

CURSILLO

HIGIENE BASICA Y MÉTODOS DE MEDICIÓN

APLICACIÓN PRÁCTICA

POR:

ING. JOSE LUIS BOLAÑO PRADA

SINCELEJO – SUCRE

2017

MODULO
HIGIENE OCUPACIONAL Y AMBIENTAL

INTRODUCCIÓN

Una de las principales preocupaciones de una empresa debe ser el control de riesgos que atentan contra la salud de sus trabajadores y contra sus recursos materiales y financieros.

Los accidentes de trabajo y enfermedades profesionales son factores que interfieren en el desarrollo normal de la actividad empresarial, incidiendo negativamente en su productividad y competitividad y por consiguiente amenazando su permanencia en el mercado.

Para ello de acuerdo a las disposiciones de la Organización Internacional el Trabajo OIT y las leyes establecidas en el país conforme al Sistema de Riesgos Profesionales, las empresas deben de elaborar un Programa de Salud Ocupacional o implementar un sistema de gestión o administración de riesgos, pendiente a preservar, mantener y mejorar la salud individual y colectiva de los trabajadores en sus correspondientes ocupaciones y que deben ser desarrolladas en forma multidisciplinaria, entre las que se encuentra la Higiene Ocupacional.

Dentro de estos programas, un elemento esencial lo representa el subprograma de HIGIENE INDUSTRIAL, cuyo objetivo es la Identificación, Evaluación y Control de aquellos factores de riesgo que puedan representar un riesgo para que pueden generar una Enfermedad Profesional.

1. INTRODUCCIÓN A LA HIGIENE INDUSTRIAL

“Ciencia y arte dedicados al reconocimiento, evaluación y control de aquellos factores de riesgo que se originan en o por los lugares de trabajo y que pueden ser causa de enfermedades, perjuicios a la salud o al bienestar, incomodidades o ineficiencia entre los trabajadores, o entre los ciudadanos de la comunidad “
A.I.H.A. = American Industrial Hygienist - Association)

En el programa de higiene industrial hay tres conceptos principales:

- Reconocimiento del factor de riesgo
- Evaluación
- Control del riesgo

Por su carácter técnico se diferencia de la medicina del trabajo y demanda la intervención de un especialista calificado: Especialista, Ingeniero, técnico y tecnólogos de higiene industrial.

Para efectos del presente curso, es de vital importancia entender la diferencia entre Higiene Ocupacional y Higiene Ambiental, no obstante existen muchos elementos en los cuales estas dos vertientes se encuentran, máxime si concebimos la salud de los trabajadores como un concepto integral:

- **Higiene Ocupacional:** Es la que se encarga de identificar, evaluar y controlar los factores de riesgo que puedan generar enfermedades profesionales al INTERIOR de los lugares de trabajo.
- **Higiene Ambiental:** Es la que se encarga de identificar, evaluar y controlar los factores de riesgo que puedan generar enfermedades a la población general y su principal campo de aplicación es al EXTERIOR de las empresas.

1.1 APLICACIÓN:

A. Examinar los ambientes de trabajo y sus alrededores :

- Estudiar los trabajos y los procesos y obtener detalles completos de la clase de trabajo, los materiales y los equipos que se usan, los productos y subproductos, número y clase de trabajadores (hombres - mujeres), las horas de trabajo y turnos de trabajo.
- Realizar mediciones ambientales para determinar la magnitud de las exposiciones
- Estudiar e investigar todos los materiales biológicos, como son sangre, orina, por medios químicos y físicos cuando esto ayude a determinar con mayor grado de precisión la magnitud de las exposiciones.

B. Interpretar los resultados de la evaluación ambiental y de sus alrededores en función a su capacidad de quebrantar la salud, naturaleza del detrimento de la salud, eficiencia de los trabajadores, la comunidad y presentar conclusiones específicas.

- Preparar reglamentaciones, normas y procedimientos para el desarrollo saludable del trabajo y la comunidad.
- Dirigir programas de educación para los trabajadores y el público con el fin de prevenir enfermedades de origen ocupacional.
- Dirigir estudios epidemiológicos con el fin de establecer la posibilidad de que se presenten enfermedades ocupacionales y mejorar las concentraciones ambientales permisibles o normas que habrán de usarse como guía.

1.2 CLASES DE HIGIENE INDUSTRIAL: La Higiene Ocupacional se subdivide en cuatro tipos, los cuales se deben tener siempre en cuenta al momento de diseñar estrategias tendientes a la Gestión de Riesgo.

- Higiene Teórica
- Higiene Analítica
- Higiene de Campo
- Higiene Operativa

- **Higiene Teórica :**

Estudia los factores de riesgo y contaminantes, sus relaciones, dosis - respuesta en el individuo.

Determina los estándares a través de estudios epidemiológicos, la experimentación y analogías químicas; define los valores límites permisibles de exposición ocupacional y establece los métodos de medición como lo son los NIOSH.

Su aplicación es el campo de la investigación.

Si nuestro interés en una empresa es la cuantificación de un factor de riesgo es indispensable que se posea un método de medición y un valor de referencia contra el cual compararnos.

En el caso de compuestos químicos, el método mas utilizado en nuestro medio son los establecidos por la NIOSH y el valor de referencia para compararnos son los recomendados por la ACGIH conocidos como TLV y que son de publicación anual.

- **Higiene de campo :**

Estudia la situación (diagnóstico ambiental) higiénica del ambiente de trabajo; determina las condiciones del ambiente laboral a través de requerimientos tales como: porqué va a medir, cargos para identificar posibles enfermedades profesionales, y estudios de las fuentes generadoras del riesgo para detectar problemas o fallas en la máquina.

Su aplicación es en la evaluación y medición del factor de riesgo, es la que establece las estrategias de medición y evaluación del riesgo en la industria o el ambiente.

En la actualidad se han venido promoviendo las evaluaciones cualitativas como elemento previo a la evaluación cuantitativa, aunque si la evaluación cualitativa nos permite identificar la existencia de riesgo y nos posibilita la definición de alternativas de control, es prioritario el control antes que la medición cuantitativa.

SIEMPRE QUE VOY A MEDIR DEBO TENER CLARO:

- **POR QUÉ SE VA A EVALUAR?**

1. Cuantificar la magnitud del riesgo.
2. Actividad del sistema de vigilancia epidemiológica.
3. Implementar medidas de control

- **QUE SE VA A EVALUAR?**

4. Áreas de trabajo.
5. Puestos de trabajo
6. Trabajadores
7. Máquinas y/o elementos de alto nivel de ruido

- **COMO SE VA A EVALUAR?**

8. Reconocimiento

9. Elaboración de la estrategia
10. Selección adecuada del equipo
11. Interpretación de los resultados obtenidos.

➤ TENER EN CUENTA

12. Condiciones ambientales
13. Origen
14. Tipo de proceso
15. Expuestos
16. Ciclos de trabajo
17. Controles
18. Composición química
19. Formatos

• **Higiene Analítica :**

Hace las determinaciones cualitativas y cuantitativas de los riesgos y contaminantes en el sitio de trabajo.

Es aquella que a través de muestras, analiza, toma decisiones y establece criterios de evaluación, para entrar a determinar parámetros en los estudios de absorción atómica, cromatografía de gases, gravimetría y otros análisis.

Su campo de aplicación es la investigación y acción en el campo práctico de la higiene.

En el caso de los contaminantes químicos, es recomendable que los análisis sean realizados en laboratorios que garanticen su idoneidad y en lo posible que se encuentren acreditados por normas como la ISO 17025 o por estamentos como la AIHA, por lo que es común el envío de muestras para ser analizadas en el exterior.

- **Higiene Operativa :**

Elige y recomienda los métodos de control al factor de riesgo evaluado.

Se aplica cuando ya se conoce la existencia del riesgo, para modificar los procesos en la fuente, en el medio y/o en el receptor.

Con respecto a las metodologías de control, su objetivo es la búsqueda de ambientes de trabajo mas saludables, para lo cual a nivel mundial existen una serie de “corrientes”, pero que todas coinciden en que su orden debe ser Fuente – Medio y Receptor.

CLASIFICACIÓN DE FACTORES DE RIESGO

Los accidentes de trabajo conducen a repercusiones inmediatas y evidentes, en cambio las enfermedades de trabajo, por lo general, tienen periodos de latencia prolongadas y sus efectos no son muy evidentes.

La ciencia que se dedica a la prevención de las enfermedades de trabajo es la Higiene Industrial, su definición es la siguiente:

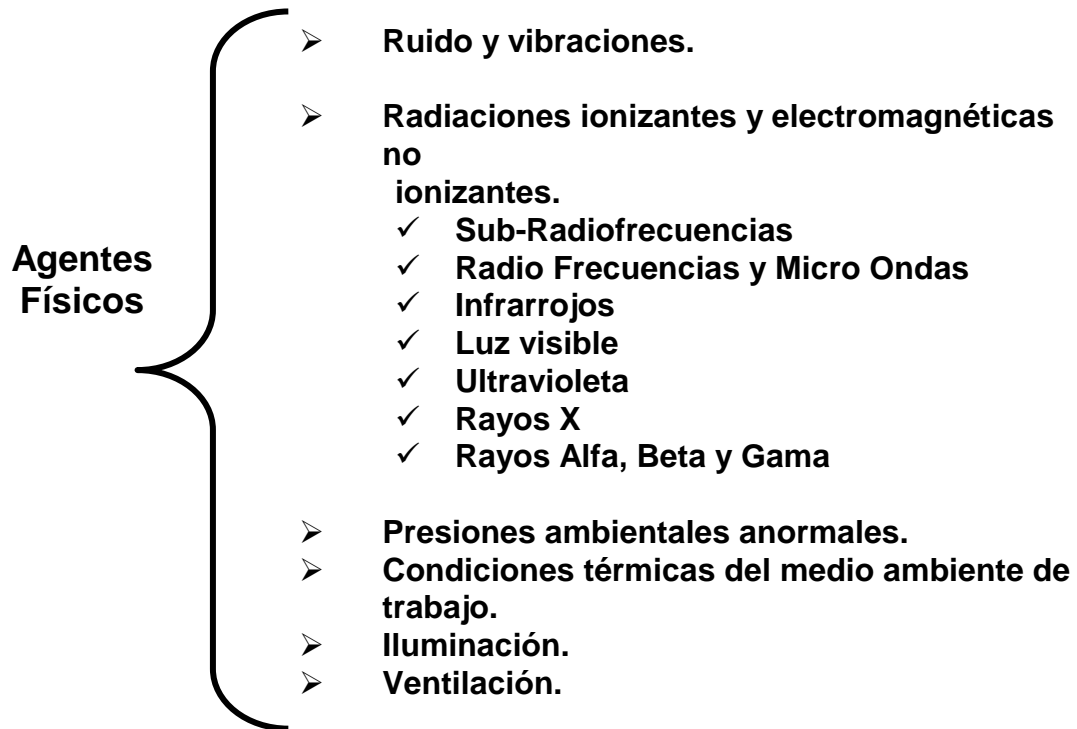
“HIGIENE INDUSTRIAL” es la ciencia dedicada al reconocimiento, evaluación y control de aquellos agentes ambientales que surgen dentro del lugar de trabajo y que pueden causar enfermedades, deterioro a la salud y bienestar, o ineficiencia marcada entre los trabajadores.

Pero para obtener un buen control de los factores de riesgo, es necesario primero que todo tener claridad en lo que respecta a la forma en que se clasifican los factores de riesgo,

Los factores de riesgo desde el punto de vista Higiene se pueden clasificar en:

- ⇒ Factores de riesgo **Físicos**
- ⇒ Factores de riesgo **Químicos**
- ⇒ Factores de riesgo **Biológicos**
- ⇒ Factores de riesgo **Ergonómicos**

1. **FACTORES DE RIESGO FÍSICOS:** Desde el punto de vista físico, los factores de riesgo se clasifican en:



a) Los **Acústicos** a su vez se clasifican en

- ⇒ Infrasonido y Sonido de baja frecuencia: Son las comprendidas entre 1 y 80 Hercios, su unidad de medición es el decibel.
- ⇒ Ruido: Depende del tiempo de exposición y Rata de crecimiento, la cual esta establecida para Colombia en 5, pero la ACGIH en los TLV y la GATISO recomienda 3.
- ⇒ Ultrasonido: Son los sonidos que se encuentran entre 10.000 y 100.000 hercios (10 a 100 KHz). Para estos existen unos valores límites permisibles tanto para 8 horas de exposición día como para cortos períodos de tiempo.

Para poder clasificar de una mejor forma los demás factores de riesgo, tomaremos como base la clasificación de los factores propuesta por la ACGIH en los TLVs versión 2010, la cual depende de la longitud de onda.

ESPECTRO ELECTROMAGNETICO (TLV 2010)

RADIACIÓN NO IONIZANTE											RADIACIÓN IONIZANTE		
REGION	Sub Radiofrecuencia	Radiofrecuencia	Micro Ondas	Infrarrojo			Luz Visible	Ultra Violeta			Rayos X		
Banda de Frecuencia	EL F			IR-C	IR-B	IR-A		UV-A	UV-B	UV-C			
Longitud de Onda	1000 Km	10 Km	1 m	mm	1	3 μ m	1,4 μ m	760 nm	400 nm	315 nm	280 nm	180 nm	100 nm
Frecuencia	300 Hz	30 KHz	300 MHz	300 GHz									
TLV Aplicable	Sub Radiofrecuencia	Radiofrecuencia Y Micro Ondas		Luz e Infrarrojo			Ultravioleta			Radiación Ionizante			
				Laseres									

- b) Las **Radiaciones Ionizantes** son aquellas con energía necesaria para arrancar electrones de los átomos. Cuando un átomo queda con un exceso de carga eléctrica, ya sea positiva o negativa, se dice que se ha convertido en un ión (positivo o negativo).

