos químicos, para evitar que se dañe el estado del material por la exposición prolongada. Se encontró material de vidrio despostillado fracturado e incluso roto

De acuerdo a la Sociedad Americana de Química, las áreas de almacenamiento de instrumental químico deben estar libres de instrumental de cristal que esté roto. Todo material de cristal que se encuentre dañado (roto, despostillado o estallado) debe ser descartado con el fin de prevenir riesgos y depositarse en un contenedor específico. Los termómetros de mercurio rotos deben

desecharse en un contenedor específico y separado de los contenedores de desechos urbanos y de manejo especial.

### **1.3.1 LEVANTAMIENTO DE RESIDUOS GENERADOS EN EL LABORATORIO.**

El uso de reactivos químicos es fundamental para el estudio de los materiales, sin embargo, en la mayoría de los casos, muchos de los reactivos residuales producto de las actividades que se llevan a cabo en los laboratorios de materiales no tienen un manejo adecuado, lo cual puede causar una condición insegura para las instalaciones de los laboratorios y la seguridad de los usuarios.

Por lo anterior, es necesario que los Laboratorios de materiales cuenten con un protocolo para el manejo adecuado de residuos peligrosos y de manejo especial y evitar condiciones que pongan riesgo la seguridad de los usuarios, las instalaciones y el ambiente.

Se hizo un levantamiento de información si en las instalaciones de laboratorio se encontraban recipientes con residuos peligrosos y sí éstos se encontraban rotulados indicando su estado, almacenados en recipientes adecuados y con tapa y separados de reactivos e instrumental en buen estado.

En el anaquel mostrado en la imagen 1.26, se hallaron reactivos en buen estado y residuos peligrosos generados en diversas actividades, pero la mayoría de éstos no mostraban etiquetas de identificación y en recipientes inadecuados, incluso abiertos.



**Imagen 1.26** Anaquel con reactivos químicos en buen estado y con reactivos rezagados y residuos peligrosos.

Otra zona en donde se localizaron residuos peligrosos y reactivos químicos caducados o en mal estado fue en el mueble mostrado en la imagen 1.27, el cual se usa para guardar insumos, sustancias no catalogadas como químicas y algunos instrumentos de laboratorio.



**Imagen 1.27:** Estante con reactivos químicos, material residual instrumental de laboratorio, insumos y herramientas.

Estado inicial de residuos peligrosos y manejo especial.		
Laboratorio	Categoría	Problema
Laboratorio de Metalografía	Residuos peligrosos	Se encontraron envases de sustancias químicas caducadas, sin embargo, nunca fueron utilizadas.
Laboratorio de Metalografía	Residuos peligrosos	Los recipientes vacíos de los reactivos químicos se arrojan a la basura.
Laboratorio de Metalografía	Residuos peligrosos	La mayoría del material residual que se encuentra en el laboratorio se almacena en recipientes inadecuados.
Laboratorio de Metalografía	Residuos peligrosos.	En la mayoría de los contenedores de residuos peligrosos no se etiquetan con los datos requeridos (nombre, composición, fecha de generación entre otros)
Laboratorio de Metalografía	Residuos peligrosos.	Los recipientes que contienen residuos peligrosos se almacenan de manera inapropiada.
Laboratorio de Metalografía	Residuos de manejo especial.	No existe una clasificación apropiada de los residuos peligrosos y con los de manejo especial.
Laboratorio de Metalografía	Residuos peligrosos y de manejo especial.	Los residuos de manejo especial se tiran a la basura.

### 1.3.2 Diagnóstico de los residuos generados en el laboratorio.

Una vez elaborado el levantamiento se presenta el diagnostico.

De acuerdo a lo establecido por la EPA de Estados Unidos y a la NOM 052-SEMARNAT-2005, los residuos peligrosos pueden identificarse de las siguientes formas:

- Residuos peligrosos generados por fuentes específicas
- Residuos peligrosos generados por fuentes no específicas
- Residuos que presenten características de peligrosidad

Una vez identificados los residuos generados, debe realizarse un adecuado manejo de los residuos peligrosos. El generador de residuos debe contactar con una empresa certificada y autorizada para que la disposición final de los residuos se lleve a cabo de forma adecuada

El anaquel mostrado en la imagen 1.26 almacena reactivos en buen estado y en estado inadecuado (reactivos residuales e incluso caducados y/o rezagados), los cuales pueden dañar la calidad y el buen estado de los reactivos químicos utilizables, además los reactivos residuales, caducados y rezagados no presentan etiquetas que los cataloguen como residuos peligrosos.

Se halló durante el levantamiento de información que los residuos generados en prácticas de semestres anteriores se resguardan, incluso algunos de ellos no se encuentran cerrados y, que almacena insumos y material de laboratorio en el estante mostrado en la imagen 1.27

Dentro de las instalaciones del laboratorio, se generan también residuos que no presentan propiedades de peligrosidad, pero no pueden ser desechados junto con los residuos sólidos urbanos. Esta clase de residuos se cataloga como residuos de manejo especial.

### **1.4 LEVANTAMIENTO DE LA GESTIÓN Y ORGANIZACIÓN ADMINISTRATIVA DEL LABORATORIO.**

Uno de los aspectos fundamentales para que los Laboratorios de Materiales proporcionen un servicio adecuado es la gestión y la organización administrativa del laboratorio.

El diagnóstico y levantamiento de información realizados indicaron que existe un reglamento interno de laboratorio, el cual es breve y señala aspectos importantes con relación a los usuarios, sin embargo, el laboratorio carece de otros aspectos importantes como lo es manejo de insumos, residuos y seguridad de usuarios.

Se halló que muchas practicas no tienen fechas programadas para su realización, incluso hay prácticas que no se llegan a impartir debido a que se utilizan dos o más sesiones para concluir otras prácticas.

ESTADO INICIAL GESTIÓN ADMINISTRATIVA.		
Laboratorio	Categoría	Problema
Laboratorio de Metalografía, Pruebas Mecánicas y Caracterización.	Organización de prácticas de Laboratorio.	Las prácticas de Laboratorio no tienen fechas programadas.
Laboratorio de Metalografía	Gestión administrativa	No existe una cartera de proveedores de insumos (reactivos químicos instrumental y otros insumos)
Laboratorio de Metalografía, Pruebas Mecánicas y Caracterización.	Gestión administrativa.	No se cumple el reglamento en su totalidad.

#### 1.4.1 Diagnóstico de la gestión

Durante el levantamiento de información, se determinó que la programación de las fechas para la realización de prácticas no se realiza dentro de las fechas establecidas, ya que hay prácticas que se concluyen con una o más sesiones extra, de esta manera la impartición de las practicas se atrasa y en ocasiones no se terminan las practicas programadas o se realizan en fechas fuera de tiempo; por lo anterior, es requerido que se difunda la programación de prácticas a los usuarios de laboratorio. De esta manera se busca realizar las prácticas en tiempo y forma.

En este capítulo se presentó el levantamiento y los diagnósticos de las condiciones encontradas. En los siguientes capítulos se presentarán las propuestas para mejorar las áreas de oportunidad encontradas.

---

# **CAPÍTULO II** **PROPUESTA DE** **SOLUCIÓN**



### **2.1 PROPUESTA DE SOLUCIÓN EN LAS AREAS DE LOS LABORATORIOS DE MATERIALES.**

Una vez detectadas las áreas de oportunidad identificadas en los tres laboratorios que conforman los Laboratorios de Materiales, se describirán las metodologías y normas utilizadas para dar solución a las áreas de oportunidad encontradas. Una de las metodologías empleadas fue la metodología 5S (Ver Anexo I) y la clasificación ABC (Ver Anexo II).

Debido a las condiciones en las que se encontraban los Laboratorios de Metalografía y Pruebas Mecánicas y Caracterización, se propuso llevar a cabo las siguientes actividades para la mejora de los Laboratorios de Materiales de la División de Ingeniería Mecánica e Industrial, las cuales se mencionan a continuación:

- Redistribución de mobiliario y equipo en los laboratorios de Materiales.
- Organización de almacenes de reactivos químicos, instrumental y equipo.
- Elaboración de formatos y bitácoras de servicio de equipos.
- Asistencia en el desarrollo de prácticas de Laboratorio.
- Elaboración de inventarios de reactivos químicos, instrumental de laboratorio, equipos de cómputo y metalográfico, insumos y mobiliario.
- Mantenimiento básico a equipo metalográfico.
- Realización de base de datos de proveedores de insumos y de servicios.
- Asistencia en la calendarización de prácticas y fechas de mantenimiento.
- Creación de protocolo de manejo de residuos peligrosos.
- Asistencia en el desarrollo de servicios externos.
- Apoyo en la gestión en el abastecimiento de probetas para ensayos mecánicos.
- Apoyo en actividades diversas concernientes a los laboratorios de Materiales.

### Mobiliario y equipo de laboratorio.

- Redistribución de mobiliario y equipo de los Laboratorios.
- Elaboración de formatos y bitácoras de servicio de equipos.
- Mantenimiento básico a equipo metalográfico.

### Instrumental de laboratorio, reactivos químicos e insumos.

- Organización de almacenas de reactivos químicos , instrumental de laboratorio e insumos.
- Clasificación de reactivos químicos
- Gestión y abastecimiento de probetas para ensayos mecánicos.

### Gestión y organización del personal.

- Asistencia en la calendarización de prácticas y fechas de mantenimiento.
- Apoyo en el desarrollo de servicios externos.
- Apoyo en actividades diversas relacionadas a los Laboratorios de Materiales.
- Asistencia en el desarrollo de prácticas de laboratorio.
- Busqueda de proveedores de insumos.

### **2.11 REDISTRIBUCIÓN DE MOBILIARIO Y EQUIPO EN LOS LABORATORIOS DE MATERIALES.**

Una adecuada distribución de mobiliario y equipo en un laboratorio son factores que influyen no solamente en la de seguridad de un laboratorio, sino también contribuyen a que las actividades que se realizan dentro de las instalaciones del laboratorio se lleven a cabo de manera correcta.

Sin embargo, hay factores que pueden limitar una adecuada distribución de mobiliario o equipo, entre los que se enlistan a continuación:

- Espacio limitado del laboratorio.
- Dimensiones del mobiliario y/o equipo.

El equipo con el que se cuenta en el laboratorio se clasificó de acuerdo a su uso que se le da durante la impartición de prácticas, por lo que se realizaron las siguientes preguntas:

- ¿El uso del equipo es necesario para la impartición de la práctica?
- ¿El equipo se encuentra ubicado de manera segura?
- En caso de emergencia, ¿La ubicación actual del equipo entorpece algún acceso o desalojo?
- ¿La ubicación actual del equipo/ mobiliario agiliza la realización de actividades a los usuarios del laboratorio?
- Algunos equipos, como el durómetro analógico mostrado en la imagen 2.0 se encontraba inicialmente en el Laboratorio de Metalografía, se determinó que su ubicación era más conveniente en el laboratorio de Pruebas Mecánicas.



**Imagen 2.0:** Ubicación inicial del durómetro analógico en el Laboratorio de Metalografía.

- Se efectuó la reubicación del durómetro analógico en el laboratorio de Pruebas Mecánicas mostrada en la imagen 2.1, debido a la alta demanda de uso de los durómetros, ya que en Pruebas Mecánicas solamente operaba el durómetro digital, agilizando la realización de actividades de las prácticas de docencia acortando los tiempos para la realización de pruebas.



**Imagen 2.1:** Ubicación actual del durómetro analógico en el Laboratorio de Pruebas Mecánicas.

- La mesa en donde se localizan las lijadoras se encontraba cerca del almacén de los productos químicos, instrumental de laboratorio e insumos se desplazó con el propósito de que no obstruyera el acceso o salida en caso de emergencia. Además, esta ubicación se encuentra más cercana con la instalación de agua como se observa en la imagen 2.2.



**Imagen 2.2:** Mesa con las lijadoras en su nueva ubicación.

- Los hornos para tratamientos térmicos, debido a su operación por tiempos prolongados, se colocaron cerca de la puerta principal de manera que no se encuentren cerca de insumos, usuarios o equipos que puedan dañarse por las temperaturas de los hornos y para que su manejo se agilice y se evite la interrupción de las actividades realizadas en el laboratorio
- Los anaqueles que se encontraban dentro del laboratorio, los cuales contenían material diverso y sin rotular, fueron retirados de su lugar de origen ya que éstos no se encontraban fijos y con la cantidad de insumos contenidos son propensos a caer.
- Los insumos en buen estado se reubicaron al cuarto oscuro, se clasificaron y los insumos como cemento blanco y yeso se rotularon, clasificaron y guardaron en cajas.
- Se proporcionó mantenimiento correctivo y preventivo al equipo metalográfico que se encontraba descompuesto perteneciente a los Laboratorios de Materiales con el fin de que los servicios operaran nuevamente.
- Para llevar un control de uso de equipo y detectar fallas durante su operación, se colocaron bitácoras de registro de uso de equipo (consultar Anexo III) en los siguientes equipos metalográficos:

### **Laboratorio de Metalografía:**

- Hornos para tratamientos térmicos (4)
- Cortadora de disco

### **Laboratorio de Caracterización**

- Microscopios ópticos metalográficos (2)
- Microscopio metalográfico con software de análisis (1)

### **Laboratorio de Pruebas Mecánicas**

- Durómetro digital Rockwell.
- Durómetro analógico Rockwell.
- Durómetro Brinell.
- Micro durómetros (2)

Otro aspecto importante con relación a la distribución de mobiliario y equipo, fue la baja de servicios de los equipos obsoletos o que no pudieron ser reparados. Con lo anterior, se pretende ampliar el espacio en las instalaciones de los Laboratorios y tener solamente los equipos que se utilizan en las diferentes actividades durante los semestres.

