LABORATORIO DE HIGIENE AMBIENTAL I

UNIDAD I
REQUISITOS DE UN LABORATORIO DE HIGIENE INDUSTRIAL

SEMANA 1

1. INTRODUCCIÓN

En todas las áreas laborales está presente la posibilidad de tener accidentes, pero el riesgo puede ser aún mayor en contextos en los cuales se manipulen agentes nocivos para la salud y el medio ambiente. La Higiene Ambiental, dentro de la labor de prevención de riesgos, es la dedicada a proteger y promocionar la salud de los trabajadores, la protección del medio ambiente y promover un desarrollo seguro y sustentable de la actividad laboral.

Se sabe que es impracticable reducir lo ocurrencia de accidentes pero si lo es minimizar al máximo el riesgo, mediante acciones preventivas. Por ello es importante que los responsables de la toma de decisiones, los directivos, los propios trabajadores y los profesionales de la salud en el trabajo, comprendan la función básica que desempeña la ***higiene industrial***, cuyo *objetivo es anticiparse, mediante la identificación, evaluación y control de los riesgos que se originan en el lugar de trabajo o en la relación con él*, considerando las repercusiones en la comunidad y el medioambiente.

En ese contexto, el de la prevención y control del riesgo a través de la higiene industrial, las empresas suelen contar con un laboratorio dedicado a la evaluación de riesgos químicos y físicos. El ***laboratorio de Higiene Industrial*** está a cargo de los equipos de medición del riesgo e impacto ambiental. De ahí que todo lo relacionado con la gestión y control de los equipos de medición -adquisición, procedimientos de puesta en marcha y utilización, plan de mantenimiento y calibración, registros- sean de su responsabilidad. Un laboratorio de higiene ambiental bien equipado es de gran importancia, tanto para la correcta ejecución de los ensayos y/o calibraciones, como para la obtención de resultados analíticos con la fiabilidad y la precisión requeridas.

Para iniciar su recorrido en el aprendizaje de los conocimientos básicos que le permitan efectuar diagnósticos acerca de las condiciones de higiene y seguridad en un determinado proceso industrial, **esta semana** se aborda la definición y funciones, la organización, gestión y seguridad de un laboratorio de Higiene Industrial.

Los objetivos de aprendizaje que se trabajarán a lo largo de estas páginas son:

- Establecer los requisitos mínimos que debe cumplir un laboratorio de higiene industrial.
- Conocer la normativa legal vigente en el área de Higiene Ambiental.

Comencemos entonces con las revisiones conceptuales.

2. REQUISITOS DE UN LABORATORIO INDUSTRIAL

2.1. Origen del Higiene Industrial.

Los efectos que ciertos trabajos ejercen sobre la salud de las personas son conocidos desde la antigüedad. Existen antecedentes que corroboran que ya en el siglo IV A.C. Hipócrates y Galeno describieron las enfermedades que aquejaban a los mineros del Plomo. Sin embargo, recién en el siglo XVII Bernardino Ramazzinni[1] crea la medicina del trabajo, introduciendo por primera vez el término de "Higiene" en su obra "De morbis Artificium Diatriba", en la cual describe detalladamente los riesgos de 54 profesiones distintas. A partir de este momento se suceden numerosos estudios sobre esta materia, más por curiosidad científica que por un espíritu preventivo debido fundamentalmente a que la sociedad en este tiempo es fundamentalmente agrícola.

La revolución industrial del Siglo XIX trajo como consecuencia un incremento en el número de víctimas tanto por accidentes de trabajo como por enfermedades profesionales. Las protestas de los trabajadores obligaron a promulgar las primeras disposiciones legales sobre prevención de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales. Pese a ello, como disciplina, la Higiene y Seguridad Industrial aún no es considerada con el nivel de profundidad que requiere el desarrollo industrial moderno. Así lo plantea Ciro Martínez en su publicación Manual para Prácticas de Laboratorios, Higiene y Seguridad Industrial, al exponer que “la incorporación de novedosas tecnologías, materias primas, herramientas, cambios ambientales en los procesos, han creado nuevos riesgos, que de no ser analizados, mitigados o controlados debidamente, deterioran la salud de los trabajadores y en consecuencia disminuyen la productividad”. (MARTINEZ O, 2009, pág. 9).

La **Higiene Industrial**, es el área de la prevención de riesgos dedicada al *reconocimiento*, *evaluación* y *control* de aquellos factores ambientales o tensiones emanadas o provocadas por el lugar de trabajo y que puede ocasionar enfermedades, destruir la salud y el bienestar o crear algún malestar significativo entre los trabajadores o los ciudadanos de la comunidad.

FUENTE: **Asociación Norteamericana de Higiene Industrial. A.I.H.A American Industrial**

[1] Bernardino Ramazzini es considerado en la actualidad como quien iniciara los aportes formales sobre las enfermedades de las diferentes ocupaciones y oficios. Sus estudios de medicina laboral datan del 1700, tanto en sus aspectos curativos como preventivos. Sin embargo, su larga vida le permitió acercarse a otros temas de medicina, ciencia, filosofía y literatura, situándose como un digno representante

En el contexto nacional la situación no ocurrió de manera muy distinta. Recién en 1968 se promulgó la **Ley Nº 16.744**, que establece Normas sobre Accidentes del Trabajo y Enfermedades Profesionales y el **Decreto Supremo Nº 594**, que aprobó el Reglamento sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo, fue publicado en el Diario Oficial el 29 de Abril de 2000, retomando y actualizando lo especificado en variados documentos legales vigentes como el **Código Sanitario**, (1967); la ley N° 16.744; el decreto ley N° 2.763 (1979); los decretos supremos N° 18 y N° 173 (1982); N° 48 y N° 133 (1984) y N° 3 (1985), todos del Ministerio de Salud.

2.2. Definición y funciones de un laboratorio de higiene industrial.

Un laboratorio de Higiene Industrial, como definición, es un lugar físico en donde podemos simular distintas situaciones en las cuales el trabajador podría verse afectado en su salud y seguridad por algún agente de riesgo físico, químico o biológico. El objetivo es recrear en un contexto controlado los riesgos que pueden afectar a los trabajadores, para realizar mediciones con instrumentos especializados que permitan analizar y evaluar los resultados y a partir de ello entregar medidas de prevención y/o control, para que los trabajadores expuestos a situaciones reales disminuyan y/o eliminen la posibilidad de verse afectados en su salud, durante su vida laboral.

La función de un laboratorio de Higiene Industrial (LHI) es la realización de estudios que permitan obtener resultados ciertos, sean de tipo ambiental o biológico, que vayan en relación directa con la salud de los trabajadores, garantizando un nivel de calidad de sus análisis mediante la aplicación de las Normas ISO.

> Antes de la existencia de las Normas ISO, cada laboratorio intentaba, de diversas formas realizar control de calidad de sus análisis. Los procedimientos para ello variaban considerablemente entre uno y otro laboratorio.
> La aplicación de Normas ISO-9000, a partir de 1987, permitió homologar la calidad de los productos y servicios a estándares internacionales.

Las Normas ISO, en términos generales avalan, a nivel global, la calidad y seguridad de los resultados obtenidos o los procedimientos adoptados en diversas áreas del quehacer productivo. Se trata de una organización internacional, no gubernamental, reconocida por las Naciones Unidas e integrada por más de 90 países, entre los cuales se encuentra Chile, representado por el Instituto Nacional de Normalización, INN (LibroDar Servicios, 2014)
.

2.3. Organización y gestión de un laboratorio de higiene industrial.

Dado que en la actualidad la fiabilidad de los laboratorios de Higiene Industrial se valida mediante estándares internacionales, tanto su organización como gestión deben responder a dichos sistemas de calidad. Esto es especialmente importante si se trata de laboratorios dedicados a la evaluación de riesgos químicos y físicos. Tanto los procedimientos como los equipos utilizados en cada procedimiento deben responder a los parámetros establecidos en las Normas locales e internacionales vigentes.

Los sistemas de gestión de Laboratorios de Higiene Industrial que aplican la ISO deben llevar a cabo un control de los diferentes procesos que se ejecutan en la organización, desde el momento en el que se reciben las muestras hasta que se obtienen los resultados finales. Esta norma define algunos conceptos y parámetros que son necesarios tener internalizados al momento de la ejecución de los procedimientos de investigación. Revisemos éstas parametrizaciones.

- Laboratorios de primera parte: Son aquellos laboratorios industriales, en los que sus principales clientes son fabricantes de productos y que utilizan los servicios ofrecidos por el laboratorio para controlar la calidad de los productos fabricados (ISOTools Excelence, 2014).
- Laboratorios de segunda parte: Son los propios laboratorios de las organizaciones, los cuales usan para garantizar que los productos cumplan los requisitos reguladores que establece la organización (ISOTools Excelence, 2014).
- Laboratorios de tercera parte: Se trata de laboratorios independientes que ofrecen servicios al público y son responsables de ejecutar los ensayos y calibraciones adecuadamente (ISOTools Excelence, 2014).

En cualquiera de estos laboratorios se debe contar con equipamiento adecuado, calibrado y certificado en cuanto a su construcción y operatividad. Entendamos que los **equipos de medición directa e indirecta** son *los utilizados para obtener los resultados de las mediciones que emite el laboratorio siguiendo los procedimientos de medida o ensayo.* Estos equipos son, por ejemplo, calibradores y medidores de caudal, pipetas, material volumétrico, termómetros, manómetros, luxómetros, dosímetros de ruido, sonómetros, medidores de concentración de CO y CO2, entre otros.

En la manipulación de equipos de medición es necesario el chequeo permanente de las condiciones de los mismos. Para ello el operador debe fijarse en:

- **Calibración:** refiere a las operaciones que establecen, en condiciones especificadas, la relación entre los valores de una magnitud indicados por un instrumento de medida o un sistema de medida, o los valores representados por una medida materializada o por un material de referencia, y los valores correspondientes de esa magnitud realizados por los patrones.

  La calibración permite la estimación de los errores de indicación del instrumento o sistema de medida; también la asignación de valores a las marcas de escalas arbitrarias. El resultado puede registrarse en un "certificado de calibración" o "informe de calibración", y se expresa como

una corrección o como un "factor de calibración" o como "curva de calibración".

- **Mantenimiento:** es el conjunto de operaciones que permiten que un equipo o sistema de medida esté en perfectas condiciones de uso. El mantenimiento de los equipos puede ser correctivo, es decir, para corregir fallas y desperfectos; o preventivo, para prevenir la ocurrencia de fallas, el deterioro o avería del equipo o sus partes o un mal funcionamiento del mismo.

- **Verificación**: es el procedimiento que permite confirmar, mediante examinación y recogida de evidencias, de que los requisitos especificados se han alcanzado. Es un mecanismo de comprobación que permite contrastar las desviaciones individuales de un instrumento con el máximo error definido en una norma, reglamento o especificación particular. El resultado de las verificaciones proporciona la base para tomar una decisión, ya sea la de volver a poner el equipo en servicio, realizar ajustes, repararlo, ponerlo fuera de servicio o declararlo obsoleto.

Todo laboratorio que aplique un Sistema de Gestión de Calidad (SGC) debe contar con un **Plan de Calibración, mantenimiento y verificación,** que contiene los procedimientos que la Norma exige, considerando tanto la prevención como la calibración y verificación de la operatividad de los equipos.

2.3.1. Gestión de un Laboratorio de Higiene Industrial.

Un **Sistema de Gestión de Calidad** (**SGC**) es una estructura organizativa que aplica a cualquier área de trabajo, pues se fundamenta en un conjunto de procedimientos documentados referidos a quehaceres técnicos y gerenciales, con la finalidad de guiar las acciones de la fuerza de trabajo, la maquinaria o equipos, y la información de la organización de manera práctica y coordinada y que asegure la satisfacción del cliente, bajos costos y calidad.

Aplicar un **SGC** a un laboratorio implica contar con política, objetivos procedimientos, responsabilidades, registros y otros aspectos relacionados con los equipos de medición claramente definidos en cuanto a su utilización y medición. En otras palabras, el manual de calidad y los documentos relacionados con la calidad (procedimientos de los equipos) deben incluir las disposiciones o instrucciones oportunas para el control, calibración, verificación y mantenimiento de los equipos.

Los procedimientos que en un laboratorio de Higiene Industrial aparecen como críticos y por tanto de mayor cuidado respecto al cumplimiento de estándares de calidad son la adquisición y recepción de los equipos; el inventario y la etiquetación de los mismos; las fichas/registro; los procedimientos de puesta en marcha, mantenimiento y verificación; la implantación y aplicación del plan de mantenimiento y calibración o verificación

de los equipos que, dada su importancia y trascendencia. Revisemos en particular qué procedimientos se siguen en cada una de estas etapas.

- **Adquisición de equipos**: remite al proceso de selección y adquisición de los equipos de medición. Para cumplir con la Norma, el laboratorio debe disponer de una política para la compra de estos instrumento, considerando:
  - Las especificaciones de las características necesarias, de acuerdo con los requisitos de tolerancias e incertidumbres.
  - El registro de proveedores, los cuales deben estar previamente seleccionados y evaluados según estándares locales y/o internacionales
  - Los requisitos solicitados al proveedor, tales como: documentación, certificado de calibración o verificación, período de garantía, período de entrega. Cuando se adquieren equipos nuevos, corresponde exigir al fabricante o distribuidor el Manual de Instrucciones del equipo en español.
  - El análisis de las ofertas frente a las especificaciones y selección de los equipos. Se recomienda mantener registro de todas las actividades, de compra de equipos y materiales.

- **Recepción de equipos:** es el procedimiento que debe seguir el/las persona/s que reciban el equipo o material que adquiera el laboratorio. Para estructurar el procedimiento, acorde a criterios de calidad debe considerar:
  - Revisar que el equipo/ materiales corresponden con las características y especificaciones del pedido o solicitud de adquisición y que esté acompañado de la documentación adecuada y completa (manuales, certificados de calibración o conformidad, si son necesarios).
  - Revisar que los equipos recibidos no han sufrido ningún daño y funcionan correctamente. Este paso es clave antes de permitir la utilización o puesta en servicio de los equipos.
  - Verificar y calibrar los equipos, cuando sea necesario, cumpliendo con las especificaciones requeridas. Es necesario mantener un registro de las medidas adoptadas para comprobarlo.
  - Dar de alta los equipos recibidos, una vez que estén disponibles o instalados. El alta implica codificar, etiquetar e inventariar los equipos disponibles del laboratorio.

- **Inventario y codificación de equipos:** es el registro, en base de datos de los equipos disponibles en el laboratorio. En el inventario debería constar la fecha de su elaboración y, como mínimo, el código del equipo, la denominación del equipo, la marca, el modelo, el número de serie y la fecha de alta. Esta base de datos debe mantenerse actualizada para lo cual es necesario establecer un procedimiento del control y/o

comunicación de las altas, bajas o traslados que se produzcan a lo largo del tiempo.

El *código del laboratorio* debe identificar al equipo de forma unívoca y permitir relacionarlo con la documentación que se va generando (etiquetas, ficha/ registro, procedimientos de funcionamiento, de mantenimiento y calibración, registros de datos, certificados de calibración, diarios de uso, etc.) y con su historial a lo largo de los años (averías, sustituciones, modificaciones, etc.). Dicho código puede ser, por ejemplo, un código alfanumérico; que posibilite relacionar los diferentes módulos o elementos de un mismo equipo, si los tuviera.

- **Etiqueta identificativa:** complementario al procedimiento de inventario, los equipos de medición deben contar con una *etiqueta de identificación* o sistema de identificación, que incluya, como mínimo:
    - Código
    - Denominación del Equipo
    - Número de serie
    - Fecha de alta

  Esta etiqueta identificativa debe ser de un material lo más resistente posible para evitar que se deteriore con el transcurso del tiempo y debe colocarse en un lugar del equipo bien visible.

- **Fichas/registro de equipos:** en éstas deberían constar al menos el Código del equipo -que figura en el inventario o etiqueta identificativa-; la denominación o nombre del equipo; la marca, el modelo y número de serie; nombre del fabricante; nombre del distribuidor; fecha de compra y puesta en servicio; ubicación; fecha de mantenimiento; historial del equipo.

  El laboratorio debe elaborar y tener actualizados los formatos de fichas/registro de los equipos que figuran en el inventario y de los elementos o módulos del equipo que puedan influir en los ensayos y/o calibraciones que se realizan.

- **Procedimientos de puesta en marcha, mantenimiento, calibración o verificación:** consiste en la descripción detallada de cada uno de los pasos y etapas que han de ser considerados respecto de los equipos existentes en un laboratorio. Es recomendable que incluya una breve descripción del equipo, además de las instrucciones para su puesta en marcha y funcionamiento, acompañada de algún dibujo, esquema o fotografía que facilite la comprensión del procedimiento.

Todas las instrucciones que considere un procedimiento deben indicarse de forma clara y precisa, procurando seguir la secuencia exacta de su aplicación posterior y resaltando, si es necesario, los aspectos claves (con advertencias, observaciones o notas). El procedimiento no debe ser una reproducción integra del manual de instrucciones proporcionado por el fabricante.

Respecto al procedimiento de mantenimiento, el plan de mantenimiento debe cubrir todos los equipos y definir las actividades a realizar junto con la periodicidad de las mismas. Todo lo considerado como mantenimiento debe orientarse a prevenir, o en su caso corregir, fallos, deterioros, averías o un mal funcionamiento de los equipos.

Procedimiento de calibración o verificación: tiene como finalidad asegurar la fiabilidad en la operación de los equipos, considerando un grado de incertidumbre apropiado al rigor que la medición requiera. Como mínimo, los equipos que tengan una influencia directa o indirecta en los resultados de los análisis deben estar sujetos al plan de calibración o verificación. Un plan de calibración y verificación debe tener definido:

- Qué equipos se calibran o verifican.
- Quién realiza estas operaciones (calibración o verificación interna en el propio laboratorio, o mediante un servicio externo contratado o centro acreditado),
- La periodicidad o frecuencia (mensual, trimestral, semestral, anual, etc.),
- Las actividades a realizar (parámetros a calibrar, comprobaciones o verificaciones) y los procedimientos a aplicar (instrucciones escritas o protocolos de actuación del servicio externo).

Conviene diferenciar las calibraciones o verificaciones, periódicas o programadas, dadas las distintas características operativas de los equipos. Las calibraciones o verificaciones de los equipos efectuados deben quedar documentadas, anotándose como mínimo, fecha, operador, condiciones ambientales, observaciones, controles o verificaciones efectuados, datos y resultados obtenidos en un diario o ficha/registro de calibración del equipo.

Los equipos integrados dentro del plan de calibración o verificación deben disponer de una etiqueta en la que conste la calibración/verificación realizada, e indique, por ejemplo, la:

- Identificación del equipo (código, denominación, modelo y nº de serie)
- Fecha de la calibración/verificación
- Fecha próxima calibración/verificación
- Referencia de la calibración/verificación

Si en el procedimiento de calibración o verificación se determina que el equipo presenta resultados defectuosos en las operaciones o es visible una avería, corresponde ponerlo fuera de servicio, retirarlo a un lugar específico y/o señalizarse claramente mediante un cartel, o etiqueta, preferentemente de color rojo, su inoperatividad. Este cartel debe mantenerse hasta que el equipo ha sido reparado y reconocido como apto para realizar su función satisfactoriamente, mediante una calibración, verificación o ensayo.

2.4. Seguridad e higiene en los laboratorios.

Todo lo hasta aquí revisado permite prever que al interior de un laboratorio los quipos disponibles operen correctamente, de acuerdo a Normas de Calidad y cumpliendo con los estándares de un Sistema de Gestión de Calidad. Sin embargo, ello no garantiza que no exista la posibilidad de que ocurra un accidente. **El personal es el factor más importante para evitar que los accidentes ocurran o las enfermedades de trabajo se presenten.** En cualquier lugar de trabajo el factor que con mayor frecuencia provoca accidentes es el humano; personas con poco conocimiento o inexpertos son las que la mayoría de las veces sufren accidentes, producto, por ejemplo, del no uso de zapatos, mascarillas u otros elementos de seguridad.

El trabajo en áreas de riesgo, como un laboratorio requiere un grado de conciencia profundo en cada trabajador; que se refleja en la actitud positiva que se observe respecto a la disciplina de trabajo. El encargado del laboratorio, cada integrante, así como los visitantes, deben tener un rol observador respecto las formas de manipulación de equipos y materiales, advirtiendo a quien corresponda de acciones o condiciones que pudieran genera accidentes. Deben tener actitud entusiasta, comprometida y actuar con sentido común.

Existen algunos aspectos importantes que no pueden pasarse por alto, como el conocimiento del trabajo que se realiza; los riesgos a que está expuesto; las inspecciones que se deben realizar al laboratorio y la capacidad del personal para prevenir accidentes y los conocimientos de primeros auxilios.

Además de la conducta de los trabajadores es necesario considerar otros aspectos como el orden y aseo de los recintos lo cual evita la acumulación de materiales y residuos que pueden provocar accidentes o enfermedades ocupacionales. Algunas consideraciones generales que contribuyen a mantener el aseo de un laboratorio son tener pisos y revestimientos de muros deben lisos, impermeables y lavables; y contar con mobiliario de material lavable e incombustible.

Otras normas generales, vinculadas con la acción de los trabajadores de un laboratorio se detallan en el siguiente cuadro.

Reglas de higiene y seguridad en el laboratorio:

- El trabajo de laboratorio debe tomarse enserio.
- Usar cotona y/o delantal de algodón preferente, porque de otro material arde con facilidad.
- Usar mascarilla para trabajar con sustancias toxicas, volátiles para evitar intoxicaciones por inhalación.
- Usar gafas, lentes o careta para proteger la cara y los ojos.
- Usar zapatos de seguridad.
- No fumar.
- No probar los reactivos.
- No jugar, caminar, no correr en el laboratorio para evitar accidentes.
- Trabajar con el pelo recogido.
- Evitar las visitas por que distraen.
- Evitar realizar trabajos ajenos al laboratorio.
- No trabajar solo.
- Conocer donde esta las salidas de emergencia.
- Conocer dónde está el equipo de seguridad.
- El lugar de trabajo debe estar organizado y limpio.
- Registrar todos los sucesos del experimento, aun los accidentes que hayan ocurrido.
- Evitar mezclar reactivos solo por curiosidad.
- Conocer los riesgos que implica el equipo y las sustancias químicas con que se trabaja.
- Cuando se trabaja con sustancias químicas, evite tocar ojos y cara hasta después de haberse lavado las manos.

La señalética cumple un rol importante en la prevención de riesgos dentro del laboratorio. Los recintos deben contar con letreros e indicaciones que identifiquen los riesgos de materiales a lo que se exponen los trabajadores.

A continuación se presentan las simbologías que se utilizan para advertir riesgos y uso de implementos de seguridad. Según los acuerdos internacionales las **señales de advertencia** estos símbolos deben tener forma triangular, con un pictograma negro sobre fondo amarillo (el amarillo deberá cubrir como mínimo el 50% de la superficie de la señal) y bordes negro -para el caso de señales de advertencia-; fondo color naranja -en señal sobre "materias nocivas o irritantes"-.

Materias Inflamables

Materias Explosivas

Materias Tóxicas

Materias Corrosivas

Materias Radioactivas

Materias Suspendidas

Vehículos de Mantenimiento

Riego Eléctrico

Peligro en General

Radiación Láser

Materias Comburentes

Radiaciones No Ionizantes

Campo Magnético Intenso

Riesgo de Tropiezo

Caída a Diferente Nivel

Riesgo Biológico

Baja Temperatura

Materia Nocivas o Irritantes

En el caso de señalética referida al uso de equipamiento de seguridad, tienen forma redonda y pictograma blanco sobre fondo azul, debiendo este último cubrir como mínimo el 50% de la superficie de la señal.

Protección Obligatoria de la Vista

Protección Obligatoria de la Cabeza

Protección Obligatoria del Oído

Protección Obligatoria de la Vías Respiratorias

Protección Obligatoria de los Pies

Protección Obligatoria de las Manos

Protección Obligatoria del Cuerpo

Protección Obligatoria de la Cara

Protección Individual Obligatoria Contra Caídas

Vía Obligatoria para Personas

Obligación General (acompañada, si procede, de una señal adicional)

Bibliografía:

Curso de Higiene Industrial, evaluación de agentes químicos, Javier Lorenzo Gracia.

Martínez O, 2009, pág. 9.

Asociación Norteamericana de Higiene Industrial. A.I.H.A American Industrial Hygienst Assiciation.

NTP 582: Gestión de los equipos de medición en un laboratorio de higiene industrial año 2001. (http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/501a600/ntp_582.pdf)

LABORATORIO DE HIGIENE INDUSTRIAL I

IPLACEX
TECNOLÓGICO NACIONAL

UNIDAD II
EVALUACIÓN DE RIESGOS

SEMANA 2

INTRODUCCIÓN

En todo ambiente laboral los trabajadores están expuestos a una serie de riesgos. La forma de evitarlos es actuando sobre los mismos y para ello resulta indispensable identificarlos, estudiarlos, evaluarlos y construir mecanismos de control y mitigación en cuanto a la ocurrencia de accidentes. Invertir en generar una conducta preventiva, en la promoción de la salud de los trabajadores y en las mejoras de las condiciones de trabajo, se genera una espiral positiva en la que ganan todos los actores del proceso: gana la empresa pues mejorará su producción; ganan los empleados y los trabajadores porque mejoran sus condiciones de trabajo, su productividad y su salud.