Se consideran Ionizantes, las radiación Menores a 100 nm, y ssu unidad de medición son los milisivert (mSv)

Las radiaciones ionizantes pueden provocar reacciones y cambios químicos con el material con el cual interaccionan. Por ejemplo, son capaces de romper los enlaces químicos de las moléculas o generar cambios genéticos en células reproductoras.

Dentro de las Radiaciones Ionizantes se encuentran

- ⇒ Rayos X
- ⇒ Radiaciones Alfa, beta y gamma
- ⇒ Emisión de neutrones
- ⇒ Radiación cósmica

Para que una persona pueda estar expuesta a Radicaciones Ionizantes se debe garantizar: Que el trabajo este totalmente justificado y que sea Optimizado

Los valores límites permisibles, están definidos como:

- ⇒ Dosis Efectiva: Que es aquella que se considera para todo el cuerpo y que esta dada tanto para la exposición a un año como para cinco años.
- ⇒ Dosis equivalente: Es la que esta definida para una parte del cuerpo específica, como puede ser: Cristalino, piel, manos y pies.
- ⇒ También existen valores límites para Exposiciones embrio-fetales desde el conocimiento del embarazo.

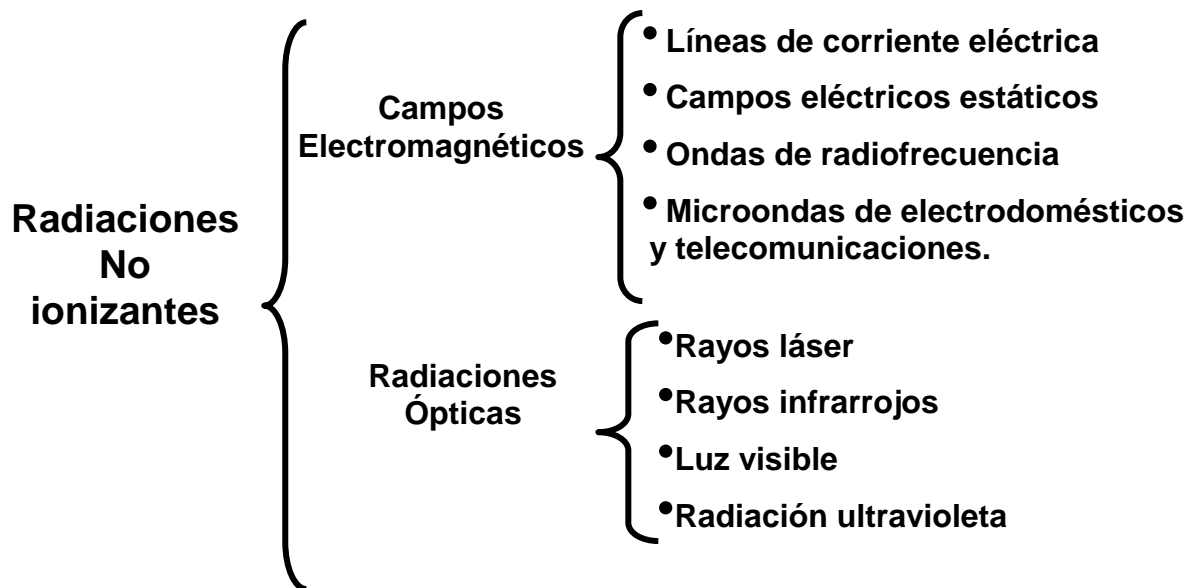
Los valores límites permisibles, establecidos por la ACHIG en los TLVs versión 2010 son

Tipo de Exposición	Límite de Dosis
Dosis Efectiva	
a) En cualquier año	50 mSv (milisievert)A
b) Promedio sobre 5 años	20 mSv por año
Dosis Anual Equivalente a:	
a) El cristalino del ojo	150 mSv
b) Piel, Manos y Pies	500 mSv
Dosis Efectiva Acumulada	10 mSv * Edad en años
Exposición embrión-feto, una vez que se sabe del embarazo	
<ul style="list-style-type: none"> • Mensual dosis equivalente 	0.5 mSv

- c) Las **Radiaciones No Ionizantes** son aquellas que no son capaces de producir iones al interactuar con los átomos de un material.

Estas radiaciones pueden provocar calor y ciertos efectos fotoquímicos al actuar sobre el cuerpo humano.

Dentro de las no ionizantes se encuentran:



En lo que respecta a límites permisibles de cada uno de ellos, en Colombia se tienen en cuenta los valores establecidos por la ACGIH en los TLVs, VERSIÓN 2010, en los cuales se establecen:

Radiación Electromagnética y Campos:

⇒ Campos Magnéticos Estáticos (Pag 123): Vienen para cuerpo entero, extremidades, Personas con dispositivos médicos electrónicos. Se mide en Teslas

⇒ Sub-Radiofrecuencias (30 kHz y menos)

Campos Magnéticos

Depende de la frecuencia. Se mide en (mT).

- Para ELF (1 a 300 Hz) Para exposición ocupacional: $B_{tlv}=60/f$
- Hay otros valores dependiendo de la parte del cuerpo afectada o personas con dispositivos médicos electrónicos.

Campos Eléctricos Estáticos

- Depende de la frecuencia. Se mide en voltios por metro (V/m). Para 8 horas entre 0 y 100 Hz = 25kV/m.
- Tiene noticias de intención de cambios
- Hay otros valores para diferentes partes del cuerpo

Radiación de Radiofrecuencias y Microondas

- Depende del tiempo y del campo eléctrico y magnético y se basa en la frecuencia
- Parte de determinar la frecuencia de la fuente de RF.

Radiación Luminosa y del Infrarrojo Cercano:

- IR-B, IR-A, Luz Visible y UV-A. Comprende los de la región entre 305 y 3000 nm

Depende de la longitud de onda y los TLV son para:

- ✓ Proteger la retina contra lesión térmica
- ✓ Proteger la retina contra lesiones fotoquímicas por exposición crónica a luz azul
- ✓ Proteger trabajadores que les han quitado el cristalino.
- ✓ En Infrarroja: A) Para proteger la cornea y el cristalino. B) Para proteger la retina.

Radiación Ultravioleta (180 a 400 nm):

- ✓ Depende de la longitud de onda y el TLV esta en mJ/m²).

Láser: (300GHz a 180 nm)

- ✓ Depende de la longitud de onda
- ✓ La mayoría vienen con etiqueta indicando la clase de riesgo (generalmente no se requiere medir).
- ✓ Los límites vienen dependiendo de la región espectral, la duración y se definen para Ojo y Piel
- ✓ POSEE Noticias de Intención de Cambio

- d) Las **Presiones Ambientales Anormales**. Para definir lo que son presiones ambientales anormales, se toma como referencia la presión atmosférica a nivel del mar, la cual es de 760 mmHg.

Las Presiones ambientales anormales se consideran como:

- Presión anormal baja: Es aquella que existe en los lugares o locales de trabajo, cuya magnitud sea de 522 mmHg o menor. Siendo la presión ambiente normal 760 mmHg.
- Presión anormal alta: Es aquella que existe en los lugares o locales de trabajo, cuya magnitud sea de 1520 mmHg (2 atmósferas absolutas) o mayor.

- e) Las **Condiciones Térmicas**: Para comprender mejor lo referente a condiciones térmicas, es de vital importancia tener previamente claros los conceptos de “Confort Térmico” y “Estrés Térmico”
- **“Estrés Térmico”** aquella combinación de factores ambientales y metabólicos que superan la capacidad de respuesta del organismo y que pueden llevar a una descompensación térmica del organismo.
 - **“Confort Térmico”** a la sensación subjetiva de frío o de calor que sin embargo, tiene efectos adversos fisiológicos medibles y que están conformados por: El calor metabólico, temperatura del aire, velocidad del aire, contenido de humedad del aire y temperatura radiante de los sólidos vecinos.

Si los trabajadores están expuestos a **Estrés Térmico por Altas Temperaturas** los aspectos a tener en cuenta son:

- ⇒ Las variables que se deben evaluar siempre son: temperatura de bulbo seco (Tbs), temperatura de bulbo húmedo (Tbh), temperatura de globo (Tg), velocidad del aire (V)
- ⇒ El índice a calcular será el de WBGT de acuerdo a los lineamientos definidos por la ACGIH y adicionalmente se podrá calcular el Índice de Estrés Calórico (ISC) como complemento para la determinación de las condiciones de temperaturas extremas a las cuales se encuentra expuesto el trabajador.
- ⇒ Para poder realizar la comparación de los resultados obtenidos contra los valores límites permisibles (TLV's) es necesario primero determinar el gasto metabólico (dependiendo del tipo de trabajo) y el tiempo de exposición. Para poder determinar el tipo de actividad, contamos en Higiene con una serie de herramientas como la clasificación presentada en los TLV de la ACGIH y otras como las que se encuentran en el Reglamento Técnico Colombiano de Temperaturas.

Si los trabajadores están expuestos a **“Discomfort Térmico”** los aspectos a tener en cuenta son:

- ⇒ Las variables ambientales a evaluar serán como mínimo: Temperatura ambiental, Humedad relativa y Velocidad del aire
- ⇒ En nuestro país la RESOLUCION 2400: Artículo 63 establece: De la Temperatura, Humedad y Calefacción “La temperatura y el grado de humedad del ambiente de trabajo, será mantenido, siempre que lo permita la índole de la industria, entre los límites tales que no resulten desagradables o perjudiciales para la salud”. Pero no establece cuales son esos valores límites permisibles, por lo cual los valores se pueden comparar contra los establecidos en otros países y estamentos como: NORMA ISO 7730, TEMPERATURA, HUMEDAD Y VELOCIDAD DEL AIRE SEGÚN EL TIPO DE TRABAJO (método LEST) y VALORES RECOMENDADOS POR LA ORDENANZA GENERAL DE SEGURIDAD E HIGIENE DEL TRABAJO (ESPAÑA)

Si los trabajadores están expuestos a **“Estrés por Bajas Temperaturas”** los aspectos a tener en cuenta son:

- ⇒ Las variables que se deben evaluar siempre son: temperatura de bulbo seco (T_{bs}) y velocidad del aire (V)
- ⇒ El índice a calcular será el de Temperatura Equivalente de Enfriamiento (T.E.E.) de acuerdo a los lineamientos descritos en los TLVs la ACGIH, última versión.
- ⇒ La determinación de la existencia o no de un riesgo para la salud del personal se realiza, siguiendo los pasos descritos en los TLVs la ACGIH, última versión. Las variables ambientales a evaluar serán como mínimo: Temperatura ambiental, Humedad relativa y Velocidad del aire

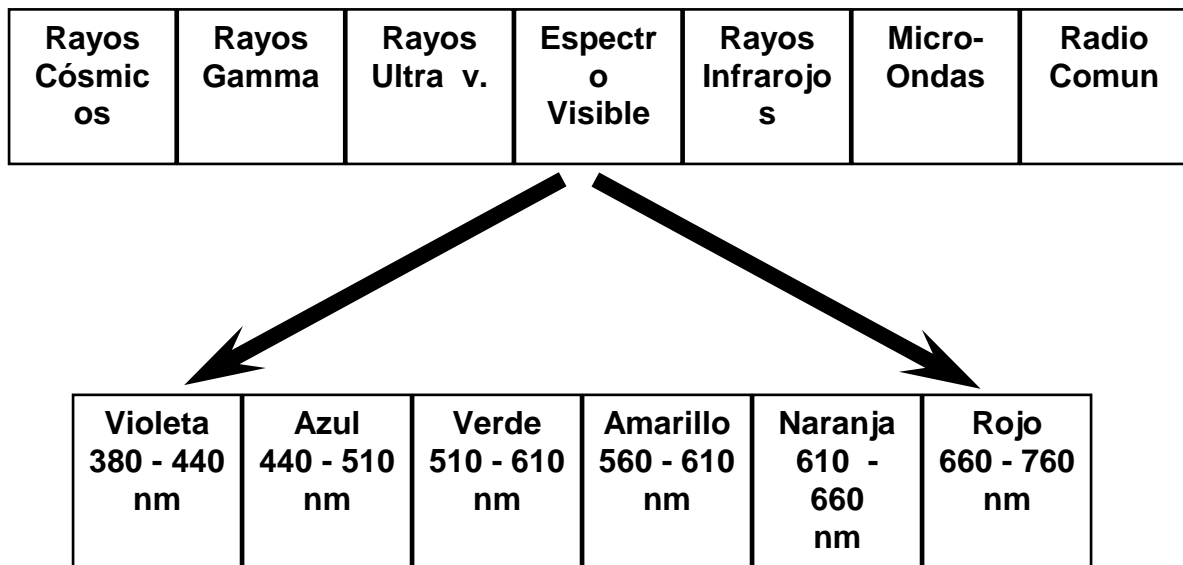
Teniendo en cuenta todo lo anteriormente descrito, se considera que al tema de temperaturas extremas merece una ampliación especial, máxime si se considera que en nuestro país esta considerado como una actividad de alto riesgo que esta incluido en dentro de un régimen especial de pensiones, por lo que se dedicará un capítulo especial a este tema.

f) **Iluminación:** La luz Es una forma de energía radiante electromagnética que se propaga en el espacio como un movimiento ondulatorio transversal, a velocidad de 300.000 Km./seg. Las radiaciones comprendidas entre los 380 y 760 mn, tienen la propiedad de sensibilizar la retina y dan lugar al denominado espectro de luz. La radiación se transmite siempre en el vacío y en materiales sólidos, líquidos y gaseosos.