## **2.12 REUBICACIÓN DE ALMACENES**

Durante el diagnóstico y levantamiento de la información de los Laboratorios de Materiales se encontró que la mayoría de los reactivos químicos, instrumental de laboratorio e insumos se encontraban resguardados de forma riesgosa, que dañará el buen estado del material, sino que también propiciaba condiciones inseguras para los usuarios de los Laboratorios.

Los reactivos químicos, instrumental de laboratorio e insumos de laboratorio que se encontraron en cajas y/o resguardados de manera inadecuada se retiró o se reasignó su ubicación para evitar incidentes.

- El almacén de material nuevo se reubicó en el cuarto de Caracterización, debido a que este es más espacioso y cuenta con barreras físicas, las cuales separarán las áreas donde se encuentren los reactivos, instrumental químico e insumos.
- El cuarto oscuro, anteriormente utilizado como almacén de reactivos, instrumental químico e insumos nuevos, se reasignó como almacén de equipos pequeños y productos de uso continuo como insumos clasificados, rotulados y sin presencia de reactivos químicos que puedan alterar el buen estado de los insumos.

### **2.2 ADMINISTRACIÓN Y MANEJO DE REACTIVOS QUÍMICOS, INSTRUMENTAL E INSUMOS.**

La disposición de reactivos químicos, instrumental y otros insumos juega un papel importante en la función de un laboratorio, lo anterior es para cumplir con buen el desarrollo e impartición de pruebas con fines de docencia, investigación y servicios externos. Sin embargo, su clasificación puede llegar a ser complicada debido a la gran variedad que se maneja.

Por lo tanto, se realizaron inventarios de reactivos químicos, instrumental de laboratorio e insumos para determinar su demanda de uso y mejorar su uso y su disposición a lo largo de los semestres.

Se clasificaron los diferentes reactivos, instrumental químico e insumos de laboratorios con ayuda de la clasificación ABC con el objetivo de conocer cuáles son los que presentan demandas altas, medias y bajas de uso durante los semestres.

#### **Instrumental, reactivos químicos e insumos de Laboratorio con clasificación A**

- Material utilizado en tres o más asignaturas
- Material en el que se utilicen más de 5 muestras por grupo
- Material con alta demanda en uso, esta demanda es dependiente del número de alumnos (diez o más) por grupo.
- Material, reactivos o insumos utilizados en cantidades considerables para la realización de la práctica.
- Material con vida útil corta y alta demanda en uso.
- Materiales que se terminan antes de que el semestre concluya.



### **Instrumental, reactivos químicos e insumos de Laboratorio con clasificación B**

- Material utilizado en dos asignaturas.
- Material que solo ocupa menos de tres muestras por grupo.
- Material utilizado en dos asignaturas y proyectos externos.

### **Instrumental, reactivos químicos e insumos de Laboratorio con clasificación C**

- Material utilizado en una asignatura
- Material utilizado en proyectos externos o de investigación que se utilizaron una o dos veces por semestre

## **2.21 REACTIVOS QUÍMICOS**

El estudio de los materiales, así como el estudio de sus propiedades involucra el uso de reactivos químicos, los cuales pueden resultar riesgosos para la seguridad de los usuarios del laboratorio debido a las características de peligrosidad.

Un almacenamiento apropiado de los reactivos químicos no solamente es fundamental para la seguridad de los usuarios, sino que también agiliza el manejo correcto de éstos, por lo tanto, es fundamental un manejo de inventario óptimo, así como para reconocer de manera accesible las propiedades de una disolución o sustancia química.

Otro factor importante a considerar en el almacenamiento y la organización de reactivos químicos es el etiquetado. Un etiquetado adecuado en los reactivos que se utilizan en el laboratorio, además de facilitar la organización de éstos, permite identificar de manera sencilla la protección necesaria para su manipulación y sus características de peligrosidad. El proveedor de los reactivos químicos debe cumplir con las normas de envase adecuado y la información con relación al manejo y las características de peligrosidad.

Para iniciar la clasificación correcta de los reactivos químicos que se encuentran en el laboratorio se enlistaron los reactivos químicos encontrados en buen estado, tanto en el anexo de insumos y en el almacén de material nuevo. Las listas de reactivos en uso y nuevos se muestran en la tabla 2.0 y 2.1 respectivamente.

CAPÍTULO II: PROPUESTA DE SOLUCIÓN

REACTIVOS QUÍMICOS DE METALOGRAFÍA		
Cantidad	Nombre del reactivo	Contenido
1	Acetato de sodio	639 grs
1	Acetato de sodio	1.150 kgs
1	Acetato de sodio	NI
1	Acetato de sodio	500 grs
3	Acetato de sodiotrihidratado	500 grs
1	ÁcidoCítrico monohidratado	500 grs
1	Agar Agar	NI
1	Anaranjado de metilo	NI
1	Betanaftolreactivo	500 grs
1	Bicarbonato de sodio	1 kg
1	Bisulfato de sodio	NI
1	Bromuro de sodio	500 grs
1	Bromuro de sodio	NI
1	Bromuro de sodio	NI
1	Carbonato de amonio	500 grs
2	Carbonato de bario	500 grs
1	Carbonato de calcio	NI
1	Carbonato de sodioanhidro	500 grs
1	Carbonato de sodioanhidro	500 grs
1	Carbono de sodio	1 kg
1	Carburo de calcio técnico	500 grs
2	Cloruro de amonio	NI
1	Cloruro de amonio	500 grs
1	Cloruro de bario	NI
1	Cloruro de cromo	NI
1	Cloruro de magnesio	500 grs
1	Cloruro de magnesio	500 grs
1	Cloruro de Níquel	500 grs
2	Cloruro de Potasio	NI
1	Cloruro de Potasio	NI
1	Cloruro de sodio	500 grs
1	CloruroFérrico	500 grs
1	Dextrina	NI
1	Estaño granulado	NI
1	Ferrocianuro de potasio	NI
1	Fosfato de calcio	2.5 kg

1	Fosfatotrisódico	250 grs
1	Fosfatotrisódico	250 grs
1	Hexametilentretamina	610 grs
1	Hidróxido de litio Monohidratado	500 grs
1	Nitrato de sodio	NI
1	Óxido de Aluminio	500 grs
1	Óxido de cobalto	NI
1	Óxido de cromo	500 grs
2	Óxido de Magnesio	NI
1	Óxido de manganeso	NI
1	Óxido de Zinc	NI
1	Plomo granular	300 grs
1	Rojo de metilo indicador	NI
1	Sulfato de amonio	250 grs
1	Sulfato de cobre	NI
1	Sulfato de sodioanhidro	500 grs
1	SulfatoNiqueloso 6 Hidrato	500 grs
1	Sulfito de sodio	500 grs
1	Sulfito de sodioanhidro	NI
1	Tartrato 4 Hidrato Cristal	500 grs
1	Tartrato de Potasio y sodio	NI
1	Tartrato de potasio y sodio	NI
1	Tetraborato de sodio	500 grs
1	Tiocinato de amonio	500 grs
1	Tiocinato de sodio	500 grs
1	Tiosulfato de sodio 5-hidrato	500 grs
1	Tiosulfato de sodio 5-hidrato	500 grs
1	Urea	500 grs
1	Yoduro de Potasio	100 grs
1	Yoduro de sodio	500 grs

Tabla 2.0: Reactivos químicos utilizados en el Laboratorio de Metalografía

CAPÍTULO II: PROPUESTA DE SOLUCIÓN

REACTIVOS QUÍMICOS NUEVOS (ALMACÉN)		
Cantidad	Nombre	Contenido
1	1 Naftol (a) Reactivo	250 grs
1	Acetato de sodio	639 grs
1	Acetato de sodio	1.150 kgs
1	Acetato de sodio	500 grs
3	Acetato de sodiotrihidratado	500 grs
3	Acetona	1 L
7	ÁcidoClorhídrico	1 L
4	Adydsol 204	1 L
1	Agua destilada	20 L
2	Alcohol Metílico ACS	1 L
2	Alcohol Metílico ACS	4 L
1	Alumbre de amoniotécnico	500 grs
3	Betanaftolreactivo	500 grs
7	Bicarbonato de sodio	500 grs
3	Bromuro de sodio	500 grs
4	Carbonato de bario	500 grs
10	Carbonato de bario	100 grs
4	Carburo de calcio técnico	500 grs
1	Cera de abejatécnica	1 kg
1	Cinta de magnesio	5 grs
1	Cinta de magnesio	10 grs
1	Cinta de magnesio	25 grs
3	Cloruro de calcio anhidro	500 grs
1	Cloruro de magnesio	500 grs
2	Cloruro de Potasio	500 grs
1	Ferrocianuro de potasio	NI
1	Fosfato de calcio dibásicoanhidrido	500 grs
4	Fosfato de calcio monobásco reactivo	500 grs
12	Fosfato de calcio tribásico	500 grs
5	<b>Hidróxido de amonio</b>	1 L
1	Hidróxido de	500 grs

	litiomonohidraro	
3	Lugol (Solución fuerte de Yodo)	250 ml
3	NaftalenoTécnico	500 grs
1	Óxido de cobre ACS	500 grs
2	Óxido de Magnesio	NI
24	Peróxido de hidrógeno 29-32%	500 mls.
4	Sulfatocúpricoanhidroreactivo	500 grs
3	Sulfato de cobre 2%	1 L
2	Sulfato de cobre anhídrido reactivo	500 grs
1	Sulfito de sodio	500 grs
1	Tartrato de Potasio y sodio	NI
4	Tiosulfato de sodio 5-Hidratado	500 grs
2	Yoduro de sodio	500 grs

Tabla 2.1: Reactivos químicos nuevos ubicados en almacén.

Una vez identificados los reactivos químicos utilizados en el laboratorio, se verificó que los reactivos se encontraran envasados de manera correcta y segura. Las etiquetas de los productos deben contener información completa.

El etiquetado de una sustancia química debe contener:

- Identidad química del reactivo.
- Nombre común, otros nombres de la sustancia, incluyendo nombres en inglés.
- Cantidad contenida en el recipiente.
- Especificaciones del producto.
- Presentación.
- Características de peligrosidad (simbología).
- Código NAFTA

De acuerdo a lo establecido a la NOM-114 de la STPS, los peligros que presentan los reactivos químicos en su manejo se clasifican de acuerdo con los potenciales daños a la salud en los usuarios, susceptibilidad a arder, liberar energía o cualquier otro problema en

- Riesgo a la salud
- Riesgo de inflamabilidad
- Riesgo de reactividad
- Riesgo especial

Un adecuado almacenamiento de los reactivos químicos debe ubicarse en un área que se encuentre lejos de fuentes de incendio o que puedan provocar una chispa y tener la ventilación adecuada.

Otro aspecto importante para el acopio de las sustancias químicas es verificar las características físicas y químicas de las sustancias, debido a que algunas sustancias presentan incompatibilidad con otras por sus características de peligrosidad, incluso existen sustancias que pueden presentar incompatibilidad con sustancias de sus mismas características por lo que no es recomendable por cuestiones de seguridad, almacenar los reactivos químicos por orden alfabético, estado físico o por frecuencia de uso.

## CAPÍTULO II: PROPUESTA DE SOLUCIÓN

---

Los recipientes que contengan cualquier reactivo químico deberán de ser del material adecuado ya sea vidrio o plástico, según sus características y compatibilidad del reactivo con la sustancia química contenida, estar sellados de manera hermética y estar cerrados cuando no se estén utilizando.

Debe evitarse contener reactivos químicos en contenedores de material incompatible, o frascos reciclados de productos alimenticios y en bolsas de plástico con el fin de evitar alguna condición insegura en el manejo de los reactivos químicos.

Los reactivos químicos que se utilizan en las diversas actividades se enlistaron de acuerdo a sus características de peligrosidad e incompatibilidad como lo muestra la tabla 2.2 de la misma manera la tabla 2.3 contiene los reactivos químicos nuevos encontrados en el almacén.

CAPÍTULO II: PROPUESTA DE SOLUCIÓN

REACTIVOS QUÍMICOS DE METALOGRAFÍA		
Cantidad	Nombre del reactivo	Contenido
1	Carburo de calcio técnico	500 grs
1	Ácido Cítrico monohidratado	500 grs
1	Betanaftol reactivo	500 grs
1	Bicarbonato de sodio	1 kg
1	Bromuro de sodio	500 grs
1	Bromuro de sodio	NI
1	Bromuro de sodio	NI
1	Carbonato de sodio anhidrido	500 grs
1	Carbonato de sodio anhidrido	500 grs
1	Cloruro de sodio	500 grs
1	Fosfato de calcio tribásico	2.5 kg
1	Fosfatotrisódico	250 grs
1	Fosfatotrisódico	250 grs
1	Tiosulfato de sodio 5-hidrato	500 grs
1	Tiosulfato de sodio 5-hidrato	500 grs
1	Yoduro de sodio	500 grs
1	Yoduro de sodio	500 grs
1	Acetato de sodio	639 grs
1	Acetato de sodio	1.150 kgs
1	Acetato de sodio	NI
1	Acetato de sodio	500 grs
3	Acetato de sodio trihidratado	500 grs
1	Agar Agar	NI
1	Anaranjado de metilo	NI
1	Bisulfato de sodio	NI
1	Carbonato de amonio	500 grs
1	Carbonato de calcio	NI
1	Carbón de sodio	1 kg
2	Cloruro de amonio	NI
1	Cloruro de amonio	500 grs
1	Cloruro de cromo	NI
1	Cloruro de magnesio	500 grs
1	Cloruro de magnesio	500 grs
2	Cloruro de Potasio	NI
1	Cloruro de Potasio	NI
1	Dextrina	NI
1	Estaño granulado	NI

1	Ferrocianuro de potasio	NI
1	Hexametilentetramina	610 grs
1	Nitrato de sodio	NI
1	Óxido de Aluminio	500 grs
1	Óxido de cobalto	NI
2	Óxido de Magnesio	NI
1	Óxido de Zinc	NI
1	Plomo granular	300 grs
1	Rojo de metilo indicador	NI
1	Sulfato de amonio	250 grs
1	Sulfato de sodio anhidro	500 grs
1	Sulfito de sodio	500 grs
1	Sulfito de sodio anhidro	NI
1	Tartrato 4 Hidrato Cristal	500 grs
1	Tartrato de Potasio y sodio	NI
1	Tartrato de potasio y sodio	NI
1	Tetraborato de sodio	500 grs
1	Tiocinato de amonio	500 grs
1	Tiocinato de sodio	500 grs
1	Urea	500 grs
1	Yoduro de Potasio	100 grs
2	Carbonato de bario	500 grs
1	Cloruro de bario	NI
1	Cloruro de Níquel	500 grs
1	Cloruro Férrico	500 grs
1	Óxido de cromo	500 grs
1	Óxido de manganeso	NI
1	Sulfato de cobre	NI
1	Sulfato Niqueloso 6 Hidrato	500 grs

**Tabla 2.2:** Listado con reactivos químicos clasificados de acuerdo a sus características de peligrosidad e incompatibilidad.