Generar una conducta preventiva ante el riesgo requiere un proceso de capacitación permanente, que permita actualizar los conocimientos y procedimientos sobre prevención en cada una de las áreas laborales que contempla una empresa. Y para estudiar los diferentes tipos de riesgos hay que partir comprendiendo qué se considera un riesgo. En esta tarea nos encontramos con una serie de definiciones que por lo general están recogidas en las leyes y reglamentos que el Estado ha generado para normar la Prevención y ocurrencia de Accidentes laborales. Parte de la conducta segura de los trabajadores debe considerar el conocimiento y comprensión de están normas locales y también aquellas que a nivel internacional aplican a esta actividad.

En las semanas 2 a 4 revisaremos las normativas generales y otras específicas que permiten contextualizar las acciones de prevención en un área de laboratorio. Para ello abordaremos, en este documento temáticas relacionadas con los agentes químicos, físicos y biológicos que son objeto de análisis en un laboratorio de higiene ambiental, para determinar las concentraciones ambientales máximas permisibles y la evaluación y control de la exposición a los mismos. Todo ello en el contexto de entender cómo la Norma vigente establece los máximos establecidos ante la exposición a riesgos ambientales.

1. Normativa relacionada a la prevención de riesgos.

Antes de conocer cuáles son las concentraciones ambientales permitidas a las cuales es posible exponerse a un agente de riesgos en nuestro ambiente laboral es interesante preguntarse algunas cosas: ¿qué es un riesgo?, ¿cómo se establece una situación de riesgo?, ¿cuáles son los límites de acción antes de exponerse a consecuencias irreversibles? ¿qué instrumentos legales definen un riesgo y sus variables?.

Se entiende por **riesgo** **"**la combinación de la probabilidad de que ocurra un suceso o exposición peligrosa y la severidad del daño o deterioro de la salud que puede causar el suceso o exposición**"** (OHSAS 18001)**.** Llevado a la práctica, esto significa que hay un riesgo cuando la variación de alguno de los elementos que intervienen en un procedimiento puede producir un efecto que dañe a las personas, transformándose en pérdida, impacto o consecuencias adversas. Es una medida de potencial de pérdida económica o lesión en términos de la probabilidad de ocurrencia de un evento no deseado junto con la magnitud de las consecuencias.

Existe una diferencia conceptual entre riesgo, peligro e incidente. Por lo mismo, recordemos que:

Peligro es una fuente, situación o acto con potencial para causar daño en términos de daño humano o deterioro de la salud, o una combinación de éstos.

Incidente es un suceso o sucesos relacionados con el trabajo en el cual ocurre o podría haber ocurrido un daño, o deterioro de la salud (sin tener en cuenta la gravedad), o una fatalidad.

Fuente: elaboración propia, con definiciones de ACHS.

La delimitación de un riesgo está definida, en Chile, por la Ley Nº 16744 "Normas Sobre Accidentes Del Trabajo y Enfermedades Profesionales"; que establece derechos y obligaciones, tanto para empresarios como para trabajadores; el Decreto Supremo Nº40 que contiene el reglamento sobre Prevención de Riesgos Profesionales.

Conoceremos los distintos agentes de riesgos que regula nuestra legislación, sus límites permisibles y algunos efectos en la salud.

2. Agentes Químicos

La mayor parte de los procesos que el hombre usa transformar materias primas en productos terminados, poseen el riesgo de lanzar al medio ambiente substancias contaminantes que afectan la salud de las personas, cuyos daños son acumulativos y causan lesiones serias, dependiendo de:

- Concentración del contaminante en el ambiente.
- Tiempo de exposición al contaminante.

Para controlar el riesgo, se debe actuar sobre la concentración o el tiempo de exposición al contaminante o ambos en conjunto.

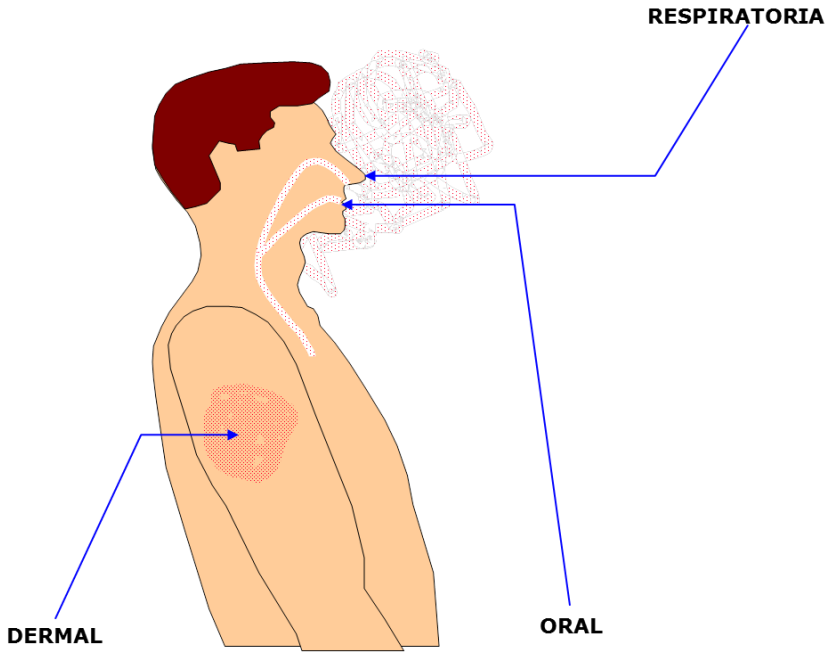
Definiremos contaminante químico como: Toda sustancia orgánica e inorgánica, natural o sintética, que durante su fabricación, manejo, transporte, almacenamiento o uso, puede incorporarse al ambiente en forma de polvo, humo, gas o vapor, con efectos perjudiciales para la salud de las personas que entran en contacto con ella.

Ahora veremos los factores determinantes de la peligrosidad de los contaminantes químicos para el ser humano:

Tóxico: Es toda sustancia que introducida en el organismo puede ocasionar trastornos e incluso la muerte.

Toxicidad: Es la capacidad de una sustancia de producir daños en los seres vivos, a mayor dosis mayor toxicidad.

Vías de ingreso de los contaminantes químicos al organismo.



Existe otra vía de ingreso, es la Parenteral que es a través, de una herida.

En las vías de ingreso al organismo, hay que distinguir entre:

- **Efectos localizados:** Contacto directo con tejidos u órganos con sustancias cáustica, ácidas o alcalinas, irritantes o alérgicas.

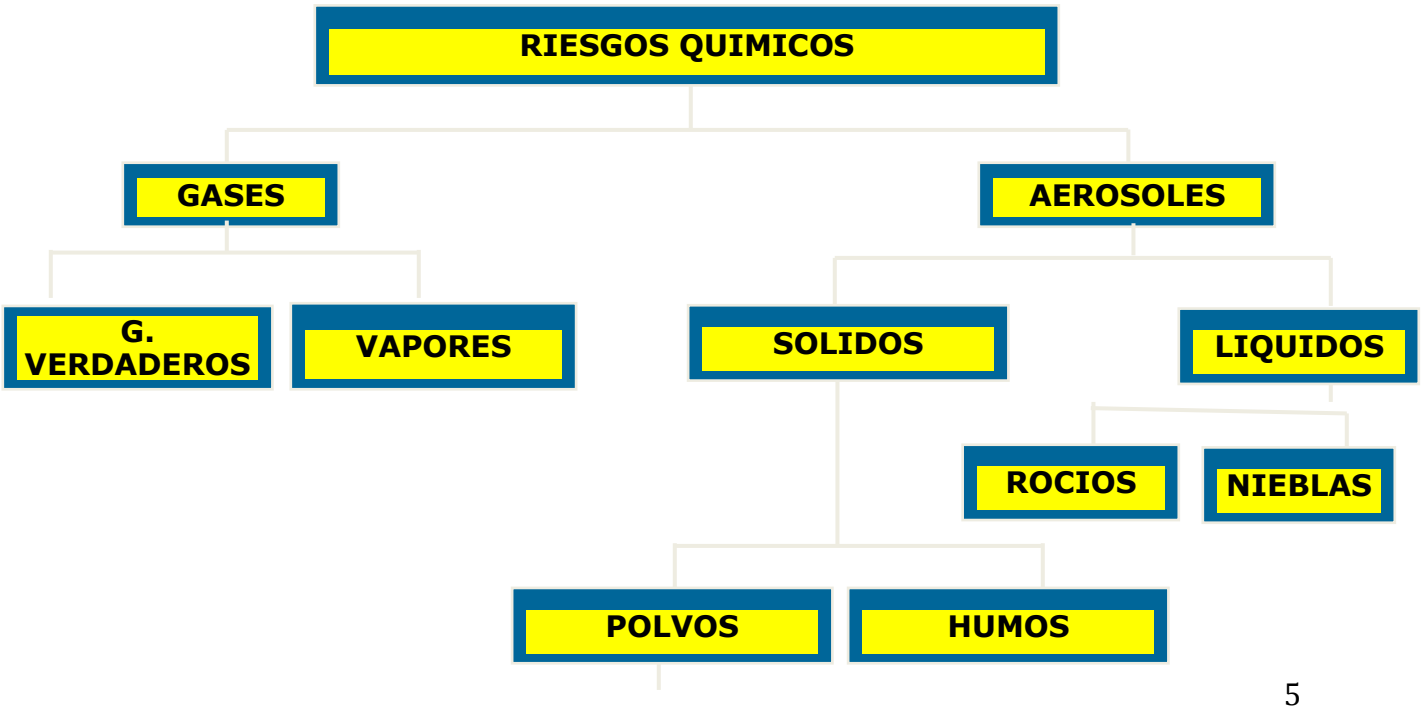
- **Efectos generalizados:** Ingresan al organismo, se reparten y quedan en un lugar especifico, con humos de plomo u otros metales, sílice libre cristalizado o cuarzo.

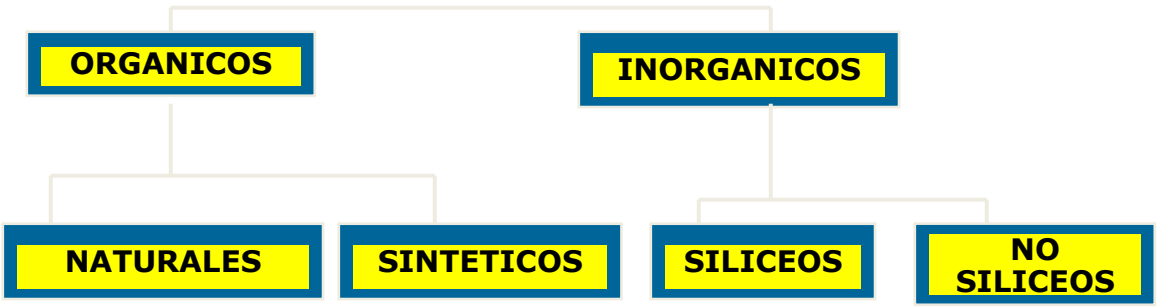
Dosis del contaminante. Concentración a la que el trabajador está sometido durante un tiempo de exposición determinado.

Propiedades físicas y químicas, a mayor reactividad química normalmente mas tóxicos.

Estado fisiológico, acción tóxica favorecida por enfermedad, mala nutrición, tratamientos con fármacos, etc. (susceptibilidad individual).

Ahora veremos los contaminantes químicos según su forma de presentarse en el ambiente:

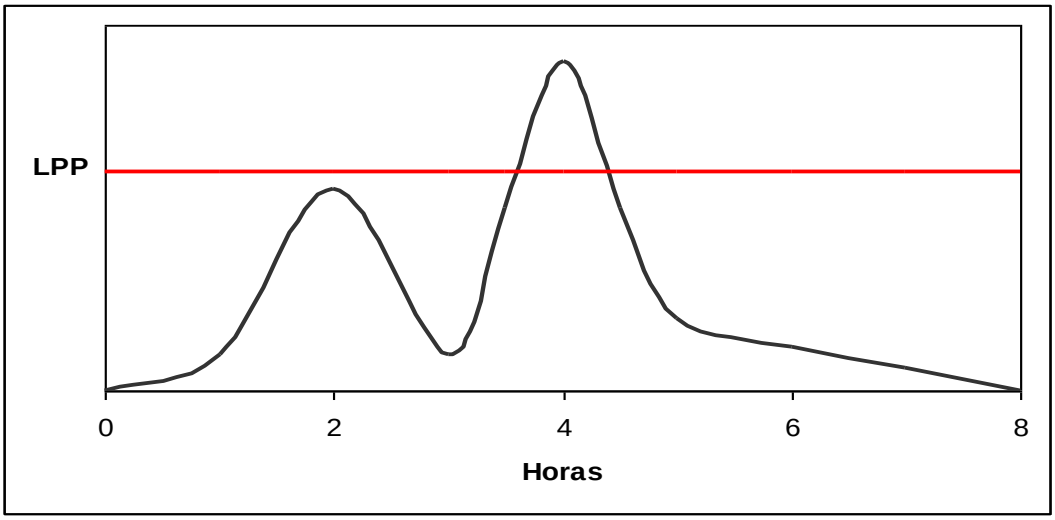




Las sustancias tóxicas pueden provocar cuatro tipos de efectos en el organismo:

Límites permisibles.

El límite permisible se refiere a concentraciones de sustancias o niveles de energía razonables en los cuales los trabajadores pueden estar expuestos durante su jornada laboral de trabajo, sin sufrir molestias ni daños a su salud a lo largo de su vida laboral.



En nuestra legislación específicamente en el D.S Nº 594:

- Establece límites permisibles de exposición ambiental a agentes químicos y físicos, y aquellos límites de tolerancia biológica para trabajadores expuestos a riesgo ocupacional.

- Corresponde a los Servicios de Salud, y en la Región Metropolitana al Servicio de Salud del Ambiente, fiscalizar y controlar su cumplimiento.

- Corresponde a la concentración promedio ponderada de 8 hrs. de exposición.

Al analizar la lista de límites permisibles, puede observarse que es posible clasificar las diversas sustancias en varios grupos de iguales características, a saber:

1.- Sustancia que ejercen acción por acumulación sobre el organismo.

2.- Sustancias que ejercen acción por acumulación y pueden ser absorbidas por la piel.

3.- Sustancias irritantes, narcóticas o capaces de producir efectos irreversibles.

4.- Sustancia incluidas en el grupo anterior, pero que además pueden ser absorbidas por la piel.

5.- Polvos que no contienen sílice libre cristalizada.

6.- Sustancias altamente tóxicas o cancerígenas, se recomienda la prohibición de su uso.

Consecuencias de los agentes químicos.

- Enfermedades ocupacionales del pulmón.
- Daños Musculo esqueléticos.
- Cánceres ocupacionales (diferentes a los pulmonares).
- Enfermedades cardiovasculares.
- Desórdenes de la reproducción.
- Desórdenes neurotóxicos.
- Pérdida de la audición inducida por ruido.
- Condiciones dermatológicas.

- Desórdenes psicológicos.

Algunos ejemplos de los límites permisibles.

SILICE LIBRE CRISTILIZADA. RIESGOS QUIMICOS

CRISTOBALITA
Doblemente Agresiva

PELIGRO Polvo fino < 10 micrones

Enfermedad: SILICOSIS

ASBESTO.

- **Enfermedad: Asbestosis**
- Forma: Fibra (L = 3 ancho)
- Tipo de Fibra: Crisotilo (asbesto blanco)
  Crocidolita (asbesto azul)
  Amosita (asbesto pardo)

En Chile, se prohíbe la producción, importación, distribución, venta y uso de tipo de asbesto y de cualquier material o producto que lo contenga de acuerdo al Reglamente sobre Asbesto de N° 656, publicado en el Diario Oficial del 13 de enero de 2001.

Vapores Óxido de Plomo.

PLOMO.
Riesgo: cualquier Tamaño Inhalable
Enfermedad: saturnismo.

Partículas de Plomo.

Pinturas.

POLVOS ORGANICOS

Riesgos:

- Afecciones bronco pulmonares (algodón).
- Alergias (semillas de plátano oriental).
- Cáncer (alquitrán).
- Efectos en el sistema nervioso (pesticidas).

PESTICIDAS.

- **Clasificación según agentes que controlan :**
  - Raticidas.
  - Herbicidas.
  - Fungicidas.
  - Insecticidas.

Clasificación según su Constitución Química :

- Clorados.
- Fosforados.
- Carbamatos.
- Inorgánicos.
- Etc.

Clasificación según modo de actuar

- Venenos estomacales.
- Fumigantes.
- Repelentes.
- Venenos por contacto.

GASES Y VAPORES.

- Irritantes.
- Asfixiantes.
- Anestésicos.

Después de haber analizado estos ejemplos veremos en detalle los límites permisibles para estas sustancias, las cuales ud. Podrá encontrar el listado completo en Artículos Nº 61 y 66 del decreto supremo Nº 594 "*Aprueba reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo".*

a) Límite Permisible Ponderado:

Valor máximo permitido para el promedio ponderado de las concentraciones ambientales de contaminantes químicos existente en los lugares de trabajo durante la jornada normal de 8 horas diarias, con un total de 48 horas semanales.

b) Límite Permisible Temporal

Valor máximo permitido para el promedio ponderado de las concentraciones ambientales de contaminantes químicos en los lugares de trabajo, medidas en un período de 15 minutos continuos dentro de la jornada de trabajo. Este límite no podrá ser excedido en ningún momento de la jornada.

c) Límite Permisible Absoluto:

Valor máximo permitido para las concentraciones ambientales de contaminantes químicos medida en cualquier momento de la jornada de trabajo.

El Decreto Supremo Nº 594 en su artículo 60, dice que el promedio ponderado de las concentraciones ambientales de contaminantes químicos no deberá superar los límites permisibles ponderados (LPP) establecidos en el artículo 66 del presente Reglamento. Se podrán exceder momentáneamente estos límites, pero en ningún caso superar cinco veces su valor. Con todo, respecto de aquellas sustancias para las cuales se establece además un límite permisible temporal (LPT), tales excesos no podrán superar estos límites.

Tanto los excesos de los límites permisibles ponderados, como la exposición a límites permisibles temporales, no podrán repetirse más de cuatro veces en la jornada diaria, ni más de una vez en una hora.

Los límite permisibles en Chile son para 8 horas de trabajo " ***NO SE HA MODIFICADO LA JORNADA LABORAL PARA ESTA CORRECCIÓN A LAS 45 HORAS SEMANALES"***

Cuando la jornada de trabajo habitual sobrepase las 48 horas semanales, el efecto de la mayor dosis de tóxico que recibe el trabajador unida a la reducción del período de recuperación durante el descanso, se compensará multiplicando los límites permisibles ponderados del artículo 66 por el factor de reducción ''Fj'' que resulte de la aplicación de la fórmula siguiente, en que ''h'' será el número de horas trabajadas semanalmente:

$$Fj = \frac{48}{h} \times \frac{168 - h}{120}$$

Donde:

48: Número de horas de trabajo semanal.
h. Número de horas trabajadas semanalmente.
168: Número de horas semanales.
120: Número de horas de descanso a la semana.

Cuando los lugares de trabajo se encuentran a una altura superior a 1.000 metros sobre el nivel del mar, los límites permisibles absolutos, ponderados y temporales expresados en mg/m3 y en fibras/cc, establecidos en los artículos 61 y 66 del presente reglamento, se deberán multiplicar por el factor ''F**a**'' que resulta de la aplicación de la fórmula siguiente, en que ''P'' será la presión atmosférica local medida en milímetros de mercurio:

$$Fa = \frac{P}{760}$$

Donde:

P: Presión atmosférica local medida en mm/Hg
760: Presión atmosférica a nivel del mar.

Veamos un ejemplo:

En una fábrica de vidrios los trabajadores realizan una jornada laboral de 60 horas a la semana y se encuentran expuestos a Sílice Libre Cristalizada (Cuarzo), cuyo LPP es de 0,08 mg/m3, corrija la jornada para el LPP a 60 horas semanales.

Veamos:

$$Fj = \frac{48}{60} \times \frac{168 - 60}{120} = \mathbf{0,62}$$

Entonces el Factor Jornada es de 0,62, luego multiplicamos este factor por el LPP del cuarzo, quedando el LPP corregido para 60 horas de: **0,62 x 0,08 = 0,0496 mg/m3**

Ahora tomaremos el mismo ejemplo para realizar la corrección por Factor altura.

En una minera ubicada a 3.000 m.s.n.m, cuya presión atmosférica local medida es de 526 mm/Hg, se realizan trabajos de extracción de mineral, los trabajadores se encuentran expuestos a Sílice Libre Cristalizada (cuarzo), cuyo LPP es de 0,08 mg/m3. ¿Cuál es el LPP corregido del cuarzo para esa altura?

Veamos:

$$Fa = \frac{526}{760} = \mathbf{0,69}$$

Entonces el Factor Altura es de 0,69, luego multiplicamos este factor por el LPP del cuarzo, quedando el LPP corregido para 3.000 m.s.n.m de: **0,69 x 0,08 = 0,0552 mg/m3.**

En lugares de trabajo en altura y con jornada mayor de 48 horas semanales se corregirá el límite permisible ponderado multiplicándolo sucesivamente por cada uno de los factores definidos en los artículos 62 y 63, respectivamente. Los límites permisibles temporales y absolutos se ajustarán aplicando solamente el factor ''Fa'' del artículo 63.

RESUMEN.

Si bien el trabajo humano puede acarrear enfermedades ocupacionales, las técnicas reconocidas de salud ocupacional, permiten a los profesionales especializados, reconocer, evaluar y controlar los ambientes del trabajo y prevenir dichas enfermedades.

Las actividades de prevención tienen un costo muy inferior a las consecuencias que representan estos infortunios y su aplicación resulta, por lo tanto, de una clara conveniencia para los trabajadores , los empresarios y toda la comunidad.

Por eso es de vital importancia el conocimiento de los Límites Permisibles establecidos en nuestra legislación, para evitar que los trabajadores adquieran una enfermedad profesional al estar expuestos a concentraciones de contaminantes fuera de los ya establecidos.

Analizamos las consecuencias que pueden tener los trabajadores a una exposición prolongada en su jornada laboral y la corrección correspondiente para el contaminante al cual estuvo expuesto la persona, así como también, la corrección en altura sobre los 1.000 m.s.n.m.

LABORATORIO DE HIGIENE INDUSTRIAL I

UNIDAD II
EVALUACIÓN DE RIESGOS

SEMANA 3

INTRODUCCIÓN

Esta semana seguimos revisando los agentes que pueden afectar la salud de los trabajadores, en sus distintos lugares de trabajo. El objetivo es que usted conozca la normativa vigente en relación a los máximos permitidos para la exposición a ellas; por lo tanto revisaremos las definiciones conceptuales y las leyes, decretos y reglamentos que las regulan.

1. Agentes Físicos

El factor de riesgo físico (peligro físico) se define como aquel factor ambiental que puede provocar efectos adversos a la salud del trabajador, dependiendo de la intensidad, tiempo de exposición y concentración del mismo, cuando interactúan con formas de energía, como ruido, vibraciones, presiones y temperaturas anormales, iluminación deficiente, radiaciones ionizantes y no ionizantes.

Los definiremos como aquellos que representan un intercambio de energía en forma brusca entre el individuo y el ambiente en una proporción o velocidad mayor a la que el organismo es capaz de soportar, lo que puede provocar una enfermedad profesional.

Al final de todo el proceso será necesario realizar un proceso de formación y gestión en la prevención de riesgos laborales. Para poder estudiar los diferentes tipos de riesgos es necesario saber que se considera como:

Los agentes físicos se pueden clasificar en:

- Ruido.
- Vibraciones.
- Presiones Anormales.
- Temperaturas Anormales.
- Radiaciones Ionizantes y No Ionizantes.
- Iluminación.

En esta sesión revisaremos los agentes ruido y vibraciones. Las semanas siguientes se abordarán las temperaturas y presiones anormales; Iluminación y radiaciones.

1.1. Ruido.

No todos los sonidos son ruidos; el ruido es un sonido que no le gusta a la gente, el ruido puedes ser molesto y perjudicar la capacidad de trabajar al ocasionar tensión y perturbar la concentración.

La pérdida de audición es una de las enfermedades profesionales más corrientes. No todos los sonidos son ruido; un ruido es un sonido ***indeseado o desagradable.*** El ruido puede ocasionar tensión e impedir la concentración. Puede provocar problemas crónicos de salud y también ocasionar accidentes al dificultar la comunicación y las señales de alarma.

Una exposición breve a un ruido excesivo puede ocasionar una pérdida temporal de la audición. La exposición al ruido durante un periodo de tiempo más prolongado puede provocar una pérdida permanente de audición. Se puede combatir la exposición a los ruidos en el lugar de trabajo.