Los objetivos de cualquier sistema de iluminación son

- Suministrar cantidad y calidad de luz, que permita efectuar las labores con eficiencia, seguridad y comodidad.
- Optimizar la percepción de la información visual, utilizada en el desarrollo del trabajo.
- Conservar un nivel adecuado de rendimiento
- Garantizar máxima seguridad.
- Proporcionar un adecuado bienestar visual

Dependiendo de la longitud de onda, es el color que el ojo percibe.



Teniendo en cuenta lo específico de este tema se posee un capítulo específico sobre este factor de riesgo.

2. **FACTORES DE RIESGO QUIMICOS:** Para poder dar un mejor manejo de este factor de riesgo es importante tener en cuenta:

“Contaminante químico es toda sustancia orgánica o inorgánica, natural o sintética que durante su fabricación, manejo, transporte, almacenamiento o uso, puede incorporarse al ambiente en forma de humo, polvo, gas o vapor, en concentraciones que puedan poner en riesgo la salud del trabajador.

Dentro de los aspectos importantes para poder determinar la generación o no de un riesgo para la salud de las personas, es importante tener en cuenta aspectos como: Tamaño, Forma, Composición Química, Solubilidad

Adicionalmente se dividen en:

- ✓ Corrosivas
- ✓ Reactivas
- ✓ Explosivas
- ✓ Tóxicas
- ✓ Inflamables
- ✓ Biológicas infecciosas
- ✓ Especiales
- ✓ Radiactivas

Teniendo en cuenta lo específico de este tema se posee un capítulo específico sobre este factor de riesgo.

3. **FACTORES DE RIESGO BIOLÓGICOS:** Los contaminantes Biológicos vienen tomando cada vez mayor importancia, especialmente si se tienen en cuenta aspectos como el síndrome del edificio enfermo entre otros

Las principales investigaciones en la actualidad están direccionadas a **AGENTES CONTAMINANTES BIOLÓGICAMENTE DERIVADOS AEROTRANSPORTADOS**

Los contaminantes biológicamente derivados aerotransportados incluyen a los bio aerosoles (partículas aéreas compuestas de o derivadas de organismos vivos) y compuestos orgánicos volátiles que liberan los organismos. Los bio aerosoles incluyen microorganismos (ej., cultivable, no cultivable y microorganismos muertos) y fragmentos, toxinas y productos de desperdicio particulado de todas variedades de cosas vivientes. Los contaminantes derivados biológicamente son de naturaleza ubicua (presente en todo lugar) y pueden ser modificados por la actividad humana. Los humanos están expuestos repetidamente, día tras día, a una amplia variedad de estos materiales.

Existen TLVs® para ciertas sustancias de origen biológico, incluyendo la celulosa; algunas maderas; algodón; polvos de harina y grano; nicotina; piretro (plantas del género crisantemo, almidón; subtilisinas (enzimas proteolíticas), sacarosa; niebla de aceite vegetal y compuestos volátiles producidos por organismos vivos (ej., amoníaco, dióxido de carbono, etanol y sulfuro de hidrógeno). Sin embargo, por diferentes razones, no hay TLVs® contra los cuales comparar las concentraciones aéreas ambientales de la mayoría de los materiales de origen biológico.

La contaminación biológica interior se define como la presencia de a) aerosoles, gases y vapores derivados biológicamente de una especie y la concentración probable causante de enfermedades o enfermedades de predisposición humana; b) concentraciones inapropiadas de bioaerosoles en exteriores, especialmente en el diseño de construcciones diseñadas para prevenir su acceso; o c) crecimiento microbiano en interiores y remanentes de crecimiento biológico que pudieron ser nebulizados hasta el nivel de aerosol a los cuales puede estar expuesto el

humano. El término “agente biológico” se refiere a una sustancia de origen biológico que es capaz de producir un efecto adverso ej., una infección o hipersensibilidad, irritación, inflamatorio u otra respuesta.

La propuesta recomendada por la ACGIH® para asesorar y controlar las exposiciones a bio aerosoles esta basada en inspecciones visuales de las construcciones, evaluando los síntomas en oficinas, evaluar el desarrollo en oficinas, monitorear la fuente ambiental potencial , y aplicando el juicio profesional. La guía publicada proporciona información de antecedentes en la mayoría de los grupos de bio aerosoles, incluyendo sus fuentes y efectos a la salud, y describe métodos para coleccionar, analizar e interpretar las muestras de bio aerosoles de las fuentes ambientales potenciales. Ocasionalmente el monitoreo ambiental detecta un solo contaminante o uno biológicamente predominante. De forma más común, el monitoreo revela una mezcla de varios materiales derivados biológicamente, que reflejan la diversidad y la naturaleza interactiva de los micro ambientes en interiores. Por lo tanto, el muestreo ambiental deberá realizarse únicamente siguiendo con cuidado la formulación de las hipótesis analizables para bio aerosoles con respecto al potencial de la fuente de los estos y sus mecanismos, para aquellos trabajadores que han sido expuestos a los bio aerosoles de estas fuentes.

Aún cuando el trabajo de los investigadores de las hipótesis analizadas y los planes bien formulados de muestreo, resultado de los muestreo ambientales de bio aerosoles puede ser inconclusos y engañosos ocasionalmente.

No existen TLVs® para la interpretación de las mediciones ambientales de a) bio aerosoles totales cultivables y contables (ej., bacterias totales o fungi); b) bio aerosoles específicos cultivables y contables (ej., *Aspergillus fumigatus*); c) agentes infecciosos (ej., *Legionella pneumophila* o *Mycobacterium tuberculosis*); o d) contaminantes biológicos ensayables (ej., endotoxinas, micotoxinas, antígenos o, compuestos orgánicos volátiles microbianos) por razones especificadas en los TLV

GUÍAS BASADAS EN LA EVIDENCIA “GATISO”

RESOLUCIÓN 2844 DE 2007 del MPS. Adopta como referente obligatorio

Medicina basada en la evidencia es “El uso **consciente, explícito y juicioso** de la **mejor evidencia** disponible actualmente, en la toma de decisiones acerca del cuidado de pacientes individuales.” Sackett, 1996

“...La practica de la medicina basada en evidencia significa integrar la experticia clínica individual con la mejor evidencia externa disponible obtenida de la búsqueda sistemática y los valores de los pacientes.” **Sackett, 2004**

OBJETIVO:

Emitir recomendaciones basadas en la evidencia respecto a lo que los profesionales de la Salud Ocupacional y áreas afines DEBEN y NO deben hacer para el MANEJO INTEGRAL (promoción, prevención, detección precoz, tratamiento y rehabilitación) DE LA PATOLOGÍA OBJETO DE LA GUÍA.

Es aquella población trabajadora **AFILIADA O NO** al Sistema de Seguridad Social Integral y quien, en virtud de la actividad desempeñada, puede encontrarse a riesgo de desarrollar **LA PATOLOGÍA OBJETO DE LA GUÍA** en el lugar de trabajo

Pasos para la Elaboración



Producción de una recomendación preliminar- Estructura general de la guía

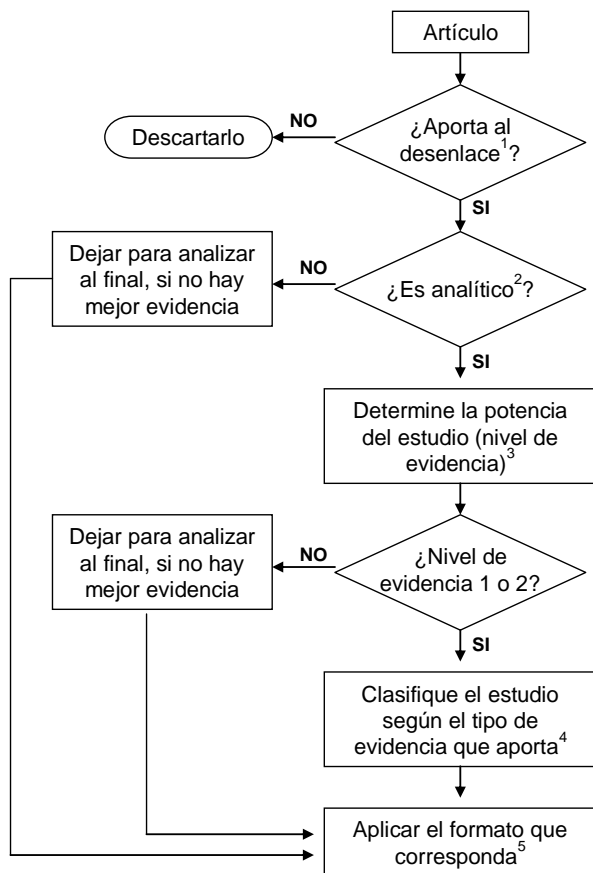
- ⇒ RESUMEN ESTRUCTURADO
- ⇒ CONFLICTO DE INTERESES
- ⇒ INTRODUCCIÓN
- ⇒ OBJETIVO
- ⇒ METODOLOGÍA
- ⇒ POBLACIÓN USUARIA
- ⇒ POBLACIÓN OBJETO
- ⇒ RESUMEN DE RECOMENDACIONES Y DIAGRAMAS DE FLUJO
- ⇒ MARCO CONCEPTUAL Y DEFINICIONES
- ⇒ RECOMENDACIONES
- ⇒ AGRADECIMIENTOS
- ⇒ BIBLIOGRAFÍA
- ⇒ ANEXOS (INCLUYE LA MATRIZ DE RESPONSABILIDADES)

GRUPO DE EXPOSICIÓN SIMILAR (GES)

Es el sistema recomendado en las Guías de Atención de Salud Ocupacional Basada en la Evidencia (GATISOs), las cuales son de obligatoria referenciación pero no cumplimiento en nuestro país y que se compone de los siguientes pasos:

- A) Conforme grupos de oficios por procesos de producción y que a su juicio, por la naturaleza de la tarea, puedan compartir exposiciones similares. Por ejemplo: Operarios de pintura, soldadores, electricistas, mecánicos, etc. y asigne códigos a estos grupos.
- B) Clasifique los grupos en categorías de exposición ambiental a ruido según observaciones de la tarea y su relación con las circunstancias y agentes de exposición, como por ejemplo: Crítico, alto, moderado, bajo
- C) Asigne códigos a estos grupos y clasifíquelos en categorías de riesgo por exposición ambiental, según su juicio observacional. Asigne los códigos según la ubicación administrativa de los grupos para identificarlos adecuadamente. Estos serán los denominados Grupos de Exposición Similar (GES), los cuales se asume que tienen el mismo perfil de exposición en términos de la frecuencia con que desarrollan la tarea u oficio, los materiales utilizados, los procesos implicados y en general en la forma de desarrollo de la actividad.
- D) Confirme la clasificación cualitativa de los GES, mencionada en el literal anterior, mediante muestreos personales de la exposición ocupacional.

FLUJOGRAMA PARA ANÁLISIS DE ARTÍCULOS



NOTAS

1 – El desenlace se refiere a la patología de interés.

2 – Se consideran estudios analíticos aquellos en los cuales se comparan dos grupos de población para investigar asociación entre variables. Ejemplos de estudios analíticos (se enuncian de menor a mayor potencia): casos y controles, cohortes, ensayos clínicos aleatorizados o experimentales. Si en un estudio de corte transversal (*cross sectional*) se comparan dos grupos de personas (uno con la característica de interés y otro sin ella), se puede incluir en este grupo, aunque, obviamente, tendrá menos potencia que el de casos y controles.

3 – El nivel de evidencia que aporta el estudio lo determina básicamente el diseño del estudio. De menor a mayor: estudio de casos, prevalencia, corte (*cross sectional*), casos y controles, cohortes, ensayo clínico aleatorizado o experimental. El nivel de evidencia se determina de acuerdo con lo establecido en la guía.

4 - El tipo de evidencia se refiere a si la evidencia que aporta el artículo apunta a causalidad o riesgo, diagnóstico, intervención o pronóstico.

5 – Para los estudios que apuntan a causalidad o riesgo e intervención, aplica el formato de estudios de prevención o intervención. Para los estudios de diagnóstico (pruebas diagnósticas), aplica el formato del mismo nombre. Para los estudios de pronóstico, aplica el formato de igual denominación.

