

# 1. Prácticas Sustentables en Laboratorio y Talleres en Instituciones de Educación Superior: Introducción.

Las prácticas sustentables se refieren a la minimización en el consumo de los recursos naturales y energéticos, a la mantención de las condiciones de trabajo adecuadas que permitan un desempeño correcto de las actividades e a la gestión de los recursos económicos para sustentar y establecer estas prácticas dentro de la organización. En general, las prácticas se refieren al uso eficiente de los recursos hídricos y energéticos, a la construcción o renovación de ambientes verdes y al uso de energía renovables, y en menor medida las compras sustentables.

En este documento se plantea un resumen de técnicas MTD y buenas prácticas complementarias enfocadas en estos cuatro aspectos: minimización en el uso de los recursos naturales, minimización en la generación de residuos y contaminación, seguridad en el ambiente de trabajo e gestión de los recursos económicos. Esta visión global permite que tanto el encargado del laboratorio como el administrador de los recursos, puedan ejercer una labor cuyo objetivo es entregar una educación de calidad con el menos impacto ambiental y social. De acuerdo a lo anterior se identificaron las siguientes MTD, que serán detalladas dentro del presente documento:

- MTD 1: Plan de Gestión de Residuos
- MTD 2: Reúso de Solventes para lavado de material
- MTD 3: Uso de ahorradores de agua
- MTD 4: Plan de reúso de agua: uso de agua de enfriamiento- calefacción para limpieza
- MTD 5: Adsorción mediante filtros de carbón activado
- MTD 6: Uso de detectores colorimétricos para la contaminación aérea
- MTD 7: Mejora en la distribución de los equipos para el control del ruido
- MTD 8: Uso de amortiguadores para la prevención y minimización del ruido
- MTD 9: Aislación de los equipos y/o aislación del ambiente para el control del ruido

## 1.1 Contaminación por Residuos.

En los laboratorios y talleres que imparten actividades académicas, los residuos generados son de variada índole, pudiendo ser peligrosos o inocuos, y en volúmenes variables que depende de la cantidad de actividades llevadas a cabo dentro de las instalaciones. Es común encontrar material sin identificación dejado atrás cuando el usuario termina sus labores en el recinto, generando residuos “huérfanos”. Estos residuos, si no se encuentran rotulados, no se pueden destinar a un nuevo usuario y deben ser descartados con todas las precauciones referidas a un material peligroso. Esto aumenta el costo de disposición del residuo e impide que pudiera ser tratado, transformado o revalorizado.

## **MTD 1: Sistema de Gestión de Residuos.**

El sistema de gestión contempla una serie de políticas y acciones que derivan en la reducción de la emisión de residuos al interior del establecimiento. Para esto se cuenta con 4 enfoques: Reducir, Reusar, Reciclar y recuperar, conocidos como las 4R.

- Reducir: Es la forma más efectiva de minimizar los residuos. Esto implica el uso de reactivos menos peligrosos, tratamiento de los residuos antes de su disposición.
- Reciclar: Involucra la recolección y reprocesamiento de los residuos materiales en nuevos productos. Sólo parte de los residuos pueden ser reciclados, siendo fundamental la segregación en origen. Los residuos deben tener un alto contenido del material de interés para que el proceso sea eficaz.
- Reusar: Consiste en el uso directo del material sin transformar (o ligeramente transformado) para un uso similar o alternativo.
- Recuperar: Involucra la obtención de energía desde los residuos. Por ejemplo, los solventes y el aceite pueden ser utilizados como combustibles.

Las actividades de mayor importancia en la generación de residuos en talleres y laboratorios son tres:

1. Adquisición de materias primas, reactivos y equipamiento.
2. Actividades de trabajo.
3. Almacenamiento de material – Almacenamiento de residuos.

El sistema de Gestión Integral de residuos es un documento que especifica políticas, protocolos de actuación, de monitoreo y de mantención, y responsabilidades específicas, entre otros. Así, para el sistema de gestión debe considerar al menos los siguientes aspectos:

- a. Inventario de los residuos
- b. Establecimiento de responsabilidad sobre la aplicación de los protocolos.
- c. Establecimiento de protocolos para:
  - Minimización de residuos.
  - Tratamiento in situ de los residuos que no se pueden evitar.
  - Recogida selectiva de los residuos que no se pueden tratar.
  - Segregación en el almacenamiento de sustancias.
  - Monitoreo y control en la generación, manipulación y disposición de residuos.