¿Qué efectos tiene en la salud la exposición a un ruido excesivo?

Los efectos en la salud de la exposición al ruido dependen del nivel del ruido y de la duración de la exposición. Los principales riesgos que existen en relación a este agente son:

A. Pérdida temporal de audición: al cabo de breve tiempo en un lugar de trabajo ruidoso a veces se nota que no se puede oír muy bien y que le zumban a uno los oídos. Se denomina *desplazamiento temporal del umbral* a esta afección.

B. Pérdida permanente de audición: con el paso del tiempo, después de haber estado expuesto a un ruido excesivo durante demasiado tiempo, los oídos no se recuperan y la pérdida de audición pasa a ser permanente. La pérdida permanente de audición no tiene cura. Este tipo de lesión del sentido del oído puede deberse a una exposición prolongada a ruido elevado o, en algunos casos, a exposiciones breves a ruidos elevadísimos.

Es importante que todos los trabajadores perciban cuanto antes los síntomas de las pérdida de audición.

Además de la pérdida de audición, la exposición al ruido en el lugar de trabajo puede provocar otros problemas de salud crónicos como la disminución de la coordinación y la concentración, lo cual aumenta la posibilidad de que se produzcan accidentes; aumento de la tensión, lo cual puede dar lugar trastornos cardíacos, estomacales crisis nerviosas; insomnio y fatiga. También puede disminuir la productividad y ocasionar porcentajes elevados de ausentismo.

1.1.1. Tipos de ruido

Según nuestra legislación, en la exposición laboral a ruido se distinguirán el *ruido estable*, el *ruido fluctuante* y el *ruido impulsivo*.

Ruido estable, es aquel ruido que presenta fluctuaciones del nivel de presión sonora instantáneo inferiores o iguales a 5 dB(A) lento, durante un período de observación de 1 minuto.

Ruido fluctuante, es aquel ruido que presenta fluctuaciones del nivel de presión sonora instantáneo superiores a 5 dB(A) lento, durante un período de observación de 1 minuto.

La exposición a ruido estable o fluctuante se deberá medir el nivel de presión sonora continuo equivalente (NPSeq o Leq), el que se expresará en decibeles ponderados ''A'', con respuesta lenta, es decir, en dB(A) lento. Deberá ser controlada de modo que para una jornada de 8 horas diarias ningún trabajador podrá estar expuesto a un nivel de presión sonora continuo equivalente superior a 85 dB(A) lento, medidos en la posición del oído del trabajador.

Niveles de presión sonora continua equivalentes, diferentes a 85 dB(A) lento, se permitirán siempre que el tiempo de exposición a ruido del trabajador no exceda los valores indicados en la en nuestra legislación, es decir, el D.S Nº 594.

En la siguiente tabla veremos algunos de los Límites Permisibles para ruido, estable y fluctuante.

NPSeq [dB(A) lento]	Tiempo de exposición por día		
	Horas	Minutos	Segundos
80	24,00		
81	20,16		
82	16,00		
83	12,70		
84	10,08		
85	8,00		
86	6,35		

87	5,04		
88	4,00		
89	3,17		
107		2,97	
108		2,36	
109		1,88	
110		1,49	
111		1,18	
112			56,40
113			44,64
114			35,43
115			29,12

Los valores van de 80 a 115 dB(A) Lento. Siendo 85 dB (A) lento el permitido para 8 Horas de exposición. Estos Límites Permisibles son los máximos sin protección auditiva.

Ahora que ya conocemos el significado de ruido, los efectos que produce y sus límites permisibles, veremos cómo podemos controlar la exposición al ruido para que nuestros trabajadores no se vean expuestos a adquirir una enfermedad profesional.

Cuando la exposición diaria a ruido está compuesta de dos o más períodos de exposición a diferentes niveles de presión sonora continuos equivalentes, deberá considerarse el efecto combinado de aquellos períodos cuyos NPSeq sean iguales o superiores a 80 dB(A) lento. En este caso deberá calcularse la dosis de ruido diaria (D), mediante la siguiente fórmula:

$$D = \frac{Te_1}{Tp_1} + \frac{Te_2}{Tp_2} + \ldots$$

En donde:

Te = Tiempo de exposición a un nivel de presión sonoro.

Tp = Tiempo permitido para un nivel de presión sonoro. (artículo Nº 75 D.S Nº 594)

LA DOSIS DE RUIDO DIARIA MAXIMA PERMISIBLE SERÁ DE 1 (100%)

Ejercicio para para el cálculo de dosis de ruido diaria.

Calcule la dosis de ruido diaria en el siguiente caso: en una empresa de metalmecánica se reparan diferentes tipos de piezas. En el taller trabaja una sola persona que está expuesta a los siguientes niveles de presión sonora continuo equivalente en los tiempos y en las máquinas que se señalan:

MAQUINA	TIEMPO DE EXPOSICIÓN (HORAS)	NP Seq dB (A) lento
Sierra circular	2	82
Lijadora	2	75
Soldadora eléctrica	3	92

Pues veamos, tenemos tres maquinarias que emiten distintos niveles de ruido y como ya sabemos debemos de considerar solamente las fuentes emisoras de ruido que sean iguales o superiores a 80 dB (A). Utilizaremos la fórmula de dosis:

Entonces vamos a calcular la dosis con Sierra Circular y Soldadora Eléctrica. El tiempo de exposición es de 2 y 3 horas respectivamente, el tiempo permitido lo buscaremos en el artículo Nº 75 del D.S Nº 594.

Para la sierra circular que está emitiendo 82 dB(A) lento, su tiempo permitido es de 16 Horas y para la soldadora eléctrica que emite 92 dB(A) lento, su tiempo permitido es de 1,59 Horas.

Apliquemos la fórmula:

$$D = \frac{2}{16} + \frac{3}{1{,}59} = \mathbf{2{,}01}$$

La dosis diaria es de **2,01** lo que nos indica, que el trabajador está expuesto a ***RUIDO*** con posibilidades de adquirir una enfermedad profesional, si no se aplican las medidas de control inmediato.

Por otra parte, en ningún caso se permitirá que trabajadores carentes de protección auditiva personal estén expuestos a niveles de presión sonora continuos equivalentes superiores a 115 dB(A) lento, cualquiera sea el tipo de trabajo.

"ESTE CALCULO DE DOSIS SE REALIZA PARA RUIDO ESTABLE Y FLUCTUANTE"

Ruido impulsivo, es aquel ruido que presenta impulsos de energía acústica de duración inferior a 1 segundo a intervalos superiores a 1 segundo. En la exposición a ruido impulsivo se deberá medir el nivel de presión sonora peak (NPS peak), expresado en decibeles ponderados "C", es decir, dB(C)Peak.

La exposición ocupacional a ruido impulsivo deberá ser controlada de modo que para una jornada de 8 horas diarias ningún trabajador podrá estar expuesto a un nivel de presión sonora peak superior a 95 dB(C)Peak, medidos en la posición del oído del trabajador.

Niveles de presión sonora peak diferentes a 95 dB(C) Peak, se permitirán siempre que el tiempo de exposición a ruido del trabajador no exceda los valores indicados en nuestra legislción, d.s nº 594.

En la siguiente tabla veremos algunos de los Límites Permisibles para ruido impulsivo.

NPSeq [dB(A) lento]	Tiempo de exposición por día		
	Horas	Minutos	Segundos
90	24,00		
91	20,16		
92	16,00		
93	12,70		
94	10,08		
95	8,00		
96	6,35		
97	5,04		

98	4,00		
99	3,17		
107		30,00	
108		23,80	
109		18,90	
110		15,00	
111		11,90	
122			56,25
123			44,65
124			35,44
140			1,00

Tabla original artículo Nº 80 D.S Nº 594 va de 90 a 140 dB(C) Peak.

Siendo 95 dB (C) Peak el permitido para 8 Horas de exposición. Estos Límites Permisibles son los máximos sin protección auditiva.

1.2. Vibraciones.

Cuando el hombre se encuentra en movimiento ya sea por sus propios medios o bien cuando lo hace sobre vehículos, todos sus órganos están sometidos a cierto grado de vibración. Por lo general no se genera daño, ya sea por los mecanismos de atenuación que poseemos o bien porque el nivel de las vibraciones son lo suficientemente bajos para no producirnos daños.

Pero cuando las vibraciones superan ciertos límites, como muchas veces ocurre en ciertos puestos de trabajo, éstas pueden ser muy peligrosas tanto para el hombre como para las máquinas e instalaciones. En la industria frecuentemente las vibraciones son también la causa del ruido y no es inusual que el problema deba tratarse en forma conjunta. ***(http://www.noticias-librodar.com.ar)***

Definiremos vibración como el movimiento oscilatorio de las partículas de los cuerpos sólidos. En la exposición a vibraciones se distinguirá la exposición segmentaria del componente mano – brazo o exposición del segmento mano – brazo y la exposición de cuerpo entero o exposición global.

La **transmisión de vibraciones al sistema mano-brazo** puede dar a una serie de trastornos neuro-vasculares, conocidos en conjunto como “síndrome de vibración en mano-brazo”, “síndrome de dedo blanco”, o *enfermedad de Raynaud*, caracterizada en sus etapas iniciales por un entumecimiento de los dedos, pérdida de sensación de control, y porque los dedos se vuelven pálidos.

Las **vibraciones que afectan al cuerpo completo**, pueden tener efectos perniciosos sobre la columna vertebral, provocando o agravando lesiones de los discos intervertebrales, lumbalgias, pinzamientos, lumbociáticas y lesiones raquídeas menores. ¿Que tipos de dispositivos o tareas generan un riesgo por exposición a vibraciones?

Este riesgo lo generan máquinas motorizadas que pueden llegar a transmitir al cuerpo del operador que las maneja vibraciones de cierto nivel. Afectarán más al operador, específicamente los siguientes tipos de máquinas:

1. Máquinas o herramientas portátiles motorizadas (eléctricas o neumáticas).
2. Máquinas motorizadas que se lleven y/o guíen manualmente.
3. Máquinas móviles conducidas por un operador que se sienta sobre la máquina o permanece de pie sobre la misma.

1.2.1. El efecto de las vibraciones sobre el cuerpo humano:

Las vibraciones, generadas por equipos o máquinas utilizados a menudo en el ámbito laboral, generan consecuencias significativas sobre el cuerpo humano. Cuáles son estos efectos, y cómo se determina la importancia del impacto, se resumen a continuación:

Muchos equipos o máquinas que se utilizan para desarrollar tareas laborales generan vibraciones como una consecuencia directa de su funcionamiento. Pensemos en la operación de grandes máquinas viales, tractores, o, en el caso de la construcción, las herramientas del tipo de los martillos neumáticos, cuyo principio de funcionamiento requiere de la presencia inexorable de las vibraciones y los choques. A pesar de que se conocen efectos adversos de las vibraciones sobre el cuerpo humano desde varias decenas de años atrás, ha sido reciente objeto de estudio en nuestro país, a partir de su inclusión en nuestra legislación.

Como una forma de marcar la necesidad de considerar los efectos de este fenómeno sobre el cuerpo de las personas, digamos que cada órgano del cuerpo humano puede considerarse en sí mismo como un sistema mecánico independiente con sus propias características de elasticidad, masa y amortiguamiento. Esto define distintas frecuencias naturales para cada órgano o grupo de órganos. La “frecuencia natural” de un sistema mecánico es aquella en la que es posible producir vibraciones de grandes amplitudes con poco aporte

externo de energía al sistema. De esta manera, un sistema mecánico presenta en esa “frecuencia natural”, que es característica del propio sistema, una baja oposición a ponerse en movimiento.

Un ejemplo clásico de los efectos de las vibraciones sobre el cuerpo humano, es la aparición de náuseas, en algunas personas, al subir a un barco que se mueve con frecuencias naturales de valores aproximados a las del estómago. La excitación que produce el movimiento impuesto por el buque genera este tipo de situaciones no deseadas.

Federico Miyara, investigador de la Universidad Nacional de Rosario, afirma que “cuando las superficies vibrantes entran en contacto con el cuerpo humano o alguna de sus partes (cabeza, espalda, nalgas, extremidades, manos) se produce una agresión mecánica cuyos efectos pueden ser la incomodidad, la reducción de la eficiencia o inclusive lesiones o estados patológicos. Estos efectos se deben en general a la aparición de fuerzas oscilantes que son contrarrestadas físicamente por tres mecanismos:

1. La tensión muscular
2. La compresión de los tejidos
3. La aceleración de las masas de tejido, produciendo un estrés articulatorio”

Para el caso de las vibraciones que afectan a todo el cuerpo, en otro artículo se expone: “no se conocen demasiado aún las secuelas, pero algunos estudios indican que con la exposición prolongada aparecen:

- En columna vertebral: Lumbalgias, espondilitis, osteocondilitis intervertebral, calcificación de discos, etc.
- Aparato digestivo: Hemorroides, enfermedades gástricas.
- Aparato urogenital: Prostatitis, hematuria
- Visión: Pérdida de agudeza visual.
- Comportamiento: Retardo en el tiempo de reacción, menor habilitad manual, irritación nerviosa.”
  (http://www.frbb.utn.edu.ar/utec/utec/29/n3.html)

1.2.2. Exposición Cuerpo Entero.

En la exposición a vibraciones globales o de cuerpo entero, la aceleración vibratoria recibida por el individuo deberá ser medida en la dirección apropiada de un sistema de coordenadas ortogonales tomando como punto de referencia el corazón, considerando, los siguientes ejes como se muestra en la fig. 1.

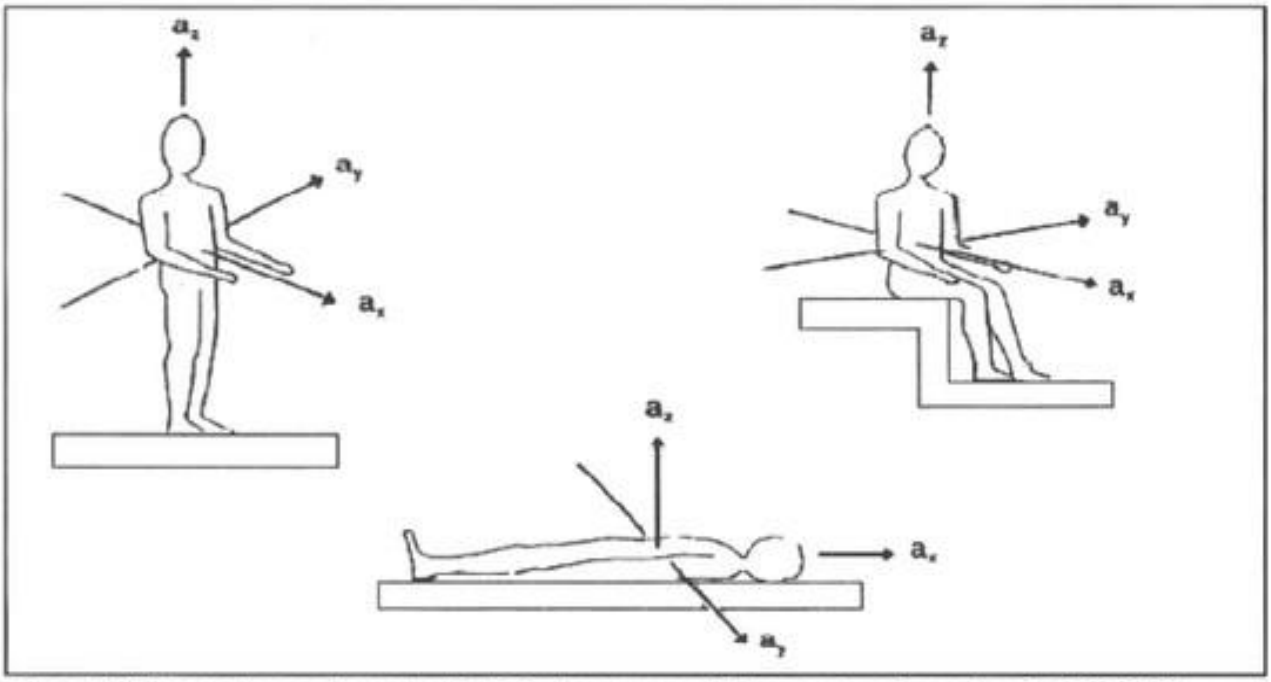


Figura 1: Sistema de coordenadas biodinámicas para medir las aceleraciones (según ISO 2631). a_x, a_y, a_z: aceleración en la dirección de los ejes: x, y, z; Eje x: dirección espalda - pecho.;Eje y: dirección derecha izquierda; Eje z: dirección pies - cabeza.

Eje Z (az) De los pies a la cabeza
Eje X (ax) De la espalda al pecho
Eje Y (ay) De derecha a izquierda

Según nuestra legislación los límites permisibles para la aceleración equivalente ponderada en frecuencia (Aeq) máxima permitida para una jornada de 8 horas por cada eje de medición, será la que se indica en la siguiente tabla:**1**

Eje de Medición	Aeq Máxima Permitida [m/s2]
z	0,63
x	0,45
y	0,45

Tabla 1.

Las aceleraciones equivalentes ponderadas en frecuencia diferentes a las establecidas en el artículo 87, del D.S Nº 594 se permitirán siempre y cuando el tiempo de exposición no exceda los valores indicados en la siguiente tabla:

Tiempo de Exposición (horas)	Aeq. Máxima Permitida (m/s2)		
	Z	X	Y
12	0,50	0,35	0,35
11	0,53	0,38	0,38
10	0,56	0,39	0,39
9	0,59	0,42	0,42
8	0,63	0,45	0,45
7	0,70	0,50	0,50
6	0,78	0,54	0,54
5	0,90	0,61	0,61
4	1,06	0,71	0,71
3	1,27	0,88	0,88
2	1,61	1,25	1,25
1	2,36	1,70	1,70
0,5	3,30	2,31	2,31

Cuando en una medición de la exposición a vibraciones de cuerpo entero los valores de Aeq para cada eje no superan los límites establecidos en el artículo 88, se deberá evaluar el riesgo global de la exposición a través de la aceleración equivalente total ponderada en frecuencia (AeqTP). Para tales efectos sólo se considerarán los valores de Aeq similares, entendiéndose *como tales los que alcancen el 60% del mayor valor medido.*

El cálculo de la AeqTP se realizará mediante la siguiente fórmula:

$$AeqTP = \sqrt{(1{,}4 * Aeq\ X)^2 + (1{,}4 * Aeq\ Y)^2 + (Aeq\ Z)^2}$$

Donde:

AeqTP = Aceleración equivalente total ponderada.

Aeqx= Aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje X.

Aeqy= Aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje Y.

Aeqz= Aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje z.

El valor obtenido no deberá superar los límites máximos permitidos para el eje Z establecidos en el artículo 88, establecido en el D.S Nº 594.

Para ejercitar aplicaremos la fórmula al siguiente caso:

Determine el valor de la aceleración equivalente total ponderada en frecuencia (AeqTP) en la sección de prueba de motores, de una empresa donde se evalúa exposición a vibraciones por cuerpo entero y se encuentran los siguientes valores para los ejes respectivos y para un tiempo de exposición real de 7 horas.

Aeqx = 0.48 $\left[m/s^2 \right]$, Aeqy = 0.20 $\left[m/s^2 \right]$, Aeqz = 0.50 $\left[m/s^2 \right]$

Aplicando la fórmula tendremos que, al mayor valor medido debemos extraer el 60%, es decir, el mayor valor medido es Aeq del eje Z, por lo tanto:

0,50 * 0,60 = 0,30, buscamos entre los ejes X e Y cual es similar, *entendiéndose como tales los que alcancen el 60% del mayor valor medido.* Para este ejercicio el valor similar es el eje X, ya que al ser mayor que el 60% calculado se utiliza para la evaluación, al contrario del eje Y que es menor al 60% extraído, lo cual no se considera para el cálculo.

Luego de esto, estamos en condiciones de realizar el cálculo.

$$AeqTP = \sqrt{(1{,}4 * 0{,}48)^2 + (0{,}50)^2}$$

$$AeqTP = \sqrt{(0{,}672)^2 + (0{,}50)^2}$$

$$AeqTP = \sqrt{(0{,}452) + (0{,}25)}$$

$$AeqTP = \sqrt{(0{,}702)}$$ Extraemos raíz cuadrada y nos queda como resultado final.

AeqTP = 0,84 m/s2

Las mediciones de la exposición a vibración se deberán efectuar con un sistema de transducción triaxial, con el fin de registrar con exactitud la aceleración vibratoria generada por la fuente, en la gama de frecuencias de 1 Hz a 80 Hz.

La medición se deberá efectuar en forma simultánea para cada eje coordenada (az, ax y ay), considerándose como magnitud el valor de la aceleración equivalente ponderada en frecuencia (Aeq) expresada en metros por segundo al cuadrado (m/s2).

Este cálculo es para la exposición total ponderada o cuerpo completo

1.2.3. De la Exposición Segmentaria Mano Brazo.

En la exposición segmentaria del componente mano - brazo, la aceleración originada por una herramienta de trabajo vibrátil deberá medirse en tres direcciones ortogonales, en el punto donde la vibración penetra en la mano. Las direcciones serán las que formen el sistema biodinámico de coordenadas o el sistema basicéntrico relacionado, que tenga su origen en la interface entre la mano y la superficie que vibra, considerando:

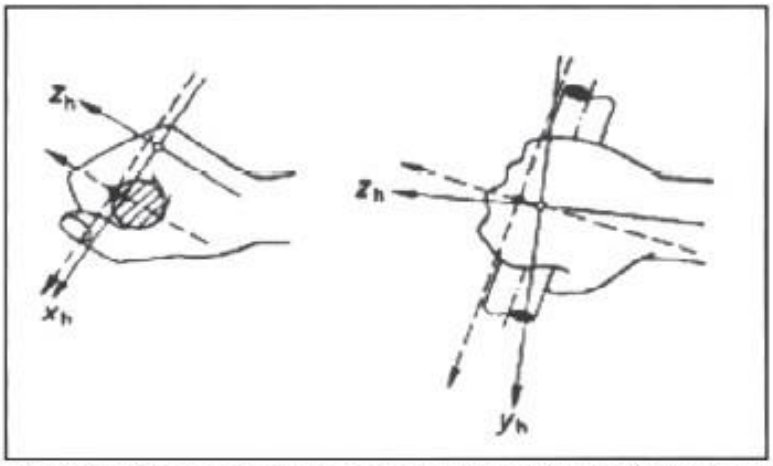


Figura 2: sistema de coordenadas biodinámicas para la medición sistema mano – brazo. Eje Z: Corresponde a la línea longitudinal ósea. Eje X: Corresponde a la línea perpendicular a la palma de la mano. Eje Y: Corresponde a la línea en la dirección de los nudillos de la mano.

Eje Z (Zh) = Corresponde a la línea longitudinal ósea.
Eje X (Xh) = Perpendicular a la palma de la mano.
Eje Y (Yh) = En la dirección de los nudillos de la mano.

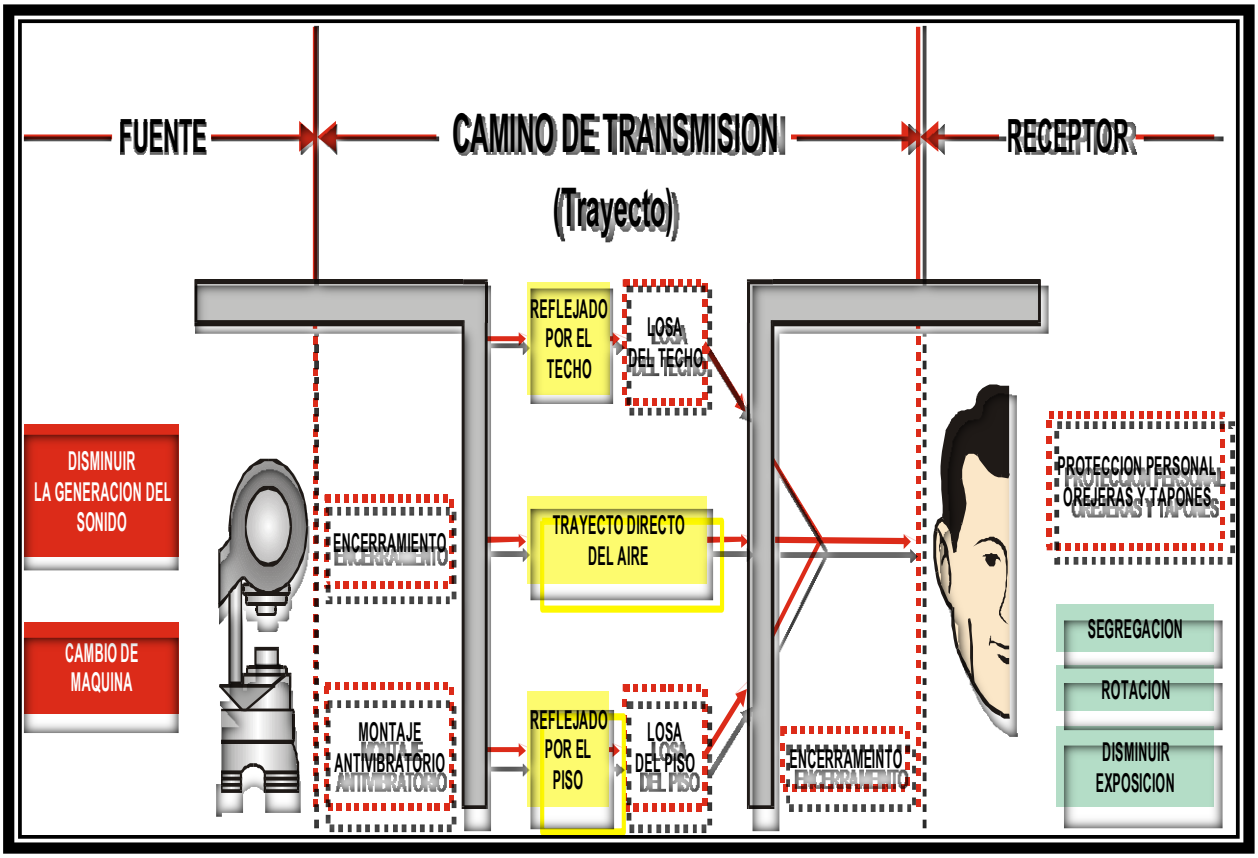
La aceleración equivalente máxima, medida en cualquier eje, constituirá la base para efectuar la evaluación de la exposición a vibraciones del segmento mano - brazo y no deberá sobrepasar los valores establecidos en la siguiente tabla:

Tiempo de Exposición (T) (Horas)	Aceleración Vibratoria Máxima (m/s^2)	(g)*
4 < T 8	4	0,40
2 < T 4	6	0,61
1 < T 2	8	0,81
T 1	12	1,22

RESÚMEN

Como hemos visto en estos dos agentes de riesgos físicos las consecuencias que podrían tener en el trabajador si no se aplican medidas de prevención para mantener los valores establecidos en nuestra legislación.