Nivel de evidencia de estudios que evalúan intervenciones

Nivel	Tipo de Evidencia
1++	Revisiones sistemáticas o meta-análisis de ensayos controlados aleatorios (ECAs) de alta calidad (muy baja probabilidad de sesgos)
1+	Revisiones sistemáticas o meta-análisis de ECAs bien conducidos (baja probabilidad de sesgos)
1-	Revisiones sistemáticas o meta-análisis de ECAs o ECAs con alta probabilidad de sesgos
2++	Revisiones sistemáticas de alta calidad de estudios de cohorte o de estudios de casos y controles Estudios de cohorte o de casos y controles de alta calidad, con muy baja probabilidad de confusión, sesgos o azar y una alta probabilidad de una relación causal
2+	Estudios de cohorte o de casos y controles bien conducidos, con baja probabilidad de confusión, sesgos o azar y una alta moderada probabilidad de una relación causal.
2-	Estudios de cohorte o de casos y controles con alta probabilidad de confusión, sesgos o azar y riesgo significativo de que la relación no sea causal*
3	Estudios no analíticos (i.e., series o reportes de casos)
4	Consenso formal, opiniones de expertos

Fuente: Ministerio de la protección social. Presentación de las GATISO 2006.

Nivel de evidencia de estudios que evalúan Pruebas Diagnósticas:

Nivel	Tipo de Evidencia
1a	Revisión sistemática (con homogeneidad) de estudios de nivel 1
1b	Estudios de nivel 1
2	Revisión sistemática (con homogeneidad¹) de estudios de nivel 2 Estudios de nivel 2
3	▪ Revisión sistemática (con homogeneidad¹) de estudios de nivel 3 Estudios de nivel 3
4	Consenso formal, opiniones de expertos, experiencia clínica sin evaluación crítica, opiniones con base en fisiología o investigación básica de laboratorio

Niveles de evidencia para estudios para estudios que evalúan pruebas diagnósticas

Homogeneidad: No hay variaciones en la dirección ni en el grado de los resultados entre los estudios individuales incluidos en la revisión, o que éstas variaciones son menores.

Estudios de nivel 1:

- Los que usaron una comparación ciega de la prueba con un estándar de referencia (patrón de oro), en una muestra de pacientes que refleja la población en la que se aplicaría la prueba.

Estudios de nivel 2 los que solo tienen uno de los siguientes defectos:

- Usaron un estándar de referencia pobre (la prueba en evaluación formó parte del estándar de referencia o los resultados de la prueba en evaluación influyeron en la decisión usar el estándar de referencia).
- La comparación entre la prueba y el estándar de referencia no fue ciega.
- Estudios de casos y controles.

Estudios de nivel 3 los que tienen más de uno de los defectos mencionados en los de nivel 2. .

Grado de recomendaciones

Grado	Criterio
A	<p>La recomendación (curso de acción) se apoya en evidencia buena</p> <p>La evidencia consiste en resultados de estudios de diseño adecuado para responder la pregunta de interés. En consecuencia hay razones muy firmes para suponer que los beneficios del curso de acción superan sus riesgos o sus costos.</p>
B	<p>La recomendación (curso de acción) se apoya en evidencia regular</p> <p>La evidencia consiste en resultados de estudios de diseño adecuado para responder la pregunta de interés pero hay alguna incertidumbre respecto a la conclusión debido a inconsistencias entre los resultados o a defectos menores, oLa evidencia consiste en resultados de estudios con diseño débil para responder la pregunta de interés pero los resultados han sido confirmados en estudios separados y son razonablemente consistentes. En consecuencia hay razones firmes para suponer que los beneficios del curso de acción superan sus riesgos o sus costos.</p>
C	<p>La recomendación (curso de acción) sólo se apoya en evidencia deficiente (consensos u opiniones de expertos)Para algunos desenlaces no se han adelantado estudios y la práctica sólo se basa en opiniones de expertos. En consecuencia hay razones débiles para suponer que los beneficios del curso de acción superan sus riesgos o sus costos.</p>
I	<p>No se puede emitir una recomendación debido a que no existe ningún tipo de evidencia</p> <p>No hay evidencia, ésta es de mala calidad o muestra gran inconsistencia. En consecuencia no se puede establecer un balance entre los beneficios y los riesgos o los costos del curso de acción.</p>

ILUMINACIÓN INDUSTRIAL

LUZ:

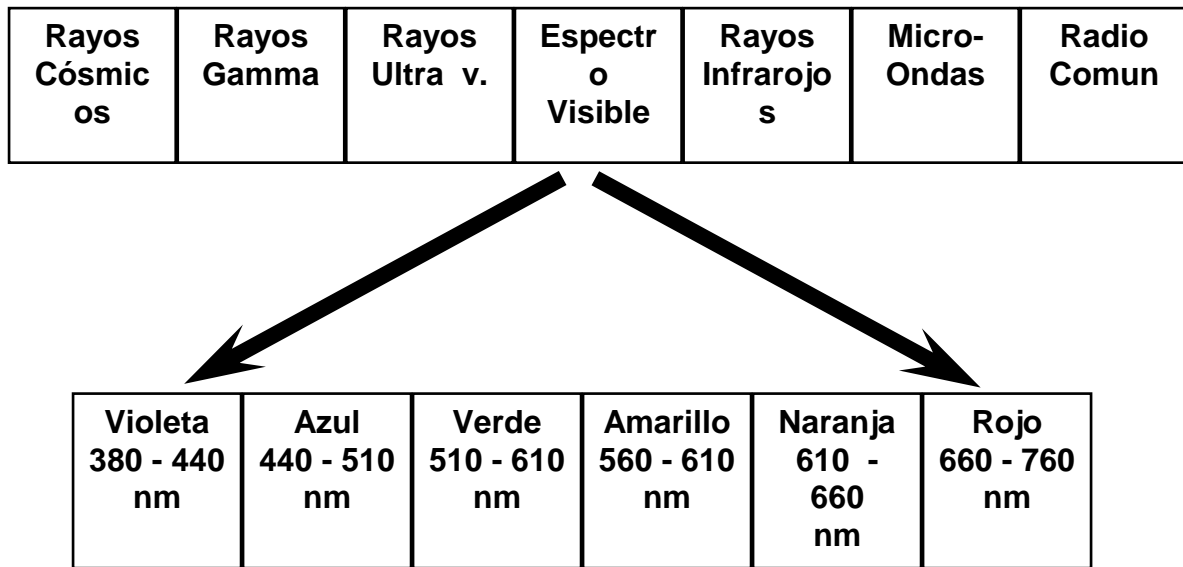
Es una forma de energía radiante electromagnética que se propaga en el espacio como un movimiento ondulatorio transversal, a velocidad de 300.000 Km./seg. Las radiaciones comprendidas entre los 380 y 760 mn, tienen la propiedad de sensibilizar la retina y dan lugar al denominado espectro de luz. La radiación se transmite siempre en el vacío y en materiales sólidos, líquidos y gaseosos.

Objetivos de la iluminación:

Los objetivos de cualquier sistema de iluminación son

- Suministrar cantidad y calidad de luz, que permita efectuar las labores con eficiencia, seguridad y comodidad.
- Optimizar la percepción de la información visual, utilizada en el desarrollo del trabajo.
- Conservar un nivel adecuado de rendimiento
- Garantizar máxima seguridad.
- Proporcionar un adecuado bienestar visual

Dependiendo de la longitud de onda, es el color que el ojo percibe.



De igual forma, dependiendo del color, es la sensaci3n de distancia, temperatura y efecto ps3quico sobre el organismo

TABLA V
Principales propiedades psicol3gicas de los colores

Color	IMPRESION		
	Distancia	Temperatura	Efecto ps3quico
Azul	Lejanía	Frío	Relajante
Verde	Lejanía	Mod. Frío	Muy relajante
Rojo	Proximidad	Calor	Muy estimulante
Naranja	Muy próximo	Muy caluroso	Excitante
Amarillo	Pr3ximo	Muy caluroso	Excitante
Marr3n	Muy próximo Sentimiento Claustrofobia	Neutro	Excitante
Violeta	Muy próximo	Frío	* Agresivo, agitaci3n, fatiga

Características de la radiación luminosa

- Longitud de onda
- Velocidad de propagación

Magnitudes y Unidades luminosa

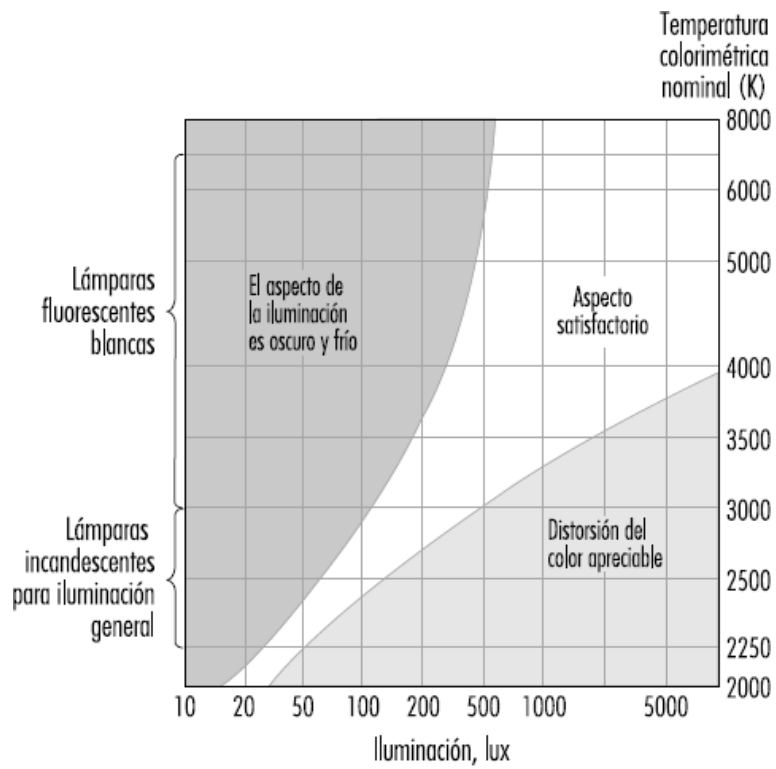
- **Intensidad Luminosa:** La unidad de medida es la candela, se dice que una fuente es uniforme cuando su intensidad es constante en cualquiera de las direcciones del espacio.
- **Flujo Luminoso:** Es la cantidad de radiación visible producida por una fuente, la unidad de medida es el Lumen y se define como la cantidad de flujo luminoso que incide sobre un metro cuadrado de la superficie de una esfera de radio de un metro.
- **Nivel de Iluminación:** Es la relación entre el flujo luminoso que recibe una superficie y su extensión. La unidad de medida es el Lux y representa la iluminación en una superficie de un metro cuadrado que recibe uniformemente repartido el flujo de volumen. Se utiliza también el Foot Candle, 1 Lux equivale exactamente a 0.093 Foot Candle.
- **Brillo (Luminancia):** Es la relación entre intensidad luminosa en una dirección determinada y una superficie, además se considera como una sensación subjetiva. Las unidades de medida son Lamberts, Foot Lamberts y Blondals.
- **Deslumbramiento:** Es la diferencia de brillos que produce molestia, fatiga visual, disminución de la percepción visual y efectos desagradables a la vista. Influyen factores como: brillo de la fuente, posición de la fuente, tiempo de exposición.

Rendimiento de color de las fuentes luminosas: Las propiedades de una lámpara a los efectos de la reproducción de colores se valoran mediante el índice de rendimiento cromático (irc)

EL IRC es un valor numérico que relaciona el rendimiento cromático de una lámpara con el de la luz tomada como patrón, de índice 100.

Rendimiento cromático	Valor (IRC)
Óptimo	$85 < IRC < 100$
Bueno	$70 < IRC < 85$
Discreto	$50 < IRC < 70$

Apariencia y Temperatura de color: La apariencia de color de una lámpara se refiere al color aparente (cromaticidad) de la luz emitida. Esta propiedad está relacionada con la temperatura de color, que se define como la temperatura en grados K de un cuerpo negro que emite una radiación que tiene el aspecto cromático semejante al de la fuente de luz considerada.