### ***Buenas prácticas asociadas***

- Se debe realizar la inducción correspondiente a los usuarios a fin de que conozcan el Sistema de Gestión Integral de residuos de su lugar de trabajo.
- De manera anual o semestral, se debe realizar una revisión de los protocolos establecidos y contrastarlos con las técnicas y tecnologías nuevas del mercado.

### ***Ejemplos de Aplicación***

#### **Adquisición de material:**

- a. Inventario colaborativo. Se basa en la mantención de un inventario en común para los diversos laboratorio y talleres que funcionen dentro de un mismo establecimiento, el cual debe mantenerse al día y a cargo de una entidad centralizada, previniendo la compra excesiva, duplicada o innecesaria de materiales. Esto evita el desperdicio de material por vencimiento, mal estado, o por exceso de material.
- b. Distribución: esta técnica complementa la mantención de un inventario colaborativo. Se refiere al intercambio de material y equipos entre laboratorios y talleres a fin de evitar la compra innecesaria de los reactivos y a considerar usos alternativos a quipos que ya no son requeridos para cierta actividad. Considera que los equipos dados de baja y que puedan ser utilizados de manera segura en otras actividades, se pueden redistribuidos tanto a otros laboratorios como a otras instituciones.
- c. Buenas Prácticas:
  - Limitar la compra de los reactivos a la cantidad precisa que se va a utilizar en cierto periodo de tiempo.
  - Se deben preferencias los envases pequeños, comprar químicos a granel puede ahorrar dinero en la compra, pero la disposición del material sin utilizar puede constar aún más que el ahorro inicial.
  - Si se necesita utilizar una solución diluida, preferencias la compra de la solución preparada y no la botella del sólido respectivo.
  - Nunca acepte donaciones de material. Estas donaciones por lo general no tienen fecha de síntesis y su pureza y calidad son desconocidas.

#### Actividades de trabajo:

- a. Coordinación en el uso de los equipos. Se evita repetir ensayos si el equipo no está a su máxima capacidad. Otra forma es distribuir los equipos de acuerdo a su necesidad de uso, a fin de evitar los cuellos de botella y el uso innecesario de éstos.
- b. Sustitución de reactivos / materiales: significa el reemplazo o reducción de sustancias peligrosas en productos y procesos por sustancias menos peligrosas o no peligrosas, o mediante medidas tecnológicas u organizacionales que logren una funcionalidad equivalente que lleven a la reducción en volumen y/o peligrosidad de los residuos químicos. El uso de materiales menos peligrosos (menos inflamables, reactivos, tóxicos, etc.) involucra tanto los reactivos e insumos a utilizar dentro del trabajo, como de los productos de limpieza (por ej. Soluciones de ácido crómico por detergentes enzimáticos) y equipamiento (por ej. Termómetros de mercurio por electrónicos). Otra opción es sustituir el uso de solventes por técnicas tales como líquidos iónicos y fluidos supercríticos, entre otros.
- c. Buenas prácticas:
  - Se debe considerar la opción de presentaciones audiovisuales como sustituto a algunos experimentos con fines demostrativos.
  - Para los talleres demostrativos, es recomendado comprar los kit de análisis que vienen con las cantidades exactas para los experimentos.

- Aumentar el uso del análisis instrumental, al contrario el de la química húmeda, cada vez que sea posible.
- Entrenar al personal en seguridad ambiental, así como informar y formar al personal del laboratorio sobre el procedimiento de gestión de residuos.
- Revisar constantemente los procesos que generan residuos, de manera de realizar las modificaciones pertinentes para disminuir el volumen de residuos generados.

#### Almacenamiento:

- a. Segregación. Durante el almacenamiento de los compuestos previo a su utilización, esta técnica se refiere a la separación de estos de acuerdo a su compatibilidad a fin de prevenir reacciones peligrosas. De manera similar. Durante el almacenamiento de los residuos, esta técnica se refiere a la recogida selectiva en función a grupos de residuos establecidos. Esta separación previene que los residuos se contaminen por la mezcla de material inocuo con nocivos evitando la generación de una mayor cantidad de residuos peligrosos. Además, evita la reacción de compuestos incompatibles, minimizando la posibilidad de accidentes. Si bien la segregación de material peligroso se encuentra normada, esta se puede aplicar a material inocuo (papel, cartón, aceites, etc.) a fin de permitir su posterior reciclaje por terceros. La clasificación en origen permite que el reciclaje final de los residuos sea más fácil al eliminar una etapa de clasificación y separación de los residuos.
- b. Buenas prácticas:
  - Manipular las sustancias con los debidos implementos de protección.
  - Distribuir las zonas de almacenamiento según compatibilidad de residuos.
  - Revisar continuamente las instalaciones de almacenamiento.
  - Identificar correctamente los contenedores para cada tipo de sustancia.
  - Proveer un ambiente seguro para el almacenamiento (temperatura, humedad, ventilación, contenedores apropiados, etc.)