CAPÍTULO II: PROPUESTA DE SOLUCIÓN

REACTIVOS QUÍMICOS NUEVOS (ALMACÉN)		
Cantidad	Nombre	Contenido
3	Acetona	1 L
4	Adydsol 204	1 L
2	Alcohol Metílico ACS	1 L
2	Alcohol Metílico ACS	4 L
4	Carburo de 55nhídr técnico	500 grs
1	Cinta de magnesio	5 grs
1	Cinta de magnesio	10 grs
1	Cinta de magnesio	25 grs
3	NaftalenoTécnico	500 grs
1	Agua destilada	20 L
1	Alumbre de amoniotécnico	500 grs
3	Betanaftolreactivo	500 grs
7	Bicarbonato de sodio	500 grs
3	Bromuro de sodio	500 grs
1	Cera de abejatécnica	1 kg
3	Cloruro de calcio anhidro	500 grs
2	Cloruro de Potasio	500 grs
1	Fosfato de calcio dibásicoanhídrido	500 grs
4	Fosfato de calcio monobásico reactivo	500 grs
12	Fosfato de calcio tribásico	500 grs
1	Óxido de cobre ACS	500 grs
4	Sulfatocúpricoanhidroreactivo	500 grs
2	Sulfato de cobre anhídrido reactivo	500 grs
4	Tiosulfato de sodio 5-Hidratado	500 grs
2	Yoduro de sodio	500 grs
1	Zinc	500 grs
1	Acetato de sodio	639 grs
1	Acetato de sodio	1.150 kgs
1	Acetato de sodio	500 grs
3	Acetato de sodiotrihidratado	500 grs
1	Cloruro de magnesio	500 grs
1	Ferrocianuro de potasio	NI
2	Óxido de Magnesio	NI

1	Sulfito de sodio	500 grs
1	Tartrato de Potasio y sodio	NI
5	<b>Hidróxido de amonio</b>	1 L
24	Peróxido de hidrógeno 29-32%	500 mls.
4	Carbonato de bario	500 grs
10	Carbonato de bario	100 grs
3	Lugol (Solución fuerte de Yodo)	250 ml
3	Sulfato de cobre 2%	1 L
1	1 Naftol (a) Reactivo	250 grs
7	ÁcidoClorhídrico	1 L

**Tabla2.3:** Listado con reactivos químicos nuevos clasificada de acuerdo a sus características e incompatibilidad.

Una vez listados todos los reactivos químicos que se utilizan en el laboratorio de Metalografía, se verificaron las características de peligrosidad de cada uno de los reactivos indicadas en las etiquetas que éstos presentan, en caso de que alguno de los reactivos no presentara información relacionada a sus características de peligrosidad se consultó vía electrónica la hoja de seguridad.

Una vez que se identificaron las características de peligrosidad y riesgo, simbología de señalización, propiedades físicas y químicas, se agruparon de la siguiente manera:

Característica de peligrosidad	Color
<b>Tóxico</b>	Azul
<b>Inflamable</b>	Rojo
<b>Reactivo</b>	Amarillo
<b>Inocuo</b>	Verde / Anaranjado
<b>Corrosivo</b>	Blanco
<b>Incompatible incluso con sustancias con las mismas características</b>	Líneas diagonales.

**Tabla 2.4:** Código de colores para identificación de riesgos.

La gestión y el manejo adecuado de los reactivos químicos requieren un control de inventarios con la información, por lo que se propone un formato para control de inventarios que incluya la información elemental sobre las propiedades de los reactivos químicos. (Ver anexo IV)



## 2.22 Instrumental de Laboratorio

El trabajo realizado en el laboratorio requiere de instrumental que permita la realización correcta de actividades relacionadas a la docencia, investigación y servicios externos.

Para que las actividades impartidas en el laboratorio puedan realizarse de manera correcta es importante que el instrumental se encuentre limpio en buen estado, esto es que se encuentre sin fracturas o roto, sin quemaduras y sin abolladuras con el propósito de evitar accidentes.

El instrumental del laboratorio utilizado se clasifico de acuerdo al tipo de material con el que está elaborado como se muestra en la lista:

---

Clasificación  
de  
instrumental  
químico por  
tipo de  
material

Vidrio/ Cristal

---

Metal

---

Cerámica/Porcelana

---

Madera/ corcho

---

Plástico/ polímeros

---

Otros materiales.

---

Se contabilizó el instrumental que se encontraba en el laboratorio. En el levantamiento de información, sólo se halló una lista del instrumental de laboratorio con el nombre y cantidad del material. Algunos instrumentos de laboratorio, especialmente el material de vidrio se encontró con fracturas, roto o estrellado, lo anterior no se especificó en la lista.

El instrumental químico utilizado en el laboratorio se enlista en la tabla 2.5, donde indica la cantidad y nombre del instrumental.

CAPÍTULO II: PROPUESTA DE SOLUCIÓN

INSTRUMENTAL DE LABORATORIO.	
CANTIDAD	MATERIAL
5	Matraz Erlenmeyer 1000 ml
3	Matraz Erlenmeyer 500 ml
2	Matraz 125 ml
3	Matraz de cuello largo 500 ml
1	Matraz de cuello largo 250 ml
2	Matraz de bola 500 ml
12	Vaso de precipitados 50 ml
1	Vaso de precipitados 100 ml
2	Vaso de precipitados 250 ml
1	Vaso de precipitados 400 ml
6	Vaso de precipitados 600 ml
6	Vaso de precipitados 1000 ml
7	Probeta graduada 10 ml
3	Probeta graduada 50 ml
1	Probeta graduada 100 ML
6	Embudo de cristal
1	Embudo de plástico
7	Corchos
1	Porta corcho
11	Vidrio de reloj
4	Caja de Petri
1	Bomba para pipeta
7	Pinza para tubo de ensayo
7	Termómetro de 260°C
2	Espátula de metal
7	Pipeta graduada (2 de 25ml, 2 de 5 ml, 2 de 2ml, 1 de 10 ml)
4	Agitador de vidrio
5	Agitador magnético
1	Cinta de magnesio
7	Tubo de ensayo

3	Rejillas
5	Soporte Universal
5	Aros metálicos para soporte universal
6	Pinzas para soporte universal
4	Malla Metálica
1	Brocha
4	Espátula con mango
1	Espátula simple
3	Espátula de plástico
1	Convertidor 3 fases
4	Mecheros
5	Morteros con mano.
5	Triángulos de alambre
12	Porta material de porcelana
2	Tapas de lámpara de alcohol
17	Papel filtro circular de 11 cm
100	Papel filtro circular de 12.5 cm
1	Tabla de fibra cerámica formada al vacío
5	Mechero de alcohol
1	Embudo grande

Tabla 2.5: Instrumental de laboratorio

## CAPÍTULO II: PROPUESTA DE SOLUCIÓN

---

Para la realización del inventario, se clasificó el instrumental químico de acuerdo al tipo de material con el que está elaborado.

Material instrumental químico	Cantidad	Total Piezas
Cristal	28	117
Plástico/Polímero	2	2
Metal	11	44
Cerámica/Porcelana	3	18
Otros	3	122

**Tabla 2.6:** Clasificación de instrumental químico de acuerdo al tipo de material

Para que la elaboración del inventario fuera adecuada, así como el manejo de los diversos materiales durante los semestres, se propone un formato para el control de inventarios del instrumental químico del Laboratorio, tanto para productos en uso y para productos nuevos, solamente que deben manejarse los dos inventarios por separado. (Ver anexo V).

### 2.23 Insumos

Como se mencionó en el Capítulo I, los insumos de laboratorio se catalogan a todas aquellas sustancias y material que no presentan características de peligrosidad como los reactivos químicos y que tampoco presentan características de materiales empleados en laboratorios químicos.

Los insumos al finalizar su vida útil pueden ser clasificados como residuos sólidos o residuos de manejo especial, siempre y cuando no hayan tenido contacto con sustancias peligrosas con características CRETIB.

Dentro de la categoría de insumos se encuentran los siguientes materiales listados:

- Paños de billar para pulidoras
- Probetas de diferentes metales (aceros, aluminio, latón)
- Probetas de polímeros variados.
- Resina pre acelerada
- Catalizador
- Tornillos
- Alumina gris y blanca
- Lijas de banda

## CAPÍTULO II: PROPUESTA DE SOLUCIÓN

---

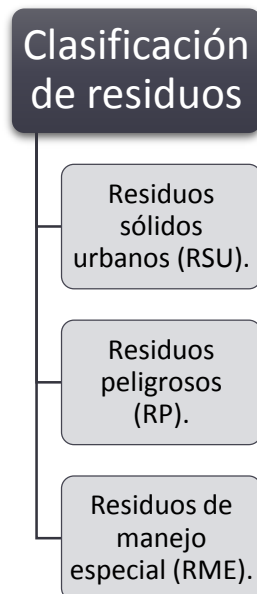
- Lijas con número de grano distinto.
- Abate lenguas
- Vasos de unicel y encerados.
- Algodón.
- Guantes para manejo de hornos para tratamientos térmicos.
- Pinzas para horno.
- Tubos de PVC.
- Material de vidrio.
- Cemento blanco.
- Yeso.
- Carbón vegetal y mineral.
- Aceite comestible.
- Vinagre.
- Sal de mesa.
- Azúcar.
- Papel aluminio.

Los insumos deben de almacenarse separados de reactivos químicos que puedan alterar su buen estado, como evitar almacenar probetas metálicas cerca de reactivos químicos con características corrosivas o de fuentes de agua para evitar la oxidación.

Al igual que los reactivos químicos e instrumental, el uso de insumos debe clasificarse de acuerdo a la demanda de uso, el control para el uso de insumos debe ser sencillo, pero realizarse de manera constante, con el fin de optimizar su uso para evitar la escasez durante los semestres.

## 2.3 CREACIÓN DE PROTOCOLO PARA LA GESTIÓN, MANEJO Y ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS PELIGROSOS.

La realización de actividades docentes, de investigación y de servicios externos requiere en muchos casos el empleo de reactivos químicos como es el caso de las actividades en las que se realizan ensayos para materiales metálicos y no metálicos. Muchos de estos reactivos son riesgosos para la seguridad del laboratorio y de los usuarios, no solamente durante su manejo, sino también el sobrante de alguna solución preparada puede resultar riesgosa para los usuarios del laboratorio y el medio ambiente.



**Clasificación de residuos.**

### 2.31 Definiciones

Los residuos peligrosos pueden definirse como los desechos o combinación de éstos cuyas características físicas, químicas o biológicas, cantidad y concentración representan un riesgo potencial a la salud humana o a organismos vivos debido a que poseen alguna o más de las siguientes propiedades:

- Los desechos no son degradables o persisten en la naturaleza.
- Pueden ser causar o incrementar el riesgo de muerte.

- Pueden causar o contribuir de manera significativa daños serios e irreversibles
- Poseen riesgos sustanciales y potenciales al medio ambiente cuando su manejo, almacenamiento, transporte y/o disposición final se realiza inapropiadamente

PROPIEDADES DE LOS MATERIALES DE EVALUACIÓN.	
Propiedades relacionadas a la seguridad	Propiedades relacionadas a la salud
<ul style="list-style-type: none"><li>• Corrosividad</li><li>• Explosividad</li><li>• Flamabilidad</li><li>• Inflamabilidad</li><li>• Reactividad</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Carcinogenicidad</li><li>• Infectividad</li><li>• Irritabilidad</li><li>• Mutagenicidad</li><li>• Toxicidad</li><li>• Radioactividad</li><li>• Teratogenicidad</li></ul>

**Tabla 2.6:** Propiedades de los materiales peligrosos.(Tchobanoglouse, Theisen, & Vigil, 1993)

### 2.32 Clasificación de residuos peligrosos.

Un residuo peligroso, en cualquier estado físico en el que se presente, debido a sus características corrosivas, reactivas, explosivas inflamables, tóxicas y /o biológico infecciosas significan un riesgo para el medio ambiente, la ecología y la salud humana, por lo que es adecuado establecer los criterios, procedimientos, características y listados que los identifiquen.