**Tomado de la Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo,
Capítulo 46, página 46.12. OIT**

Uniformidad:

Se refiere a que en la zona en la cual el trabajador desarrolla sus actividades debe existir mas o menos La Misma Cantidad de Luz

- Uniformidad Superior = $(E_{max}/E_{prom}) * 100$
- Uniformidad Inferior = $(E_{min}/E_{prom}) * 100$

Uniformidad Recomendada: Entre el 66.7% y el 133.3

Adicionalmente, el RETILAP recomienda seguir los lineamientos de la siguiente tabla:

Iluminancia de tarea (lx)	Iluminancia de áreas circundantes inmediatas (lx)
Mayor o igual a 750	500
500	300
300	200
Menor o igual a 200	Etarea
Uniformidad (E_{min}/E_{prom})	
Mayor o igual a 0,5	Mayor o igual a 0,4

Contraste: Se refiere a que en la zona en la cual el trabajador desarrolla sus actividades no se presente Sobre estimulación con respecto a los entornos

- Entorno cercano
- Entorno lejano



SISTEMAS DE ALUMBRADO:

Se Clasifican según la distribución del flujo luminoso por encima o por debajo de la horizontal:

- Directa : 100 % Hacia abajo
- Semidirecta : Reflexiones entre el 10 % y el 40 % del flujo
- Difusa : 50 % Arriba y 50 % abajo
- Indirecta : toda hacia el techo

Métodos de alumbrado:

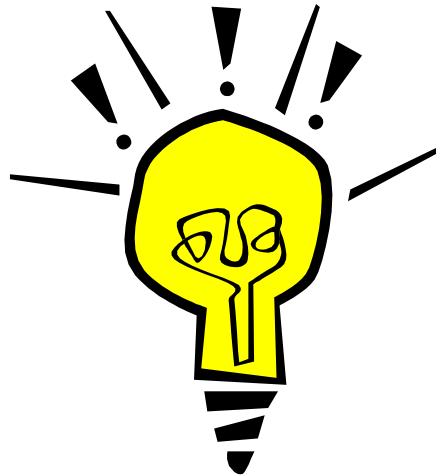
- General : Distribución uniforme de la luz
- Localizado : Puntos o secciones especiales
- Individual : Requiere alto nivel de iluminación en un puesto de trabajo
- Combinado : Dos o mas tipos

Fuentes de iluminación:

1. Lámparas de Incandescencia: Generación de luz por el paso de corriente a través de un filamento conductor

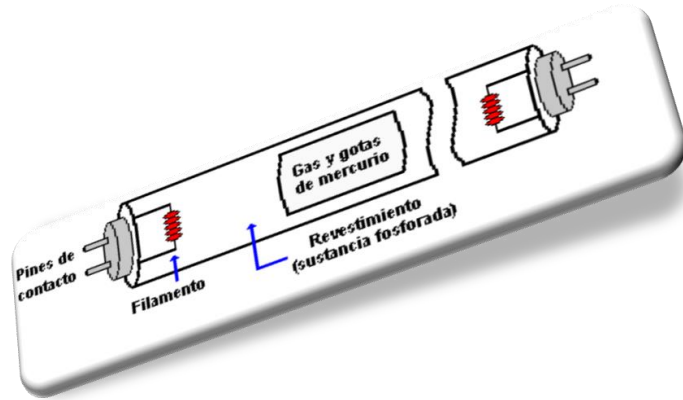
⇒ Características: Parte importante de la energía se pierde en calor, Aproximadamente 1000 hrs. de duración, Funcionamiento sencillo, Buen Rendimiento de color, Amplia gama de potencias y alimentación, Bajo rendimiento, Alta luminancia, Corta vida útil, Gran generación de calor

Incandescentes Alógenas Características principales: Mayor duración, Mayor rendimiento luminoso, Dimensiones muy reducidas, Gran generación de calor

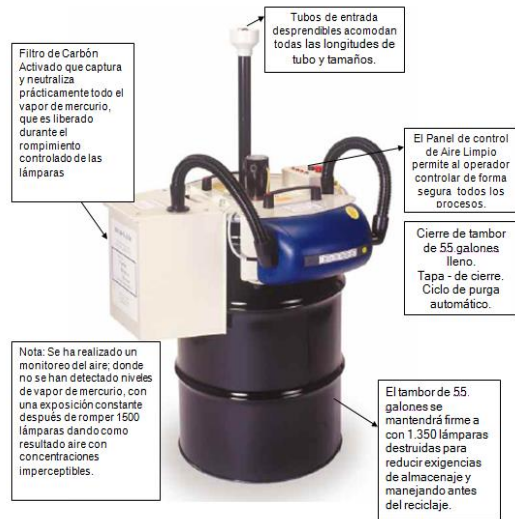


2. Tubos Fluorescentes (vapor de Hg de baja presión) luz fluorescente se produce por el paso de electricidad a través de un gas (Ar), o vapores de Hg.

⇒ Características El interior está cubierto con una sustancia fluorescente, la cual convierte los rayos ultravioleta (descarga) en luz visible, Las radiaciones visibles emitidas dependen de la composición química del recubrimiento, Gran cantidad de luz y larga vida, Baja luminancia,, Se asemeja mucho su luz a la luz del día, Baja generación de calor, Pestañeo visible e invisible, Luz fría pálida



Uno de las grandes desventajas desde el punto de vista ambiental es que se deben manejar como residuos peligrosos



3. Lámparas de descarga (o de luminiscencia): Lámparas de vapor de Hg de color corregido, Globos Fluorescentes, Lámparas de vapores de yodo y de Hg, Lámparas de luz mixta, Lámparas de haluros metálicos, Lámparas de Na de alta presión, Lámparas de Na de baja presión

MEDICIÓN AMBIENTAL

Equipo de medida:

- Medidor de intensidad de luz (Luxometro)
- Medidor de Brillo

Luminance meter

EC1-L





Evaluación ambiental:

La medida de iluminación se hace para determinar recomendaciones prácticas y/o observar las necesidades de mantenimiento, modificaciones o reemplazo de equipos.

Quien realiza las evaluaciones ambientales debe usar vestido de colores oscuros y así eliminar las interferencias de las lecturas. Una buena iluminación aumenta las condiciones de seguridad, disminuye la pérdida de trabajo, reduce la fatiga, incrementa el rendimiento en relación a los aspectos económicos.

Aspectos a tener en cuenta en la evaluación ambiental:

- Geometría del salón
- Tipo de luminarias
- Mantenimiento de equipos
- Trabajos a realizar

Tipos de estudios:

- Determinación de la iluminación promedio sobre un plano horizontal únicamente para la iluminación general
- Área regular con luminarias simétricamente espaciados en dos o mas filas
- Área regular con una luminaria colocada simétricamente.

Tipos de brillo:

- Directo o emitido : Corresponde a la luz emitida por las fuentes luminosas
- Indirecto o reflejado : Corresponde a objetos luminados

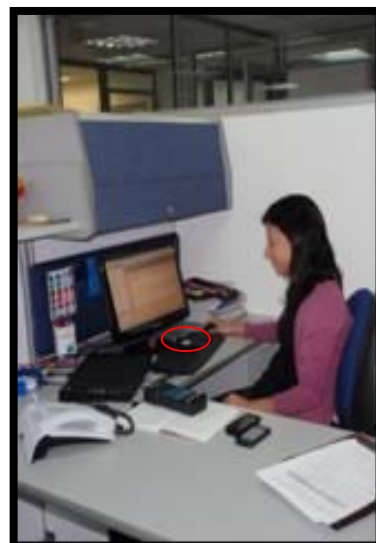
Metodología de evaluación:

Para las evaluaciones de los niveles de iluminación se toman en cuenta las recomendaciones de la asociación de Ingenieros Eléctricos de los estados Unidos (IES), además teniendo en cuenta el tipo de luminaria, distribución y número de luminarias, número de filas y aparatos por fila, los cuales son aceptados a nivel nacional como internacional.

A) MEDICIÓN DE ILUMINANCIA EN PUESTOS DE TRABAJO:

Se deben medir tantos puestos de trabajo como puestos existan, debido a que el nivel de iluminación depende de la posición de cada puesto de trabajo respecto a las luminarias tanto naturales como artificiales así como de los posibles obstáculos que pueden generar sombras sobre ellos.

Cuando se complementa el alumbrado general con iluminación localizada, el punto de trabajo debe medirse con el trabajador en su posición de trabajo normal. El instrumento de medición debe estar localizado en la superficie o plano de trabajo o en la porción del área de trabajo donde se realiza la tarea visual crítica (horizontal, vertical, inclinada).



B) ESTRATEGIAS DE MUESTREO PARA ÁREAS:

- **KTE SALON:** Es el método recomendado por el RETIE

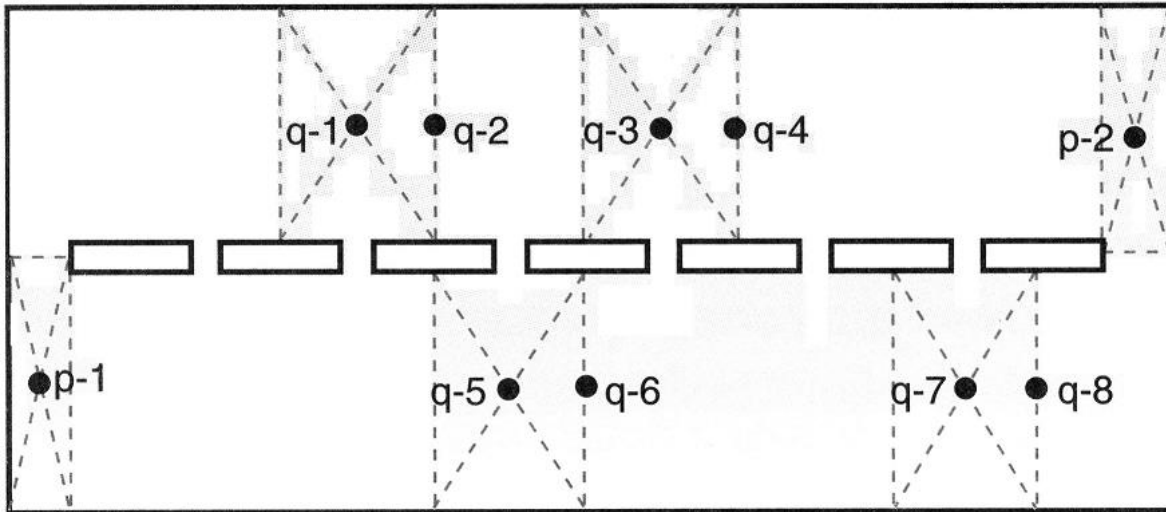
$$\text{KTE SALON} = \frac{L * W}{H * (L+W)}$$

KTE	Nº Puntos
<1	4
1 y 2	9
2 y 3	16
>= 3	25

PROMEDIO ESTADÍSTICO

- **MEDODOS IES:** El RETILAP lo recomienda y su gran desventaja es la gran cantidad de esquemas y distribución de luminarias que se presentan en las empresa

a) Salón con una fila de luminarias tipo Fluorescente

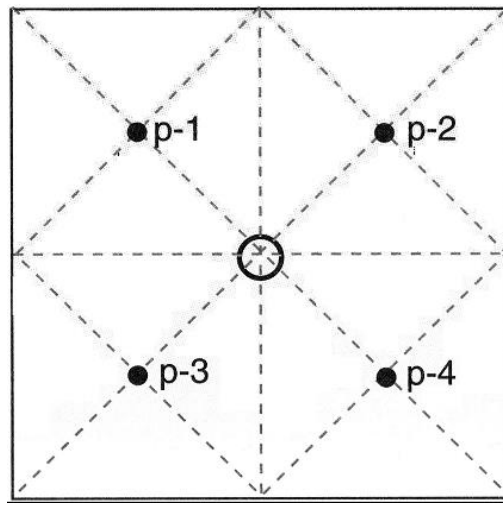


$$E_{prom} = \frac{Q(N-1) + P}{N}$$

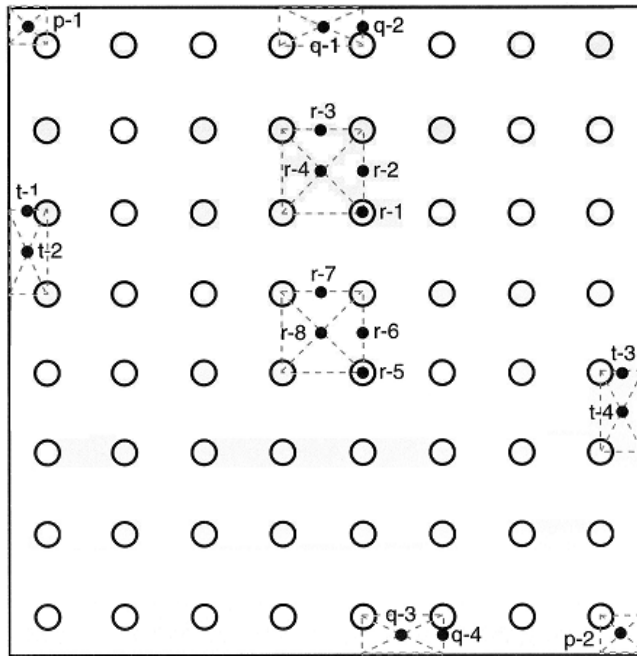
N: N° Aparatos por Fila

M: N° de Filas

b) Salón con UNA solo luminaria tipo reflector



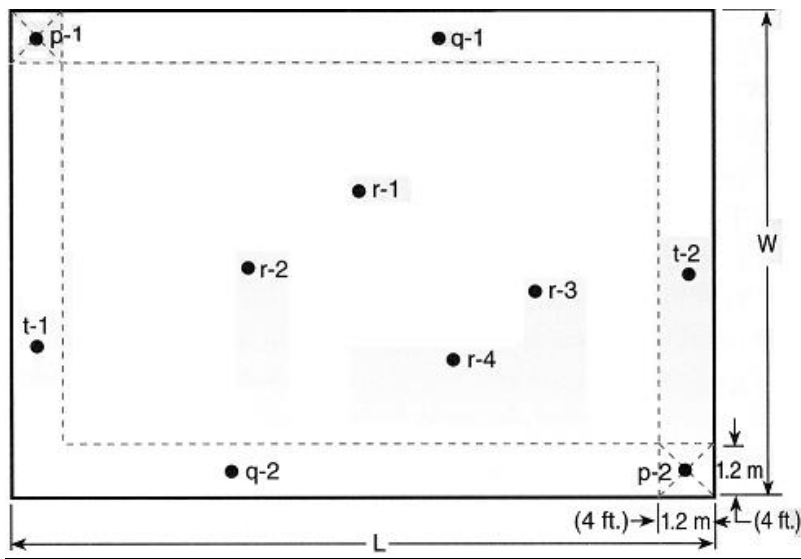
c) Salón con varias filas de luminarias tipo reflector



$$E_{pro} = \frac{R * (N - 1) * (M - 1) + Q * (N - 1) + T * (M - 1) + P}{M * N}$$

$$E_o = (E_{min} / E_{pro}) * 100$$

d) Áreas regulares con cielorraso luminoso con luminarias con rejillas



- ⇒ **NIVELES RECOMENDADOS:** En nuestro país existen diferentes estamentos que regulan tanto la cantidad como la calidad de la iluminación, entre los cuales se encuentra:
- ⇒ El Ministerio de Trabajo y Seguridad Social establece en la resolución 2400 de 1979, en su artículo 79, que todos los lugares de trabajo tendrán la iluminación adecuada e indispensable de acuerdo con la clase de labor que se realice según la modalidad de la industria; además que deberá satisfacer las condiciones de seguridad para todo el personal. El artículo 83 menciona algunos valores de intensidad de iluminación recomendados para diferentes tareas, aunque se cubren muy pocas de ellas
 - ⇒ Reglamento Técnico Colombiano de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP). RESOLUCIÓN No. 180540 DE Marzo 30 de 2010.
 - ⇒ Aclaraciones al RETILAP. Resolución 181568. Septiembre de 2010
 - ⇒ Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE)
 - ⇒ Guía Técnica del ICONTE GTC-8
 - ⇒ Reglamento Técnico Colombiano de Iluminación
 - ⇒ Resolución 2400
 - ⇒ Adicionalmente algunas entidades como el INVIMA, recomienda algunos valores para diferentes actividades

No obstante lo anterior, algunas entidades en sus reglamentos como el RETIE, RETILAP y la misma GTC-8, coinciden en adoptar los recomendados en la ISO 8995.