#### **MTD 2: Reúso de solventes de limpieza para lavado de material.**

##### *Buenas prácticas asociadas*

- Evitar la necesidad de limpieza, disminuyendo la causa de la suciedad.
- Elegir los disolventes orgánicos que sean menos peligrosos. Privilegiar el uso de detergentes biodegradables cada vez que sea posible.
- Extraer frecuentemente los residuos de los tanques de disolventes.
- Aumentar el grado de agitación en los baños en caso de requerirse.
- Controlar las pérdidas por evaporación del solvente. Utilizar baños con tapa y controlar la temperatura del ambiente.
- Reducir la velocidad de extracción del material y permitir un amplio tiempo de drenaje.
- Conseguir una posición adecuada del material en el baño para permitir el máximo contacto con el solvente.

- Mantener los disolventes segregados con el fin de optimizar su reciclaje y/o tratamientos.
- La limpieza del material se debe realizar inmediatamente después de cada operación, ya que es mucha más fácil su remoción y además se conoce la naturaleza de los residuos que contiene.
- Antes de introducir el material al baño, se quitan los residuos sólidos en exceso con una espátula o varilla.

### ***Condiciones de uso***

Se recomienda que el tipo de contaminación a remover sea similar en cada uno de los reúsos del solvente dada su potencial recuperación y reciclaje final.

No se recomienda para remover sustancias extremadamente peligrosas, biocontaminantes y compuestos radiológicos, dado que se puede generar una contaminación cruzada importante.

El número de veces que se puede reutilizar un solvente está determinado por el nivel de contaminación del material. Se debe realizar de manera empírica la determinación del número de usos de un solvente.

### ***Ejemplo de aplicación***

Para el lavado de material de vidrio, es una práctica común el uso de solventes orgánicos como la acetona y etanol, y un baño final de agua destilada. Un ejemplo de configuración para minimizar el uso de éstos solventes se presenta a continuación:

Paso 1: remojo del material de vidrio dentro de canastillas metálicas sumergidas en el solvente por un periodo de 30 min, o hasta notar el ablandamiento de los residuos más difíciles de remover.

Paso 2: el material de vidrio es escobillado en la zona de lavado hasta remover todo el material mediante inspección visual. Este material es puesto en canastillas metálicas en la zona de enjuague para remover inicialmente los restos de material particulado.

Paso 3: cada material de vidrio es enjuagado finalmente en una corriente de solvente, primero etanol al 96% y luego agua destilada, dispensados mediante pizetas. Ambos solventes son recogidos dentro de la zona de enjuague.

Paso 4: si el solvente de remojo se encuentra saturado con contaminantes, éste se descarta y se rellena la zona con el solvente de la zona de lavado, mientras que esta zona se rellena con el solvente de la zona de enjuague. Finalmente, esta zona se rellena con agua corriente, dejando un espacio suficiente para ir adicionando el etanol y agua destilada de los enjuagues finales que se colectan en esta zona.

### **MTD 3: Sistemas ahorradores de agua.**

Los ahorradores de agua se clasifican en Reguladores de presión y mecanismos para grifos y duchas:

Reguladores de presión: sirven para garantizar la presión adecuada en cada alzada o nivel topográfico de entrada del agua a los edificios y construcciones. Es recomendable limitar la salida de agua potable con una presión máxima de 2,5 kg/cm<sup>2</sup> durante todos los meses del año en cada vivienda o en los pisos más altos de los edificios con varias plantas.

Mecanismos para grifos y duchas: los reductores de caudal son sistemas que permiten regular o reducir el caudal de agua, de manera que para una presión de 2,5 kg/cm<sup>2</sup> tengan los grifos un caudal máximo de 8L/min y las duchas un caudal máximo de 10 L/min. Además de éstos, los grifos de uso público pueden disponer de temporizadores u otros mecanismos de cierre automático que dosifican el consumo de agua limitando las descargas a un máximo de 0,5 L de agua por uso. A continuación se entrega a modo de resumen, la Tabla 1 con los dispositivos identificados como más convenientes para su uso en el ahorro por consumo de agua.