De acuerdo a la NOM-052-SEMARNAT, un residuo es considerado peligroso si presenta por lo menos una de las siguientes características que se describen en la siguiente tabla

Condiciones	Propiedades o clasificación.
<b>Corrosividad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Líquido acuoso con pH menor o igual a 2.0 o mayor o igual a 12.5.</li> <li>• Sólido que al ser mezclado con agua destilada presenta un pH menor o igual a 2.0 o mayor o igual a 12.5.</li> <li>• Líquido no acuoso capaz de corroer el acero al carbón SAE 1020 a 6.35 [mm/ año] a temperatura de 55°C (328 K)</li> </ul>
<b>Reactividad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Líquido o sólido que después de ponerse en contacto con el aire se inflama en un tiempo menor a cinco minutos sin que haya una fuente externa de ignición.</li> <li>• Cuando se pone en contacto con el agua reacciona de forma espontánea y genera gases inflamables en una cantidad mayor a 1 [L/kg] del residuo por hora.</li> <li>• Residuo que en contacto con el aire y sin una fuente de energía adicional genera calor.</li> <li>• Posee en su constitución cianuros o sulfuros liberables, que al ser expuestos a condiciones ácidas genera gases en cantidades mayores a 250 [mg] de ácido cianhídrico por kg de residuo. O 500 mg de ácido sulfhídrico por kg de residuo.</li> </ul>
<b>Explosividad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es un residuo que tiene la capacidad de producir una reacción o descomposición detonante o explosiva sola o en presencia de una fuente de energía o si se calienta bajo confinamiento. Esta característica no debe determinarse mediante análisis de laboratorio, por lo que la identificación de esta característica debe basarse en el conocimiento del origen o composición del residuo.</li> </ul>
<b>Toxicidad Ambiental</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El extracto PECT, derivado mediante el proceso establecido en la NOM-053-SEMARNAT -1993 contiene cualquiera de los constituyentes tóxicos listados en la Tabla 2 de la Norma vigente.</li> </ul>
<b>Inflamabilidad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sustancia en estado líquido que puede contener sólidos en solución que tienen un punto de inflamación menor a 60.5°C, medido en copa cerrada (se descartan soluciones acuosas con contenido de alcohol menor a 24% en volumen)</li> <li>• Sustancia no líquida con la capacidad de provocar fuego por fricción, absorción de humedad o cambios químicos espontáneos a 25°C, de acuerdo al procedimiento determinado en la NOM correspondiente.</li> <li>• Gas que a 20°C y a presión de 101.3 Kpa arde cuando se encuentra en una mezcla del 13% o menos por volumen de aire, o posee un rango de inflamabilidad con aire de por lo menos del 12% sin importar el límite inferior de inflamabilidad.</li> <li>• Gas oxidante que puede provocar o favorecer a la</li> </ul>

## CAPÍTULO II: PROPUESTA DE SOLUCIÓN

	combustión de otro material, incluso más que el aire.
<b>Biológico- Infeccioso.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sangre y sus componentes</li> <li>• Cultivos y cepas de agentes infecciosos.</li> <li>• Patológicos</li> <li>• Residuos no anatómicos</li> <li>• Objetos punzocortantes</li> </ul>

**Tabla 2.7:** Propiedades y características de peligrosidad de acuerdo a la NOM-052-SEMARNAT-2005

La tabla mostrada a continuación muestra los códigos de peligrosidad de los residuos:

<b>Códigos de peligrosidad de los residuos</b>	
<b>Características</b>	<b>Código de Peligrosidad (CPR)</b>
<b>Corrosividad</b>	C
<b>Reactividad</b>	R
<b>Explosividad</b>	E
<b>Toxicidad</b>	T
<b>Ambiental</b>	Te
<b>Aguda</b>	Th
<b>Crónica.</b>	Tt
<b>Inflamabilidad</b>	I
<b>Biológico – Infeccioso</b>	B

**Tabla 2.8** Características de peligrosidad y sus abreviaturas. NOM-52 SEMARNAT 2005

De acuerdo a la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (US EPA por sus siglas en inglés *US Environmental Protection Agency*) un residuo peligroso se define como todo residuo con propiedades que lo hacen riesgoso o capaz de tener efectos nocivos en la salud humana o el medio ambiente. Los residuos peligrosos son generados de diversas fuentes desde residuos de procesos industriales hasta baterías. Los residuos peligrosos presentan diversas formas lo que incluye sólidos, líquidos, gases y lodos y se definen en tres categorías generales:

- Residuos listados
- Características riesgosas de los residuos
- Otros residuos peligrosos.



Basado en los criterios definidos en el Código de Regulaciones Federales (40 CFR 261.11), la EPA ha propuesto una lista de residuos peligrosos específicos, si un residuo cumple con esos criterios éste se presume tóxico a pesar de su concentración. Las características de peligrosidad de los residuos están establecidas con base a su inflamabilidad, corrosividad, reactividad y toxicidad. La toxicidad está determinada por un análisis de los componentes derivados de una prueba de extracción.

<b>Categorías de residuos peligrosos RCRA</b>		
<b>Por listado</b>	<b>Características de peligrosidad</b>	<b>Otros residuos</b>
Fuentes no específicas Fuentes específicas Productos químicos comerciales (sumamente riesgosos) Productos químicos comerciales	Corrosividad Inflamabilidad Reactividad Toxicidad	Mezclas (residuos peligrosos y no peligrosos) Residuos generados de tratamientos de desperdicios. Materiales que contengan residuos peligrosos listados.

**Tabla2.9:** Categorías de residuos peligrosos de acuerdo a la RCRA.

LISTA DE RESIDUOS BASADOS EN CARACTERÍSTICAS DE PELIGROSIDAD		
Características	Consideraciones	Código de peligrosidad
Inflamabilidad	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Líquidos con puntos de inflamación de menos de 60° C (140 °F)</li> <li>2. Sustancias no líquidas susceptibles a causar incendios por fricción, cambio químico espontaneo etc.</li> <li>3. Gases comprimidos inflamables</li> <li>4. Oxidantes</li> </ol>	I
Corrosividad	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Residuos acuosos que presentan un pH menor a 3 o mayor a 12.5</li> <li>2. Residuos líquidos capaces de corroer el acero en un rango mayor a 0.00635 m/año</li> </ol>	C
Reactividad	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Inestabilidad y rapidez a sufrir cambios violentos.</li> <li>2. Reacciones violentas cuando es mezclado con agua.</li> <li>3. Formación de mezclas potencialmente explosivas cuando son mezcladas con agua.</li> <li>4. Generación de gases tóxicos cuando son mezclados con agua.</li> <li>5. Material con contenido de sulfuro o cianuro que genera gases tóxicos cuando es expuesto a condiciones ácidas.</li> <li>6. Facilidad de explosión o detonación cuando es expuesto al calor o presión.</li> <li>7. Facilidad de detonación o descomposición explosiva o reacción en condiciones normales de temperatura y presión.</li> <li>8. Definido como un explosivo no permitido o de clase a o B por el departamento de transporte de EUA</li> </ol>	R

<b>Toxicidad</b>	<p>Los siguientes pasos son requeridos en la prueba de TCLP</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Si el residuo es líquido (contiene menos del 0.5% de sólidos), después de ser filtrado, el mismo extracto se considera residuo.</li><li>• Si el residuo contiene más del 0.5% de material sólido, la fase sólida es separada de la fase líquida. Si es requerido, el tamaño de partícula de la fase sólida es reducida hasta que pase por un colador de 9.5 mm.</li><li>• Para análisis aparte de volátiles, la fase sólida es entonces colocada en una solución ácida y se gira a 30 rev/ min por 18 horas. El pH de la solución es aproximadamente 5, a menos que el sólido sea básico, en ese caso una solución de con pH de 3 aproximadamente. Después de la extracción (rotación), los sólidos son filtrados del extracto líquido y desechados.</li><li>• Para análisis volátiles una solución con pH de 5 y un recipiente de extracción al vacío se utiliza para la separación de líquido/ sólido agitación y filtración</li><li>• Líquidos extraídos de un sólido o mezcla ácida son combinados con cualquier líquido separado del material sólido y es analizado para la presencia de contaminantes específicos.</li><li>• Si cualquiera de los componentes en el extracto</li></ul>	<b>E</b>
------------------	--	----------

	excede o reúne cualquiera de los niveles de concentración máximos permitidos para contaminantes específicos, el residuo es clasificado como residuo peligroso con características tóxicas.	
--	--	--

(EPA, Electronic Code of Federal Regulations, s.f.)

TCLP: Procedimiento de filtrado de características tóxicas (*Toxicity Characteristic Leaching Procedure*)

### 2.33 Identificación de residuos peligrosos en el Laboratorio.

#### Clasificación

En los laboratorios de Materiales, únicamente se manejan reactivos químicos debido a que las actividades realizadas en las instalaciones del Laboratorio de Metalografía requieren de diversos reactivos químicos para efectuar las actividades, por lo tanto, es necesario implementar un protocolo y/o plan de acción elaborar un manejo adecuado de los residuos derivados de las sustancias químicas peligrosas empleadas en las actividades impartidas.

Debido a que muchos de los residuos provienen de reactivos químicos que se elaboran en el extranjero, se utilizaron los criterios definidos por la NOM-052-SEMARNAT así como las regulaciones definidas por la EPA de Estados Unidos.

Las bases para determinar si un residuo es peligroso ocurre típicamente en cualquiera de las dos maneras. La primera: las pruebas de laboratorio indican exhiben una o más características consideradas para hacerlas residuos peligrosos. La otra manera puede ser en una lista específica de residuos compilada por las autoridades correspondientes porque esto es conocido o sospechoso de tener el potencial de presentar características riesgosas.

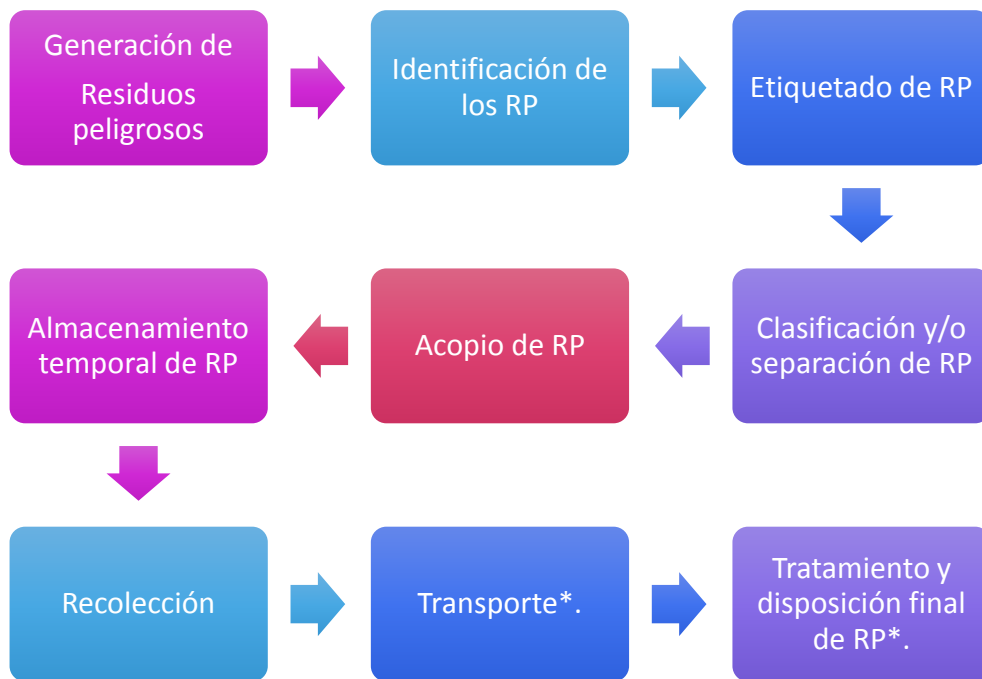
Cualquiera de las siguientes cuatro características hará a un residuo peligroso:

**Corrosividad:** Residuo es altamente ácido o alcalino

**Inflamabilidad:** Residuos fácilmente inflamables, de modo de que poseen riesgo de incendio durante su manejo rutinario.

**Reactividad:** Residuos capaces de ser potencialmente nocivos, reacciones repentinas como explosiones.

**Toxicidad:** Residuo capaz de soltar sustancias específicas al agua en concentraciones significantes.



### **Procedimiento de manejo de Residuos Peligrosos.**

\*Etapa correspondiente a empresa que se encargue de la disposición final y tratamiento de RP.

Las primeras siete etapas del manejo de residuos peligrosos corresponden al laboratorio responsable de generar los RP.

Las etapas de transporte y tratamiento de RP corresponden a una empresa encargada de la disposición final y/o tratamiento de los RP.

La empresa encargada de estas dos últimas etapas debe ser una empresa que cuente con la certificación y autorización vigente de la SEMARNAT de acuerdo a la NOM 052 SEMARNAT-2005.

Actualmente, la Facultad ya tiene contacto con una empresa encargada del transporte, tratamiento y/o disposición final de los residuos peligrosos. La recolección de residuos peligrosos generados en las instalaciones de la Facultad se realiza una vez por semestre.

### 2.34 Creación de protocolo

#### Identificación de residuos peligrosos

##### Características de peligrosidad

Una manera de identificar un residuo peligroso es leer las etiquetas de los reactivos que conforman una disolución o mezcla química, ya sea líquido-líquido, sólido-líquido o sólido-sólido. Los residuos deben identificarse de manera inmediata una vez concluida la actividad donde se generaron.

Para facilitar la identificación de las características de peligrosidad, se recomienda tener al alcance las hojas de seguridad, ya sea impresas o almacenadas de manera electrónica, de cada uno de los reactivos químicos empleados en el Laboratorio.

Al igual que los reactivos químicos, los residuos peligrosos generados en el laboratorio deben estar etiquetados para facilitar su identificación y manejo durante su próxima etapa

Una vez que el etiquetado del residuo peligroso haya finalizado, deben clasificarse cada uno de los residuos de acuerdo a sus características de peligrosidad y si éstas tienen incompatibilidad.

Los contenedores de residuos peligrosos deben cerrarse de manera hermética, solamente se podrán abrir para almacenar residuos con el mismo reactivo y en el caso de las soluciones, éstas deben contener los mismos elementos y/o compuestos y la misma concentración que indica la etiqueta informativa. Los contenedores deben mantenerse alejados de productos químicos en buen estado.