Para ello se deben aplicar los principios de la higiene industrial, para eso se debe identificar el agente, luego se realiza la evaluación (medición) y luego aplicar medidas de control, ya sea en la fuente, medio de propagación o en el receptor (trabajador). Como se muestra en la siguiente figura.



La próxima semana continuaremos revisando los agentes físicos de temperatura y presiones anormales.

LABORATORIO DE HIGIENE INDUSTRIAL I

IPLACEX
TECNOLÓGICO NACIONAL

UNIDAD II
EVALUACIÓN DE RIESGOS

SEMANA 4

INTRODUCCIÓN

En esta semana revisaremos las normativas generales y otras específicas que permiten contextualizar las acciones de prevención en un área de laboratorio para lo que es ***temperaturas y presiones anormales***. Para ello abordaremos, en este documento temáticas relacionadas con las concentraciones ambientales máximas permisibles y la evaluación y control de la exposición a agentes físicos, todo ello en el contexto de entender cómo la Norma vigente establece los máximos establecidos ante la exposición a riesgos ambientales.

1.1. Temperaturas anormales.

Este fenómeno se refiere a las cambios de temperatura que se operan en el ambiente, que se manifiestan en el aire y en los cuerpos en forma de calor, en una gradación que fluctúa entre dos extremos que, convencionalmente, se denominan: caliente y frío. Los ambientes térmicos requieren un estudio, conocimiento y adecuado tratamiento desde la perspectiva en el campo de la Seguridad e Higiene Industrial, debido a los efectos que altas o bajas temperaturas y la aportación incontrolada de calor pueden provocar en el individuo y en su actividad laboral, dando lugar a riesgos profesionales.

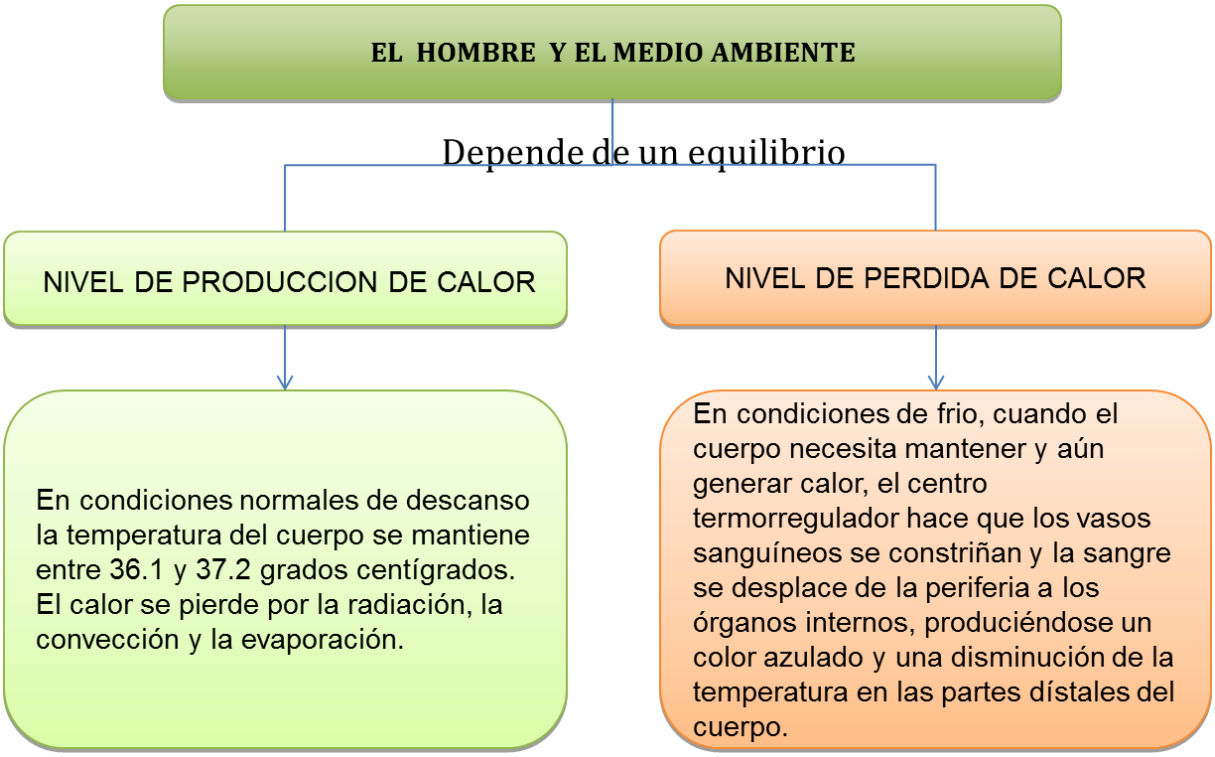
La influencia de ambientes con temperaturas alejadas de las habituales en los locales de trabajo, se aprecia en los índices de productividad, y en la tasa de siniestros y, especialmente, en las consecuencias sobre la salud de las personas.

El ser humano mantiene un equilibrio térmico a través de mecanismos reguladores internos que permiten conservar su temperatura basal en 37ºC con pequeñas variaciones, de 0,5ºC alrededor de este valor, según los individuos. Las alteraciones a esta temperatura provocan trastornos de tipo fisiológico que, mientras no alcance límites superiores a 39ºC o inferiores a 34ºC, no implican trastornos graves a la salud de la persona.

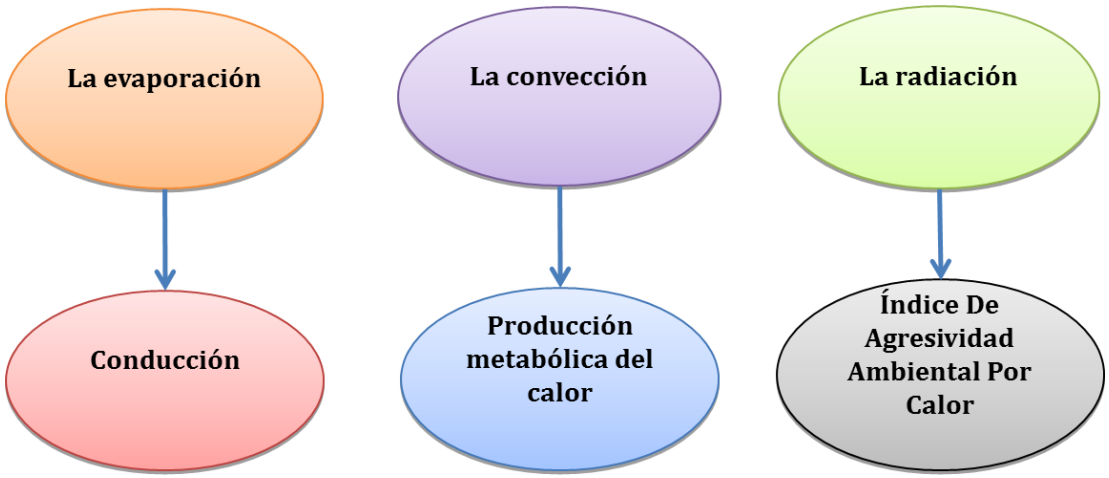
1.1.1. Exposición ocupacional al calor

Se entiende bajo esta denominación la existencia de elementos, fenómenos, ambiente y acciones humanas que encierran una capacidad potencial de producir lesiones, enfermedades, accidentes o daños, y cuya probabilidad de ocurrencia depende de la eliminación y/o control del elemento agresivo.

Se refiere a todos aquellos factores ambientales que dependen de las propiedades físicas de los cuerpos.



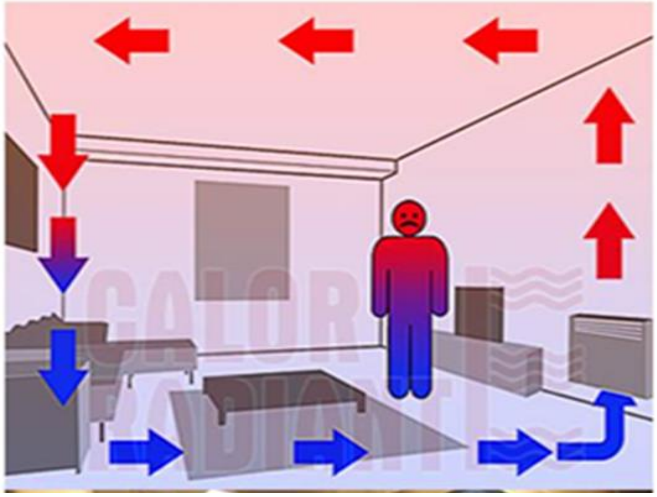
La pérdida de calor o intercambio térmico del hombre y el medio ambiente. El cuerpo humano está constantemente recibiendo o cediendo calor al medio ambiente, a través de diversos mecanismos. Los más importantes son los siguientes:



- **La evaporación.**
  Este es un mecanismo de eliminación de calor, pues el sudor, para evaporarse, toma de la piel con la que está en contacto el calor necesario para el paso del estado líquido al de vapor. Se pierde aprox. el 22% del calor corporal.

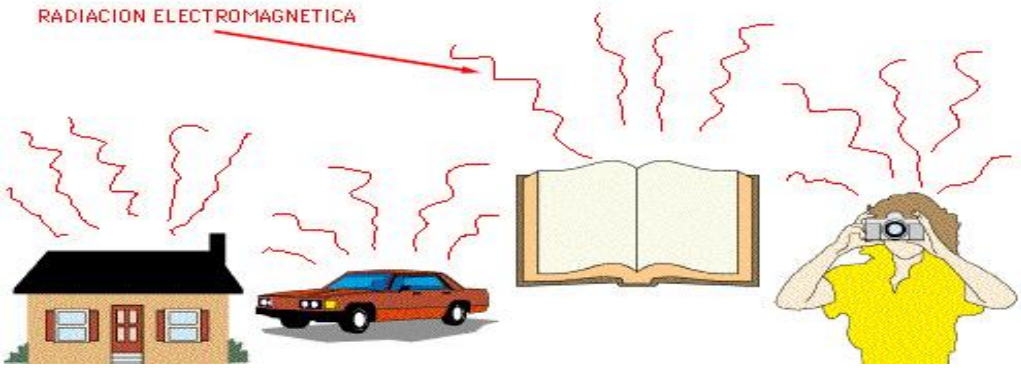
- **La convección.**

  El organismo puede ganar o perder calor por convección que consiste en un mecanismo en virtud del cual la piel recibe o cede calor al aire que la rodea, cuando las temperaturas de ambos son distintas; por lo tanto la convección depende de la velocidad del aire y de su temperatura.



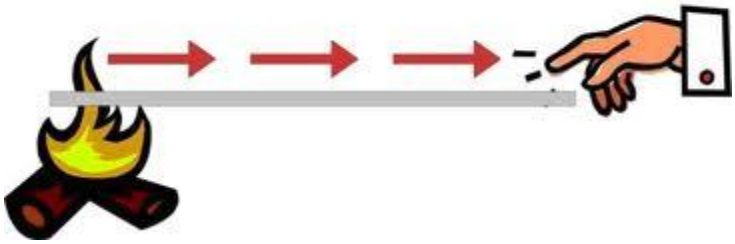
- **La radiación.**

  Es otro de los mecanismos de intercambio térmico que se produce entre dos cuerpos sólidos que se encuentren a diferente temperatura y enfrentados. Por lo tanto la radiación depende de la temperatura de los objetos del entorno. Además todo cuerpo con temperatura mayor que 26.5ºC irradian calor al ambiente por medio de ondas electromagnéticas. Es el proceso en que más se pierde calor, el 60% aproximadamente.



- **Conducción.**

  Es la transferencia de calor por contacto con el aire, la ropa, el agua, u otros objetos (una silla, por ejemplo). Donde ocurre la transferencia de calor de un cuerpo a mayor temperatura que la de otro. Tienden a igualar la temperatura dentro de un cuerpo o entre diferentes cuerpos en contacto.



- **Producción metabólica del calor.**

  La actividad física del cuerpo genera calor que se acumula dentro del mismo. Puede decirse que el organismo, como cualquier máquina, sólo convierte en trabajo una parte de la energía que utiliza, degradando el resto en forma de calor, por lo tanto cuanto más intensa sea la actividad física del individuo, mayor será la cantidad de calor.

Ahora veremos lo que dice nuestra legislación con respecto a los límites permisibles respecto la **Exposición Ocupacional al Calor.**

Se entenderá por carga calórica ambiental el efecto de cualquier combinación de temperatura, humedad y velocidad del aire y calor radiante, que determine el Índice de Temperatura de Globo y Bulbo Húmedo (TGBH). La carga

calórica ambiental a que los trabajadores podrán exponerse en forma repetida, sin causar efectos adversos a su salud, será la que se indica en la tabla de Valores de Límites Permisibles del Índice TGBH, los que se aplicarán a trabajadores aclimatados, completamente vestidos y con provisión adecuada de agua y sal, con el objeto de que su temperatura corporal profunda no exceda los 38°C.

El Índice de Temperatura de Globo y Bulbo Húmedo se determinará considerando las siguientes situaciones:

a. Al aire libre o con carga solar:

TGBH = 0,7 TBH + 0,2 TG + 0,1 TBS

b. Al aire libre sin carga solar, o bajo techo:

TGBH = 0,7 TBH + 0,3 TG

Correspondiendo:

TBH = Temperatura de bulbo húmedo natural, en °C
TG = Temperatura de globo, en °C
TBS = Temperatura de bulbo seco, en °C

Las temperaturas obtenidas se considerarán una vez alcanzada una lectura estable en termómetro de globo (entre 20 a 30 minutos). Los límite permisibles establecidos en nuestra legislación , son los siguientes para calor.

VALORES LÍMITES PERMISIBLES DEL ÍNDICE TGBH EN °C

	Carga de Trabajo según Costo Energético (M)		
Tipo de Trabajo	**Liviana inferior a 375 Kcal/h**	**Moderada 375 a 450 Kcal/h**	**Pesada Superior a 450 Kcal/h**
Trabajo Continuo	30,0	26,7	25,0
75% trabajo 25% descanso cada hora	30,6	28,0	25,9
50% trabajo 50% descanso, cada hora	31,4	29,4	27,9
25% trabajo 75% descanso, cada hora	32,2	31,1	30,0

Ejercicio:

Para comprender como se realizar el cálculo de índices de TGBH, desarrollaremos el siguiente **caso**.

Determine la carga calórica ambiental (TGBH) a la que se encuentra expuesto un trabajador que realiza sus actividades de la siguiente forma: se traslada de un lugar a otro caminando a [5 km / hora] sin carga. La jornada de trabajo es de tipo continuo, de 8 horas de duración y se realiza bajo techo.

Las temperaturas medidas durante un muestreo fueron las siguientes:

LUGAR DE EXPOSICIÓN	TG (°C)	TBH (°C)	TBS (°C)	TIEMPO (H)
Canchas de acopio de material	34	27	30	2
Sala de Molinos	32	27	28	2
Laboratorios	30	25	29	1
Sala de Hornos	38	35	32	2

Lo primero que debemos realizar, es calcular los índices TGBH para cada tarea, como se está realizando bajo techo, ocuparemos:

Al aire libre sin carga solar, o bajo techo:

TGBH = 0,7 TBH + 0,3 TG

Reemplazando:

0,7 * 27 + 0,3 * 34 = ***29,1***

0,7 * 27 + 0,3 * 32 = ***28,5***

0,7 * 25 + 0,3 * 30 = ***26,5***

0,7 * 35 + 0,3 * 38 = ***35,9***

Luego de obtenidos los índices TGBH, pasaremos a calcular el promedio TGBH. La exposición ocupacional a calor debe calcularse como exposición ponderada en el tiempo según la siguiente ecuación:

$$\text{TGBH PROMEDIO} = \frac{(TGBH)1 \times t1 + 8TGBH)2 \times t2 + \ldots\ldots + (TGBH)n \times tn}{t1 + t2 + t3 + \ldots\ldots\ldots + tn}$$

En la que (TGBH)1, (TGBH)2….. y (TGBH)n, son los diferentes TGBH encontrados en las distintas áreas de trabajo y descanso en las que el trabajador permaneció durante la jornada laboral y, t1, t2....y tn son los tiempos en horas de permanencia en las respectivas áreas.

Así tenemos:

$$\text{TGBH} = \frac{(29{,}1 * 2) + (28{,}5 * 2) + (26{,}5 * 1) + (35{,}9 * 2)}{2 + 2 + 1 + 2} = \mathbf{30{,}5^{o}\ C}$$

El promedio TGBH para el trabajo es de 30,5º C

Para determinar la carga de trabajo se deberá calcular el costo energético ponderado en el tiempo, considerando la tabla de Costo Energético según tipo de trabajo, de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$M\ promedio = \frac{M1 \times t1 + M2 \times t2 + \ldots\ldots\ldots\ldots + Mn \times tn}{t1 + t2 + \ldots\ldots\ldots + tn}$$

siendo M1, M2....y Mn el costo energético para las diversas actividades y períodos de descanso del trabajador durante los períodos de tiempo t1, t2....y tn (en horas).

COSTO ENERGÉTICO SEGÚN TIPO DE TRABAJO

Sentado	90 Kcal/h
De Pie	120 Kcal/h
Caminando (5 Km/h sin carga)	270 Kcal/h
Escribir a mano a máquina	120 Kcal/h
Limpiar ventanas	220 Kcal/h
Planchar	252 Kcal/h
Jardinería	336 Kcal/h
Andar en bicicleta (16 km/h)	312 Kcal/h
Clavar con martillo (4,5 Kg.15 golpes/min.)	438 Kcal/h
Palear (10 veces/minuto)	468 Kcal/h
Aserrar madera (sierra de mano)	540 Kcal/h
Trabajo con hachas (35 golpes / minuto)	600 Kcal/h

Realicemos el siguiente ejercicio, utilizando la ecuación de Costo Energético.

Del ejercicio anterior tomaremos que: En las canchas de acopio el trabajador realiza su tarea caminando 5 Km/h sin carga, Sala de molinos y Sala de hornos está de pie y en laboratorio sentado.

LUGAR DE EXPOSICIÓN	TG (°C)	TBH (°C)	TBS (°C)	TIEMPO (H)
Canchas de acopio de material	34	27	30	2
Sala de Molinos	32	27	28	2
Laboratorios	30	25	29	1
Sala de Hornos	38	35	32	2

Apliquemos la ecuación:

$$M = \frac{(270 * 2) + (120 * 2) + (120 * 2) + (90 * 1)}{2 + 2 + 1 + 2} = 158{,}57 \text{ Kcal/H}$$

Para esta tarea el trabajador tiene un costo energético de 158,57 Kcal/h.

Comparando los resultados, veremos el tipo de carga y tipo de trabajo, según costo energético y promedio TGBH:

Según los cálculos el promedio TGBH es de 30,5°C y Costo Energético 158, 57 Kcal./h

Esto quiere decir que el tipo de carga de trabajo es ***LIVIANA, al ser menor a 375 Kcal/h*** y el tipo de trabajo según la Temperatura 30,5°C es ***75% de Trabajo y 25% de descanso cada hora.***

	Carga de Trabajo según Costo Energético (M)		
Tipo de Trabajo	**Liviana inferior a 375 Kcal/h**	**Moderada 375 a 450 Kcal/h**	**Pesada Superior a 450 Kcal/h**
Trabajo Continuo	30,0	26,7	25,0
75% trabajo 25% descanso cada hora	30,6	28,0	25,9
50% trabajo 50% descanso, cada hora	31,4	29,4	27,9
25% trabajo 75% descanso, cada hora	32,2	31,1	30,0

1.1.2. Efectos del calor en la salud.

Cuando el trabajador está expuesto a altos niveles de calor radiante o dirigido puede llegar a sufrir daños en su salud, como los siguientes trastornos:

- **Estrés por calor o golpe de calor:** El ejercicio físico extenuante puede producir este golpe de calor.

- Se produce cuando la temperatura central sobrepasa los 42ºC independientemente del grado de temperatura ambiental.

- **Convulsiones con sudoración intenso:** Pueden ser provocadas por una exposición a temperaturas altas durante un periodo relativamente prolongado, particularmente si está acompañado de ejercicio físico pesado con pérdida excesiva de sal y agua.

- **Agotamiento por calor:** Es el resultado del ejercicio físico en un ambiente caliente. Sus signos son: temperatura regularmente elevada, palidez, pulso aumentado, mareos, sudoración profusa, piel fría y húmeda.

1.2. Exposición Ocupacional al Frío.

Las combinaciones de temperatura y velocidad del aire que logren bajar la temperatura profunda del cuerpo del trabajador a 36ºC, siendo 35ºC admitida para una sola exposición ocasional pueden causar efectos importantes. La **temperatura ambiental crítica** es aquella igual o menor a 10ºC, que se agrava por la lluvia y/o corrientes de aire. Está también la **sensación térmica,** que es efecto refrescante de cualquier combinación de temperatura y velocidad del aire. El valor de la sensación térmica indica el peligro a que está expuesto el trabajador.

Ahora veremos un ejercicio de sensación térmica. Un trabajador realiza su trabajo a una altura de 2.500 m.s.n.m a una temperatura de -12°C y una velocidad del aire de 24 Km/h. Determinar sensación térmica. ***La sensación térmica es -28°C, lo que quiere decir que es un peligro escaso.***

Verifiquemos en la tabla de la página siguiente.

SENSACIÓN TÉRMICA:
Valores equivalentes de enfriamiento por efectos del viento

SENSACIÓN TÉRMICA:
Valores equivalentes de enfriamiento por efectos del viento

Velocidad del viento en km/h	Temperatura real leída en el termómetro en ºC									
	10	4	-1	-7	-12	-18	-23	-29	-34	-40
CALMO	10	4	-1	-7	-12	-18	-23	-29	-34	-40
8	9	3	-3	-9	-14	-21	-26	-32	-38	-44
16	4	-2	-9	-16	-23	-31	-36	-43	-50	-57
24	2	-6	-13	-21	-28	-36	-43	-50	-58	-65
32	0	-8	-16	-23	-32	-39	-47	-55	-63	-71
40	-1	-9	-18	-26	-34	-42	-51	-59	-67	-76
48	-2	-11	-19	-28	-36	-44	-53	-62	-70	-78
56	-3	-12	-20	-29	-37	-46	-55	-63	-72	-81
64	-3	-12	-21	-29	-38	-47	-56	-65	-73	-82
Superior a 64 Km/h, poco efecto adicional	PELIGRO ESCASO En una persona adecuadamente vestida para menos de 1 hora de exposición				AUMENTO DE PELIGRO Peligro de que el cuerpo expuesto se congele en 1 minuto			GRAN PELIGRO El cuerpo se puede congelar en 30 segundos		

A los trabajadores expuestos al frío deberá proporcionárseles ropa adecuada, la cual será no muy ajustada y fácilmente desabrochable y sacable. La ropa exterior en contacto con el medio ambiente deber ser de material aislante. En los casos de peligro por exposición al frío, deberán alternarse períodos de descanso en zonas temperadas o con trabajos adecuados.