**Tabla 1: Dispositivos más convenientes para el ahorro por consumo de agua.**

<b>Tipo de instalación</b>	<b>Máximo exigido</b>	<b>Mejor tecnología disponible</b>
Llaves	Caudal entre 6 y 8 L/min	Sistema de apertura en frío. Apertura escalonada
Llave de uso público	Temporizador de caudal	Llave electrónica con caudal regulado a 6 L/min
Excusados	Estanque simple con interruptor de descarga simple	Estanque con doble accionado de descarga. Volumen máximo de descarga 3 o 6 L
Urinarios	Temporizador con descarga máxima de 1 L/min	Célula óptico-electrónica individual para cada urinario (descarga máxima con prelavado de 1L)

#### ***Buenas prácticas asociadas***

- Realizar una mantención periódica de los sistemas de grifería al interior de la instalación.
- Monitorear la calidad de las aguas en cuanto a su dureza, debido a que estos repercute directamente en el desempeño de los ahorradores. Considerar de ser posible, algún tipo de pre tratamiento antes que el agua sea distribuida.
- Reducir el consumo de agua al mínimo cerrando las válvulas cuando no estén en uso.

#### **MTD 4: Plan de reúso de agua; uso de agua de enfriamiento – calefacción para limpieza.**

La primera acción es identificar cuáles son los procesos que demandan agua y bajo qué condiciones (temperatura, flujo, contaminación) las aguas son consumidas y posteriormente vertidas. Con esta información se busca aparejar los procesos compatibles y diseñar una red de uso de agua que permita el aprovechamiento máximo del recurso, tanto de sus flujos como de su capacidad calorífica. Esta red de uso puede ser modular o por lote, donde el agua vertida de un

proceso es recogida en bidones y distribuida al siguiente proceso, o bien, mediante un sistema de tuberías o mangueras ésta puede ser distribuida de manera continua. Las acciones aplicadas en este plan son las siguientes:

**Redistribución de los equipos que consumen agua de refrigeración/calefacción:** Los equipos de trabajo que consuman agua para estos propósitos se deben identificar y distribuir en zonas de alta, media y baja temperatura, de manera que la red de agua que los comunique forme un gradiente de temperatura y permita el paso del agua en forma de cascada, pudiendo terminar esta agua en el lavado, riego o recirculándose al proceso en ciclos de vaporización/condensado.

**Limpieza programada:** El agua recuperada de los procesos y actividades anteriormente señaladas son utilizadas en procesos de limpieza del material. Considera la acumulación del agua en estanques y la realización de planes coordinados de limpieza, con la intención de minimizar el consumo de detergente y de agua.

#### *Buenas prácticas asociadas*

- Cerrar las llaves de paso cuando no estén en uso
- Sólo el lavado final del material con agua corriente
- Realizar una limpieza en seco de superficies antes del lavado
- Disminuir la cantidad de detergente a fin de acortar la etapa de enjuague
- Para el caso de material de laboratorio, lavado inicial en agua recirculada y lavado final en agua destilada, minimizando el uso de ésta última.
- Sustituir los detergentes químicos convencionales por detergentes biodegradables.
- Utilizar la carga máxima de lavado en equipos de lavado automático,
- Dentro de lo posible, juntar la mayor cantidad de material compatible y que pueda ser lavado de manera conjunta, incluyendo material de otros laboratorios.
- Utilizar sistemas ahorradores de agua cuando se necesite utilizar agua de la red, los que entregan ahorros entre 40 a 70% en el consumo de agua y energía. Requieren de baja mantención (monitoreo del cerrado o vertido adecuado para evitar fugas, revisar gomas de cierre y engrasar juntas para evitar su resquebrajamiento) y similar a la grifería tradicional.
- Evitar el vertido de reactivos a los desagües o que tomen contacto con las aguas de refrigeración u otras aguas de proceso que pueden ser recirculadas al proceso.

#### *Condiciones de uso*

Las aguas que deriven a lavado no tienen que haber tomado contacto con otros contaminantes como producto de las actividades de laboratorio o por falla en la mantención de los equipos, por ej. Por filtración de aceites de motor en bombas o sistemas de vacío.

## **1.2 Contaminación por olores.**

Un olor se define como la sensación resultante de la recepción de un estímulo por el sistema sensorial olfativo.

Cuando ocurre un problema de aire cargado, irritante, molesto o de mal olor, en general, no existe un único responsable sino que se trata de un efecto combinado, por lo que se tiende a considerar a los olores en un interior como una clase única de contaminantes.

Para establecer la calidad de un aire no es suficiente con conocer la composición del mismo, sino que hay que tener en cuenta su impacto en las personas que lo respiran. Se puede definir un aire de calidad como aquel que aporta al ser humano lo que él quiere y, así, el aire será de calidad alta o pobre según sus ocupantes estén, o no, conformes con él. El aire no debe representar ningún peligro para la salud y ser fresco y agradable; dónde estas últimas están directamente relacionadas con la presencia de compuestos contaminantes o con olor que menoscaben la vida de los ocupantes. En laboratorios y talleres se maneja una cantidad crítica de material químico más o menos volátil, así como reactivos particulados que participan en la contaminación del aire y en los problemas de olores. En Tabla 2 se muestran los principales compuestos en laboratorios que generan olores.