En caso de que algún residuo peligroso esté compuesto por dos o más reactivos químicos, se deberán consultar las etiquetas de cada uno de los componentes de la mezcla que sean riesgosos

El residuo peligroso debe envasarse en recipientes que cumplan las condiciones de seguridad específicos. El material del contenedor de RPQ debe ser compatible de acuerdo a las propiedades de la sustancia, nunca deben almacenarse en recipientes que no cumplan con los requerimientos de seguridad, ni contenerse en recipientes vacíos de sustancias químicas incompatibles.

## CAPÍTULO II: PROPUESTA DE SOLUCIÓN

---

El llenado de los recipientes contenedores de residuos peligrosos no debe rebasar el setenta por ciento de la capacidad, una vez realizado el llenado deben cerrarse con tapa.

Posteriormente se procede al etiquetado del residuo peligroso

Para que el manejo de los residuos peligrosos generados se realice de manera óptima, es requerido el uso de una bitácora, donde se documente toda la información con relación a la generación de los residuos lo anterior involucra la siguiente información:

- Fecha en la que se generó el residuo.
- Actividad en la que se generó el residuo.
- Cantidad generada del residuo.
- Nombre(s) de la persona que generó el residuo.
- Composición y/o concentración del residuo

### CLASIFICACIÓN Y/O SEPARACIÓN

En esta etapa, se clasifican los residuos peligrosos de acuerdo a sus características de peligrosidad y al igual que los reactivos químicos, deben verificarse las características de incompatibilidad de los componentes de los residuos peligrosos, de esta manera se evita la generación de gases tóxicos o reacciones que generen calor o peligro de explosión.

### ACOPIO

#### ALMACENAMIENTO TEMPORAL

De acuerdo a lo establecido a la LGPGIR en el capítulo IV Criterios de Operación en el Manejo Integral de Residuos Peligrosos, Sección I: Almacenamiento y centros de acopio de residuos peligrosos, artículo 82 en el área de almacenamiento temporal de los RP debe cumplir con las condiciones básicas:

- El área de almacén de RP deben estar separadas de áreas de producción, oficinas, servicios y almacenamiento de materias primas.
- El área debe estar situada en donde las zonas de riesgo de emisiones, fugas, incendios, inundaciones y explosiones sean mínimas.

## CAPÍTULO II: PROPUESTA DE SOLUCIÓN

---

- Se debe contar con dispositivos para contener posibles derrames como muros, pretilas de contención y/o fosas de retención para captar residuos líquidos.
- Si se almacenan RP en estado líquido, se deberá tener pisos con pendientes, y en algunos casos contar con trincheras o canaletas para conducir los derrames a las fosas de retención.
- Los pasillos deben permitir la circulación de equipos mecánicos, eléctricos o manuales y, en caso de emergencia, el movimiento de grupos de seguridad y bomberos.
- El área de almacenamiento debe disponer con sistemas de extinción de incendio y equipo de seguridad para atender emergencias, de acuerdo al tipo y cantidad de RP recolectados.
- El área debe contar con señalamientos y rótulos referentes a los riesgos de los RP almacenados en lugares notorios.
- El almacenamiento de los RP se debe elaborar en contenedores considerando las características de peligrosidad de los RP, incompatibilidad, prevención de derrames, fugas, emisiones, incendios y explosiones.
- La altura máxima de las estibas será de tres tambores en forma vertical.

Además de las condiciones establecidas anteriormente, el área de almacén se considera:

- El área debe estar alejada de almacenes de reactivos químicos e insumos en buen estado.
- El área debe estar ventilada con el fin de evitar acumulación de vapores.

En caso de que el almacén se asigne en áreas cerradas, éstas deben asimismo cumplir los siguientes requisitos establecidos de acuerdo al artículo 82:

El piso no debe tener conexiones con el drenaje, válvulas de drenaje, juntas de expansión o cualquier otro tipo de apertura en el que los líquidos puedan fluir fuera del área.

Las paredes del almacén deben estar construidas con materiales no inflamables.

El área de almacenamiento debe estar ventilada, ya sea de forma natural o forzada. Si la ventilación es forzada, la capacidad de recepción debe ser mínima de seis cambios de aire por hora.

El área debe estar protegida de la intemperie y la ventilación debe ser suficiente para evitar la acumulación de vapores o gases peligrosos e iluminación a prueba de explosión.



La capacidad del almacén no debe ser rebasada.

Lo anterior debe acatarse hasta que la empresa encargada del transporte, tratamiento o disposición final retire los residuos peligrosos de las instalaciones del Laboratorio.

### **Residuos de manejo especial**

De acuerdo a la NOM 161 un residuo de manejo especial es un residuo que se genera en cualquier actividad relacionada con la extracción, beneficio, transformación procesamiento y utilización de materiales para la producción de bienes y servicios que no poseen características domiciliarias, pero tampoco tiene características de peligrosidad acordadas en los lineamientos de la NOM-052-SEMARNAT, o bien un residuo sólido urbano generado en una cantidad mayor o igual a 10 toneladas al año y que necesite un manejo específico para su valorización y aprovechamiento.

Los residuos de manejo especial deben estar clasificados y no deben desecharse junto con los residuos sólidos urbanos, entre los que se encuentran:

- Residuos tecnológicos informáticos y electrónicos.
- Residuos de la construcción
- Residuos de fabricantes de vehículos.
- Neumáticos de desecho.
- Envases y embalajes de poli estireno y policarbonato
- Envases, embalajes y perfiles de aluminio
- Envases, embalajes y perfiles de metales no ferrosos.
- Hule natural y sintético.
- Material de curación sin contacto con residuos biológico infecciosos.

Los residuos de manejo especial deben almacenarse de manera temporal hasta que se cuente con el servicio de transporte, disposición final de RME proporcionados por una empresa certificada y aprobada por las autoridades correspondientes.

Los residuos de manejo especial, a diferencia de los RP, solamente deben contenerse en bolsas de plástico transparentes y deben separarse de los RPQ y de los residuos sólidos urbanos.

La Facultad de Ingeniería actualmente no cuenta con los servicios de una empresa autorizada que se dedique al manejo de este tipo de residuos, sin embargo, se estaba buscando contactar a una empresa autorizada por SEMARNAT para que los RME tengan un tratamiento y/o disposición final adecuados.

### **2.4 GESTIÓN Y ORGANIZACIÓN ADMINISTRATIVA DEL LABORATORIO**

#### 2.41 Cartera de proveedores de insumos

En los capítulos anteriores se mencionó que el laboratorio de Materiales requiere el uso de reactivos químicos, instrumental de laboratorio, insumos y en ocasiones de mobiliario y equipo especializado para la realización de las actividades. Por lo anterior, es requerido que los Laboratorios de Materiales cuenten con una cartera de proveedores para abastecer en tiempo y forma la demanda de los diferentes materiales que se emplean durante los semestres.

La búsqueda y selección de proveedores se produce por diversas circunstancias, entre las que se destacan:

- La organización comienza a operar y no cuenta con proveedores.
- Los proveedores actuales no satisfacen sus exigencias.
- Requieran cumplir estándares de calidad (normas).
- Ampliación de cartera.

Las etapas a seguir

- Identificación de proveedores
- Selección de proveedores
- Evaluación con criterios de selección
- Establecimiento de la metodología de selección

### **Identificación de proveedores:**

Es la primera fase a seguir, que tiene como fin implantar una lista de empresas que fabrican o distribuyen productos e insumos acordes a los requerimientos del laboratorio para solicitarles información.

Cuando se tenga la información de los proveedores, la siguiente fase a realizar es la selección de los proveedores más convenientes, considerando los criterios establecidos con el fin de seleccionar a que cumplan los requerimientos establecidos en su mayoría.

Es recomendable contar con más de un proveedor, en caso de que se presente fallo, el laboratorio no se quedará desabastecido, o bien, se tendrán más opciones de compra.

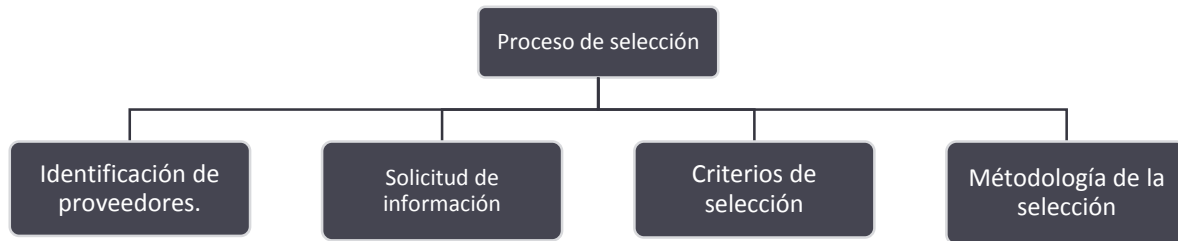
### **Selección de proveedores**

La selección de proveedores es un proceso vigente, debido a que la adquisición de bienes y servicios es fundamental para que la realización de actividades se lleve a cabo. Debe estar enfocada a la búsqueda y cumplimiento de la calidad, por lo que es importante saber bajo qué criterios se hará la elección de proveedores, se debe tener en cuenta el tipo de impacto que tendrán los productos que ofrecen y si éste generará impacto positivo con la calidad y productividad del laboratorio.

La selección del proveedor considera varios factores como la competencia del proveedor, entrega y calidad del desempeño. En la mayoría de los casos, los responsables y/o coordinadores del laboratorio se encargan de averiguar y elegir proveedores que satisfagan las necesidades del laboratorio.

La selección de proveedores adecuados es determinante. Si no se eligen buenos proveedores no se satisfacen las necesidades orientadas al suministro.

A continuación, se muestra de manera gráfica, el proceso selectivo



**Búsqueda de información:** Se realiza una investigación por medio de las fuentes de información con las que cuenta la empresa o distribuidor para ponerse en contacto, entre las que destacan página web, número telefónico, fax, dirección etc.

**Solicitud de información:** Una vez concluida la fase anterior, se procede a hacer un listado de los proveedores potenciales para que posteriormente se solicite al encargado de ventas, ya sea vía cita, telefónica o electrónica, información que se requiere para realizar la selección.

El siguiente listado menciona los aspectos que se deben de tomar en cuenta al elegir un proveedor.

CRITERIOS PARA SELECCIÓN DE PROVEEDORES.		
CRITERIOS CUALITATIVOS	CRITERIOS ECONÓMICOS	OTROS CRITERIOS
Calidad del producto.	Precios unitarios	Variedad en marcas
Período de garantía.	Convenios	Tiempo de entrega
Atención al cliente.	Plazos y formas de pago	Localización
Información técnica.	Pago de transporte	Cumplimiento
Personal capacitado	Ajuste a las políticas de pago de la organización	Estar dado de alta con la organización.
Servicio postventa y asistencia técnica		Legalmente establecida.
		Confiable

**Tabla 3.0:** Requerimientos para la selección de proveedores

Dentro de lo posible, se recomienda realizar una visita a las instalaciones del proveedor para asegurarse de forma directa si cuenta con certificaciones, instalaciones adecuadas y calidad.

**Evaluación y elección del proveedor:** Con la información recolectada anteriormente, se hace un comparativo entre todos los proveedores, analizando si cada uno de ellos cumple con los requerimientos que se implantaron, así se decidirá de manera más sencilla que proveedores son los que formen parte de la cartera.

**Registro de proveedor:** Se califican los puntos evaluados, así como los que satisfacen las necesidades del laboratorio/organización y se seleccionan que pueden suministrar el material o insumos requeridos.

### **2.42 Reglamento interno para los laboratorios de Materiales**

Durante el levantamiento de la información en los laboratorios de Materiales se halló la existencia de un reglamento interno de laboratorio (capítulo 1.), sin embargo, se analizó el reglamento para determinar si se cumplían aspectos relativos no solamente al uso de las instalaciones, sino también a aspectos de seguridad y requerimientos del laboratorio.

El reglamento anterior presenta áreas de oportunidad relativas al uso de equipos, manejo de reactivos, instrumental y manejo y disposición de residuos, lo que incluye residuos sólidos urbanos, residuos peligrosos y residuos de manejo especial. (Ver Anexo VI)

Por lo anterior, se determinó que el reglamento interno de los Laboratorios de Materiales debe actualizarse en relación a aspectos de higiene y seguridad debido al empleo de sustancias catalogadas como peligrosas dentro de las instalaciones del laboratorio

El reglamento nuevo además de los aspectos de seguridad e higiene faltantes, incluye el equipamiento y/o instalaciones con las que debe contar de acuerdo a lo establecido (ver anexo VII).

Para que las fechas de impartición de las prácticas se acataran, los Laboratorios de Materiales comenzaron su participación en el Programa de Calidad de la Facultad, con ello se busca no solo la programación y calendarización de las practicas impartidas en los Laboratorios, sino que también se le dé seguimiento a otros aspectos que se incluyen en la presente propuesta como

## CAPÍTULO II: PROPUESTA DE SOLUCIÓN

---

lo son fechas de mantenimiento programadas, actualización de los manuales de prácticas entre otros.

---

**CAPÍTULO III**  
**APORTACIÓN**  
**PARA LA**  
**ACREDITACIÓN DE**  
**LOS**  
**LABORATORIOS DE**  
**MATERIALES.**

### **3.1 POLÍTICA AMBIENTAL PARA LOS LABORATORIOS DE MATERIALES**

El desarrollo de actividades de docencia, investigación y servicios externos que realizan los usuarios de los laboratorios se interesan en los objetivos y resultados dejando a un lado el cuidado ambiental, la cantidad de insumos y la generación de residuos que se generan durante la realización de este tipo de actividades.