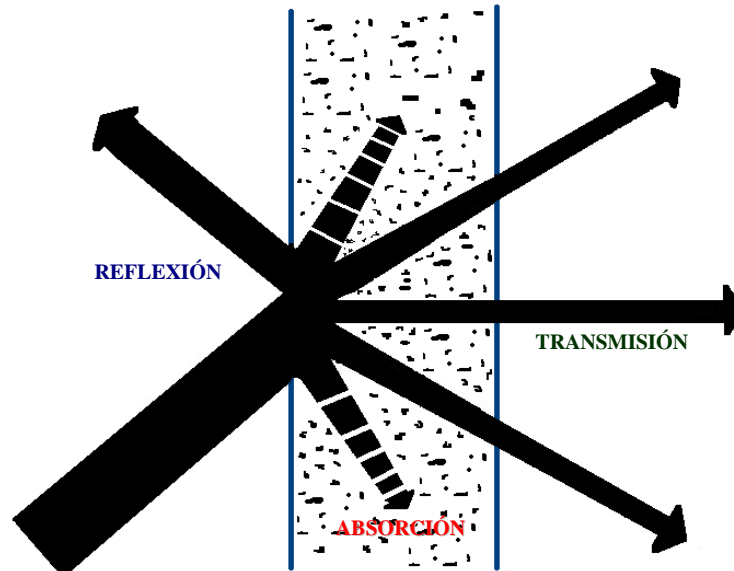
La ISO 8995 establece que “en lugares de trabajo se debe asegurar el cumplimiento de los niveles de iluminancia, adaptados de la norma ISO 8995 “Principles of visual ergonomics -- The lighting of indoor work systems”.

El valor medio de iluminancia, relacionado en la citada tabla, debe considerarse como el objetivo de diseño

En cualquier momento durante la vida útil del proyecto la medición de iluminancia promedio no podrá ser superior al valor máximo, ni inferior al valor mínimo establecido en la Tabla 440.1. En la misma tabla se encuentran los valores máximos permitidos para el deslumbramiento (UGR).

MEDIDAS DE CONTROL:

Para el control de los niveles de Iluminación en puestos de trabajo y áreas se logra básicamente mediante el manejo adecuado de la Reflexión, Absorción, Difracción y Transmisión de la luz en las diferentes superficies



Tomando como base estos principios, algunas de las principales actividades que se recomiendan son:

- Implementar un programa de mantenimiento preventivo a luminarias que incluya limpieza y reemplazo de las lámparas que hayan cumplido su vida útil, así estas no se encuentren quemadas. Además este mantenimiento debe ser extendido hacia las paredes y superficies de área.
- Implementar un programa de mantenimiento correctivo, en el cual se reemplacen inmediatamente las lámparas que se encuentren en mal estado.
- Mejorar la uniformidad de las diferentes áreas, lo cual se logra con la redistribución uniforme de las mismas y el control del ingreso de luz natural.
- Tener en cuenta la ubicación de los puestos de trabajo de manera que no exista brillo, ni la existencia de sombras por parte del trabajador.

- Implementar un programa de conservación visual para el personal de las áreas críticas estableciendo criterios de periodicidad de acuerdo con las variables como: edad, años de exposición, nivel de daño adquirido, tipo de trabajo, entre otros.

Algunas otras recomendaciones de tipo general son

RECOMENDACIONES GENERALES DE CONTROL

- ⇒ Las ventanas altas (largas) son más efectivas que las anchas
- ⇒ Las partes bajas (alero), deben estar a la altura de los planos de trabajo
- ⇒ la distancia desde la ventana al puesto de trabajo no debe ser dos veces la altura de la ventana.
- ⇒ El área de las ventanas debe ser 1/5 del área del piso del salón de trabajo
- ⇒ Las protecciones contra deslumbramiento de los rayos de sol directos y calor radiante deben asegurar buena visibilidad y confort interno
- ⇒ Cada ventana debe recibir la luz directa desde el cielo
- ⇒ El edificio más cercano debe estar alejado al menos dos veces su propia altura
- ⇒ Usar colores claros al interior y el exterior de la habitación.

Luminarias: Se emplean para modificar la distribución del flujo luminoso emitido por la fuente de luz con el objeto de dirigirlo en determinadas direcciones (reflectores) o para atenuar el deslumbramiento, ocultando parcial o totalmente la visión de la lámpara (difusores)

Según la forma de distribuir el flujo se clasifican en :

Difusores, distribuyen el flujo luminoso en todas direcciones.

Reflectores, reflejan en determinadas direcciones la luz emitida por la lámpara.

Refractores, recipientes de material transparente dotados de una profunda cavidad y cuyo perfil y orientación han sido predeterminados a fin de modificar la distribución del flujo luminoso

EFICIENCIA LUMINOSA: Algunas características principales son:

- ⇒ ***FLUORESCENTE:*** Lumen = 3150; Lum / w = 84.0; Duración = 9000 horas
- ⇒ ***INCANDESCENTE:*** Lumen = 1580; Lum / w = 15.8; Duración = 1000 horas
- ⇒ ***MERCURIO:*** Lumen = 23000; Lum / w = 57.5; Duración = 24000 horas
- ⇒ ***SODIO A.P.:*** Lumen = 14000; Lum / w = 140; Duración = 24000 horas

RUIDO INDUSTRIAL

SONIDO:

Es un fenómeno mecánico de carácter undulatorio que se origina al oscilar partículas de un cuerpo físico, que se propaga en un medio elástico (agua, aire o sólido) y es capaz de producir una sensación auditiva.

Dentro de los contaminantes ocupacionales pertenece a los factores de riesgo físico, como una forma de energía mecánica, dentro de las cuales también se encuentran las vibraciones y las presiones (altas y bajas)

RUIDO:

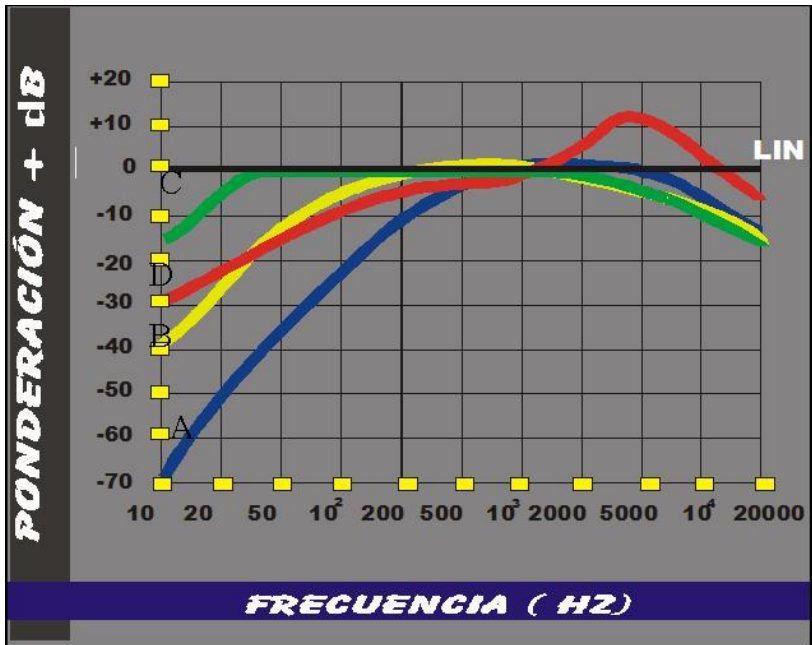
Definido por la OMS como “Todo sonido desagradable”, por la AFNOR (Norma Francesa) como “ Fenómeno acústico” que produce una sensación auditiva, considerada como desagradable o molesta.

El ruido es el sonido que representa un riesgo laboral para la salud, provocando una sensación irritante y desagradable. El nivel de riesgo depende de los siguientes factores:

- ⇒ TIEMPO DE EXPOSICIÓN: Cuanto mayor es, más grave es el riesgo.
- ⇒ TIPO DE RUIDO: Puede ser continuo intermitente u ocasional o traumático.
- ⇒ DISTANCIA DE LA FUENTE EMISORA: Cuanto menor es, mayor es el riesgo.
- ⇒ SENSIBILIDAD INDIVIDUAL: Varía con la edad y la resistencia física de cada persona.
- ⇒ OIDO DAÑADO: Daños previos en el oído, como inflamaciones, infecciones, etc.

DECIBELES: (dB) unidad de cuantificación del ruido.

- ⇒ **DECIBEL A:** Unidad del nivel sonoro en la cual se expresan habitualmente los resultados de las mediciones de ruido con fines legales o para determinación de riesgo auditivo. A semeja la Respuesta del oído humano. Los niveles máximos permisibles vienen dados en esta escala.
- ⇒ **DECIBEL C:** Unidad de nivel sonoro utilizada para algunas mediciones de ruido impulsivo o en aquellos casos en que se requiere una aproximación del nivel de presión sonora. También permite, en conjunción con la medición en **dB(A)**, deducir si un determinado ruido tiene predominio de bajas frecuencias. En los nuevos equipos la escala lineal es conocida como la escala zeri o cero
- ⇒ También existen otras escalas como la B, C, D.



FRECUENCIA (HZ)	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000
PONDERACIÓN (± dB)	-39	-26	-16	-9	-3	0	+1	+1	-1	-6

Los decibeleles como tal pueden ser sumados, restados o promediados usando las siguientes formulas:

Suma de decibeleles : Lpt

$$L_{pt} = 10 \text{ Log } \left(\sum 10^{L_{pi}/10} \right)$$

Resta de decibeleles : Lp2

$$L_{p2} = L_{pt} + 10 \text{ Log } \left(1 - 10^{-\left(L_{pt} - L_{pi}/10 \right)} \right)$$

De un lugar o sitio:

$$L_{pt} = 10 \text{ Log } 1/n \left(\sum 10^{L_{pi}/10} \right)$$

NATURALEZA DEL RUIDO:

El ruido esta formado por un conjunto de sonidos que se propagan en un medio elástico, puede ser percibida o no por el órgano auditivo, presentándose de una forma agradable o desagradable.

Los medios necesarios para que el ruido sea realidad son :

LA FUENTE DE GENERACION - MEDIO DE TRANSMISIÓN - RECEPTOR

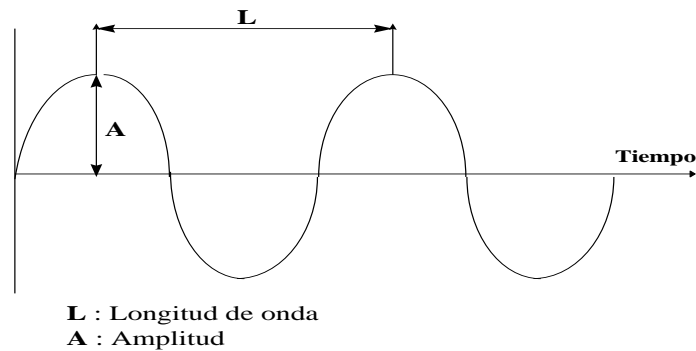
El ruido se propaga en el medio ambiente por medio de ONDAS ACÚSTICAS siendo su característica mas importante su VELOCIDAD DE PROPAGACIÓN.

MAGNITUDES FISICAS Y UNIDAD DE MEDIDA:

Las magnitudes que caracterizan al ruido son:

- **Amplitud** o altura de la onda, determina la sonoridad y está relacionada con la intensidad o el poder del sonido.
- **Frecuencia** es el número de fluctuaciones (ciclos) que se suceden en un segundo. Se denominan ciclos / segundo (c/s) o hertzios (Hertz). El oído normal joven tiene un rango de frecuencia de 20 a 20.000 Hz.
- **Período** es el tiempo transcurrido para que se produzca un ciclo completo de la onda. Se expresa en segundos. Se mide sobre el eje horizontal.
- **Longitud de onda** es el tiempo transcurrido para que se produzca un ciclo completo de la onda. Se expresa en segundos. Se mide entre dos crestas.