**Tabla 2: Principales compuestos que generan olores en Laboratorios.**

<b>Tipo de compuesto</b>	<b>Ejemplo</b>	<b>Descripción de olor</b>
Aminas	Metilamina, etilamina	Pútrido, amoniacal, ácido
Mercaptanos	Propanitiol	Pútrido, desagradable
Sulfitos	Sulfito de sodio	Pútrido, desagradable
Aldehídos/ Cetonas	Formaldehido	Acetona
Alcoholes	AMil -OH, Butil-OH	Ácido, rancios, frutales
Ácidos	Acético, Propiónico, etc.	Vinagre, rancio
Inorgánicos	NH <sub>3</sub> , CL <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> S, O <sub>3</sub> , SO <sub>2</sub>	Irritantes sofocantes

En un laboratorio, la generación de olores se encuentra determinados por los puntos de almacenamiento de reactivos y material de trabajo, equipos, los sitios de recolección de desechos y el propio lugar donde se realiza el trabajo

La dificultad fundamental en la identificación de un olor como contaminante es que las emisiones de malos olores se enmascaran, o se potencian, dependiendo de las mezclas (y de las proporciones en estas mezclas) de las sustancias emitidas.

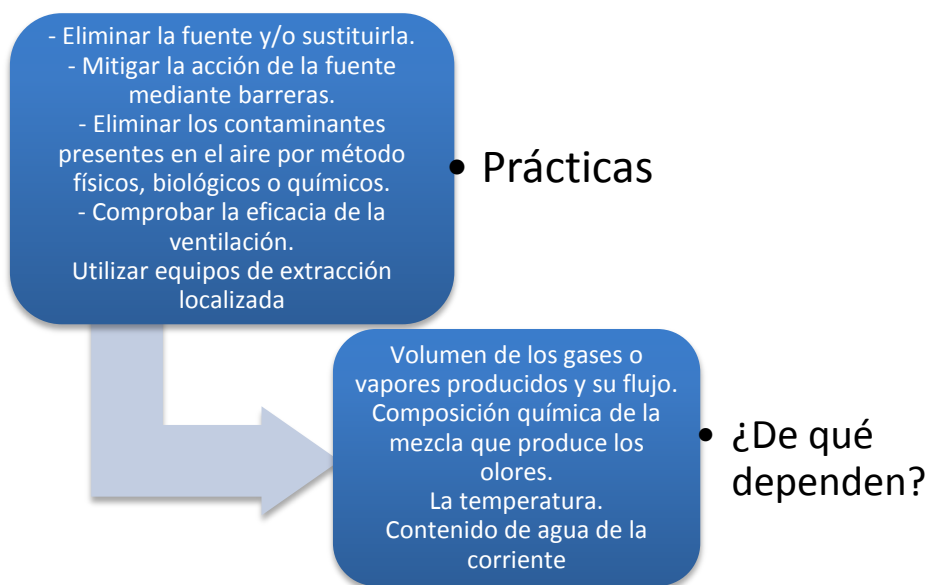
Cuatro parámetros que se consideran en la medición de un olor son:

- Concentración (unidades de olor por metro cúbico).
- Intensidad (ppm butanol).
- Persistencia (relación entre concentración e intensidad).
- Características descriptoras (usa escala categórica y ejemplos reales).



Estos parámetros son objetivos debido a que utilizan técnicas de referencia. Sin embargo, a su vez dependen de la interpretación subjetiva (experiencias, sensaciones, creencias y prejuicios del personal que efectúa la medición. Una de las mayores dificultades que se presentan para la medición y evaluación de un olor es el amplio margen de variables existentes. Además de las diferentes percepciones individuales, hay factores tales como la humedad y la temperatura que afectan la sensibilidad para el olor e incluso pueden aumentar su intensidad. Es por esto que se han definido técnicas instrumentales y técnicas sensoriales

A continuación se esquematizan algunas prácticas detectadas para combatir los olores en un laboratorio.



#### **MTD 5: Adsorción mediante filtros de carbón activado.**

El carbón activado es un producto que posee una estructura cristalina reticular similar a la del grafito siendo extremadamente poroso. Mediante procesos de adsorción, la contaminación odorífica queda atrapada en el carbón.