Un sistema de gestión ambiental es el método de trabajo que sigue una organización con el objetivo de alcanzar y mantener un comportamiento determinado medioambiental, de acuerdo con las metas que previamente se hayan fijado como respuesta a la norma legal, riesgos ambientales y a las presiones financieras, económicas y competitivas a las que tiene que enfrentarse.

De acuerdo a la ISO 14001, una política ambiental es un conjunto de normas e intenciones formales que una organización acoge para realizar una acción establecida sobre el medio ambiente. Se trata de un documento guía para la mejora ambiental y su acatamiento es primordial para la integridad y el éxito del Sistema de Gestión Ambiental basado a la norma ISO 14001.

La política ambiental tiene que elaborarse una vez que se haya analizado la revisión ambiental inicial. Los principios detallados en la política ambiental son incluidos para conseguir la mejora ambiental de forma constante, se pretenden minimizar todos los impactos ambientales significativos provenientes de las actividades, productos y procesos realizados por la organización.

El Laboratorio de Materiales genera los tres tipos de residuos diferentes, residuos sólidos urbanos, residuos peligrosos y residuos de manejo especial, sin embargo, solamente los residuos peligrosos son separados, mientras que en la mayoría de los casos los residuos sólidos urbanos y RPM son almacenados temporalmente en el mismo contenedor.

La mejora continua del Sistema de Gestión Ambiental, reduciendo el impacto ambiental llevando a cabo buenas prácticas en el uso de sustancias peligrosas y clasificando los residuos de acuerdo a las características de éstos con el fin de que la disposición final de los residuos generados se realice de manera adecuada de acuerdo a las normas establecidas (i.e. NOMs)



## CAPÍTULO III: APORTACIONES PARA LA ACREDITACIÓN DE LOS LABORATORIOS DE MATERIALES

---

### Objetivos ambientales

Clasificar de manera adecuada los diferentes residuos generados en los laboratorios de materiales desde su generación hasta su disposición final.

Minimizar la generación de residuos peligrosos y de manejo especial.

### Plan de acción

Proceso	Entradas	Salidas	Factor ambiental
<b>Realización de prácticas con fines docentes, de investigación y servicios externos.</b>	Reactivos químicos Instrumental de laboratorio Insumos de diferentes materiales	Residuos peligrosos químicos y de manejo especial (i.e. metales, cristalería rota)	Kg o litros de residuos peligrosos generados en las prácticas

**Tabla 3.1** Entradas y salidas de las actividades impartidas en los Laboratorios de Materiales.

Programa propuesto				
Objetivo	Cantidad y calidad	Tiempo	Lugar	Indicador
Minimizar la generación de los diferentes tipos de residuos generados en el laboratorio lo que incluye RSU, RPQ y RME.	Reducir la cantidad de residuos generados en actividades de docencia, investigación y servicios cada semestre.	1 año	Laboratorios de Materiales (Metalografía, Pruebas Mecánicas y Caracterización)	Kg/ semestre/ residuos peligrosos generados en el laboratorio. (se tendrá que documentar las cantidades de residuos peligrosos que son generados cada semestre.)

**Tabla 3.2:** Programa propuesto para la minimización de residuos en los Laboratorios de Materiales.

Para que el sistema de gestión ambiental se implante de forma exitosa en el laboratorio, se requiere la verificación y aprobación de las políticas ambientales, plan de acción y reglamento interno del Laboratorio por parte del Departamento correspondiente, así como la mejora continua del Sistema de Gestión Ambiental.

### **3.2 IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA PARA LA GESTIÓN DE REACTIVOS QUÍMICOS E INSTRUMENTAL DE LABORATORIO.**

Los laboratorios presentan manejo de información diversa, basada en las funciones que se realizan dentro de sus instalaciones. Un laboratorio, por lo general, cuenta con equipo, mobiliario, instrumental, reactivos químicos e insumos necesario para la realización de actividades diversas.

La disposición de reactivos químicos e instrumental juega un papel importante en la función de un laboratorio, lo anterior es para cumplir con buen el desarrollo e impartición de pruebas con fines de docencia, investigación, servicios externos entre otros. Sin embargo, su clasificación puede llegar a ser complicada debido a la gran variedad que se maneja.

Uno de los factores principales que afectan la disposición es la falta de información. Se da el caso en el que se cuenta con información de los reactivos e instrumental existentes en el laboratorio, sin embargo, la mayoría de las veces esta información se captura en archivos como documentos de textos en forma de lista o bien usando hojas de cálculo. Cabe mencionar que un sistema de archivos resulta poco conveniente para control y la gestión de los de reactivos químicos e instrumental.

Otro factor que afecta la disposición de instrumental y reactivos de laboratorio el abastecimiento inapropiado como la compra excesiva o limitada de algunos reactivos e instrumental químico.

En el capítulo se documentaron las principales dificultades con relación a la disposición de reactivos e instrumental que se presentan en los laboratorios de Materiales.

Debido a una propuesta presentada, se colocaron bitácoras para uso de equipo en los Laboratorios de Materiales, lo cual ha ayudado de forma significativa para llevar un control y registro en el uso de los equipos, también ayuda a programar fechas de mantenimiento preventivo, así como realización de mantenimiento correctivo en caso de que se presenten fallas.

Sin embargo, no se cuentan con registros o control de inventarios de los reactivos químicos e instrumental que se emplea en los laboratorios.

Entre las principales dificultades relacionada a la gestión y control de instrumental y reactivos químicos se determinó lo siguiente:

- No existe un inventario de sustancias e instrumental homologado en los Laboratorios de la Facultad.
- No hay un control de compras, solo se mandan a los diferentes departamentos cuando un reactivo se termina o su estado.
- En ocasiones, se desconoce la cantidad, incluso la obtención o existencia de algunos reactivos o instrumental del laboratorio.

Ante la problemática presentada con anterioridad, es requerido que el manejo y almacenamiento de la información de los reactivos e instrumental con los que cuenta el laboratorio, así como el estado en el que se encuentran, se cuente con en una herramienta electrónica que optimice tanto la búsqueda, manejo y control de la información, además restrinja el acceso y por lo que solo personal autorizado podrá tener manipular la base de acuerdo a lineamientos establecidos por las autoridades.

Por lo tanto, se propone la implementación de un software o sistema que contenga una base de datos y que permita llevar un control, clasificar y optimizar la cantidad de reactivos químicos e instrumental que se ocupan en un laboratorio.

La presente propuesta tiene los siguientes objetivos:

- Tener un control de compras de reactivos e instrumental, de manera que éstos se compren en cantidades necesarias.
- Conocer la cantidad de reactivos e instrumental con el que se cuenta.
- Consultar el estado de los productos (en existencia, no disponible, agotado, en proceso de compra...)
- Conocer disposición final de los reactivos químicos (terminado, desechado, tratado a residuos peligrosos etc...)

### **Conclusiones**

Con las propuestas planteadas, se espera lograr el cumplimiento de los siguientes resultados:

- Contar con una base de datos funcional y sencilla de usar con la información del equipamiento de los laboratorios al alcance de responsables, coordinadores y jefes de departamento.
- Clasificar los reactivos, instrumental e insumos, con el fin de que el manejo de estos sea ágil, accesible y seguro.
- Optimizar las compras de reactivos químicos, insumos e instrumental.
- Conocer el estado en el que se encuentra el instrumental y la cantidad en inventario.
- Facilitar el manejo de residuos peligrosos, en el caso de sustancias o instrumental químico o insumos que hayan tenido contacto con alguna sustancia con características CRETIB.
- Solicitar reactivos químicos y/o préstamo de instrumental a nivel interno (préstamo interlaboratorio)
- Elaborar documentación que se requiera para las auditorias de acreditación.

Además, la base datos se diseña con la metodología de mejora continua, esto para que la base de datos tenga constante actualización.

---

# **CAPITULO IV**

# **RESULTADOS Y**

# **CONCLUSIONES**

---

## 4.1 RESULTADOS

### Distribución de Mobiliario y Equipo:

La reubicación de las mesas de trabajo recuperó espacio tanto en el Laboratorio de Metalografía (imagen4.0) y Pruebas Mecánicas, en donde se cambiaron dos mesas con la cantidad de bancos suficientes en el Laboratorio de Pruebas Mecánicas (imagen 4.1)

Se colocó una mesa adicional, mostrada en la imagen 4.2, en el Laboratorio de Metalografía con el fin de que el espacio fuera el apropiado para la realización de prácticas.

Se asignó el cuarto oscuro para el almacenaje de insumos como se muestra en la imagen 4.3

Los microscopios que se encontraban a un costado de la entrada se reubicaron al Laboratorio de Caracterización de materiales.

Los equipos obsoletos que se encontraron en el Laboratorio de Caracterización y en su respectivo almacén se dieron de baja de las instalaciones del Laboratorio.

La colocación de bitácoras en los equipos permite conocer el uso y detectar fallas en los equipos para proporcionar mantenimiento correctivo y/o preventivo.

Los accesos y salidas al cuarto oscuro y almacén de químicos se agilizaron.



**Imagen 4.0:** Distribución actual en Laboratorio de Metalografía.



**Imagen 4.1:** Distribución actual en Laboratorio de Pruebas Mecánicas.



**Imagen 4.2** Mesa de trabajo adicional en Laboratorio de Metalografía.



**Imagen 4.3** Almacén de insumos actual.

### **Instrumental químico, reactivos químicos e insumos.**

Los reactivos químicos se guardaron con base a sus características de peligrosidad mostrados en las imágenes 4.4 y 4.5

La clasificación de instrumental de laboratorio, de acuerdo al tipo de material y a su demanda de uso, ha optimizado su manejo y almacenamiento. (Imagen 4.6)

Se descontinuo el uso del instrumental de laboratorio en mal estado (roto, fracturado, quemado o estrellado).

Se lleva un control en el uso de insumos, reactivos e instrumental químico de acuerdo a la demanda por semestre.

Realización de inventarios para reactivos e instrumental químico de manera frecuente para llevar un control y optimizar su uso.





**Imagen 4.4:** Reactivos químicos clasificados de acuerdo a sus características de peligrosidad.



**Imagen 4.5:** Reactivos químicos clasificados en gaveta.



**Imagen 4.6:** Gaveta con instrumental químico clasificado.

### **Manejo de Residuos Peligrosos**

Se retiraron los RPQ de los almacenes de productos en buen estado.

Se asignó de manera temporal un anaquel para juntar los RPQ generados durante el semestre.

Los reactivos químicos rezagados, caducados y alterados se reubicaron al anaquel de RPQ.



**Imagen 4.7:** Anaqueles provisionales de RPQ generados en el semestre.

En este trabajo se completaron siete de las doce actividades propuestas en el presente trabajo, restando las cinco actividades relacionadas a la gestión y organización del personal (i.e. asistencia en la realización de prácticas, apoyo en actividades para servicios externos) que no se pudieron realizar o bien no se documentaron debido a que quedaron inconclusas.

Un factor importante a mencionar es la continuidad y la mejora continua de las actividades propuestas en el trabajo, así como la documentación requerida en las diferentes áreas de los Laboratorios.

## 4.2 CONCLUSIONES

El objetivo planteado al inicio del trabajo se cumplió, de las doce actividades propuestas para la mejora de los servicios, se pudieron realizar siete es decir un 58.33% durante un año. Las mejoras que se pudieron realizar fueron las relacionadas a la distribución de mobiliario y equipo, control para el uso de equipos, clasificación de sustancias peligrosas utilizadas y la gestión de los residuos peligrosos generados en los Laboratorios, en ésta solamente quedaría la participación del Laboratorio en la recolecta semestral de residuos peligrosos que se lleva a cabo cada semestre en la Facultad.

Las herramientas utilizadas en el presente trabajo pueden llevar a la acreditación de los Laboratorios, sin embargo, no permite de manera efectiva la acreditación, debido a que se debe de trabajar en la validación como segunda etapa de este trabajo.

---

Gran parte de las áreas de oportunidad detectadas en el estado inicial de los Laboratorios de Materiales contribuyeron a que los servicios y la seguridad en el laboratorio mejoraran.

Implementar un plan de manejo de material utilizado y registro de uso de equipo en las instalaciones, realizar inventarios de los diferentes insumos, reactivos e instrumental empleado en los Laboratorios es fundamental para proporcionar un servicio eficaz sobre todo si se planea obtener la acreditación de la norma ISO 9001, ya que durante la realización de auditorías es vital tener la documentación con la información que se solicite.

Uno de los aspectos importantes para que los servicios en los Laboratorios la mejora continua es estandarizar y dar seguimiento a las actividades propuestas, incluso éstas últimas pueden modificarse con fines de mejora. El cumplimiento del reglamento interno de los Laboratorios de Materiales es significativo no solamente para la mejora continua de los servicios proporcionados en las instalaciones de los Laboratorios, sino que cerciora la seguridad de los usuarios y la disponibilidad de equipo y la cantidad adecuada de insumos para que la realización de actividades relacionadas al estudio de los materiales se efectuó de la mejor manera posible.

---

## LISTADO DE ACRÓNIMOS

<b>ACS</b>	Sociedad Americana de Química ( <i>American Chemical Society</i> )
<b>CRETIB</b>	Acrónimo de clasificación de las características a identificar en los residuos Peligrosos que significa Corrosivo, Reactivo, Explosivo, Tóxico Inflamable y Biológico Infeccioso.
<b>DIMEI</b>	División de Ingeniería Mecánica e Industrial.
<b>EPA</b>	Agencia de Protección Ambiental ( <i>Environmental Protection Agency</i> )
<b>LGPGIR</b>	Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos.
<b>NOM</b>	Norma Oficial Mexicana.
<b>NFPA</b>	Asociación Nacional de Protección contra el fuego ( <i>National Fire Protection Association</i> )
<b>RCRA</b>	Ley de conservación y Recuperación de recursos ( <i>Resource Conservation and Recovery Act</i> ).
<b>RME</b>	Residuos de manejo especial.
<b>RP</b>	Residuos Peligrosos
<b>SEMARNAT</b>	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
<b>STPS</b>	Secretaría de Trabajo y Prevención Social.
<b>TCLP</b>	Procedimiento de filtrado de características tóxicas ( <i>Toxicity Characteristic Leaching Procedure</i> .)
<b>UN</b>	<i>United Nations</i> . Naciones Unidas.
<b>UNAM</b>	Universidad Nacional Autónoma de México.