Como veremos en la tabla siguiente, los límites permisibles para la exposición a frío, en ambientes cerrados:

LÍMITES MÁXIMOS DIARIOS DE TIEMPO PARA EXPOSICIÓN AL FRIO EN RECINTOS CERRADOS

RANGO DE TEMPERATURA (°C)	EXPOSICIÓN MÁXIMA DIARIA
De 0° a – 18°	Sin límites, siempre que la persona esté vestida con ropa de protección adecuada.
De –19° a – 34°	Tiempo total de trabajo: 4 horas, alternando una hora dentro y una hora fuera del área a baja temperatura. Es necesaria la ropa de protección adecuada.
De –35° a –57°	Tiempo total de trabajo 1 hora: Dos períodos de 30 minutos cada uno, con intervalos de por lo menos 4 horas. Es necesaria la ropa de protección adecuada.
De –58° a –73°	Tiempo total de trabajo: 5 minutos durante una jornada de 8 horas. Es necesaria protección personal para cuerpo y cabeza.

1.2.1. Efectos del frío en la salud.

- Vaso-constricción sanguínea Disminución de la circulación sanguínea periférica (reducción de la entrega de calor al exterior).
- Arrollamiento o encogimiento; forma de presentar menos superficie (piel) de contacto al medio ambiente.
- Desactivación de la transpiración.
- Congelamiento de las extremidades. Cuando la temperatura interior del cuerpo es inferior a los 28 °C aparece el riesgo de muerte por paro cardíaco.
- Autofagia de los tejidos grasos almacenados.
- Temblor INVOLUNTARIO, disminución de la destreza manual, Anquilosamiento de las articulaciones, reducción de la capacidad del tacto
- Comportamiento extraño (extravagante), como consecuencia de hipotermia de la sangre que irriga el cerebro.

2. Presiones Anormales

Las presiones anormales se manifiestan en faenas a gran altura, ya que la presión parcial del oxígeno en la sangre disminuye, lo que provoca dificultades respiratorias y para movilizarse en forma normal. El personal que vaya a desempeñar labores en estas condiciones debe someterse a un examen médico previo y en lo posible a un período de
aclimatación gradual.

Idea Fuerza: es la presión ejercida por el aire en cualquier punto de la atmosfera.

Es la fuerza, por unidad de superficie, ejercida por la atmosfera sobre los cuerpos situados en la superficie de la tierra. La atmósfera contiene habitualmente un 20,93 % de oxígeno. El organismo humano está adaptado para respirar el oxígeno atmosférico a una presión de unos 160 mm Hg a nivel del mar. Se considera una presión normal de 760 mmHg a nivel del mar, dependiendo el caso, algunas personas por su trabajo se ven sometidos a altas o bajas presiones.

Presión anormal, es aquella que existe en los lugares o locales de trabajo, cuya magnitud es de 522 mmHg o menor.

- **Hipobaria.**

La disminución de la presión barométrica es un fenómeno que aparece a medida que se aumenta la altitud, respecto al nivel del mar. Los trabajadores expuestos a Hipobaria Intermitente Crónica, son aquellos que se desempeñan laboralmente a gran altura geográfica de forma discontinua, pero con una permanencia bajo esta condición mayor a 6 meses, cumpliendo el 30% de ese tiempo en sistemas de turnos rotativos, con descanso a baja altitud.

¿Cuál es el impacto de esta exposición?

A medida que se asciende en altitud, se evidencia un paulatino descenso del aporte de oxígeno al respirar. Esto asociado a otros factores como mayor sequedad del aire y las grandes variaciones de temperatura entre el día y la noche, generan una condición ambiental que expone al trabajador a un mayor riesgo de presentar patologías reversibles acorto o largo plazo, tales como:

- Mal agudo de montaña en sus diferentes variedades (apunamiento).
- Policitemia (incremento anormal en el número de células sanguíneas).
- Hipertensión pulmonar.
- Trastornos del sueño.

Por eso el **Ministerio de Salud ha elaborado el Decreto N°28/12** que modifica el D.S. 594/99 sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo, y se establecen medidas de prevención protección de la salud, para los trabajadores que laboran expuestos a HIC. Este reglamento indica que todas las empresas que tengan trabajadores expuestos a hipobaria, deben adoptar las medidas señaladas en la Guía técnica sobreexposición ocupacional a Hipobaria Intermitente Crónica por gran altitud".

Las disposiciones de este punto regulan el trabajo a gran altitud, en que los trabajadores son expuestos a hipobaria intermitente crónica y no se aplican al trabajo en extrema altitud. Sólo podrán efectuarse trabajos sobre los 5.500 metros sobre el nivel del mar, en adelante m.s.n.m, previa evaluación y autorización expresa y fundada de la Autoridad Sanitaria, otorgada en conformidad con la Guía Técnica sobre Exposición Ocupacional a Hipobaria Intermitente Crónica por Gran Altitud, aprobada mediante decreto del Ministerio de Salud, emitido bajo la fórmula "Por orden del Presidente de la República".

Para los efectos de hipobaria intermitente crónica por gran altitud, las siguientes expresiones tendrán el significado que se indica:

- Aclimatación en altitud: procesos fisiológicos que se inician cuando una persona se expone a una disminución de la presión atmosférica, cuya principal acción es la disminución de la disponibilidad de oxígeno inspirado, lo que puede durar semanas o meses, ellos tienen la finalidad de mitigar el efecto de la caída del aporte del oxígeno a nivel celular y mejorar la capacidad del organismo a tolerar la gran altitud, y comprenden:

- Acomodación, como la primera fase de respuesta del organismo en

forma inmediata frente a la hipoxia, que podrá ser leve o marcada dependiendo del grado y causa de la hipoxia. Los mecanismos son: la hiperventilación y un aumento de la frecuencia cardíaca.

- Aclimatación adquirida, la que ocurre en personas que habitan a baja altitud y trabajan sobre los 3.000 metros sobre el nivel del mar y pasan semanas o meses en la altura. Es la forma más común de aclimatación.

- Aclimatación natural o adaptación, es la alcanzada por personas que nacen y/o se desarrollan en la infancia y adolescencia en altitud, como resultado de una exposición prolongada, permitiéndole la sobrevida y la mantención de la actividad fisiológica en el medio en que habita.

- Altitud: altura geográfica expresada en metros sobre el nivel del mar (msnm); distinguiéndose:

- Gran altitud: Altura geográfica igual o superior a los 3.000 msnm e inferior a 5.500 msnm, en donde la mayoría de los individuos tiene cambios fisiológicos, anatómicos y bioquímicos reversibles; y

- Extrema altitud: Altura geográfica igual o superior a 5.500 msnm, en donde el ser humano no es capaz de aclimatarse, pero puede permanecer períodos cortos de tiempo con riesgo elevado para su salud.

- Exposición a hipobaria intermitente crónica: Exposición discontinua de los trabajadores a gran altitud por motivos laborales por más de 6 meses, con una permanencia mínima del 30% de ese tiempo en sistemas de turnos rotativos en gran altitud y descanso a baja altitud.

- Hipobaria: Disminución de la presión barométrica con respecto al nivel del mar.

2.1. Evaluación pre-ocupacional para exposición intermitente crónica a hipobaria.

Evaluación de salud efectuada a todo trabajador, previa a la contratación, que se va a exponer a gran altitud por motivos laborales por más de 6 meses, con una permanencia de al menos 30% de ese tiempo, en forma discontinua, con sistema de turnos rotativos en gran altitud y descanso a baja altitud, sin experiencia laboral previa en gran altitud o que, habiéndola tenido, no se cuente con los antecedentes médicos correspondientes, o que la evaluación médica haya perdido su vigencia. Esta evaluación es de cargo del empleador o de la empresa con Administración Delegada, según corresponda.

Evaluación ocupacional para exposición intermitente crónica a hipobaria:

Evaluación de salud efectuada a todo trabajador contratado que se expondrá a hipobaria intermitente crónica, con antecedentes de exposición laboral y evaluaciones de salud previas, a la vista del médico examinador. La batería de exámenes es la misma que se aplica en las evaluaciones pre-ocupacionales, salvo por Rx de tórax que se realiza cada 5 años. Esta evaluación es de cargo del Organismo Administrador del seguro de la Ley 16.744 al cual está adherida la empresa o de la empresa con Administración Delegada, según corresponda.

RESÚMEN

En esta semana vimos lo que es temperaturas y presiones anormales, como afecta al trabajador la exposición a las temperaturas y las consecuencias que tiene tanto para él como para la organización.

En temperaturas vimos conceptos, definiciones las principales transferencias de calor, es decir, como nuestro cuerpo pierde calor en las diferentes actividades que realizamos a diario, lo que, si no es controlado puede generar dificultades a los trabajadores y pérdidas a la organización.

Tanto con el calor como con el frío los trabajadores puedes adquirir una enfermedad profesional, lo que los podría mantener incapacitados temporal o permanentemente. Como por ejemplo algunas patologías, serían las siguientes.

Consecuencias de la hipertermia

* Trastornos psíquicos
* Deshidratación y desalinización
* Hiperpirexia (golpe de calor)

Efectos de las temperaturas bajas sobre el organismo:

* Se enfría (hipotermia)
* Vaso constricción sanguínea
* Cierre de las glándulas sudoríparas
* Disminución circulación periférica
* Autofagia de grasas
* Encogimiento
* Muerte a temperatura interior inferior a 28 ºC por paro cardiaco.

Consecuencias de la hipotermia:

* Malestar general
* Disminución de la destreza manual
* Comportamiento extravagante (falta de riego al cerebro)
* Congelación de los miembros.

También revisamos lo que es la Hipobaria Intermitente Crónica a gran altitud, que en Chile está regulada por D.S Nº 28 del año 2012, el que nos entrega las directrices para que nuestros trabajadores no adquieran este mal, por trabajos sobres los 1000 m.s.n.m.

La próxima semana terminaremos de revisar los agentes físicos que afectan la salud de los trabajadores, específicamente la iluminación y las radiaciones.

LABORATORIO DE HIGIENE INDUSTRIAL I

IPLACEX
TECNOLÓGICO NACIONAL

UNIDAD II
EVALUACIÓN DE RIESGOS

SEMANA 5

INTRODUCCIÓN

1. Iluminación

La actividad laboral, para que pueda desarrollarse de una forma eficaz, precisa que la luz (característica ambiental) y la visión (característica personal) se complementen, ya que se considera que el 50% de la información sensorial que recibe el hombre es de tipo visual, es decir, tiene como origen primario la luz.

La iluminación, concebida en forma racional, esto es considerada ella como una parte del entorno de trabajo, que se combina con volúmenes, equipos, superficies de trabajo, tipos de tarea, instalaciones, necesidades perceptivas, **debe colaborar no solo a mejorar las condiciones generales de los espacios de trabajo, sino que además debe mejorar rendimiento y calidad, a la vez que impide una mayor ocurrencia de incidentes/accidentes**. Dos son las características principales que permiten que la iluminación cumpla con las exigencias arriba mencionadas:

- Iluminaciones expresadas en lux acordes con la tarea, características de color y reflexión del entorno, edad de las personas, características de color de las fuentes de luz, otros, iluminaciones que se miden con fotómetros, en que la celda del fotómetro se debe ubicar sobre o adherida al objeto que se mira (superficie de un escritorio, superficie del pizarrón, diales, manómetros y otros elementos de control que se miran bajo las fuentes de luz, otros), mediciones realizadas con el fin de comparar valores medidos con normas dadas en el DS 594 en su Artículo 103 o normas internacionalmente reconocidas; el DS 594 no contiene la tabla para corregir iluminaciones por edad, cuestión que es fundamental al evaluar sistemas de iluminación.

- Luminancias expresadas en cd/m^2, mediciones realizadas tanto de los objetos a los que se dirige la vista como a los que rodean a dicho objeto, en que la cara del sensor cumple las funciones del ojo que mira la luz reflejada o la que se genera en una fuente de luz; se mide la fuente y sus alrededores, o el objeto al que se dirige la vista y sus alrededores, con el fin de determinar el contraste, mediciones realizadas con el fin de comparar con valores estándares dados en el Artículo 105 del DS 594 o normas internacionalmente reconocidas.

Un sistema de iluminación debe considerar todas las características del espacio de trabajo: volúmenes, distribución de objetos, distancias, color,

reflexión de objetos y paredes, iluminación natural, edad, velocidad de percepción y agudeza visual requerida. Veamos algunas **definiciones** con respecto a iluminación.

- **La Luz: e**s una forma particular y concreta de energía que se desplaza o propaga, no a través de un conductor (como la energía eléctrica o mecánica) sino por medio de radiaciones.
- **La visión: e**s el proceso por medio del cual se transforma la luz en impulsos nerviosos capaces de generar sensaciones. El órgano encargado de realizar esta función es el ojo.
- **El flujo luminoso y la Intensidad luminosa: s**on magnitudes características de las fuentes; el primero indica la potencia luminosa propia de una fuente, y la segunda indica la forma en que se distribuye en el espacio la luz emitida por las fuentes.
- **La iluminancia o nivel de iluminación: e**s una magnitud característica del objeto iluminado, ya que indica la cantidad de luz que incide sobre una unidad de superficie del objeto, cuando es iluminado por una fuente de luz.
- **La luminancia (brillo): e**s una característica propia del aspecto luminoso de una fuente de luz o de una superficie iluminada en una dirección dada.
  Una iluminación correcta es aquella que permite distinguir las formas, los colores, los objetos en movimiento y apreciar los relieves, y que todo ello, además, se haga fácilmente y sin fatiga, es decir, que asegure el confort visual permanentemente.

Todo lugar de trabajo, con excepción de faenas mineras subterráneas o similares, deberá estar iluminado con luz natural o artificial que dependerá de la faena o actividad que en él se realice. El valor mínimo de la iluminación promedio será la que se indica a continuación:

LUGAR O FAENA	**ILUMINACIÓN EXPRESADA EN Lux (Lx)**
Pasillos, bodegas, salas de descanso, comedores, servicios higiénicos, salas de trabajo con iluminación suplementaria sobre cada máquina o faena salas donde se efectúen trabajos que no exigen discriminación de detalles finos o donde hay suficiente contraste.	150
Trabajo prolongado con requerimiento moderado sobre la visión, trabajo mecánico con cierta discriminación de detalles, moldes en fundiciones y trabajos similares.	300
Trabajo con pocos contrastes, lectura continuada en tipo pequeño, trabajo mecánico que exige discriminación de detalles finos, maquinarias, herra- mientas, cajistas de imprenta, monotipias y trabajos similares.	500

LUGAR O FAENA	ILUMINACIÓN EXPRESADA EN Lux (Lx)
Laboratorios, salas de consulta y de procedimientos de diagnóstico y salas de esterilización.	500 a 700
Costura y trabajo de aguja, revisión prolija de artículos, corte y trazado.	1.000
Trabajo prolongado con discriminación de detalles finos, montaje y revisión de artículos con detalles pequeños y poco contraste, relojería, operaciones textiles sobre género oscuro y trabajos similares.	1.500 a 2.000
Sillas dentales y mesas de autopsias.	5.000
Mesa quirúrgica	20.000

Los valores indicados en la tabla se entenderán medidos sobre el plano de trabajo o a una altura de 80 centímetros sobre el suelo del local en el caso de iluminación general. Cuando se requiera una iluminación superior a 1.000 Lux, la iluminación general deberá complementarse con luz localizada. Quedan excluidos de estas disposiciones aquellos locales que en razón del proceso industrial que allí se efectúe deben permanecer oscurecidos

La relación entre iluminación general y localizada deberá mantenerse dentro de los siguientes valores:

Iluminación General (Lux)	Iluminación Localizada (Lux)
150	250
250	500
300	1.000
500	2.000
600	5.000
700	10.000

La luminancia (brillo) que deberá tener un trabajo o tarea, según su complejidad, deberá ser la siguiente:

Tarea	**Luminancia en cd/m2**
Demasiado difícil	Más de 122,6
Muy Difícil	35,0 – 122,6
Difícil	12,3 – 35,0
Ordinaria	5,3 – 12,3
Fácil	menor de 5,3

También debemos ver, las relaciones de máxima luminancia (brillantez) entre zonas del campo visual y la tarea visual que debe ser la siguiente:

5 a 1 Entre tareas y los alrededores adyacentes
20 a 1 Entre tareas y las superficies más remotas
40 a 1 Entre las unidades de iluminación (o del cielo) y las superficies adyacentes a ellas.
80 a 1 En todas partes dentro del medio ambiente del trabajador.

El nivel de iluminación óptimo para una tarea determinada corresponde al que da como resultado un mayor rendimiento con una mínima fatiga.

Una **iluminación inadecuada puede originar fatiga ocular, cansancio, dolor de cabeza, estrés y accidentes**. También cambios bruscos de luz pueden ser peligrosos, pues ciegan temporalmente, mientras el ojo se adapta a la nueva iluminación. Un ambiente bien iluminado no es solamente aquel que tiene suficiente cantidad de luz.

Para conseguir un buen nivel de confort visual se debe conseguir un equilibrio entre la cantidad, la calidad y la estabilidad de la luz, de tal manera que se consiga una ausencia de reflejos y de parpadeo, uniformidad en la iluminación y ausencia de contractes excesivos.

La luz regula o altera una serie de funciones en el cuerpo humano. Es clave conocer algunos de los efectos provocados por una iluminación inadecuada en espacios de trabajo o estudio.

- Trastornos oculares: dolor e inflamación en los párpados, fatiga visual, pesadez, lagrimeo, enrojecimiento, irritación, visión alterada.

- Cefalalgias: Dolores de cabeza. Ocasionalmente, el médico tratante debe revisarlos para detectar si es la iluminación la que los causa.
- Fatiga: Falta de energía, agotamiento. Cuando es causada por la iluminación, una persona que se levanta con energías, las pierde fácilmente. Si la persona está agotada por estrés o falta de sueño, la fatiga se extiende por todo el día. El médico debe revisar otros factores adicionales a la luz.
- Efectos anímicos: Falta de concentración y de productividad, baja atención y desánimo.

1.1. La Iluminación en el trabajo.

La luz permite que las personas recibamos gran parte de la información que nos relaciona con el entorno exterior a través de la vista, por lo que el proceso de ver se convierte en fundamental para la actividad humana y queda unido a la necesidad de disponer de una buena iluminación. Por extensión, en el ámbito laboral es indispensable la existencia de una iluminación correcta que permita ver sin dificultades las tareas que se realizan en el propio puesto de trabajo o en otros lugares de la empresa (almacén, garaje, laboratorio, despachos, etcétera), así como transitar sin peligro por las zonas de paso, las vías de circulación, las escaleras o los pasillos. Según los límites permisibles estipulados en el D.S Nº 594.

Es evidente que una iluminación deficiente puede aumentar la posibilidad de que las personas cometan errores trabajando y de que se produzcan accidentes. Del mismo modo, una mala iluminación puede provocar la aparición de fatiga visual, con los pertinentes perjuicios que esto representa para la salud de las personas: problemas en los ojos (sequedad, picor o escozor) dolor de cabeza, cansancio, irritabilidad, mal humor, etc. En consecuencia, un análisis ergonómico y de seguridad de un lugar de trabajo siempre debe tener en cuenta que el nivel de iluminación sea el idóneo: “la iluminación correcta es la que permite distinguir las formas, los colores, los objetos en movimientos y apreciar los relieves, y que todo ello, además, se haga fácilmente y sin fatiga, es decir, que asegure el confort visual permanentemente.” (NTP nº 211. “Iluminación en el puesto de trabajo”. Ricardo Chavarría Cosar).

Un buen control y cumplimiento de la normativa con respecto a la iluminación, nos evitaría la ocurrencia de accidentes del trabajo y/o adquirir una enfermedad profesional por el no cumplimiento por parte del empleador de la normativa con respecto a la iluminación. A continuación, presentamos un conjunto de **medidas preventivas** que pueden ayudar a que cualquier actividad laboral se desarrolle dentro de unos parámetros saludables, con respecto a la iluminación.

1. Considerar el nivel de iluminación en función de cada actividad y de la zona de trabajo en la que se realiza, así como las condiciones reales del puesto de trabajo. Hay que tener en cuenta: el tamaño de los detalles que se han de ver; la distancia entre el ojo y el objeto observado; el contraste entre los detalles del objeto y el fondo sobre el que destaca y también la edad del trabajador (por lo general, a partir de los cuarenta años, suelen producirse alteraciones en la capacidad de visión de las personas).

2. Tener en cuenta los niveles mínimos de iluminación establecidos por la legislación (Decreto Supremo Nº 594/99). Estos niveles se miden con un luxómetro y se expresan en lux; esta unidad representa la iluminación producida por un lumen (cantidad de luz que emite una fuente luminosa) en un metro cuadrado de superficie. Para zonas donde se ejecuten tareas de bajas exigencias visuales los mínimos establecidos son 150 lux (manipulación de mercancías, salas de máquinas…); para exigencias visuales moderadas, 300 lux (almacenes de oficinas, industrias conserveras…); para altas, 500 lux (máquinas de imprimir, trabajos con ordenador…); y para muy altas, 1.000 lux (inspección de colores, joyería…). Igualmente, para los locales de uso habitual la referencia es de 150 lux (vestuarios, salas de descanso…), mientras que en las vías de circulación también es de 150 lux.

3. La luz natural ofrece muchas ventajas con respecto a la claridad, al ahorro energético y a la sensación de bienestar que otorga a las personas. Sin embargo, hay que tener en cuenta que varía con el tiempo (hora del día, estación del año, etc.), por lo que siempre hay que contar con la iluminación artificial, aunque sea de forma complementaria, recurriendo al uso de ampolletas, fluorescentes o lámparas de bajo consumo. Todos estos sistemas de iluminación deben ir acompañados de pantallas o luminarias que los oculten a la visión directa de las personas con el fin de evitar deslumbramientos (estos se producen cuando miramos una luz más fuerte de la que el ojo está preparado para recibir en ese momento) y que, al mismo tiempo, faciliten el que podamos canalizar la luz hacia el lugar que nos interesa.

4. Planificar la iluminación de un lugar de trabajo orientando la luz de forma correcta. La luz debe dirigirse de forma prioritaria hacia los materiales y objetos con los que trabajamos pero teniendo precaución de orientar la iluminación localizada evitando la formación de reflejos sobre el material. Es aconsejable que la parte superior de las paredes sea de color claro, lo cual contribuye a difundir convenientemente la luz.

5. Instalar iluminación localizada en aquellos puestos de trabajo que lo requieran, cuando la iluminación general sea moderada y pueda resultar insuficiente para la realización de determinadas tareas. En estos casos, la

luz debe ubicarse oblicuamente por detrás del hombro izquierdo de la persona, en el caso de que utilice su mano derecha, y a la inversa, si se trata de un trabajador zurdo.

6. Reparar de inmediato los puntos de luz que presenten desperfectos y estén estropeados. Limpiar y sustituir las fuentes luminosas de una forma planificada, teniendo en cuenta su duración (una bombilla suele tener una duración media de 1.000 horas) y su rendimiento, si se quiere mantener el nivel de iluminación original. Hay que tener en cuenta que la cantidad de luz emitida disminuye al aumentar la edad del equipo debido al desgaste de las fuentes luminosas y a la suciedad.

7. Considerar aspectos relacionados con el color ya que éste produce en el observador reacciones psíquicas emocionales que pueden ser positivas o negativas. Aunque no existe una fórmula válida que permita seleccionar los colores más adecuados para cada espacio de trabajo, sí hay criterios generales que pueden tomarse como referencia. Por ejemplo, los colores cálidos y oscuros producen en los techos sensación de seriedad; en los lados de limitación y en los suelos aparecen como seguros y resistentes. Hay que tener cuidado con el color blanco porque las paredes y suelos de ese color pueden convertirse en superficies deslumbrantes cuando la iluminación es demasiado intensa.

8. Colocar las superficies de trabajo entre los puntos de luz (luminarias) y no directamente debajo de ellos, con el fin de que la luz no incida directamente sobre el plano de trabajo, evitando reflejos y deslumbramientos. Del mismo modo, es aconsejable situar las mesas de forma perpendicular a las ventanas para que la luz solar incida de manera lateral sobre el área de trabajo. Este aspecto es particularmente importante en el caso de trabajos con pantallas de visualización de datos.

Para comprender mejor los efectos de la iluminación en el trabajador, **revisemos el siguiente caso**:

María es una joven enamorada de las Artes Gráficas. Por razones familiares, ha vivido esta profesión muy de cerca y ha crecido entendiendo la importancia del color y el valor del papel impreso. Por ello, no dudó en encaminar su futuro hacia esa dirección y cursó brillantemente el Grado Superior de Producción en industrias de Artes Gráficas.

La chica trabaja desde hace unos meses en una pequeña empresa dedicada a la elaboración de material impreso, que está situada en el semisótano de un edificio

antiguo de la ciudad. Cuando María vio por primera vez el taller, se llevó una gran decepción puesto que no era, ni de lejos, lo que ella había imaginado: el local era de reducidas dimensiones y disponía de una sola ventana que daba al exterior; el techo y las paredes conservaban un color oscuro propio de tiempos pasados y, en general, el ambiente respondía a una iluminación pobre y mortecina. La visión del escenario del que iba a ser su primer empleo provocó en la joven una extraña sensación —como de tristeza—; sin embargo, rápidamente, acepto la realidad y se dispuso a aprender cuanto pudiera.