#### ***Buenas prácticas asociadas.***

- Realizar la mantención periódica de los equipos y tuberías que tienen incluidos los filtros de carbón activados para evitar la acumulación de residuos que limiten el desempeño de los filtros.
- Esta mantención debe realizarse también para la prevención de fugas de aire por sistemas que no se encuentren cubiertos por los filtros de carbón activo.
- Revisar periódicamente el funcionamiento de la ventilación al interior de la instalación, debido a que ésta afecta los flujos de aire (en velocidad, temperatura, humedad y dirección) que son derivados a los filtros de carbón activo.

### **Condiciones de uso.**

No necesitan mantención directa, exceptuando la remoción de material que obstruya el paso de aire, en especial en las cubiertas de ventilación. Por ej. Trozos de papeles y plásticos que queden en la superficie del extractor.

Se recomienda una temperatura máxima de uso de 40°C (y en aplicaciones especiales de 60°C), con una humedad de 60 - 70%, ya que el carbón activado simplemente deja de funcionar cuando la humedad sobrepasa el 80%.

No puede tener lugar ninguna reacción dentro del filtro. Por otra parte, los carbones activos se comportan de manera selectiva en relación con algunas sustancias adsorbidas; es decir, las sustancias que entran en el carbón pueden mover o desplazar a las sustancias que habían sido retenidas precedentemente.

El carbón activado tiene una vida útil de 6 a 12 meses, mientras que las mangas de pre filtro (cuando aplique) y las cubiertas impregnadas de carbón activo tienen un periodo de cambio recomendado de 3 meses. La frecuencia estará sujeta al grado de uso y funcionamiento de la campana extractora, al criterio propio del cliente y al de organismos competentes.

Tratando el carbón activo previamente para algunas sustancias como el sulfhídrico se pueden mejorar las características de retención. Para el sulfhídrico por ejemplo se puede aplicar hidróxido de sodio y yodo.

Entre los compuestos para cuya eliminación no es probable que el carbón activo sea efectivo, a menos que el flujo o la concentración del compuesto son muy bajos, se encuentran la acetona, el cloruro de metileno, acetonitrilo, 1-propanol, acrilonitrilo, propionitrilo, dimetilformaldehído, propileno, 1,4-dioxano, tetrahidrofurano, isopropil alcohol, urea y cloruro de metilo.

La regeneración del carbón activo, una vez que éste se satura, se recomienda para volúmenes de uso elevados, justificados a nivel industrial. Se indica una pérdida del 5 a 10% en el contenido del carbón activo y en su capacidad de adsorción. Para su uso en sistemas de ventilación de edificios, su regeneración no es factible y se desecha en los residuos asimilables a urbanos.

### **MTD 6: Uso de detectores colorimétricos para el monitoreo de la contaminación aérea.**

Se refiere a la monitorización de la carga contaminante en las zonas de trabajo mediante detectores colorimétricos.

Permiten la medición *in situ* de vapores y gases en un rango de más de 500 compuestos<sup>10</sup>. Los tubos colorimétricos son tubos de vidrio con ambos extremos cerrados. Los tubos colorimétricos incorporan escalas limitadas y la precisión es alrededor de un 10% a 25% de la escala completa de lectura del tubo.

### Condiciones de uso

Hacer pruebas preliminares para verificar que el tubo no esté roto y asegurarlo firmemente a la bomba de succión, verificando que el tiempo de lectura sea el indicado por el fabricante para cada compuesto.

Si la humedad del ambiente es elevada, preferir los tubos que tienen un pre filtro que eliminan la humedad del ambiente antes de la reacción y medición.

El encargado de realizar el monitoreo a través del uso de este sistema debe ser capacitado de acuerdo a los tipos de medidores para cada compuesto.

## 1.3 Contaminación por ruido.

Generalmente, la contaminación acústica en el trabajo se asocia con aquellas personas que trabajan en situaciones extremas de ruido, en plantas industriales con grandes maquinas, junto aviones en tierra con prolongados periodos de exposición, etc. Sin embargo, no es necesario estos niveles extremos para que una persona se vea afectada, la intrusión de ruido ambiental como el ruido del tráfico o equipos pequeños, pueden interferir en una comunicación oral, alterar el sueño, en la capacidad de realizar tareas complejas o producir estrés.

En los laboratorios y talleres, la contaminación auditiva se refiere principalmente al uso de diversos equipos de manera puntual o permanente, por lo que se debe tomar las medidas necesarias para disminuir su peligrosidad. En general, cuando se adquieren nuevos equipos, la distribución de éstos muchas veces se encuentra determinada por la capacidad espacial del lugar, sin considerar el aumento del ruido en zonas puntuales de trabajo. En Tabla 3, se presenta una lista con los principales equipos de uso en laboratorios y talleres, y su aporte a la contaminación acústica.