CARACTERÍSTICAS DE LAS ONDAS SONORAS



TIPOS DE RUIDO

El sonido puede ser descrito en términos de su patrón de tiempo y nivel: continuidad, fluctuación, impulsividad e intermitencia. Los sonidos continuos son aquellos producidos por períodos relativamente largos en un nivel constante, los sonidos intermitentes se producen en cortos períodos; el sonido continuo es de banda amplia, nivel y espectro constante. El sonido de impulso consiste en pulsaciones repetitivas ó no repetitivas que se caracterizan por una diferencia de al menos 20 dB entre los picos de sonido y el ruido.

Teniendo en cuenta la relación “nivel de intensidad y tiempo” el ruido se clasifica en:

- **Continuo:** aquel sonido que no presenta cambios rápidos y repentinos de nivel durante el período de exposición. El máximo cambio puede ser de hasta 2 dB.
- **Intermitente:** aquel sonido con variaciones de nivel continuas, sin períodos de estabilidad. Las variaciones son mayores a 2 dB.
- **Impacto:** aquel sonido en el cual la presión sonora fluctúa en forma brusca. Se caracteriza porque transcurren más de 2 segundos entre dos impactos.
- **Complejo :** aquel sonido continuo pero que presenta variaciones de frecuencia entre los 125 y los 8000 Hertz. Este tipo de sonido es el más comúnmente observado en la industria.

PROCEDIMIENTOS DE MEDICIÓN Y TÉCNICAS DE CONTROL MEDIO AMBIENTAL DEL RUIDO

PROCEDIMIENTOS DE MEDICIÓN DEL RUIDO

El procedimiento de medición comienza con la calibración de los equipos a utilizar, operando de acuerdo a las instrucciones del fabricante. Luego de transcurrido un período de calentamiento del aparato, se comprobará el estado de baterías y se efectúa su calibración. Estos equipos deben ser calibrados antes y después de cada día de utilización.

Un estudio detallado de ruido puede llevarse a cabo con el sonómetro o con el dosímetro, cada método tiene validez y sus indicaciones son muy precisas. Si el ruido es de carácter continuo el sonómetro se ajustará en la escala A y en la forma de respuesta lenta. El número de mediciones depende de la confiabilidad y representatividad deseada. Cuando se utiliza el sonómetro no deben leerse fracciones de decibel sino aproximarse al número inmediatamente superior.

El sonómetro se debe sostener con el brazo estirado y con un ángulo de 90 grados con respecto a la fuente, el micrófono debe colocarse a no menos de 2 pulgadas o no más de dos pies del oído del empleado objeto del estudio.

Cuando se utiliza el dosímetro, la medición debe hacerse en el turno completo y así obtener una información más detallada que con el sonómetro. Es importante combinar el tiempo con el promedio en dB para todas las posiciones del trabajador con el fin de determinar la dosis de exposición promedio y compararla con el límite permisible.

Se requiere una descripción del proceso, naturaleza de suelos, paredes y techos, además de la identificación de las fuentes del ruido. Es recomendable efectuar un esquema de la posición de las máquinas, número de trabajadores expuestos y tipo de elemento de protección personal utilizado.

Cuando los niveles de presión sonora (NPS) sean iguales o superiores a 85 dB(A) se debe adoptar un programa de conservación de la audición orientado por un sistema de vigilancia epidemiológica de este factor de riesgo.

EQUIPOS DE MEDICIÓN

La elección del equipo de medida depende de los datos que se deseen obtener así como del tipo de ruido que se desee medir. Los equipos más utilizados son : sonómetros, analizador de frecuencias, medidor de impactos, dosímetros y calibradores.

El sonómetro: es un instrumento que permite medir el nivel de presión acústica, expresado en decibeles (dB), está diseñado para responder de la misma forma que el oído humano y proporciona mediciones objetivas y reproducibles. Consiste básicamente en un micrófono, un amplificador con control calibrado de volumen y una unidad de lectura.

Este aparato permite obtener un conocimiento preliminar sobre el nivel de exposición al ruido. Existen sonómetros de precisión, de aplicaciones generales, de reconocimiento y de aplicaciones específicas.

Tipos de sonómetros: Pueden ser análogos o digitales y pueden ser con lectura de frecuencias independientes o de tiempo real.

Los de tiempo real son aquellos que en un mismo momento evalúan los decibeles y hacen el barrido de frecuencia a la vez.

No obstante los equipos siempre se clasifican por “tipo”, dentro de los cuales se encuentran:

- **Sonómetros Clase 0:** instrumento que cumple las tolerancias más estrictas con respecto al nivel de linealidad, desviaciones en la respuesta en frecuencias y desviaciones de la omnidireccionalidad. Utilizados para

aplicaciones especiales y son equipos de laboratorio que sirven como referencia o sonómetros patrón.

- **Sonómetros Clase 1** : Son equipos de precisión que tienen el intervalo de exactitud estricto, usados comúnmente en evaluaciones donde se requiere de mucha confiabilidad, en el laboratorio o en los estudios de campo.
- **Sonómetros Clase 2** : Son equipos de uso común en la industria y para aplicaciones generales, cumplen con una tolerancia menos estricta (mas amplia) con respecto a la linealidad y respuesta en frecuencias.
- **Sonómetros Clase 3** : Tienen un intervalo de exactitud muy amplio, con respecto a los anteriores su sencillez hace que su uso sea más fácil, se utiliza para mediciones de sondeo de ruido con el fin de determinar si existe o no contaminación por ruido, no son aprobados por las entidades oficiales como instrumentos confiables para determinar niveles de ruido industrial y requieren una calibración periódica para verificar su confiabilidad.

Los sonómetros deben cumplir con normas internacionales como la IEC 651, IEC 804 y ANSI, en las cuales se definen la exactitud, tolerancias y especificaciones.

Tolerancias en Control de Rango de Nivel Accuracy en Varios Rangos de Frecuencia, en Decibeles.

FRECUENCIA (Hz)	TIPO			
	CERO	UNO	DOS	TRES
31.5 – 8000	± 0.3	± 0.5	± 0.7	± 1.0
20 – 12.500	± 0.5	± 1.0		

El analizador de frecuencias: indica la distribución del sonido en función de frecuencias, sirve para la selección de los elementos de protección y la aplicación de los métodos de control ambiental.

El medidor de impacto: determina la intensidad acústica y el tiempo de duración del impacto. Normalmente viene incorporado en el sonómetro.

El dosímetro: es un monitor de exposición que registra y acumula el ruido continuamente. Es de gran utilidad cuando los niveles de presión sonora son de frecuente variación.

Los calibradores: comprueban la respuesta de un medidor con el fin de ajustarlo.

Los pistófonos: son instrumentos que producen un nivel de presión acústica constante y en una frecuencia conocida. Permiten realizar calibraciones con una exactitud de ± 0.2 dB y operan típicamente en las frecuencias de 250 Hertz y 1000 Hertz..

ESTRATEGIAS DE MUESTREO EN EL MEDIO AMBIENTE LABORAL:

A. Reconocimiento inicial: Es la actividad previa a la medición, cuyo fin es recopilar toda la información necesaria para determinar la metodología para la medición. La información necesaria será:

1. Planos actualizados de distribución de la planta ,
2. Descripción del proceso de trabajo en las áreas de medición (diagramas de flujo del proceso),
3. Programas y registros de mantenimiento de maquinarias y equipos,
4. Registros de producción para establecer las condiciones normales de trabajo,
5. Número de trabajadores expuestos por turno, por área y por oficios estacionarios o con desplazamiento,
6. Tiempo de exposición en cada sección y turnos de trabajo,

Una vez disponible la información, se jerarquizan las zonas y se realizan las mediciones ambientales. La medición debe realizarse con sonómetro mediante un recorrido por las áreas para determinar de manera objetiva las características de nivel de ruido existente, priorizando las zonas de medición. Si el nivel de ruido supera los 80 dB (A) se procederá a realizar un estudio mas detallado para establecer las características del ruido y definir las medidas de control.

B. Estudio detallado de ruido: El propósito de un estudio detallado de ruido es definir las áreas en donde la exposición de los trabajadores es superior al limite

permisible de 80 dB(A) y establecer los controles necesarios para minimizar el riesgo de exposición.

Lo usual es tomar mediciones aleatorias en el área o sección (muestreo estadístico de área) y evaluar los oficios o puestos de trabajo. Sería ideal evaluar todos y cada uno de los empleados expuestos para determinar individualmente el nivel de exposición, la sobre exposición o la no - exposición al ruido, pero es poco practico hacerlo. Por lo general se evalúan los oficios de manera estadística y los hallazgos de estos muestreos se generalizan para obtener conclusiones aplicables al resto de los empleados.

El cálculo del tamaño de la muestra que será evaluada debe cumplir con un intervalo de confianza del 95 % como mínimo.

Fórmula matemática para determinar estadísticamente el tamaño de la muestra:

$$n = \frac{p \times q}{\frac{(E)^2}{(Z)^2} + \frac{p * q}{N}}$$

Siendo:

- n Número de datos a medir o evaluar ,
- p: Probabilidad de que se presente la condición de riesgo (F de R por exposición a ruido, valor entre 0 y 1),
- q:: Probabilidad de no se presente la condición de riesgo por exposición a ruido (Valor entre 0 y 1),
- E Porcentaje de error asumido para la muestra (Recomendado 5 %), es decir un factor de confiabilidad del 95 %,
- Z: Valor de la constante de normal estandarizada, (cuando el porcentaje de error asumido es del 5 % , el valor de Z es de 1.96),

N:: Tamaño de la muestra total, puede ser número de cuadrículas resultantes de haber cuadrículado el plano o número de oficios totales en el área.

Se recomienda que el número de datos de muestreo sea de un valor superior al 25 % del total de la muestra.

Existen dos maneras de realizar los estudios detallados de ruido:

1. Con sonómetro: Las áreas y puestos de trabajo en los cuales se detecte que los oficios son fijos, es decir que el trabajador u operador de la máquina en evaluación permanece frente a ésta el mayor tiempo de la jornada laboral, la medición de ruido puede realizarse con sonómetro y según las técnicas de muestreo recomendadas¹.

2. Con dosímetro: Cuando la medición con sonómetro se dificulta debido a los movimientos y desplazamientos constantes, tiempos de exposición irregular y por una exposición del trabajador variable, el sonómetro es poco práctico para medir los niveles variables de ruido. Por lo tanto, para determinar en forma más precisa el nivel sonoro continuo equivalente al que se encuentra expuesto un trabajador, se recomienda utilizar el dosímetro.

Existen, en el estudio detallado de ruido, otras estrategias de muestreo que consideran la toma de datos como elemento fundamental de la medición, por ejemplo :

- **Muestreo de área:** Las mediciones son realizadas en forma aleatoriamente (muestreo estadístico) en sitios y puntos fijos del área o sección. Pretende establecer y determinar la influencia de las diferentes fuentes de contaminación sobre una exposición ocupacional por ruido para el personal que labora permanentemente en toda el área o sección..

¹ Cyril .M. Harris. Manual de medidas acústicas y control del ruido. Capítulo 9. McGraw-Hill, Inc. 1995

- **Muestro personal:** También llamado “dosimetría de ruido”. Las muestras son tomadas en forma individual, colocando el equipo de medición directamente al trabajador que se moviliza constantemente por todas las secciones o áreas de trabajo debido a las características propias de su labor. Dicho desplazamiento lo expone a diferentes niveles de ruido en su actividad diaria.
- **Muestreo de maquinaria:** Las mediciones de ruido son tomadas en un ambiente próximo a las máquinas que en una evaluación general previa registraron los niveles más altos de ruido. Este muestreo permite establecer las condiciones críticas de ruido de la máquina y definir los controles técnicos más apropiados, sin que se afecte la producción de la empresa.

La evaluación de la exposición al ruido requiere considerar la localización y el número de las mediciones realizadas, tanto en el pasado como en el presente, en los puestos de trabajo identificados en el panorama de factores de riesgo. Se sugiere que dichos registros sean conservados y utilizados como elementos fundamentales para el subsistema de información en el seguimiento propuesto en la metodología de este sistema de vigilancia epidemiológica

En la GATISO para Hipoacusia Neurosensorial Inducida por ruido Se recomienda tener en cuenta el estándar que para el momento sea el más actualizado en la definición de los métodos y procedimientos para la evaluación de la exposición ocupacional a ruido en los sitios de trabajo, que para la fecha de elaboración de la presente Guía es el ISO 9612:1997. En casos especiales de exposición a ruido como en centros de comunicación (call center), se sugiere aplicar cualquiera de los dos métodos sugeridos por la ISO para este fin , así :ISO 11904-1 (2000), – Determinación de la emisión sonora de fuentes colocadas cerca del oído. Parte 1- Técnica que utiliza un micrófono en un oído real (Técnica MIRE).

ISO 11904-2 (2000), – Determinación de la emisión sonora de fuentes colocadas cerca del oído. Parte 2- Técnica que utiliza un maniquí.

LEGISLACIÓN NACIONAL E INTERNACIONAL

En la aplicación de indicadores para evaluar el sistema de vigilancia epidemiológica y de su impacto como metodología, debe considerarse la legislación vigente para definir los parámetros de referencia de los niveles permisibles de ruido en la empresa. En Colombia la legislación para el factor de riesgo ruido se establece en las siguientes resoluciones:

1. Resolución Número 08321 de Agosto 4 de 1983 del Ministerio de Salud: Normas sobre protección y conservación de la audición de la salud y bienestar de las personas, por causa de la producción y emisión de ruidos.
2. Resolución Número 01792 de Mayo 3 de 1990 del Ministerio de Trabajo, Seguridad Social y de Salud: Norma por la cual se adoptan los valores límites permisibles para la exposición ocupacional a ruido.