Desde el comienzo de su contrato, María trabaja como ayudante de Jesús, un hombre de 48 años de carácter afable y parlanchín, que es el responsable de la máquina de color. María está contenta con el puesto asignado porque Jesús sabe explicar muy bien cómo debe hacerse el trabajo, aunque, al mismo tiempo, también es muy exigente en la calidad: no le gustan nada las chapuzas.
En estos momentos, María está observando como Jesús retira una muestra de papel impresa de los rodillos de la máquina offset y, con ella entre las manos, se dirige hacia una mesa cercana que está colocada, de frente, bajo la ventana y arrimada a la pared. Se detiene al borde de la mesa, junto a un flexo (lámpara con el brazo flexible que permite concentrar la luz en un espacio determinado) instalado en su parte izquierda. Sin embargo, Jesús pone la hoja de papel bajo la luz que entra por la ventana y después la mira detenidamente. Al cabo de unos segundos, hace una mueca rara con la cara y deja el papel sobre la mesa. Mascullando unas palabras que María no entiende, Jesús se refriega varias veces los párpados con los dedos; después, saca un pañuelo del bolsillo y lo pasa sobre sus ojos con el fin de secar las lágrimas que ha derramado. Tras todas estas operaciones, Jesús se coloca las gafas que lleva colgadas del cuello, mira de nuevo la muestra impresa y, tras un gesto de aprobación, regresa hacia la máquina. De camino percibe la cara de curiosidad de María y le explica lo siguiente:

> —Hace más de un año que tengo problemas con la vista. Con frecuencia, durante el trabajo, me escuecen mucho los ojos y lagrimeo sin querer. Además, el asunto de la vista cansada se me ha disparado y ya no puedo pasar sin esta porquería de gafas; encima, raro es el día que no salgo del trabajo con dolor de cabeza.
> —¿Esto no tendrá que ver con la luz tan empobrecida que hay en el taller? —le pregunta María.
>
> —Lo más seguro, pero como siempre ha estado así, y el trabajo funciona, no hay manera de que le den importancia. Lo que sí está claro es que la faena se me complica cada día más por culpa de la vista y no está bien tanta despreocupación. Sin ir más lejos, el flexo de luz de la mesa lleva más de un mes estropeado y para comprobar las muestras de impresión por la tarde, cuando ya no hay luz natural, tengo que ir hasta el fondo del taller en busca de los dos fluorescentes que están cerca de la guillotina porque los

que hay sobre la máquina no me sirven para nada. ¿Tú crees que esto está bien?
—Mmmm… ¡Pues no!

Ahora, analicemos el caso:

Mantener en el taller de imprenta un bajo nivel de iluminación general, sin tener en cuenta las exigencias requeridas por el tipo de trabajo que se realiza y tampoco la edad de los trabajadores.

- ***Medidas preventivas 1 y 2:*** descuidar el aspecto del color de las paredes y el techo del taller, puesto que los colores oscuros favorece la sensación de reducción del espacio y no facilitan la difusión de la luz.

- ***Medidas preventivas 4 y 7***: inexistencia de planificación con respecto a la limpieza y sustitución de las fuentes de luz (fluorescentes y bombilla del flexo).

- ***Medida preventiva 6:*** No reparar de inmediato el flexo estropeado que hay en la mesa de trabajo, teniendo en cuenta que es el único punto de luz localizado del taller. Además, situar los fluorescentes de forma inadecuada, puesto que están muy separados (la zona de en medio queda menos iluminada) y, además, dos de ellos se encuentran sobre la máquina de imprimir.

- ***Medida preventiva 8: c***olocar la mesa de trabajo de forma paralela a la ventana.

2. Radiaciones No Ionizantes.

Las radiaciones no ionizantes **son ondas electromagnéticas que se diferencian por sus longitudes de onda.** Las radiaciones no ionizantes UV son ondas electromagnéticas con longitudes de onda que van desde los 100 nm a los 400 nm. Estas radiaciones son de origen natural o artificial. Son de origen natural las que emite el sol y no son frenadas por la capa de ozono.

Son de origen artificial las generadas por lámparas germicidas, soldadura al arco, detectores usados para conocer mezclas de fibras sintéticas en tejidos, restos de caparazones en decolado de camarones, otros.

Según sus longitudes de onda se diferencian en tres rangos, de acuerdo al daño principal generado en los humanos:

UV-A	daño a córnea	rango aproximado 315 a 400 nm
UV-B	daño córnea, conjuntiva, eritema, cáncer	rango aproximado 280 a 315 nm
UV-C	germicida	rango aproximado 100 a 280 nm

Los valores permitidos según duración de la jornada y para piel y ojos, dados en unidades de densidad de energía o potencia están dados en el Artículo 109 del DS 594 para dos rangos de longitudes de onda, de 200 a 315 y de 320 a 400.

Si las mediciones se hacen para cumplir con lo mandado por la **Ley 16744** y el **DS 594**, sólo se debe usar los valores dados en esas tablas. Si la exposición es exclusivamente solar, se debe usar los valores dados en MED/hr.

MED: se defina MED (Dosis Eritemica Mínima) como la mínima irradiación necesaria para producir enrojecimiento en la piel, tras un determinado tiempo de exposición a la radiación. A pesar de que el enrojecimiento se produce antes en algunas personas con escasa pigmentación en la piel que en otras más oscura (o sea depende del fototipo del individuo), se toma como unidad de referencia individuos con piel blanca ligeramente pigmentada. Para este fototipo la dosis eritemica mínima de exposición de 10 minutos tiene el valor de: 1 MED = 210 J/m^2 para 10 minutos de exposición.
Corresponde a una densidad de energía.

Relación entre MED e Indice UV:

Índice UV	Med/Hr
0	0.0
1	0.43
2	0.86
3	1.29
4	1.72
5	2.14
6	2.57
7	3.00
8	3.43
9	3.86
10	4.29
11	4.72
12	5.15
13	5.57
14	6.00
15	6.43

El **índice UV** es un indicador de la intensidad de radiación ultravioleta proveniente del Sol en la superficie terrestre en una escala que comienza en 0 y no está acotado superiormente. El índice UV también señala la capacidad de la radiación UV solar de producir lesiones en la piel.

Densidad de energía es la razón entre una unidad de energía y el área sobre la cual se aplica; la unidad común es el J/cm^2. **Densidad de potencia**: es la razón entre una unidad de potencia y el área sobre la cual se aplica; la unidad común es el mW/cm^2 o el □W/cm^2.

2.1. Radiación ionizante: rayos X, rayos Y, electrones, núcleos de He.

Se les denomina ionizantes en razón que ellas, al pasar por cualquier sustancia, son capaces de ionizar los átomos o moléculas que las componen.

Las ionizantes se pueden, además, subdividir en dos grupos: las que son verdaderas radiaciones, esto es, ondas electro magnéticas, y las que son

“partículas”, esto es, moléculas, átomos que tienen carga (están ionizados) o son partículas (electrones, neutrones, protones, neutrinos, otros).

Las ondas electromagnéticas de tipo ionizante pueden provenir de la actividad de núcleos de los átomos, esto es, de desintegraciones nucleares, o de máquinas inventadas por el hombre. En el primer caso se habla de Rayos gamma (Rayos y), y en el segundo de Rayos X.

Las partículas ionizantes provienen de la desintegración de los núcleos de los átomos, desintegraciones que son espontáneas. Al desintegrarse los núcleos de los átomos se generan “partículas” tales como electrones (con carga negativa), denominadas partículas beta (partículaβ), núcleos de Helio, partículas con carga positiva doble, denominadas partículas alfa (partículaα), neutrones, otras partículas.

Las partículas alfa y beta, al contrario de los rayos gamma, son frenadas por pequeños espesores de sustancias, recorriendo pequeñas distancias en el aire.

Por sus propiedades ionizantes las radiaciones pueden provocar cambios o destrucción de moléculas que conforman el organismo de los humanos.

Provocan dos tipos importantes de daños:

- **Somático y/o genético**

El daño somático es por destrucción de tejidos y órganos, o por ayudar en la reproducción de células anormales. El daño es provocado por exposiciones a elevadas energías, o a tiempos largos de exposición.

El daño genético se refiere al daño que sufren las células encargadas de la reproducción de la especie, células que se ubican en las gónadas. El daño es provocado por exposiciones a energías no muy elevadas, o a tiempos no muy extensos de exposición.

Los límites permitidos de dosis son los siguientes:

- Personal con exposición profesional (cuerpo entero, gónadas, médula ósea):
    - 50 mSv: un año de exposición
    - 4 mSv: un mes de exposición
    - mSv: una semana de exposición
- Personal no profesionalmente expuesto (cuerpo entero, gónadas, médula ósea):
    - 5 mSv: un año de exposición.

Revisemos otras definiciones relacionadas con el tema:

- **Roentgen (R)**: unidad de exposición que se define como la capacidad de los fotones de alta energía para producir la ionización del aire que atraviesan; es la energía de fotones que es capaz de producir 1,610 $\bullet 10^{12}$ pares de iones en un centímetro cúbico de aire a 0º C; es una exposición tal que la carga de todos los iones generados, de igual signo, en un kilo de aire, es igual a 2,58 10^{-4} [coulomb/kg].

- **Gray (Gy)**: es la unidad de dosis que refleja los efectos biológicos de la radiación absorbida por una dada masa de sustancia; 1 [Gy] = 1 [Joule/kg].

- Rad (Radiation absorbed dose): es otra unidad de dosis absorbida, que es igual a 0,01 [joule/kg] = 0,01 [Gy].

- **Rem (Roentgen equivalente):** es una dosis que equipara el daño que generaría una cierta cantidad de Roentgen en ciertas estructuras del cuerpo humanos; para cuerpo entero 1 R $\approx$ 1 rem.

- **Sievert (Sv):** es la dosis que refleja los efectos biológicos, resultando del producto de la dosis en Gy por un factor de calidad de la radiación, el cual, para rayos X y gamma es igual a 1, luego se tiene que 1 Sv = 1 [joule/kg], y por tanto se pueden establecer las siguientes relaciones: 1 [R] = 1 rad = 1 rem = 0,01 [Sv]. En la actualidad la dosis se entrega en Sievert, aun cuando los instrumentos la pueden dar en R, rem o Sv. A 1 [Sv] = 100 [rem], se le denomina la dosis equivalente. Esta magnitud Sv es diferente según sea el tipo de radiación que causa el daño.
  Se expresa mediante la siguiente fórmula: H = D ● Q ● N, en que D es la dosis absorbida en rad, Q un factor característico de cada tipo de radiación y N expresa otros factores que modifican la calidad del tipo de radiación. Q es igual a 1 para Rayos X, gamma y electrones (partículas beta), igual a 20 para partículas alfa. El valor de N es 1.
  Como las "partículas" son frenadas con facilidad, tomaremos sólo en cuenta, para el caso normal de exposición (fuentes externas), el valor de Q = 1, con lo que H = D. La unidad con que se mide H es el Sievert [Sv] que equivale a 1 [Joule/kilo]. Para el caso de radiaciones del tipo rayos X o gamma y "partículas" alfa o beta tenemos entonces que:

  1 Roentgen $\approx$ 1 rad $\approx$ 1 rem = 0,01 Sv

- **Actividad:** representa la actividad de una cantidad de un radio nucleido en la cual se produce una transición (desintegración) por segundo; la unidad es el Becquerel, [Bq]; se utiliza el curie que representa la actividad de una cantidad de radio nucleido en que se producen 3,7 *

10^{1010} transiciones nucleares espontáneas por segundo; 1 [Ci] = 3,7 * 10^{-10} [Bq].

- **Detectores:** los detectores comunes son los siguientes: electroscopios, cámaras de ionización y contadores Geiger-Muller, contadores proporcionales, contadores de centelleo, película fotográfica.
- Estos equipos miden la energía radiactiva en dosis, expresada en Roentgen, rad, rem o Sievert, por hora, día, semana, mes, año.

- **Radiación de fondo:** radiación que proviene de fuentes naturales, externas, como de fuentes internas (K, Rb, otros); su valor aproximado es de unos 2 mSv/año = 200 mrem/año.

- **Fuentes fijas o móviles**: las radiaciones ionizantes son generadas, normalmente por fuentes fijas (equipos de rayos X o gamma usados en medicina, así como equipos de rayos gamma usados para medir flujos o composiciones, detectores de humo y gases, medidores de flujo, otros); son fuentes móviles ciertos equipos usados en medicina y en radiografías o gammagrafía industrial.

RESUMEN.

Como hemos podido ver la iluminación es muy importante para nuestro ambiente laboral, sin una buena iluminación, se pueden producir accidentes con consecuencias fatales como así también daño a la visión del trabajador.

Un tratamiento adecuado del ambiente visual permite incidir en los aspectos de: seguridad, confort y productividad dentro de la organización.

Así también los distintos tipos de radiaciones presentes en nuestros lugares de trabajo y sin el adecuado tratamiento para ello, nos podría acarrear daños irreparables, tanto para los trabajadores, ambiente y la organización.

Por eso nuestra legislación nos indica los límite permisibles para cada agente de riesgos específicos, como lo es Iluminación, Radiaciones Ionizantes y No Ionizantes.

LABORATORIO DE HIGIENE INDUSTRIAL I

UNIDAD III
TALLER DE APLICACIÓN

SEMANA 6

1. INTRODUCCIÓN

En esta unidad se pretende facilitar herramientas fáciles de utilizar a fin de identificar y evaluar los riesgos derivados de la presencia de agentes contaminantes (químicos, físicos y biológicos). Por lo que respecta a los agentes químicos (de especial complejidad), se basa, entre otras cosas, en el uso del etiquetado y las hojas de datos de seguridad, de acuerdo con la normativa que regula estas dos herramientas. También se consideran las diversas procedencias de los agentes químicos según los materiales (materias primas, productos intermedios, subproductos, residuos), los procesos y las operaciones (proceso principal, operaciones de mantenimiento, limpieza, desinsectación), y los locales y las instalaciones.

La evaluación de riesgos higiénicos se aborda por medio de una metodología general común para los distintos agentes contaminantes a los que pueden estar expuestos los trabajadores, si bien esta metodología presenta aspectos diferenciales según si se trata de exposiciones a agentes químicos, físicos o biológicos, sobre todo en ámbitos como la identificación de contaminantes y los criterios de valoración empleados, según protocolos del ISP.

Por lo que respecta a la evaluación de los riesgos higiénicos por exposición a agentes químicos y físicos, es preciso determinar, por un lado, la concentración de la exposición y, por el otro, el tiempo de exposición de los trabajadores a estos agentes. La evaluación de esta exposición requiere el uso de criterios de evaluación que, en el caso de los agentes químicos, son los valores límites permisibles (LPP) que figuran en el D.S Nº 594. En el caso de los agentes físicos, los criterios utilizados deben ser específicos, de acuerdo con la naturaleza de cada uno de los agentes y, en cualquier caso, deben ser adecuados a la normativa vigente y a las guías para la evaluación de la exposición a cada uno de los agentes. Por lo que respecta a los riesgos higiénicos por exposición a agentes biológicos, el proceso de evaluación consiste en identificar los agentes biológicos a los que puede estar expuesto el trabajador. Sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo, las posibles vías de entrada de estos riesgos y las condiciones de trabajo. Los protocolos entregados por nuestro Laboratorio de Referencia Nacional (ISP) el que entrega las directrices para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos proporcionan apoyo técnico para facilitar esta tarea. De modo esquemático, la secuencia de fases seguida a la hora de abordar la problemática concreta de los riesgos higiénicos en la empresa es exactamente la misma que en cualquier otra disciplina, como es la ***Identificación, evaluación y control.***

Antes de entrar en detalles, recordemos algunas definiciones:

Identificación: Conocimiento de los factores ambientales de los puestos de trabajo, para lo cual hay que estudiar los productos, procesos, instalaciones y métodos de trabajo.

Evaluación: Medición de los factores ambientales, comparación de los resultados con valores establecidos.

Control: Medidas correctoras para eliminar o reducir los niveles de exposición a niveles aceptables.

1. Identificación de riesgos higiénicos:

1.1. Identificación de riesgos químicos.

La identificación de los distintos factores de riesgo químico y los riesgos asociados a estos factores es un paso previo e indispensable, no sólo para evaluar el riesgo, sino también para gestionarlo. En la identificación de riesgos higiénicos derivados de la exposición a agentes químicos, debe especificarse la naturaleza y la forma del agente químico, además de su vía de entrada.

De acuerdo con el criterio de materiales utilizados, la presencia de agentes químicos en el ambiente del lugar de trabajo puede tener su origen en lo siguiente:

- Materias primas utilizadas.
- Productos auxiliares.
- Productos intermedios.
- Subproductos.
- Residuos.

De acuerdo con el criterio de procesos, la presencia de agentes químicos en el ambiente de trabajo puede tener su origen en lo siguiente:

- Proceso principal.
- Procesos auxiliares.
- Mantenimiento.
- Manutención.
- Limpieza.
- Tratamientos con plaguicidas.

El primer paso, pues, consiste en estudiar cada una de estas opciones en cada uno de los lugares de trabajo. En cada uno de estos supuestos es necesario obtener información que nos lleve a poder definir los factores de riesgo y los riesgos asociados. A continuación, se exponen las principales fuentes de información para cada supuesto:

Materias primas, productos acabados y productos auxiliares

- Etiquetado (según NCh)
- La hoja de datos de seguridad (NCh 2245)
- La clasificación del producto de acuerdo con los criterios que establece la normativa relativa a la notificación de sustancias nuevas y a la clasificación, el envasado y el etiquetado de sustancias y preparados peligrosos (según NCh)
- La normativa existente sobre el transporte de sustancias peligrosas por calles y caminos (D.S Nº 298)
- Las fichas de seguridad para sustancias químicas elaboradas por distintas instituciones a partir de la información científica y técnica existente.

1.2. Identificación de Riesgos Biológicos.

La identificación de los riesgos derivados de la exposición de los trabajadores a agentes biológicos no es sólo el paso previo para evaluar y gestionar el riesgo, sino que, debido a las características de muchas exposiciones a estos agentes (en particular, la incertidumbre acerca de la presencia de los agentes en cuestión en determinadas actividades), también es la actuación más importante para prevenirlos correctamente. Por este motivo, es preciso tratar por separado las actividades en las que se trabaja con agentes biológicos de forma deliberada (manipulación deliberada) y, por lo tanto, conocida, y las actividades en las que se puede producir la exposición de los trabajadores a estos agentes sin que haya intención deliberada de trabajar con los mismos (exposición accidental), tal y como hace la normativa aplicable. Dado que las actividades en las que puede darse exposición accidental suelen tener el problema de la incertidumbre en lo concerniente a la presencia de estos agentes en el centro de trabajo, resulta particularmente importante hacer una identificación teórica correcta de los agentes biológicos más probables, considerando sus focos de exposición, los reservorios, la información científica y los posibles estudios epidemiológicos de los que se pueda disponer.

1.3. Identificación de Riesgos por Agentes Físicos.

A la hora de trabajar con agentes físicos, es preciso tener en cuenta algunos aspectos que los diferencian de los agentes químicos y de los biológicos, y que condicionan su tratamiento:

La naturaleza de los distintos agentes físicos no es la misma. Es posible que la percepción de la presencia de estos agentes en el lugar de trabajo no sea tan evidente como la de los agentes químicos, por lo que es primordial identificar las actividades o sus fuentes generadoras. Las vías de entrada del agente pueden ser varias o, incluso, indeterminadas. La valoración de la exposición para cada tipo de agente físico ha de ser particular.

Por lo tanto, a la hora de identificar, evaluar y proponer medidas preventivas relativas a los agentes físicos, es necesario prestar atención a estos aspectos a fin de no caer en dinámicas de trabajo de otros agentes, como los químicos o los biológicos.

1.3.1. Ruido

El ruido puede causar daños a la salud, principalmente a la audición. El sonido se define como una variación de la presión atmosférica originada por una vibración mecánica, que se caracteriza por su presión acústica y frecuencia. A fin de hacer una primera aproximación del nivel sonoro esperado en los lugares de trabajo, se recomienda lo siguiente:

Consultar el nivel de ruido que producen los equipos y las máquinas, especificado en la información técnica del fabricante. Consultar bibliografía sobre el nivel sonoro producido por equipos, máquinas o actividades similares a los existentes.

Identificar la existencia de daños en la capacidad auditiva de los trabajadores que tengan relación con una posible exposición al ruido en los lugares de trabajo.

Para identificar los puestos de trabajo con riesgo de exposición a este agente físico podemos ver que la presencia de ruido en el ambiente de trabajo puede tener su origen en los siguientes procesos o situaciones:

- Proceso principal.
- Procesos auxiliares.
- Mantenimiento.
- Limpieza.
- Equipos propios del puesto de trabajo.
- Instalaciones propias del puesto de trabajo.
- Otros equipos o instalaciones ajenas al puesto de trabajo, u otros motivos.

1.3.2. Ambiente Térmico, Calor o Frío.

La temperatura en el puesto de trabajo puede dar lugar a dos situaciones que, pese a tener la misma fuente, determinan el modo de evaluar el riesgo producido por este agente físico y las medidas preventivas que deben adoptarse. Estas dos situaciones son las siguientes:

- Las que presentan disconfort térmico, tanto si es por calor como por frío.
- Las situaciones en las que se sufre estrés térmico, tanto si es por calor como por frío.

La diferencia entre ambas radica en el hecho de que las situaciones de disconfort provocan incomodidad, malestar y consecuencias leves en los trabajadores, mientras que las situaciones de estrés térmico representan un riesgo para la salud de los trabajadores, que podrían llegar a sufrir consecuencias muy graves e irreversibles en períodos de exposición cortos.

1.3.3. Estrés térmico por calor.

Los ámbitos en los que se pueden encontrar situaciones de estrés térmico por calor son variados, aunque hay actividades en las que esta situación se puede presentar de forma más habitual debido a las características de los trabajos desempeñados. Por ejemplo:

- Fundiciones.
- Inyección de plásticos.
- Fabricación de vidrio.
- Recubrimiento de superficies.
- Alimentación (fabricación de pan y productos de bollería).
- Metalurgia.
- Trabajos en el exterior en la época de verano.

1.3.4. Estrés térmico por frío.

Los ámbitos en los que se pueden encontrar situaciones de estrés térmico por frío son variados, aunque hay actividades en las que esta situación se puede presentar de forma más habitual debido a las características de los trabajos desempeñados. Por ejemplo:

Industria del frío:

- Trabajos en cámaras frigoríficas.
- Industria de la alimentación: sector de congelados e industrias cárnicas. Trabajos en muelles de carga y descarga.
- Trabajos en el exterior en invierno.

Para tener identificado cada uno de estos ámbitos, se puede consultar protocolos del ISP. Al contrario que para las situaciones de estrés térmico por calor, el estrés térmico por frío requiere la combinación de temperaturas bajas (igual o menor a 10ºC) y de actividades de poca intensidad. Factores como la humedad, temperatura ambiental y velocidad del viento, en ambientes exteriores, según nuestra legislación, al determinar la sensación térmica la que podría deteriorar la salud del POE (personal ocupacionalmente expuesto).

1.4. Radiaciones:

Las radiaciones son una forma de propagación de la energía que tiene su origen en los cambios del nivel energético de átomos o moléculas. Se pueden originar en fuentes naturales o artificiales. Todos los cuerpos emiten y absorben radiaciones, es decir, las radiaciones interaccionan con la materia.

Las radiaciones son de naturaleza ondulatoria, con intercambio de materia corpuscular y/o energía electromagnética; en este último caso, llevan asociados campos electromagnéticos originados por el movimiento de cargas eléctricas y magnéticas. Se caracterizan por su frecuencia, el número de ciclos por segundo (en Hz), y la energía o la intensidad, en electronvoltios (eV). La energía está relacionada con la frecuencia, de modo que, cuanto mayor es la frecuencia de una onda electromagnética, tanto mayor es su energía. Así se dibuja el espectro electromagnético, que va desde ondas de frecuencia sumamente baja hasta los rayos X y gamma, pasando por las radiaciones ópticas.

Para el estudio de las radiaciones según sus efectos biológicos, se distinguen 2 rangos de radiaciones: ionizantes y no ionizantes, con mecanismos de interacción con los tejidos vivos muy diferentes.

Las primeras, las ionizantes, por encima de 1.660 THz, son muy energéticas y provocan la ionización, la fragmentación de los átomos. En este proceso se pueden generar alteraciones en el material genético (ADN) que pueden originar alteraciones cromosómicas, es decir, mutaciones e, incluso, la muerte celular, o bien se pueden ocasionar transformaciones en la estructura química de las moléculas. Así pues, los daños se pueden manifestar en el propio individuo (de forma inmediata o tras un período de latencia) o en posteriores generaciones.