Tabla 3: Equipos de laboratorios que generan contaminación acústica.

Equipo	Nivel de ruido (dB)
Campana de flujo	<70
Extractor de aire, ventiladores	< 50
Compresor de aire, pistolas neumáticas	40 - 90
Centrífuga	< 70
Vórtex, agitadores	< 70
Sonicador	90 – 140
Bombas	< 50
Molino/homogenizador	<80
Martillos neumáticos/hidráulicos	100 – 130
Sierra eléctrica	100
Taladro eléctrico	90 - 120
Herramientas tradicionales de taller	90 – 95
Sirenas de alarma	80 – 120
Equipos de limpieza (aspiradoras, sopladoras)	70

### **¿Cómo controlar y combatir el ruido?**

Se puede combatir la exposición a menudo con un costo mínimo y sin dificultades técnicas. La finalidad del control del ruido laboral es eliminar o reducir el ruido en la fuente que lo produce. Existen técnicas preventivas (Reducción en la fuente, Barreras) y reactivas (Protección del trabajador), donde ésta última se ha considerado como la menos eficiente en la reducción del ruido, pero la más común en los ambientes laborales. En general, todos los sistemas de control de ruidos pueden ser implementados en laboratorios y talleres, debido a que son adaptables a las condiciones de trabajo de cualquier sector productivo.

### **MTD 7: Mejora en la distribución de los equipos para el control del ruido.**

En esta técnica, se determinan zonas de trabajo donde se concentren los equipos de bajo (<30 – 55 dB), medio (55 -75 dB) y alto (>75 dB) nivel de ruido, colocando los equipos más compatibles en operación y características y que permitan mantener la menor cantidad de ruido por zona.

Esta zonificación va junto con protocolos de trabajo centrados en el uso de protecciones auditivas y rutinas/de trabajo.

#### ***Buenas prácticas***

- Rotar a los usuarios por las zonas de generación de ruido, según se cumplan las regulaciones de seguridad.
- Capacitar a cada usuario a utilizar los implementos de seguridad pertinentes.
- Coordinar y planificar el uso de los equipos para mantener al mínimo el ruido por sector.
- Minimizar la generación de ruidos con amortiguadores o sistemas de aislación de los equipos.

#### ***Condiciones de uso***

La correcta disposición depende del número de equipos y del tamaño de la instalación.

Se debe considerar el uso conjunto de equipos que produzcan vibraciones y equipos que sean afectados por ellas, por ej. Para un laboratorio químico, evitar el uso de centrífugas y sonicadores en zonas aledañas a balanzas.

### **MTD 8: Uso de amortiguadores para la prevención y minimización del ruido.**

Corresponde a la adaptación de equipos (bombas, ventiladores, torres de enfriamiento) que generan ruidos para minimizarlos. En esta categoría se encuentran los sistemas anti vibratorios como soportes elásticos y amortiguadores de muelle o de caucho, que varían en función del punto

de apoyo, la carga a soportar, etc. Se considera además la utilización de bancadas (base elástica de caucho), diseñadas para el apoyo y atenuación de las vibraciones (compresores, grupos de aire, etc.) y amortiguadores de caucho o metálicos. Se pueden adaptar a las paredes, techos y/o al suelo.

La absorción de las vibraciones que se obtiene a través de estos sistemas mejora no solo la transmisión de vibraciones a la estructura sino también el rendimiento de la maquina logrando reducir, a su vez, las necesidades de mantención. Estos equipos logran atenuaciones superiores al 80%.

### ***Buenas prácticas asociadas***

- Realizar la mantención periódica (ajuste en el equipo, sustitución de piezas defectuosas y lubricación) de los equipos involucrados a fin de que el ruido y las vibraciones se originen por su sistema de funcionamiento normal y no por fallas en éstos.
- Distribuir los equipos que provoquen vibraciones separados del resto, a fin de impedir que su funcionamiento afecte la operación de los otros, minimizando las mantenciones en éstos últimos.
- Sustituir piezas de metal como elementos de transmisión (engranajes, cadenas, etc.) o elementos de pivotaje y rodadura (cojinetes, rodamientos, etc.) por piezas de plástico más silenciosas (cuando sea posible y sin afectar la seguridad del usuario).
- Colocar ventiladores más silenciosos o poner silenciadores en los ductos de los sistemas de ventilación a fin de que no aumente el ruido del ambiente.
- Disminuir la altura donde se mantienen los equipos vibradores con el objetivo de prevenir la caída estrepitosa de los productos hacia un contenedor acolchado (para el caso de máquinas de producción).
- El montaje de los equipos debe realizarse aislados del suelo por sistemas de acolchado elástico, firmemente soportados por los sistemas de fijación (al suelo, techo y/o pared) y disminuyendo el contacto entre piezas metálicas y los soportes de los equipos.
- Utilizar grasa de amortiguación ya que es un material protector contra el desgaste y la corrosión de los engranajes con una mayor resistencia al esfuerzo, minimizando el desgaste y los ruidos.