---

## ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1.0 Distribución inicial de mobiliario y equipo en el Laboratorio de metalografía.

Imagen 1.1 Mesa de trabajo.

Imagen 1.2 Máquina cortadora de disco y máquina de ensayos

Imagen 1.3 Mesa de pulidoras y mesas ocupadas por microscopios metalográficos.

Imagen 1.4 Anaquel izquierdo con insumos contenidos en bolsas sin clasificar y material rezagado

Imagen 1.5 Anaquel derecho con insumos sin clasificar.

Imagen 1.6 Microscopio en estado inactivo localizado en Laboratorio de Caracterización.

Imagen 1.7 Mesa con equipo inactivo y/o rezagado.

Imagen 1.8 Cuarto de caracterización con equipo obsoleto.

Imagen 1.9 Vista interior del almacén para reactivos, instrumental e insumos ubicado en Metalografía.

Imagen 1.10 Gaveta con reactivos químicos, clasificados por orden alfabético.

Imagen 1.11 Segunda gaveta con reactivos clasificados por orden alfabético

Imagen 1.12 Reactivos en estado líquido, algunos presentan características incompatibles.

Imagen 1.13 Reactivos químicos agrupados de acuerdo a su demanda de uso.

Imagen 1.14 Campana de extracción del Laboratorio.

Imagen 1.15 Alacena con insumos de laboratorio diversos.

Imagen 1.16 Cuarto nivel de la alacena con insumos y reactivos químicos sin etiquetado.

Imagen 1.17 Tercer nivel de la alacena con lijas, paños para pulidoras, extensión y otros insumos sin clasificación.

Imagen 1.18 Segundo nivel con insumos relacionados al estudio de polímeros.

Imagen 1.19 Primer nivel con insumos y parrillas para laboratorio.

---

Imagen 1.20 Vista interior del cuarto oscuro asignado como almacén.

Imagen 1.21 Insumos de Laboratorio guardados

Imagen 1.22 Caja con reactivos químicos etiquetados almacenados junto con insumos de laboratorio.

Imagen 1.23 Reactivos químicos almacenados en las cajas en posición inadecuada y sin clasificación.

Imagen 1.24 Caja con instrumental de plástico.

Imagen 1.25 Caja con instrumental químico de cristal.

Imagen 1.26 Anaquel con reactivos químicos en buen estado y con reactivos rezagados y residuos peligrosos.

Imagen 1.27 Estante con reactivos químicos, material residual instrumental de laboratorio, insumos y herramientas.

Imagen 2.0 Ubicación inicial del durómetro analógico en el Laboratorio de Metalografía.

Imagen 2.1 Ubicación actual del durómetro analógico en el Laboratorio de Pruebas Mecánicas.

Imagen 2.2 Mesa con las lijadoras en su nueva ubicación.

Imagen 4.0 Distribución actual en Laboratorio de Metalografía.

Imagen 4.1 Distribución actual en Laboratorio de Pruebas Mecánicas.

Imagen 4.2 Mesa de trabajo adicional en Laboratorio de Metalografía.

Imagen 4.3 Almacén de insumos actual

Imagen 4.4 Reactivos químicos clasificados de acuerdo a sus características de peligrosidad.

Imagen 4.5 Reactivos químicos clasificados en gaveta.

Imagen 4.6 Gaveta con instrumental químico clasificado.

Imagen 4.7 Anaquel provisional de RPQ generados en el semestre.

---

## ÍNDICE DE TABLAS

**Tabla 1.1** Problemas relacionados al uso de equipo y distribución de mobiliario en Laboratorios de Materiales.

**Tabla 1.2** Problemas relacionados al manejo de reactivos, instrumental químico e insumos en los Laboratorios de Materiales.

**Tabla 2.0** Reactivos químicos utilizados en el Laboratorio de Metalografía.

**Tabla 2.1** Reactivos químicos nuevos ubicados en almacén.

**Tabla 2.2** Listado con reactivos químicos clasificado de acuerdo a sus características de peligrosidad e incompatibilidad.

**Tabla 2.3** Listado con reactivos químicos nuevos clasificado de acuerdo a sus características e incompatibilidad

**Tabla 2.4** Código de colores para identificación de riesgos.

**Tabla 2.5** Instrumental de laboratorio de los Laboratorios de Materiales.

**Tabla 2.6** Clasificación de instrumental químico de acuerdo al tipo de material.

**Tabla 2.7:** Propiedades y características de peligrosidad.

**Tabla 2.8:** Características de peligrosidad y sus abreviaturas.

**Tabla 2.9:** Categorías de residuos peligrosos.

**Tabla 3.0** Requerimientos para la selección de proveedores.

**Tabla 3.1** Entradas y salidas de las actividades impartidas en los Laboratorios de Materiales.

**Tabla 3.2:** Programa propuesto para la minimización de residuos en los Laboratorios de Materiales.



---

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Chase, R. B., Jacobs, F., & Aquilano, N. J. (2009). *Administración de operaciones, producción y cadena de suministros*. México: McGraw Hill.
- EPA. (s.f.). *Electronic Code of Federal Regulations*. Obtenido de <http://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=ce0006d66da40146b490084ca2816143&mc=true&node=pt40.26.261&rgn=div5#sp40.28.261.c>
- EPA. (s.f.). *Hazardous Waste*. Obtenido de <https://www.epa.gov/hw/defining-hazardous-waste-listed-characteristic-and-mixed-radiological-wastes#character>
- Fogarty, D. W., Blackstone, J. H., & Hoffmann, T. R. (1997). *Administración de la producción e inventarios*. México: Compañía Editorial Continental.
- IPN, I. (Mayo de 2013). Obtenido de <http://www.intradse.ipn.mx/i/bibliotecaIntra/100000/Avisos/calidad/Material5s.pdf>
- ISO, N. (2015). *NUEVA ISO 14001*. Obtenido de <http://www.nueva-iso-14001.com/2015/04/iso-14001-la-importancia-de-la-politica-ambiental/>
- LaGrega, M. D., Buckingham, P. L., & Evans, J. C. (2001). *Hazardous Waste Management*. McGraw-Hill.
- Muñoz Negrón, D. F. (2009). *Administración de Operaciones. Enfoque de administración de proceso de negocios*. México: Cengage Learning.
- S.A., E. (2003). *ISO 9001 calidad*. Obtenido de <http://www.iso9001calidad.com/wp-content/uploads/030-procedimiento-seguimiento-proveedores-material-servicios.pdf>
- Solutions, L. (s.f.). Obtenido de <http://www.leansolutions.co/conceptos/metodologia-5s/>
- Tchobanoglouse, G., Theisen, H., & Vigil, S. (1993). *Integrated Solid Waste Management*. McGraw Hill.

### **Normas Oficiales Mexicanas.**

**NOM-005- STPS-2000**

**NOM-018-STPS 2015**

**NOM-052- SEMARNAT-2005**

**NOM-053-SEMARNAT -1993**

### **FUENTES ELECTRONICAS:**

<http://www.leansolutions.co/conceptos/metodologia-5s/>

[http://www.uamenlinea.uam.mx/materiales/quimica/KONIGSBERG\\_FAINSTEIN\\_MINA\\_La\\_teor%C3%ADa\\_y\\_la\\_practica\\_en\\_el\\_laboratorio.pdf](http://www.uamenlinea.uam.mx/materiales/quimica/KONIGSBERG_FAINSTEIN_MINA_La_teor%C3%ADa_y_la_practica_en_el_laboratorio.pdf)

<https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-09/documents/hwid05.pdf>

---

## ANEXOS

- ANEXO I: METODOLOGÍA 5S** ..... ¡Error! Marcador no definido.
- ANEXO II: CLASIFICACIÓN DE INVENTARIOS ABC**..... ¡Error! Marcador no definido.
- ANEXO III: FORMATO PARA BITÁCORA DE USO DE EQUIPO** ..... ¡Error! Marcador no definido.
- ANEXO IV: FORMATO PARA INVENTARIO DE REACTIVOS QUÍMICOS**¡Error! Marcador no definido.
- ANEXO V: FORMATO PARA INVENTARIO DE INSTRUMENTAL DE LABORATORIO**..... ¡Error!  
Marcador no definido.
- ANEXO VI: REGLAMENTO GENERAL DE LABORATORIOS DE MATERIALES (ANTERIOR)** . ¡Error!  
Marcador no definido.
- ANEXO VII: REGLAMENTO INTERNO DE LABORATORIOS DE MATERIALES (ACTUAL)** ..... ¡Error!  
Marcador no definido.

---

## ANEXO I: METODOLOGÍA 5S

### Metodología 5S's

Es una metodología para organizar el trabajo de forma que se minimicen los desperdicios, asegurando que los lugares de trabajo se encuentren metódicamente limpios y organizados, mejorando la productividad y seguridad y proveer las bases para implementar procesos esbeltos.

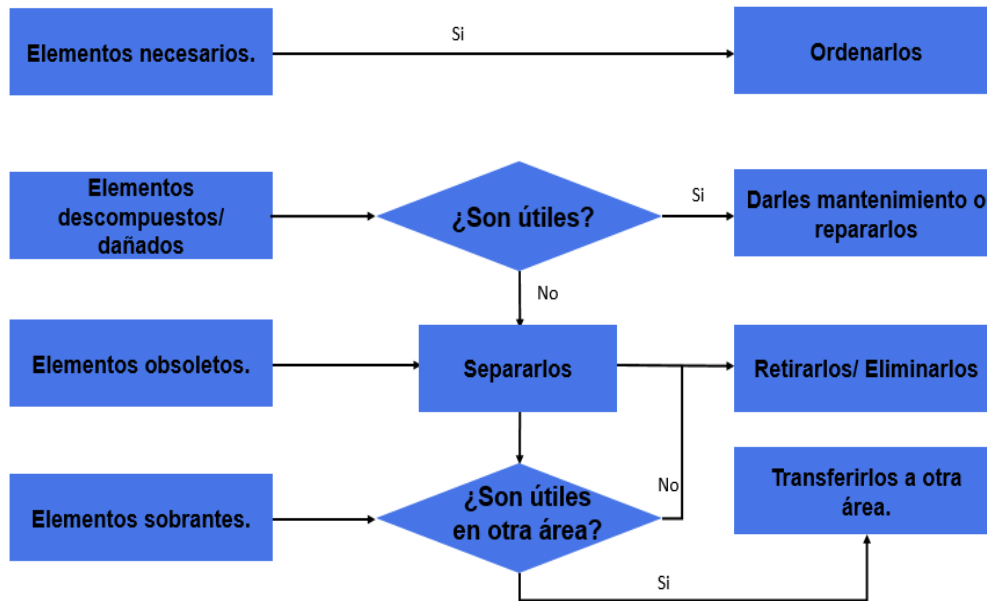
Esta metodología se inició en Japón durante la década de los sesenta con el fin de obtener lugares de trabajo mejor organizados, sistemáticos y limpios de manera permanente para conseguir mayor productividad y mejor entorno de trabajo.

5S es el acrónimo de cinco palabras: *Seiri, Seiton, Seisōn, Seiketsu y Shitsuke*, cada una de ellas representa los pasos de la metodología.(IPN, 2013)

#### 1S *Seiri* (Clasificar):

Consiste en identificar los elementos necesarios e innecesarios en el área de trabajo y posteriormente eliminar los elementos inútiles para la realización de actividades.

El siguiente grafico muestra como clasificar los objetos que se encuentran dentro del área de trabajo.



**Diagrama para clasificar elementos útiles.**

*Seiton:* Ordenar

Quando los elementos inútiles se hayan retirado del área de trabajo, deben ordenarse los elementos que se consideran útiles asignándoles un lugar determinado a cada uno, ubicarlos en el lugar establecido e identificado con el propósito de que estos elementos (equipo, herramientas e insumos) puedan encontrarse de forma rápida y accesible para su utilización y en lo posible retornarlos a su sitio correspondiente. Con lo anterior se busca mejorar la identificación e identificación de controles, además se ahorran tiempos de búsqueda, movimientos innecesarios y condiciones inseguras.

*Seison*

Identificar y eliminar las fuentes de suciedad, de manera que las áreas de trabajo, equipos y herramientas se encuentren en buen estado de manera que estén lista usarse.

---

Cuando se limpia un área es inevitable realizar una inspección, lo que evita problemas en los equipos

Problemas generados:

Los residuos pueden generar daños en el equipo

*Seiketsu*(Estandarización)

La cuarta es una etapa que existe una vez que se hayan implementado las tres primeras etapas. El objetivo principal de la estandarización es evitar el retroceso de las tres primeras S's hacer de su ejecución una práctica diaria.

*Shitsuke* (Mantener la disciplina)

A diferencia de las cuatro primeras, es distinta en el aspecto de que no es visible y no es medible, solamente con la conducta de las personas se demuestra, por lo que no se puede implantar como una técnica.

## **ANEXO II: CLASIFICACIÓN DE INVENTARIOS ABC**

Los inventarios que deben mantenerse en el laboratorio satisfacen diferentes necesidades de aspectos muy diferentes, y pueden adoptarse diferentes enfoques para su gestión. Algunos de los inventarios tienen una importancia crítica mayor que otros, es decir, los inventarios de artículos más costosos o más demandados podrían gestionarse de manera más minuciosa ya que representan una mayor inversión.