Las segundas, las no ionizantes, no tienen bastante energía para ionizar la materia, y están comprendidas en la parte del espectro electromagnético que va desde 0 Hz hasta 300 GHz. La interacción de estos tipos de radiaciones con el organismo ocasiona efectos distintos en función de la frecuencia. No obstante, estas radiaciones tienen en común, entre otros efectos, que inducen corrientes eléctricas a nuestro cuerpo, lo que puede alterar la permeabilidad iónica, y que producen el calentamiento de la materia, lo que es más evidente cuanto mayor es la energía y la frecuencia de la radiación. La magnitud de estos efectos y la posible aparición de enfermedades graves o ciertos tipos de cáncer en la población expuesta es objeto de continuos estudios y, por lo tanto,

es preciso tener una actitud prudente.

El ser humano está rodeado de todo tipo de radiaciones y expuesto a las mismas, en particular, las no ionizantes. Es posible que la presencia de radiación en el lugar de trabajo no resulte tan evidente como lo podría ser la presencia de un agente químico o la presencia de ruido, que pueden ser percibidos (aunque no siempre) de modo sensorial. Luego es importante identificar los procedimientos o procesos que pueden suponer una fuente de radiaciones, tanto ionizantes como no ionizantes.

1.4.1. Radiaciones no ionizantes:

Clasificación en función de la frecuencia de trabajo:

Campos de frecuencia muy baja (0 Hz-30 kHz)

- Aparatos de diagnóstico por resonancia nuclear magnética.
- Líneas eléctricas.
- Estaciones transformadoras.
- Monitores de ordenador.

Campos de frecuencia baja (30 kHz-300 MHz)

- Hornos de inducción.
- Antenas de radioaficionados.
- Soldadura.
- Secadores de pintura.

Campos de frecuencia media (300 MHz-300 GHz)

- Salas de fisioterapia y rehabilitación.
- Telefonía móvil.
- Radares.

Campos de alta frecuencia (infrarrojo, visible, ultravioleta) (300GHz-1660THz).

- Aparatos de infrarrojos.
- Vidrierías.
- Acererías.
- Soldadura autógena.
- Lámparas germicidas.
- Cabinas de simulación solar.
- Soldadura por arco.
- Hornos por arco.

1.4.2. Radiaciones ionizantes:

Ámbito industrial

- Producción de energía eléctrica en centrales nucleares.
- Detección de defectos en soldaduras o grietas en estructuras o edificios. Detectores de metales (aeropuertos, centros penitenciarios, correos).
- Control de irregularidades en la espesura de materiales como papel, plástico o láminas metálicas.
- Detección del nivel de llenado de depósitos.
- Identificación de trayectorias por medio de trazadores en corrientes hidráulicas, sedimentos, etc.
- Estimación de la antigüedad de sustancias y materiales por medio de isótopos radiactivos.
- Control de insectos nocivos.
- Esterilización de material quirúrgico, sobre todo el desechable, y también de semillas o productos alimenticios para prolongar su durabilidad.
- Transporte y almacenamiento de materiales radiactivos.
- Actividades que impliquen exposición a radiación cósmica durante la operación de aeronaves.

Ámbito sanitario:

- Radiodiagnóstico.
- Obtención de imágenes del organismo (rayos X).
- Análisis clínicos, investigación farmacéutica y científica. Medicina nuclear para estudios de órganos y sustancias del organismo (radiofármacos).
- Radioterapia. Radiaciones ionizantes con finalidades curativas para la destrucción de tejidos malignos (rayos X, bombas de cobalto).

2. Evaluación del riesgo higiénico:

A la información obtenida, según los procedimientos y las fuentes de información prevista en lo visto anteriormente, debe añadirse la identificación de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de la exposición a agentes químicos, físicos y biológicos. Deben considerarse las exposiciones actuales y también las exposiciones que, previsiblemente, puedan producirse en un futuro.

El paso siguiente consiste en evaluar los riesgos existentes por medio de la aplicación de criterios objetivos de valoración a fin de llegar a una conclusión acerca de la necesidad de evitar o controlar el riesgo y reducirlo.

La metodología que se debe utilizar varía en función de la naturaleza de los riesgos; así pues, se proponen metodologías para agentes químicos, físicos y biológicos, cada una en función de sus características.

Una vez identificados los factores de riesgo, y antes de empezar la evaluación del riesgo, debemos plantearnos la eliminación de los riesgos evitables. Una vez finalizada esta etapa, procederemos a la evaluación de los riesgos no evitables. El objetivo de esta evaluación es valorar la importancia de los factores de riesgo y la eficacia de las medidas preventivas existentes; establecer la necesidad de medidas preventivas adicionales; escoger los medios de control, y documentar toda esta información.

Se pueden determinar los riesgos derivados de la presencia de agentes químicos peligrosos en el lugar de trabajo teniendo en consideración los efectos que éstos tienen sobre la salud, la seguridad y el medio ambiente. En este punto valoraremos los riesgos considerando sólo los efectos que tienen sobre la salud. Según la vía de entrada en el cuerpo de los agentes contaminantes, los riesgos pueden ser los siguientes:

- ***Riesgos por inhalación.***
- ***Riesgos por absorción cutánea.***
- ***Riesgos por ingestión.***
- ***Riesgos por penetración por vía parenteral.***

Para cada uno de estos riesgos debe aplicarse un procedimiento de evaluación.

2.1. Riesgos por inhalación:

La inhalación supone la entrada de los agentes químicos por vía respiratoria y esto dependerá de.

- Concentración ambiental.
- Tipo de exposición (aguda, crónica).
- Tiempo diario de exposición.
- Cantidad y situación de los focos de emisión.
- Separación del trabajador de los focos de emisión.
- Tasa de generación de gases, vapores o aerosoles.
- Aislamiento del agente.
- Sistemas de ventilación general y local insuficientes.
- Procedimiento de trabajo inadecuado.
- Trabajadores especialmente sensibles.
- Exposición simultánea a varios agentes.

2.2. Riesgos por absorción cutánea:

Suponen la probabilidad de aparición de efectos sistémicos derivados de la absorción sanguínea de agentes químicos a través de la piel y dependerá de:

- Localización y extensión del contacto.
- Duración y frecuencia del contacto.
- Cantidad o concentración del agente.
- Temperatura y humedad ambiental.
- Gestión incorrecta de equipos de protección personal (EPP).
- Procedimientos de trabajos inadecuados.
- Susceptibilidad individual de cada sujeto.

2.3. Riesgos por ingestión:

Suponen la entrada de los agentes químicos a través del sistema gastrointestinal. Esta vía, en general, tiene poca incidencia en el número de casos de exposición a agentes químicos. En cualquier caso, deben tenerse en cuenta los factores de riesgo en los casos en los que esta vía pueda ser significativa. No se conocen métodos de evaluación del riesgo de exposición a agentes químicos por ingestión. Es necesario proceder a identificarlos y, directamente, a evitarlos.

- Hábitos higiénicos personales.
- Posibilidad de comer, beber o fumar en los puestos de trabajo.
- Trabajadores especialmente sensibles.
- Exposición simultánea a varios agentes.
- Procedimientos de trabajos inadecuados.

2.4. Riesgos por vía parenteral:

Suponen la entrada de agentes químicos a través de las heridas. Esta vía, en general, tiene poca incidencia en el número de casos de exposición a agentes químicos. En cualquier caso, hay que tener en cuenta los factores de riesgo en los casos en los que esta vía sea significativa. No se conocen métodos de evaluación del riesgo de exposición a agentes químicos por vía parenteral. Es necesario proceder a identificarlos y, directamente, a evitarlos.

- Deterioro de la piel.
- Uso de objetos o herramientas cortantes o punzantes.
- Frecuencia de contacto.
- Gestión incorrecta de los EPP.
- Procedimientos de trabajos inadecuados.
- Trabajadores especialmente sensibles.
- Exposición simultánea a varios agentes.

3. Evaluación de agentes de riesgos:

3.1. Evaluación de riesgos higiénicos por exposición a agentes biológicos:

Los contaminantes biológicos son seres vivos, con un determinado ciclo de vida que, al penetrar en el ser humano, ocasionan enfermedades de tipo infeccioso o parasitario.

La evaluación ha probado su utilidad, ayuda a clarificar la percepción de un riesgo, explicarlo mejor (proporcionando datos cuantitativos y cualitativos) y, por consiguiente, a mejorar su manejo y control. La evaluación es de gran utilidad en la toma de decisiones estratégicas, la prevención y la planeación de programas y normas.

Realizar muestreo de los lugares en los que se reconozca la presencia de riesgos biológicos:

- Puestos en los que se manejan plantas, animales o sus productos.
- Personal médico y de laboratorios clínicos o de investigación.

3.2. Tipos de muestreo:

3.2.1. Sedimentación:

Este método de muestreo consiste en ubicar Placas de Petri, conteniendo medio de cultivo adecuado, en aquellas zonas escogidas para el muestreo.

Tras el periodo de muestreo se recogerán las placas y se procesarán según las técnicas analíticas microbiológicas más apropiadas.

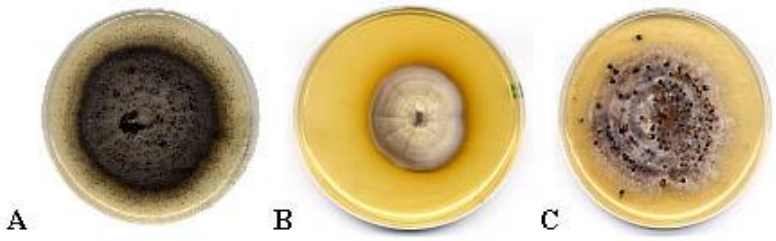
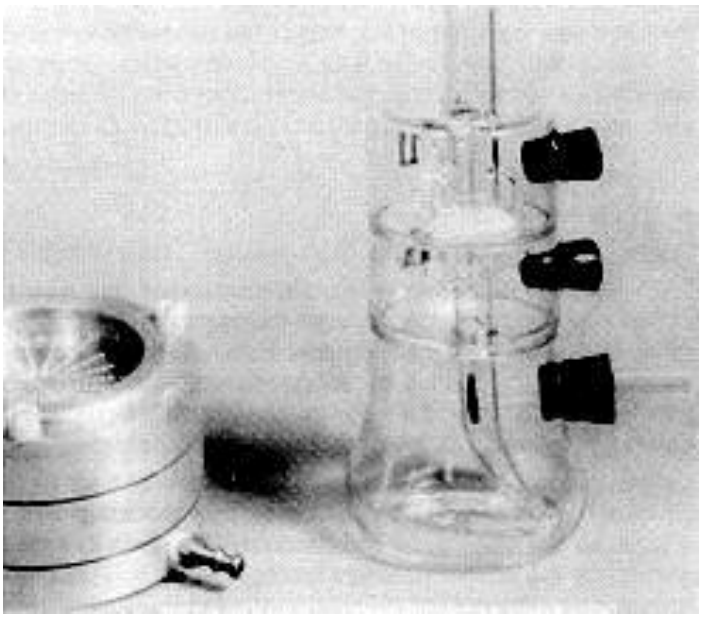


Fig. 5.- Desarrollo miceliar *in vitro* de (A) *P.chlamydospora*, (B) *P.aleophilum* y (C) *P.viticola*. (A) y (C) medio PDA y (B) medio MEA.

3.2.2. Recogida en medio acuoso (impingement)

Consiste en hacer borbotear un volumen de aire a través de una solución isotónica contenida en un frasco lavador y la posterior determinación cuantitativa por los métodos microbiológicos habituales.

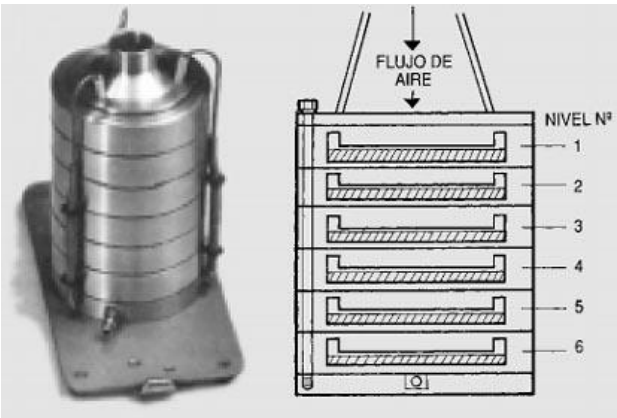


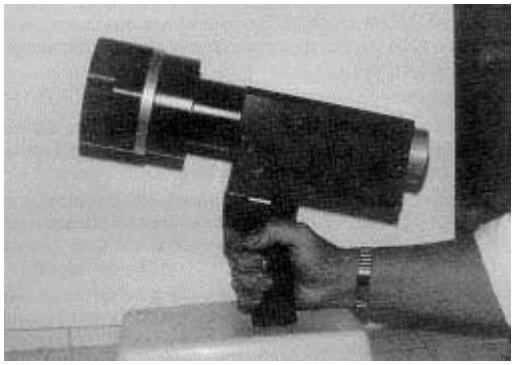
3.2.3. Filtración:

Consiste en filtrar un volumen de aire a través de filtros de gelatina, incubándolos posteriormente sobre medios de cultivo apropiados.

3.2.4. Impactación:

Este método se basa en la retención de microorganismos libres o de microorganismos aerotransportados, adheridos a partículas de polvo, en placas conteniendo medios de cultivo (Muestreador Andersen, Recolector RCS Reuter centrifugal system, SAS Surface Air System).





3.2.5. Frotis (Swab-rinse)

Este método se basa en la utilización de torundas estériles de algodón, que nos permiten muestrear zonas de difícil acceso para las placas de contacto.

Las torundas de algodón se colocan posteriormente sobre un medio de cultivo adecuado

3.2.6. Evaluación:

Realizar exámenes médicos específicos a los trabajadores expuestos a contaminantes biológicos:

- Al ingreso a la empresa.
- Con la periodicidad que los conocimientos médicos aconsejen.
- Cuando sea necesario, por haberse detectado en un trabajador una infección o enfermedad que pueda deberse a exposición a contaminantes biológicos.

4. Control

4.1. Medidas de ingeniería

- Evitar la exposición a agentes biológicos
- Reducir al máximo el nivel de exposición del trabajador a agentes biológicos
- Implementar procesos aislados
- Verificar los sistemas de ventilación

4.2. Medidas administrativas

- Establecimiento de procedimientos de trabajo adecuados para evitar o minimizar el contacto con agentes biológicos

4.3. Equipos de protección personal y colectivo

- Barreras físicas: Guantes, mascarillas, gafas, batas.
- Barreras químicas: Desinfectantes tópicos y ambientales.
- Barreras biológicas: Vacunas y quimioprofilaxis.

4.4. Precauciones universales y buenas prácticas

- Higiene personal.
- Adecuado manejo de corto punzantes
- Señalización de muestras
- Eliminación adecuada de residuos
- No comer, no fumar o beber en el área de trabajo

5. Normativa.

En el Diario Oficial del 7 de marzo de 2006, ha sido publicado el Decreto Supremo N° 73, de 2005, del Ministerio del Trabajo y Previsión Social, que introduce modificaciones al Reglamento para la aplicación de la Ley N° 16.744, contenido en el D.S. N° 101, de 1968, del Ministerio del Trabajo y Previsión Social, y al Reglamento para la Calificación y Evaluación de los Accidentes del Trabajo y Enfermedades Profesionales, contenido en el D.S. N° 109, de 1968, del mismo Ministerio.

Modificaciones al artículo 18, agentes específicos que entrañan el riesgo de enfermedad profesional.

Modificaciones al artículo 19, enfermedades profesionales

Incorporación de agentes específicos que entrañan el riesgo de enfermedad profesional (número 24, artículo 18)

Se establece la incorporación de los siguientes agentes biológicos:

− Virus de la Inmunodeficiencia Humana.

− Virus Hepatitis B.

− Virus Hepatitis C.

− Hanta Virus.

− Coxiella Burnetti.

MODIFICACIONES AL ARTÍCULO 19, ENFERMEDADES PROFESIONALES.

a) Incorporación de enfermedades profesionales y/o agentes específicos asociados.

Enfermedades infecto contagiosas y parasitarias.	En concordancia con la incorporación de agentes infecciosos en el artículo 18 del D.S. N° 109, se incorpora la infección por virus de la Inmunodeficiencia humana, la hepatitis B, la hepatitis C, infección por hantavirus y la Fiebre Q. (número 15, artículo 19)
Enfermedades generalizadas por acción de agentes biológicos: picadura de insectos (abejas, arañas, escorpiones)	Se reemplaza "picadura de insectos" por "mordedura o picadura de arácnidos o insectos". (número 16, artículo 19)

5.1. Evaluación de los riesgos higiénicos por exposición a agentes físicos

La evaluación de los riesgos higiénicos por exposición a agentes físicos se realiza de acuerdo con la naturaleza del agente y según los criterios que se establecen en nuestra legislación (D.S. Nº 594) y protocolos del ISP.

5.1.1. Ruido

Para evaluar el riesgo de exposición al ruido es necesario medir el nivel de ruido con el objetivo de verificar si se superan los valores de referencia que establece la normativa. Los parámetros que se deben determinar mediante las mediciones son los siguientes:

Nivel presión sonoro ruido estable y fluctuante (NPSeq).
Nivel presión sonoro Impulsivo. (NPSpeak).

Los valores obtenidos en las mediciones permiten clasificar cada uno de los puestos de trabajo evaluados de acuerdo con los valores de referencia establecidos en el Decreto Supremo Nº 594.

5.1.2. Equipos de medición:

Para medir los niveles de ruido (LAeq y Lpico) se pueden utilizar los siguientes equipos:
Sonómetros, únicamente para ruidos estables, a fin de determinar el nivel diario equivalente.

5.1.3. Sonómetro y Analizador en Bandas de Octava

El sonómetro permite realizar mediciones de Leq equivalente, Leq máximo, Leq mínimo, Leq pic, Dosis durante el tiempo que dura una corrida (run), y además Leq y Dosis proyectados desde 1 a 24 horas (más otros parámetros).

Permite programar los tiempos que debe durar una corrida y anota el tiempo que las corridas duran.

El sonómetro permite realizar mediciones en un rango de 10 a 140 decibeles (dB).

El sonómetro permite realizar análisis de frecuencias en bandas de octava.

Mediante el uso del calibrador, se puede calibrar el sonómetro cada vez que se inicia una serie de medidas, y al final de ellas.

El sonómetro está conformado, básicamente, por cuatro partes:

- Micrófono de 12,2 mm de diámetro; cuando el equipo deja de usarse, se debe quitar la pantalla anti viento del micrófono y tapar con la pequeña tapa de plástico.
- Preamplificador (normalmente está adherido al micrófono, formando un solo cuerpo); cuando el micrófono se debe ubicar lejos del cuerpo del sonómetro, se utiliza un cable especial que separa al micrófono del cuerpo del sonómetro.
- Cuerpo del sonómetro con teclado y pantalla; utiliza 4 baterías AA, o una fuente externa de poder.
- Pantalla anti viento.

Para proteger al micrófono de daño y para impedir que la presión del viento sea interpretada como ruido, se debe utilizar la pantalla anti viento esférica, siempre. Sólo no se usa la pantalla anti viento cuando el equipo se calibra o se guarda luego de su uso.

Sonómetro integrador

5.1.4. Dosímetro

El dosímetro entrega valores de L_{eq}, $L_{máx}$, $L_{mín}$ y Dosis medidos durante el tiempo T que dura la carrera (run) y calcula y entrega valores de Leq y D proyectados para 8 horas (tiempo estándar), entre otros parámetros.

El dosímetro está conformado, básicamente, por cuatro partes:

- Micrófono de 8,5 mm de diámetro; el micrófono se encuentra al final del cable que lo conecta al cuerpo del dosímetro; al guardar el dosímetro puede desconectarse el cable-micrófono, pero en general se dejan conectados.
- Cuerpo del dosímetro con teclado y pantalla; utiliza 4 baterías AA, o una fuente externa de poder.
- Pantalla anti viento; cuando el equipo deja de usarse, no se debe retirar la pantalla anti viento del micrófono.

Para proteger al micrófono de daño y para impedir que la presión del viento sea interpretada como ruido, se debe utilizar la pequeña pantalla anti viento siempre. Sólo, no se usa la pantalla anti viento cuando el equipo se calibra.

5.1.5. Calibrador

Se trata de un calibrador Quest, que mediante medios electrónicos genera un tono puro de 114 dB a 1000 cps.

Este equipo utiliza una batería de 9 v. Al encender el calibrador, si se enciendo una luz roja, significa que se debe cambiar la batería.

El calibrador trae adaptadores para los diferentes diámetros de micrófonos.

El calibrador debe, periódicamente, despacharse al proveedor para ser contrastado en un laboratorio especializado, laboratorio que debe ser certificado.

5.2. Vibraciones:

Como ya lo hemos visto, se denomina vibración al movimiento oscilatorio que sufren las partículas que componen un cuerpo (sólido, líquido o gaseoso) debido a la aplicación de fuerzas o energías externas, vibraciones que pueden ser:

- **Periódicas**

  Similares al movimiento armónico simple y que se describen mediante los valores de la frecuencia *f* dadas en [Hz] o [cps], amplitud o

desplazamiento ***d*** dada en [m], velocidad de desplazamiento ***v*** dada en [m/s], aceleración dada en [m/s^2] a, o en gravedades ***g*** dadas en fracciones de 9,81 [m/s^2], en que la energía que provoca la oscilación se mantiene durante un determinado tiempo.

- **Aperiódicas**

Fenómenos transitorios tales como choques, golpes, similares, en que la energía que genera el desplazamiento dura cortos instantes de tiempo.

- **Aleatorias**

Se generan cuando el movimiento de las partículas es irregular.

Las vibraciones que se estudian en lo que sigue son las que se trasmiten al cuerpo debido a que éste se pone en contacto con objetos sólidos que están vibrando, principalmente a vibraciones al cuerpo entero o sólo al segmento mano-brazo, y se refieren a vibraciones periódicas.

Las vibraciones pueden generar riesgo cuando los objetos o cosas que vibran se ponen en contacto con el trabajador, contacto que puede ser necesario debido a los procedimientos en uso (que obligan al contacto cuando puede ser innecesario si se diseña un buen procedimiento), o al tipo de objeto utilizado que intrínsecamente genera vibraciones, o las genera debido a su diseño defectuoso, o a su mal funcionamiento, y en otros casos al terreno por el cual transita el equipo que conduce.

6. Materiales – equipos – elementos necesarios.

El equipo básico está formado por:

- El instrumento de tres canales que contiene los filtros de ponderación, instrumento que se puede configurar para realizar una serie de mediciones, y que mediante una memoria permite almacenar lo medido,
- Un acelerómetro triaxial para cuerpo entero
- Un acelerómetro triaxial para mano-brazo
- Un calibrador de terreno: cuando este no existe se debe mandar el medidor de vibraciones periódicamente a calibración

Estos equipos permiten almacenar datos en memoria, datos que luego pueden ser impresos o analizados mediante logiciales en ordenadores.

Las baterías de los equipos, cuando permanecen por tiempos prolongados sin uso, deben retirarse de ellos.

Cada marca de equipo tiene fuentes de energía que pueden diferir entre si, luego es necesario leer en el Manual que tipo de pilas o baterías usan.

Cada vez que un equipo falle, se le debe despachar de inmediato al proveedor para su oportuna reparación.

6.1. Cuerpo del Medidor. Instrumento

El instrumento permite, mediante un visor, ver de inmediato el valor de las variables que se miden. Existen ciertos instrumentos que guardan todo en memoria y que sólo permiten conocer lo medido cuando se conectan a un computador.

Como el DS 594 no se refiere a mediciones de aceleraciones a diferentes frecuencias, el instrumento tiene filtros de ponderación de frecuencias, los que entregan valores de aceleraciones ponderadas, que permiten medir los valores de Aeq según tres ejes coordenados, entregando además valores de Arms, A máximo, A mínimo, A pic, A equivalente (Aeq), siendo este último valor el que exige el DS 594.

Permite además realizar mediciones según tres rangos de frecuencias: 0,4 a 100 Hz (o cps), 0,4 a 1250 Hz y 6,3 a 1250 Hz, en que el primer y tercer rango son los necesarios para cumplir con el DS 594.

Las unidades en que mide el equipo pueden ser m/s^2, g (gravedades) o decibeles.

6.2. Acelerómetros

Los acelerómetros permiten la medida de las vibraciones.

Los acelerómetros son dispositivos que utilizan la piezoelectricidad que se genera en ciertos

cristales cuando estos se deforman, luego los cambios mecánicos generados por la energía o fuerzas que generan la vibración y que se trasmiten, deforman los piezómetros y generan así electricidad que se lee luego como deformación, aceleración, velocidad.

El equipo tiene dos tipos de acelerómetros, ambos triaxiales que miden las vibraciones según tres ejes ortogonales coordenados: x, y, z:

- Acelerómetro triaxial montado sobre una almohadilla que permite realizar mediciones de vibraciones de cuerpo entero en posición sentado, acostado o de pie.

- Acelerómetro triaxial que permite realizar mediciones según tres ejes, cuando la vibración se transmite por mano-brazo

El equipo debe cumplir con la norma ISO 8041:2005 Type 1.