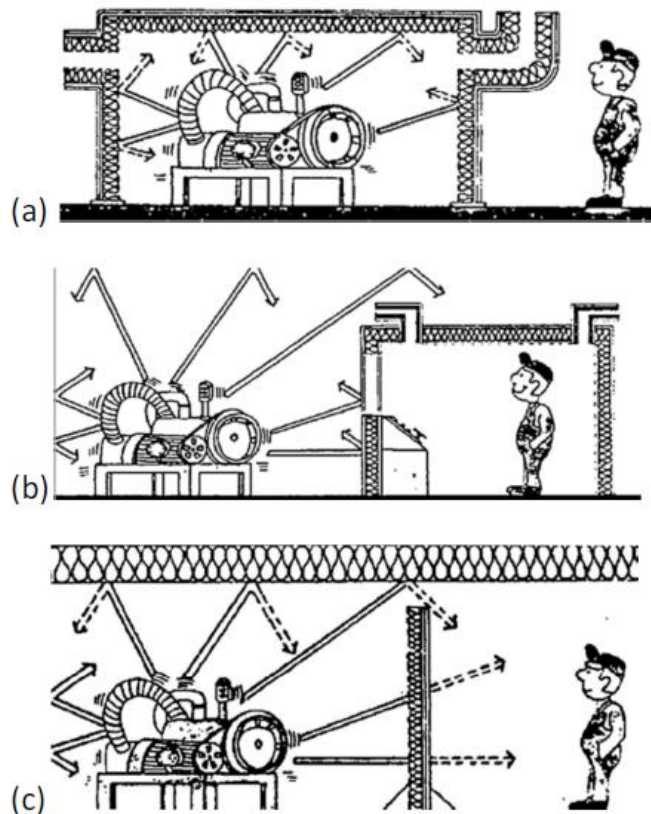
### **MTD 9: Aislación de los equipos / Aislación del ambiente.**

Se refiere al encapsulamiento total o parcial de la fuente de ruido, mediante paneles acústicos fabricados con estructuras de acero y rellenos aislantes. El encapsulamiento es fácilmente aplicable a máquinas ya instaladas (a). La energía sonora se mantiene dentro del encierro o cápsula, por reflexión en sus paredes, evitando la exposición de los trabajadores y reduciendo el ruido externo, pudiendo ser minimizado al interior de la cabina mediante su revestimiento con material absorbente.

Cuando la instalación donde se encuentren las fuentes generadores de ruidos no permita la aislación individual de éstos, se puede construir una cabina aislada para el personal, provista de

revestimientos absorbentes, vidrios de monitoreo reforzados y entradas y salidas con trampas de sonido (b).

Cuando no es posible aislar total o parcialmente la fuente sonora, se pueden aplicar pantallas acústicas que intercepten el camino de propagación de la onda sonora directa, produciendo atenuación por difracción. Las pantallas pueden ser fijas o móviles, y se construyen con materiales con chapas metálicas, vidrio o metacrilatos. Se pueden colocar materiales absorbentes en alguna de sus caras. Los sistemas de cortinas aislantes pueden reducir el ruido hasta en unos 12-15 dBA. (c).



En el diseño de ambos casos se debe tener en cuenta sus propiedades acústicas (absorción y aislamiento adecuados), sus dimensiones y su ubicación respecto a la fuente y al receptor. El sistema de aislamiento va a depender del tipo de ruido generado por el equipo, distinguiéndose tres, según su origen y forma de propagación:

- 1) Aéreo: Es todo ruido que tiene origen en el aire y se propaga a través del mismo (tráfico, conversaciones, radio, etc.)
- 2) Impacto: Este ruido es causado por un golpe en un medio sólido, que se propaga a través de la estructura (caída de objetos, pisadas, arrastre de muebles y equipos)

- 3) Vibración: Es un ruido producido por el movimiento de algún objeto unido directamente a un medio sólido y que se propaga a través de la estructura (motores y máquinas como grupos de presión, ascensores)