La clasificación ABC es una aplicación del análisis de Pareto, es razonable suponer que son pocos los insumos que tienen una mayor importancia en el sistema de administración de inventarios, y la clasificación ABC consiste en realizar un análisis de Pareto para clasificar los artículos/ insumos en categorías A, B, C con base a su importancia.(Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009)

---

La aplicación del principio ABC a administración de inventarios, análisis basado en el Principio de Administración de Materiales documentado por Vilfredo Pareto, establece:

- Clasificar los artículos del inventario sobre su importancia relativa
- Establecer diferentes controles de administración para las distintas clasificaciones, con el grado de control apropiado a la importancia concedida a cada clasificación.

Las letras ABC representan clasificaciones diferentes de importancia descendente, pero no hay nada de extraordinario en estas clases. El objetivo de esta clasificación es identificar los artículos de mayor importancia (A), los de importancia relativa media (B) y los de menor importancia (C). Esta clasificación permite adoptar políticas distintas para la administración de los artículos.

#### Artículos A

- Evaluación frecuente de pronósticos y métodos para pronosticar.
- Actualización diaria de registros
- Revisión frecuente de requerimientos de demanda, cantidades a ordenar.
- Seguimiento estricto para optimizar su uso.
- Conteos periódicos frecuentes (diario o semanal)

#### Artículos B

Los controles son equivalentes para los artículos clasificados como A, exceptuando que los controles de actividad tienen menor frecuencia

#### Artículos C

- La regla principal es tenerlos
- Sus registros son sencillos

En este caso, se realizará el análisis ABC bajo en vez de criterios diferentes al del valor monetario de los productos, se analizarán los reactivos químicos, instrumental de laboratorio e insumos de acuerdo al uso y a la demanda requerida durante el semestre.

**ANEXO III: FORMATO PARA BITÁCORA DE USO DE EQUIPO**

FACULTAD DE INGENIERÍA  
DIVISIÓN DE INGENIERÍA MECÁNICA E INDUSTRIAL  
DEPARTAMENTO DE MANUFACTURA Y DISEÑO  
LABORATORIOS DE MATERIALES

Folio: \_\_\_\_\_

Semestre: \_\_\_\_\_

BITÁCORA DE USO DE(NOMBRE DEL EQUIPO)								
Fecha	Asignatura	Nombre	Grupo	Nombre de la práctica	Hora inicio	Hora fin	(especificaciones)	Observaciones

Fuente: Elaboración propia.





**ANEXO V: FORMATO PARA INVENTARIO DE INSTRUMENTAL DE LABORATORIO**

FACULTAD DE INGENIERÍA  
DIVISIÓN DE INGENIERÍA MECÁNICA E INDUSTRIAL  
DEPARTAMENTO DE MANUFACTURA Y DISEÑO  
LABORATORIOS DE MATERIALES

Folio: \_\_\_\_\_

Semestre: \_\_\_\_\_

<b>INSTRUMENTAL DE LABORATORIO</b>							
<b>Clave</b>	<b>Clasificación</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Nombre</b>	<b>Capacidad</b>	<b>Material</b>	<b>Estado</b>	<b>Observaciones</b>

Fuente: Elaboración propia.

## **ANEXO VI: REGLAMENTO GENERAL DE LABORATORIOS DE MATERIALES (ANTERIOR)**

### **REGLAMENTO GENERAL DE LABORATORIOS DE MATERIALES<sup>1</sup>**

**APLICABLE A PROFESORES, ALUMNOS Y USUARIOS EN GENERAL**

#### **1.-RESPONSABILIDAD DEL PERSONAL DEL LABORATORIO**

\*Proporcionar el material necesario para la impartición de las prácticas.

\* Salvaguardar el ORDEN y la DISCIPLINA dentro del mismo.

\*Por SEGURIDAD e HIGIENE, el personal de Laboratorio tiene DERECHO A PROHIBIR el consumo de alimentos, bebidas fumar y realizar cualquier actividad ajena a la práctica correspondiente dentro del Laboratorio.

#### **2.-RESPONSABILIDAD DEL GRUPO.**

\*El Laboratorio se debe recibir y entregar perfectamente LIMPIO Y ORDENADO por parte del grupo anterior, entendiéndose por ello que en el lugar de trabajo no quede basura.

\*Las llaves de agua deben quedar perfectamente cerradas.

\*Al finalizar la clase los bancos deben ser colocados sobre la mesa.

\*El equipo debe quedar limpio y en perfectas condiciones.

El grupo en turno tiene DERECHO a reportar al grupo anterior si éste NO cumple con estos puntos del Reglamento. El Encargado del Laboratorio procederá a hacer una llamada de atención al Profesor responsable y si se reincide se notificará al Jefe de Departamento para que tome las medidas correctivas necesarias.

El grupo tiene DERECHO a solicitar el material que requiera para el desarrollo de la práctica SIEMPRE Y CUANDO se encuentre el Profesor. En caso contrario, no se prestará material ni equipo.

---

<sup>1</sup>Reglamento elaborado por Alejandra Garza V. y Javier Cervantes C.

### **3.-RESPONSABILIDAD DEL PROFESOR**

\*Dar a conocer el reglamento a sus alumnos el primer día de clases.

\*Revisar que el Laboratorio, Material y Equipo, se reciban y entreguen limpios y en buen estado. En caso contrario, notificar de inmediato al Encargado de Laboratorio cualquier falla encontrada antes, durante o después de las prácticas. Si no se reporta al grupo que deje sucio el Laboratorio o dañado algún equipo, la sanción corresponderá al mismo que se encuentra trabajando en él.

\*Es OBLIGACIÓN del Profesor permanecer con su grupo durante el transcurso de la práctica, con la finalidad de cuidar la integridad de los alumnos y que NO dañen el equipo.

### **4.-RESPONSABILIDAD DEL ALUMNO**

\*Cuidar y mantener en buenas condiciones el Material y Equipo de los Laboratorios. El Material y Equipo es de uso interno exclusivamente.

En caso de que algún alumno dañe parcial o totalmente algún material o pieza de equipo es su OBLIGACIÓN REPONERLO EN DOBLE CANTIDAD. Deberá dejar su credencial con el Profesor, o con el Encargado del Laboratorio, y sin excusa deberá entregar el material o equipo de reposición en la sesión de clase siguiente al incidente. Si se negase a reponerlo, se notificará al Jefe de Departamento para que tome las medidas correctivas necesarias.

### **5.-RESPONSABILIDAD EN GENERAL**

El PERSONAL ACADÉMICO, ALUMNOS, ALUMNOS DE SERVICIO SOCIAL Y TESISTAS que hagan uso de las instalaciones y equipo de los Laboratorios, tienen las mismas obligaciones antes mencionadas. Deberán notificar al Coordinador de los Laboratorios del Material y Equipos que van a utilizar y deberán solicitar y llenar el Formato DE Registro de Uso de los Equipos al menos un día de antelación al día de uso de dichos equipos.

**ATENTAMENTE**

**La Jefatura del Departamento de Materiales y Manufactura.**

**ANEXO VII: REGLAMENTO INTERNO DE LABORATORIOS DE MATERIALES  
(ACTUAL)**

**REGLAMENTO GENERAL DE LOS LABORATORIOS DE MATERIALES<sup>2</sup>**

**Laboratorios de Metalografía  
Laboratorio de Caracterización  
Laboratorio de Pruebas Mecánicas**

**PERTENECIENTES AL DEPARTAMENTO DE DISEÑO Y  
MANUFACTURA DE LA DIVISIÓN DE INGENIERÍA MECÁNICA E  
INDUSTRIAL  
DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA.**

Las disposiciones contenidas en este reglamento deben ser observadas y cumplidas por los profesores en turno, personal de apoyo, alumnos y usuarios en general y no excluye a otra reglamentación que resulte aplicable.

El reglamento deberá ser exhibido de manera visual en los Laboratorios, así como de forma virtual en las correspondientes plataformas.

---

<sup>2</sup>Reglamento basado en reglamento anterior, reglamento de Higiene y Seguridad de la Facultad de Química UNAM, ESIQUIE del IPN y elaboración propia

## **1. SOBRE LAS INSTALACIONES DEL LABORATORIO.**

Los laboratorios deberán contar con lo siguiente:

- Energía Eléctrica (control)
- Botiquín para primeros auxilios con material básico (alcohol, algodón, gasas, antiséptico, agua oxigenada, cinta porosa)
- Extintores
- Sistemas de ventilación.
- Instalaciones hidráulicas y de drenaje.

Dentro de los laboratorios queda estrictamente prohibido: fumar consumir alimentos y bebidas.

Los lugares donde se almacenen reactivos, disolventes, equipos, materiales y todo aquello relacionado o necesario para que el trabajo en los laboratorios se lleve a cabo, estarán sujetos a este Reglamento en su totalidad y los anaqueles y áreas de almacenamiento deberán contar con la protección adecuada para prevenir accidentes.

Todas las sustancias, equipos, materiales, etc., deberán ser manejados con el máximo cuidado, atendiendo a las indicaciones de los manuales de uso o de los de seguridad, según el caso.

Queda prohibido desechar sustancias al drenaje o por cualquier otro medio. Los residuos deberán ser almacenados con etiqueta (nombre del reactivo y fecha) y en recipientes adecuados, para su posterior entrega a las autoridades correspondientes.

Las puertas de acceso de los Laboratorios deberán estar siempre libres de obstáculos, accesibles y en posibilidad de ser utilizadas ante cualquier eventualidad.

En caso de emergencias por incendios, derrames o personas accidentadas, dirigirse a la zona de seguridad establecida, notificando a la autoridad inmediata.

## **2. RESPONSABILIDAD DEL PERSONAL DEL LABORATORIO.**

Proporcionar en buenas condiciones el material e instrumental necesario para la realización de cada una de las prácticas.

Llevar a cabo las labores de mantenimiento preventivo en el instrumental y equipo de los laboratorios.

En caso de requerir mantenimiento correctivo, hacer el reporte y/o solicitud a las autoridades pertinentes.

Salvaguardar en todo momento el orden y la disciplina dentro del mismo.

Por seguridad e higiene, el personal de laboratorio tiene la obligación de prohibir el consumo de alimentos, bebidas, fumar y realizar cualquier otra actividad ajena a la práctica correspondiente dentro del laboratorio.

### **3. RESPONSABILIDAD DEL GRUPO.**

Es obligatorio el uso de bata dentro de los laboratorios, ya sea para la realización de las prácticas programadas o aquellas de investigación.

El laboratorio se debe recibir y entregar perfectamente limpio y ordenado por parte del grupo anterior, entendiendo por ello que en el lugar de trabajo no deberá quedar material, instrumental, equipo, residuos o basura.

El grupo tiene derecho a solicitar el material que requiera para el desarrollo de la práctica siempre y cuando se encuentre el profesor correspondiente, en caso contrario no se prestará material ni equipo.

Al finalizar la clase los bancos deberán ser colocados sobre la mesa.

El equipo debe quedar limpio y en perfectas condiciones.

El grupo en turno tiene derecho a reportar al grupo anterior si este NO cumple con estos puntos del reglamento. El encargado del laboratorio procederá a hacer una llamada de atención al profesor responsable y si se reincide se notificará al Jefe del Departamento para que tome las medidas correctivas necesarias.

Al realizar actividades experimentales, nunca deberá estar una persona sola en los laboratorios. El mínimo de personas deberá ser invariablemente de dos y al menos una de ellas deberá ser parte del personal académico de la Facultad.

### **4. RESPONSABILIDAD DEL PROFESOR.**

Dar a conocer el presente reglamento a sus alumnos el primer día de clases.

Revisar que el Laboratorio, Material y Equipo se reciban y entreguen limpios y en buen estado. En caso contrario, notificar de inmediato al encargado del laboratorio cualquier falla encontrada antes, durante o después de las prácticas. Si no se reporta el grupo que deje sucio el laboratorio o dañado algún equipo, la sanción corresponderá al mismo que se encuentre trabajando con él.

Así mismo, al finalizar las actividades en el laboratorio, el profesor deberá verificar que queden cerradas las puertas, llaves de agua, apagados equipos eléctricos, luces, etc. En caso de requerir que algún equipo trabaje continuamente deberá dejarse, en forma claramente visible y legible, la información acerca del tipo de reacción o proceso en desarrollo, las posibles fuentes de problema, la manera de controlar los eventuales accidentes y la forma de localizar al responsable del equipo.

Es obligación del profesor permanecer con el grupo durante el transcurso de la práctica, con la finalidad de cuidar la integridad de los alumnos y que no dañen ningún equipo.

En caso de que alguna practica requiera equipo de seguridad adicional, el profesor deberá solicitarlo a los responsables con lo menos una semana de anticipación, o bien solicitarlo a los alumnos de manera anticipada.

## **5. RESPONSABILIDAD DEL ALUMNO.**

El alumno deberá atender en todo momento las disposiciones contenidas en el presente reglamento

Cuidar y mantener en buenas condiciones el material y equipo de los laboratorios. El material y equipo es de uso interno exclusivamente.

En caso de que algún alumno dañe parcial o totalmente algún material, o pieza de laboratorio es su obligación reponerlo en doble cantidad. Deberá dejar su credencial con el profesor o bien con el encargado de laboratorio y sin excusa deberá entregar el material o equipo de reposición en la sesión de clase siguiente al incidente. Si se negase a reponerlo se notificará al Jefe de Departamento para que tome las medidas correctivas necesarias.

## **6. RESPONSABILIDAD EN GENERAL**

El personal académico, alumnos de servicio social, tesistas que hagan uso de las instalaciones y equipo de los Laboratorios tienen las mismas obligaciones antes mencionadas. Deberán notificar al Coordinador de los Laboratorios del material y equipo que se van a utilizar y deberán solicitar y llenar el formato de registro de uso de los equipos al menos con un día de anticipación al día de uso de dichos equipos.