Los estudios que se hacen durante una corrida (run) se pueden almacenar en memoria y luego de terminado el estudio, leer directamente en pantalla los valores de variables medidas, imprimir directamente, o por medio de un logicial, leer y graficar en ordenadores, imprimiendo todos los datos acumulados.

En muchos equipos, cada vez que se apagan, es necesario realizar nuevamente las configuraciones de las variables y parámetros, cuando se les utiliza nuevamente.

Medidor y analizador de vibraciones humanas **SVANTEK SV-106**

Acelerómetro de cuerpo completo para mediciones en asiento **SVANTEK SV-38V**

celerómetro de mano brazo triaxial con
orrea de seguridad, **SVANTEK SV-105**

Se muestra en las fotos uno de los varios equipos existentes, así como uno de los varios acelerómetros que se utilizan para las medidas de mano – brazo.

Nota: la fotografía muestra erróneamente como se debe usar el acelerómetro para mano brazo, pues lo ubica en la palma de la mano, cuando el acelerómetro se debe ubicar a la altura de los nudillos.

6.3. Temperaturas anormales calor o frío.

La especie humana es homeoterma, y esta homeotermia se da en un estrecho margen de temperaturas.

Si las condiciones ambientales cambian o se realiza un trabajo determinado, se puede alterar esta homeotermia, lo que exige al cuerpo humano un sobreesfuerzo que permita recuperar las condiciones normales.

Las condiciones normales de temperatura, que se alcanzan cuando existe equilibrio térmico del cuerpo humano son 36 a 37ºC en el núcleo y 34 a 35ºC de la piel.

El equilibrio térmico, en el caso de la especie humana, está dado por la siguiente relación de balance térmico, relación de Belding y Hatch, que es una forma simplificada de la relación dada por Fanger, relación que `permite calcular el Índice ISC, Índice de Sobreesfuerzo calórico, que es un índice de base analítica:

$$B = M \pm R \pm C - Er$$

En que:

M: es la suma de los valores del calor generado por metabolismo basal más el metabolismo generado necesario para realizar cualquier actividad, expresado en kcal/hr, siendo por tanto siempre positivo,

R: es el calor radiante absorbido o emitido durante la actividad desarrollada, expresado en kcal/hr (es una onda electromagnética similar a la luz pero ubicada en la región de las bajas frecuencias), calor que puede ser adquirido o cedido, siendo por tanto positivo o negativo,

C: es el calor convectivo, calor que calienta o enfría el aire, el que luego calienta o enfría la ropa o la superficie del cuerpo humano, expresado en kcal/hr, calor que puede ser positivo o negativo,

Er: es el calor que se pierde por evaporación del sudor (calor latente de vaporización del sudor), que siempre es cedido por el cuerpo humano, por tanto siempre es negativo, expresado en kcal/hr.

Si B = 0 se está en balance térmico, esto es, se está en situaciones de confort térmico.

Se tiene así que en ambientes calurosos en que R y C son positivos, la única forma que tiene el cuerpo humano para establecer que B = 0 es mediante la evaporación del sudor, lo que exige que la HR, Humedad Relativa medida mediante un sicrómetro (se denomina humedad relativa a la razón entre la presión parcial del vapor de agua en el aire húmedo y la masa de aire seco contenida en la mezcla) sea baja (para permitir una rápida evaporación del sudor) y las personas deben por tanto ingerir suficiente agua para compensar el sudor aumentado.

Si los ambientes térmicos son fríos, el cuerpo humano cede calor al exterior y la única manera de volver al equilibrio es aumentar el gasto metabólico mediante ejercicios y alimentación abundante, además del uso de ropa térmica para impedir que el calor generado en el cuerpo escape o que el frío penetre.

Cuando el Índice se determina mediante lo expresado en el DS 594, artículo 96, se dice que se está empleando un índice de base empírica.

que se está empleando un índice de base empírica.

El Índice usado en el DS 594 es el denominado Índice TGBH (Índice de Temperatura de Globo, de Bulbo seco y de Bulbo Húmedo natural), que se basa en la medición de los siguientes parámetros:

- Temperatura de globo, en que el bulbo del termómetro/sensor se encuentra en el centro de una esfera metálica ennegrecida por el exterior (mide, indirectamente, la temperatura media radiante),
- Temperatura de bulbo húmedo natural, temperatura que se mide teniendo permanentemente húmedo el bulbo/sensor del termómetro (imita la medición de la temperatura que debería tener la piel en las condiciones de ambiente existentes),
- Temperatura de bulbo seco, en que la temperatura corresponde a la temperatura del aire eliminando la componente de radiación, lo que se consigue rodeando completamente el bulbo/sensor con una pantalla (el bulbo o sensor del termómetro mide la temperatura convectiva natural

del aire ambiente, eliminado la componente de radiación mediante la interposición de una pared reflectora de la radiación infrarroja).

De este Índice se calculan dos valores, uno cuando se trabaja sin carga solar y otro cuando es con carga solar. Las relaciones entre los Índices y los parámetros medidos son:

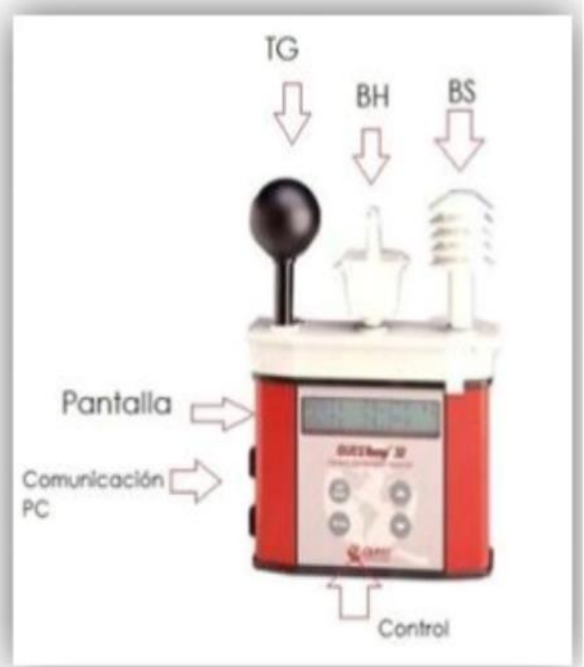
Índice TGBH con carga solar = 0,7 TBH + 0,2 TG + 0,1 TBS

Índice TGBH sin carga solar = 0,7 TBH + 0,3 TG

7. Materiales – equipos – elementos necesarios.

Monitor de ambiente térmico

QUESTemp 32



Anemómetro **ANEMOMASTER A004**

Previo al Laboratorio de Higiene Industrial, los estudiantes deben estudiar detenidamente el Manual de éste equipo de manera de conocer sus partes, los botones de mando, los sensores térmicos que utiliza, las pilas o baterías que usa y sus voltajes, las posibilidades de programación de idioma y grados de temperatura, los parámetros o Índices que mide o calcula, las posibilidades de comunicarse con un ordenador, la forma de calibrar, otros señalados en el Manual.

La lectura del Manual es fundamental, principalmente cuando se utilizan diferentes modelos de Monitores de Estrés Térmico que tienen diferentes teclados, agregan funciones no convencionales o utilizan aditamentos específicos (cable para separar el monitor mismo de los sensores, cables para comunicar con ordenadores, cables para conectar el Monitor con una fuente externa de energía eléctrica, programas específicos para cargar en los ordenadores, otros).

7.1. Iluminación y luminancia.

La iluminación, concebida en forma racional, esto es considerada ella como una parte del entorno de trabajo, que se combina con volúmenes, equipos, superficies de trabajo, tipos de tarea, instalaciones, necesidades perceptivas, debe colaborar no solo a mejorar las condiciones generales de los espacios de trabajo, sino que además debe mejorar rendimiento y calidad, a la vez que impide una mayor ocurrencia de incidentes/accidentes. Dos son las características principales que permiten que la iluminación cumpla con las exigencias arriba mencionadas:

- Iluminaciones expresadas en lux acordes con la tarea, características de color y reflexión del entorno, edad de las personas, características de color de las fuentes de luz, otros, iluminaciones que se miden con fotómetros, en que la celda del fotómetro se debe ubicar sobre o adherida al objeto que se mira (superficie de un escritorio, superficie del pizarrón, diales, manómetros y otros elementos de control que se miran bajo las fuentes de luz, otros), mediciones realizadas con el fin de comparar valores medidos con normas dadas en el DS 594

en su Artículo 103 o normas internacionalmente reconocidas; el DS 594 no contiene la tabla para corregir iluminaciones por edad, cuestión que es fundamental al evaluar sistemas de iluminación.

- Luminancias expresadas en cd/m^2, mediciones realizadas tanto de los objetos a los que se dirige la vista como a los que rodean a dicho objeto, en que la cara del sensor cumple las funciones del ojo que mira la luz reflejada o la que se genera en una fuente de luz; se mide la fuente y sus alrededores, o el objeto al que se dirige la vista y sus alrededores, con el fin de determinar el contraste, mediciones realizadas con el fin de comparar con valores estándares dados en el Artículo 105 del DS 594 o normas internacionalmente reconocidas.

Un sistema de iluminación debe considerar todas las características del espacio de trabajo: volúmenes, distribución de objetos, distancias, color, reflexión de objetos y paredes, iluminación natural, edad, velocidad de percepción y agudeza visual requerida, otros.

En la presente Guía se medirá iluminaciones y luminancias, comparando los valores medidos con los estándares establecidos con el fin de determinar la bondad de los sistemas de iluminación bajo evaluación.

Una mala iluminación o contrastes anormales provocan:

Fatiga síquica, la que se refleja en dolor de cabeza, sensación de ardor en los ojos, irritación.

Signos oculares. Molestias oculares, que se reflejan en ojos o párpados "pesados". Puede surgir la necesidad de frotarse los ojos. Esta sensación de "carga" puede referirse a la zona que rodea al globo ocular, al puente de le nariz (también puede aliviarse un poco con un masaje en esa zona), a la cuenca del ojo (llamada órbita), etc. Se puede notar alivio al cerrar los ojos. Enrojecimiento del ojo y párpados hinchados.

Síntomas oculares. Los síntomas a veces son sensiblemente diferentes: sensación de arenilla o de cuerpo extraño (como si se hubiera metido una pestaña, por ejemplo). Parece que roza el párpado

sobre el ojo cada vez que parpadeamos. Se nota quemazón, y alivia un poco cuando se está un rato con el ojo cerrado. Estos síntomas se corresponden más específicamente a la denominada sequedad ocular.

A veces la sensación es más intensa, y puede manifestarse en forma de “pinchazos” o un dolor moderado. En cualquier caso, el dolor ocular franco es raro. Otro síntoma que se puede presentar es el dolor de cabeza. Suelen provenir de la zona de los ojos o la frente e irradiarse hacia atrás, y raramente se dan en un sólo lado de la cabeza.

Es muy característico de una causa concreta de fatiga visual, el factor de acomodación.

Síntomas visuales. Muchas veces no hay síntoma visual alguno, sólo son molestias subjetivas y enrojecimiento de los ojos. Cuando hay síntomas en la visión, suele presentarse como una borrosidad transitoria de la imagen, una pérdida de nitidez, a veces fluctuante. Lo normal es que remita rápidamente con el reposo.

8. Materiales – equipos – elementos necesarios.

Luxómetro

Previo al Laboratorio de Higiene Industrial, los estudiantes deben estudiar detenidamente el Manual de estos equipos de manera de conocer sus partes, los botones de mando, los foto detectores que utiliza, las pilas o baterías que usa y sus voltajes, las posibilidades de programación de variables o parámetros que mide o utiliza, las posibilidades de comunicarse con un ordenador, la forma de calibrar, otros señalados en los Manuales respectivos.

8.1. Radiación ionizante: rayos X, rayos Y, electrones, núcleos de He.

Se les denomina ionizantes en razón que ellas, al pasar por cualquier sustancia, son capaces de ionizar los átomos o moléculas que las componen.

Las ionizantes se pueden, además, subdividir en dos grupos: las que son verdaderas radiaciones, esto es, ondas electro magnéticas, y las que son "partículas", esto es, moléculas, átomos que tienen carga (están ionizados) o son partículas (electrones, neutrones, protones, neutrinos, otros).

Las ondas electromagnéticas de tipo ionizante pueden provenir de la actividad de núcleos de los

átomos, esto es, de desintegraciones nucleares, o de máquinas inventadas por el hombre. En el primer caso se habla de Rayos gamma (Rayos y), y en el segundo de Rayos X.

Las partículas ionizantes provienen de la desintegración de los núcleos de los átomos, desintegraciones que son espontáneas. Al desintegrarse los núcleos de los átomos se generan "partículas" tales como electrones (con carga negativa), denominadas partículas beta (partículaβ), núcleos de Helio, partículas con carga positiva doble, denominadas partículas alfa (partículaα), neutrones, otras partículas.

Las partículas alfa y beta, al contrario de los rayos gamma, son frenadas por pequeños espesores de sustancias, recorriendo pequeñas distancias en el aire.

Por sus propiedades ionizantes las radiaciones pueden provocar cambios o destrucción de moléculas que conforman el organismo de los humanos.

Provocan dos tipos importantes de daños:

8.1.1. Somático y/o genético

El daño somático es por destrucción de tejidos y órganos, o por ayudar en la reproducción de células anormales. El daño es provocado por exposiciones a elevadas energías, o a tiempos largos de exposición.

El daño genético se refiere al daño que sufren las células encargadas de la reproducción de la especie, células que se ubican en las gónadas. El daño es provocado por exposiciones a energías no muy elevadas, o a tiempos no muy extensos de exposición.

Los límites permitidos de dosis son los siguientes:

Personal con exposición profesional (cuerpo entero, gónadas, médula ósea):

50 mSv: un año de exposición

4 mSv: un mes de exposición

1 mSv: una semana de exposición

Personal no profesionalmente expuesto (cuerpo entero, gónadas, médula ósea): 5 mSv: un año de exposición.

9. Materiales – equipos – elementos necesarios.

Para medir radiación UV, se usará el *UV minder 3D,* de la marca **Solar Light**, el cual entrega la potencia de radiación, expresada en mW/cm^2. (Mili watts por cm^2).
También entrega el valor del espectro de acción de eritema (MED/hr), donde 1 MED/hr = $5.83*10^{-6}$ W/cm^2

Para detectar la presencia de radiación ionizante se usará el ***RadiationAlert Inspector 1300*** el cual entrega los valores en mR/hr, Sv /hr, **CPM** (cuentas por minuto), **CPS** (Cuentas por segundo).

Para el uso racional de los equipos que permiten medir y evaluar radiaciones, se debe conocer y estudiar los respectivos Manuales, los que deben ser entregados a los alumnos antes de la práctica en el laboratorio de Higiene industrial.

10. Agentes químicos.

Como es de conocimiento, la atmósfera que rodea la tierra tiene una composición bien determinada.

Cualquiera de estas sustancias en proporción mayor que la normal, u otra sustancia extraña, se designa como “contaminante”. Los contaminantes químicos se clasifican en aerosoles, gases y vapores”.

El ser humano como todo ser viviente necesita el oxígeno para su existencia.

Cuando éste escasea, el individuo tiene problemas. Los primeros síntomas, por falta de entrega de las cantidades normales de oxígeno a los tejidos, se producen cuando la concentración de éste en el aire alcanza el 13%: al llegar al 10%, hay una rápida incapacitación que conduce a la asfixia. Ahora bien, si el individuo está realizando una actividad física (por ejemplo: en recintos laborales) necesitará un mayor suministro de oxígeno a su sangre, por lo que, en este caso, el aire no deberá tener menos de un 18%.

Por otra parte, hay que tener presente que la concentración de contaminantes en el aire puede variar dentro de amplios márgenes.

La concentración promedio de un contaminante en el ambiente de trabajo, que se supone no va a significar riesgo para la salud del trabajador que labora en este ambiente durante su jornada normal de trabajo, se conoce como Límite Permisible Ponderado (L.P.P).

Para determinar la concentración de un contaminante en un ambiente (evaluar el ambiente) existen algunos medios que están basados, fundamentalmente, en reacciones físicas, químicas o físico-químicas de esas sustancias. En algunos de estos casos la reacción involucra la aparición de una coloración o un cambio de color. En estas ocasiones, la intensidad o extensión de la coloración o la gama de colores que la reacción genera apreciar (medir) la cuantía del contaminante presente en la atmósfera evaluada.

Como en muchas ocasiones se necesita una respuesta rápida para tomar medidas inmediatas, se ha buscado una serie de técnicas que entreguen esta respuesta con prontitud. Entre ellas están la medición ambiental con “tubos detectores colorimétricos”, que son operados con una bomba.

El equipo está formado por la bomba y el tubo colorimétrico, como un todo, los que siempre deben usarse conjuntamente.

Bomba detectora:

Esta es una bomba de accionamiento manual.

Tubo colorimétrico:

Es de forma cilíndrica, de unos 7 mm de diámetro exterior y unos 125 mm de largo, como promedio.

Exteriormente, en su parte superior. Lleva un anillo (tipo esmerilado) de unos 15 mm de altura que permite individualizar la muestra o medición. Más abajo lleva impresa la nomenclatura que individualiza el tipo de tubo. Lleva, también impresa, una flecha que indica la dirección en que debe pasar el aire al hacerse la medición (la punta de la flecha debe quedar dirigida hacia la bomba).

- La mayoría de los tubos trae impresa una escala graduada en partes por millón (ppm) y la indicación del número de bombeos (n) necesarios para que la lectura concuerde con la graduación de la escala.
- Algunos tubos colorimétricos se caracterizan por traer dos escalas.
- También hay escalas graduadas en porcentaje (%) y en mg/m^3
- Hay tubos que traen impresos anillos de marcación.
- Otros traen marcado el contorno donde deben ser quebrados; en estos casos, esta zona de ruptura viene protegida exteriormente.

En el interior del tubo puede venir una o más zonas de material sólido granulado u otros elementos.

11. Materiales / equipos.

- Disponer de varias bolsas plásticas transparentes y herméticas.
- Tubos colorimétricos de CO2 y CO
- Bomba de aspiración manual o de fuelle
- Cigarros

FOTOGRAFIA N°1: Bomba De Aspiración Manual Sensidyne y Tubos Colorimétricos

FOTOGRAFIA N°2: Tubos Colorimétricos

12. Tren de muestreo

12.1. Muestreo polvo total

Una de las acciones importantes que se debe realizar en la práctica de la Higiene Industrial consiste en la evaluación de la concentración de los contaminantes en el aire del ambiente industrial: Polvos, gases, vapores, nieblas, humos metálicos, solventes orgánicos, etc. Esta evaluación se realiza determinando la cantidad de contaminante que se encuentra presente en un volumen conocido de aire. Con este fin es necesario recolectar muestras, las que posteriormente deben ser enviadas a un laboratorio especializado para su análisis.

Este se podrá aplicar a las siguientes situaciones:

a) Verificación de cumplimiento del límite permisible ponderado para polvo no clasificado total.

b) Estudios epidemiológicos de exposición y programas de vigilancia ambiental.

c) Verificación de eficacia y eficiencia de medidas de control.

12.2. Definiciones:

Cabezal de Muestreo: dispositivo en el que quedan retenidas las partículas durante un muestreo.

Filtro PVC: filtro de cloruro de polivinilo.

Tren de Muestreo: conjunto compuesto por bomba de muestreo, manguera de conexión y cabezal de muestreo.

Calibrador: Equipo que permite ajustar el flujo de la bomba.

4. MATERIALES / EQUIPOS

a.-Filtro PVC 37 mm de diámetro, 5 µm de tamaño de poro, montado en un cassette o portafiltro de dos partes de 37 mm de diámetro.	
b.- Bomba de muestreo portátil.	

c.- Mangueras y pinzas de sujeción.	
e.- Calibrador.	
d.- Jarra para calibración de tren de muestreo con ciclones.	

12.3. Muestreo polvo respirable:

12.3.1. Definiciones

Cabezal de Muestreo: dispositivo en el que quedan retenidas las partículas durante un muestreo.

Ciclón: dispositivo utilizado para separar las partículas de tamaño respirable.

Filtro PVC: filtro de cloruro de polivinilo.

Grit Pot: accesorio del ciclón ubicado en la parte inferior de éste, en el que se depositan las partículas que no son de tamaño respirable.

Tren de Muestreo: conjunto compuesto por bomba de muestreo, manguera de conexión y cabezal de muestreo.

Vortex: punto de ingreso del aire con partículas a un ciclón.

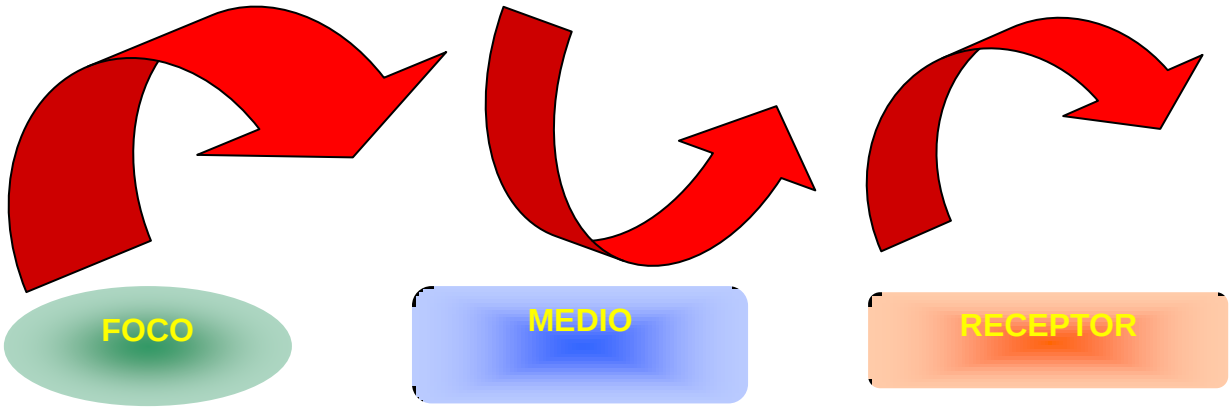
Calibrador: Equipo que permite ajustar el flujo de la bomba.

12.3.2. Materiales / equipos

a.-Filtro PVC 37 mm de diámetro, 5 µm de tamaño de poro, montado en un cassette o portafiltro de dos partes de 37 mm de diámetro.	
b.-Ciclón de nylon de 10 mm.	
c.- Bomba de muestreo portátil.	
d.- Mangueras y pinzas de sujeción.	
e.- Calibrador.	

f.- Jarra para calibración de tren de muestreo con ciclones.	

El control de los agentes para evitar que el trabajador sufra un accidente laboral o una enfermedad profesional, está dada por:



Como actuaremos para proteger a nuestros trabajadores.

Sobre el foco:

1.- Sustituyendo el Producto.
2.- Modificando el Proceso.
3.- Encerrando el Proceso.
4.- Aislando el Proceso.
5.- Utilizando Métodos Húmedos.
6.- Correcto Mantenimiento.
7.- Extracción Localizada.

Sobre el medio:

1.- Limpieza.
2.- Ventilación General.
3.- Aumento de la distancia entre Emisor y Receptor.
4.- Sistemas de Alarmas.

Sobre el trabajador:

1.- Formación e Información.
2.- Disminución del tiempo de Exposición.
3.- Encerramiento del Trabajador.
4.- Equipos de Protección Personal.
5.- Higiene Personal.

RESUMEN

En esta unidad hemos visto evaluación del riesgo medioambiental laboral instrumentos de medición de riesgo ambiental y algunos métodos de protección de enfermedades a las que podría estar expuesto el trabajador en su ambiente laboral, es de suma importancia que un experto en prevención de riesgos tenga el conocimiento básico con respecto a la identificación, evaluación y control de los agentes de riesgos físicos, químicos y biológicos que puedan encontrarse en el ambiente laboral y que puedan afectar al trabajador, adquiriendo una enfermedad profesional reconocida en nuestra legislación como es el D.S Nº 109, Calificación de Accidentes del Trabajo y Enfermedades Profesionales.

BIBLIOGRAFÍA.

- FUNDACIÓN Mapfre (España). Manual de higiene industrial. 4a. ed. Madrid: Mapfre, 1996. 903p.
- CHILE. Ley No. 16744: sobre accidentes del trabajo y enfermedades profesionales. Santiago, Chile: INP, 2003. 78p. [recurso electrónico]
- CHILE. Decreto Supremo No. 594: sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo. Santiago, Chile: ACHS, Ministerio de salud, 2001. 44p. [recurso electrónico]
- Pedro Mateo Floría. Gestión de la Higiene Industrial en la Empresa.
- NSHT. Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con agentes químicos en el trabajo. Real decreto 374/2001, de 6 de abril (BOE 104, de 1 de mayo de 2001).
- LÓPEZ MUÑOZ, Gerardo. El ruido en el lugar de trabajo. INSHT, 1992.
- UNE-EN ISO 7730.96. Evaluación de ambientes térmicos moderados. Determinación de los índices PMV y PPD y especificaciones de las condiciones para el bienestar térmico.
- NTP 614. Radiaciones ionizantes: normas de protección.
- BERENGUER, María José y otros. Calidad de aire interior. INSHT, 2001.
- Fuentes Propias.