Tabla de valores límites permisibles para ruido continuo o intermitente

NIVEL PERMISIBLE dB(A)	DURACION EN HORAS DE LA EXPOSICION
85	8
90	4
95	2
100	1
105	½
110	¼

Parágrafo: Los anteriores valores límites permisibles de nivel sonoro, son aplicables a ruido continuo e intermitente, sin exceder la jornada máxima laborable vigente, de ocho (8) horas diarias. Por lo cual se adaptan valores límites permisibles para la exposición ocupacional al ruido.

Para Oficinas y sitios en donde predomine la labor intelectual la legislación determina un límite de 70 dB(A), independiente de la frecuencia y el tiempo de exposición.

En la resolución 08321 también se establecen los valores límites para impactos, ruidos de automotores y cabinas audiométrica

El reglamento técnico Colombiano adicionalmente deberá tenerse en cuenta, en el cual se determinan, los NR, los cuales deberán tenerse en cuenta para diferentes áreas

Nivel de Presión Acústica en Toda la Banda. Criterio de Valoración Nr. (Iso R-1.996)

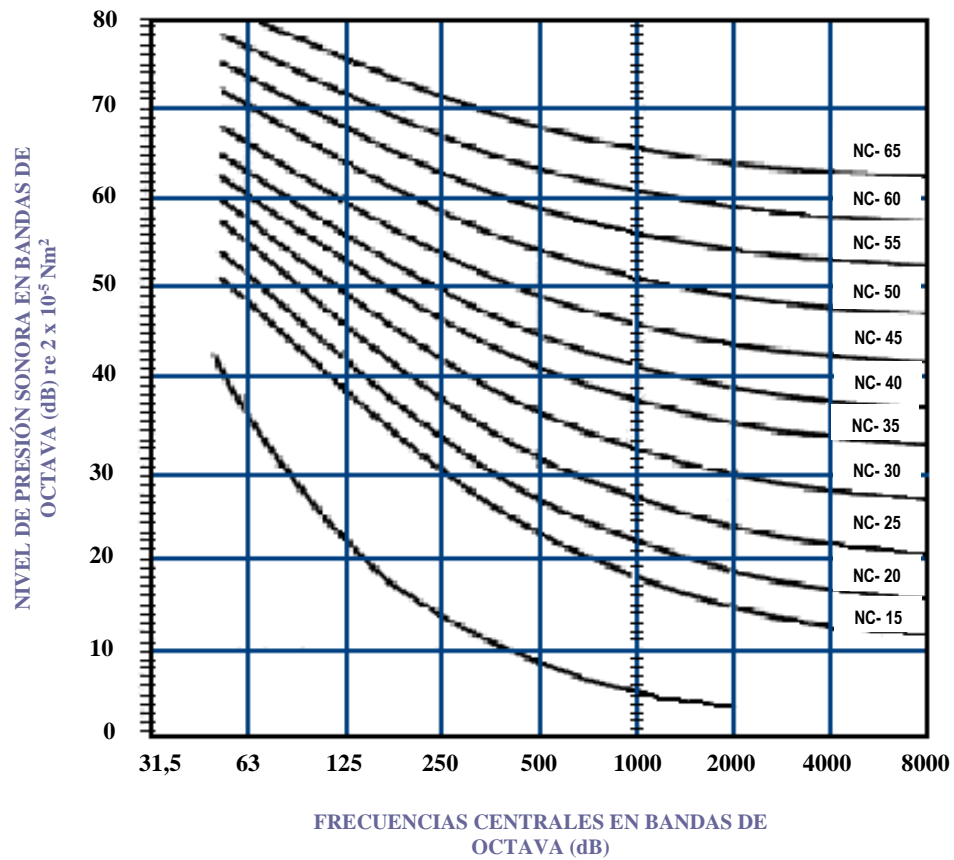
Valores recomendados del índice NR para diferentes locales

	Rango de NR
Talleres.	60 – 70
Oficinas Mecanizadas.	50 – 55
Gimnasios, Salas de Deporte Piscinas.	40 – 50
Restaurantes, Bares, Cafeterías.	35 – 45
Despachos, Bibliotecas, Salas de Justicia.	30 – 40
Cines, Hospitales, Iglesias, Pequeñas Salas de Conferencias.	25 – 35
Aulas, Estudios de Televisión, Grandes Salas de Conferencias.	20 – 30
Salas de Conciertos, Teatros	20 – 25
Clínicas, Recintos para Audiometrías	10 – 20

Valores del nivel de presión sonora correspondientes al índice NR

NR	NIVELES DE PRESIÓN SONORA EN BANDAS DE OCTAVA (DB)								
	FRECUENCIAS CENTRALES (HZ)								
	31,5	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
0	55,4	35,5	22,0	12,0	4,8	0	-3,5	-6,1	-8,0
5	58,8	39,4	26,3	16,6	9,7	5	1,6	-1,0	-2,8
10	62,2	43,4	30,7	21,3	14,5	10	6,6	4,2	2,3
15	65,6	47,3	35,0	25,9	19,4	15	11,7	9,3	7,4
20	69,0	51,3	39,4	30,6	24,3	20	16,8	14,4	12,6
25	72,4	55,2	43,7	35,2	29,2	25	21,9	19,5	17,7
30	75,8	59,2	48,1	39,9	34,0	30	26,9	24,7	22,9
35	79,2	63,1	52,4	44,5	38,9	35	32,0	29,8	28,0
40	82,6	67,1	56,8	49,2	43,8	40	37,1	34,9	33,2
45	86,0	71,0	61,1	53,6	48,6	45	42,2	40,0	38,3
50	89,4	75,0	65,5	58,5	53,5	50	47,2	45,2	43,5
55	89,4	78,9	69,8	63,1	58,4	55	52,3	50,3	48,6
60	96,6	82,9	74,2	67,8	63,2	60	57,4	55,4	53,8
65	99,7	86,8	78,5	72,4	68,1	65	62,5	60,5	58,9
70	103,1	90,8	82,9	77,1	73,0	70	67,5	65,7	64,1
75	106,5	94,7	87,2	81,7	77,9	75	72,6	70,8	69,2
80	109,9	98,7	91,6	86,4	82,7	80	77,7	75,9	74,4
85	113,3	102,6	95,9	91,0	87,6	85	82,8	81,0	79,5
90	116,7	106,6	100,3	95,7	92,5	90	87,8	86,2	84,7
95	120,1	110,5	104,6	100,3	97,3	95	92,9	91,3	89,8
100	123,5	114,5	109,0	105,0	102,2	100	98,0	96,4	95,0
105	126,9	118,4	113,3	109,6	107,1	105	103,1	101,5	100,1
110	130,3	122,4	117,7	114,3	111,9	110	108,1	106,7	105,3
115	133,7	126,3	122,0	118,9	116,8	115	113,2	111,8	110,4
120	137,1	130,3	126,4	123,6	121,7	120	118,3	116,9	115,6
125	140,5	134,2	130,7	128,2	126,6	125	123,4	122,0	120,7
130	143,9	138,2	135,1	132,9	131,4	130	128,4	127,2	125,9

Curvas de criterio de ruido NR



A nivel ambiental la reglamentación a tener en cuenta, además de la resolución 08321, es la resolución 627 del 2006, en la cual se determinan los niveles para:

- ✓ EMISIÓN
- ✓ AMBIENTAL
- ✓ PERIMETRAL

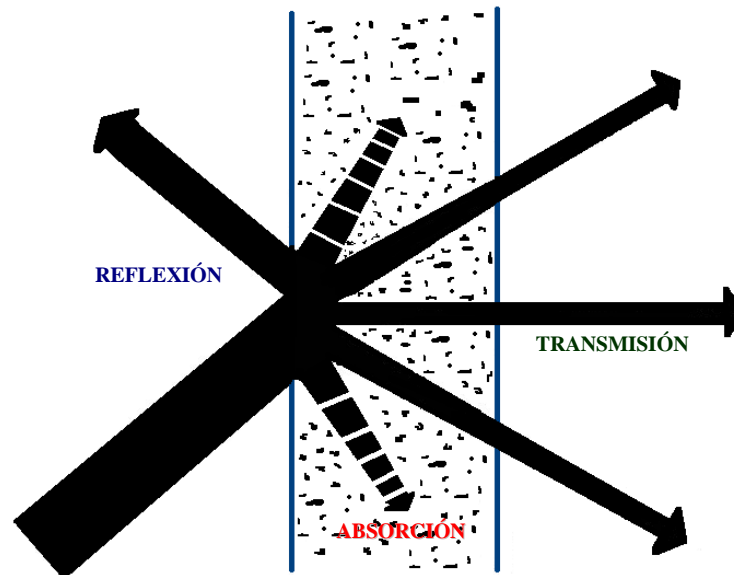
Legislación internacional:

A nivel internacional la ACGIH igualmente de un límite de 85 dB para 8 horas/día y concibe un tasa de intercambio de 3 dB.

CONTROLES TÉCNICOS

Las técnicas de control de ruido se basan fundamentalmente en los diferentes tratamientos que pueden efectuarse a las ondas sonoras, en los procesos y en las modificaciones a las maquinaria implicadas en la generación de ruido y vibraciones.

Al igual que para los otros factores de riesgo se trabaja básicamente con los fenómenos de Reflexión, Absorción y Transmisión



Los metodología para el control técnico se pueden dividir en dos grupos : activos y pasivos.

a. Procedimientos activos de control técnico : Consiste en la eliminación o reducción de la generación de ruido, sustituyendo equipos o componentes ruidosos de las máquinas.

Este tipo de control es más efectivo y los resultados obtenidos son mucho mejores que en otros tipos de control. Sin embargo existen varias limitaciones en la implementación de estas medidas de control: costo elevado, diseños inapropiados para la producción y controles irrealizables por las características del equipo, en algunos de los casos.

Algunos de los sistemas de control activo son:

- **Modificación en los procesos:** Se basa en la modificación total o parcial de un proceso de producción o fabricación específico pretendiendo que el ruido generado sea menor (reducción de velocidades de rotación de equipos, soldar en vez de remachar, colocar objetos sobre superficies en vez de tirarlos, por ejemplo).
- **Sustitución o modificación de equipos:** La sustitución de equipos por otros menos ruidosos, es una opción eficiente pero costosa. Se puede realizar un adecuado mantenimiento preventivo y un mejoramiento de las condiciones de productividad y competitividad de la empresa para lograr una mejor utilización de la tecnología disponible. Aunque no siempre es fácil por su alto costo, los resultados siempre son los mejores.
- **Reducción de fuentes generadoras de ruido:** Estos procedimientos consisten en la introducción de una serie de modificaciones o elementos que reducen las fuerzas generadoras de ruido, tales como :
 - * Balanceo dinámico de la maquinaria,
 - * Mantenimiento de equipos y sustitución de partes desgastadas,
 - * Lubricación y engrase de partes móviles,
 - * Disminución de superficies generadoras de ruido,
 - * Modificación de la masa de los elementos generadores de ruido,
 - * Instalación de elementos antivibratorios (cojinetes aislantes),
 - * Instalación de silenciadores en los sitios de escape de gases,
 - * Instalación de empaques y de uniones elásticas y flexibles, etc.

b. Procedimientos pasivos de control técnico: Corresponden a los tratamientos acústicos de las áreas o secciones de trabajo. También pueden orientarse como la reubicación de equipos y maquinarias con el fin de lograr una reducción del ruido en el medio de propagación. Estas medidas no eliminan el riesgo en la fuente pero limitan o evitan su efecto en el receptor.

Algunos de los controles pasivos de ruido son :

- * Distribución planificada y adecuada de equipos ruidosos,
- * Acondicionamiento acústico de las superficies del recinto contaminado con ruido,
- * Instalación de cabinas, barreras o mamparas colocadas entre la fuente y el receptor,
- * Control del ruido y de las vibraciones en sus trayectorias de propagación,
- * Encerramiento de equipos y diversas fuentes de ruido,
- * Incremento en la distancia existente entre la fuente y el receptor.

Controles administrativos:

Los controles administrativos son, generalmente, más factibles de realizar pero menos eficientes en su propósito. Los costos de instauración de estas medidas son aparentemente más viables para la empresa:

Algunos de los métodos de control administrativo son:

a. Rotación de los trabajadores: La rotación de personal pretende disminuir la exposición individual a niveles nocivos de ruido en las diferentes áreas o secciones contaminadas. Este procedimiento involucra un incremento del número de trabajadores en el área o sección contaminada con ruido, desplazando a los que trabajan en las áreas o secciones silenciosas.

Este tipo de control es difícil de llevar a cabo ya que requiere de una vigilancia especial de los niveles cotidianos de ruido que perciban los trabajadores para evitar una exposición peligrosa en un gran número de individuos. Además de las

dificultades administrativas que se pueden presentar : diversidad de tareas a realizar, diferencias salariales de los puestos de trabajo y diversidad en la asignación de responsabilidades por las tareas y equipos de trabajo.

Se deben analizar claramente las ventajas y las desventajas que tendría el exponer menos personas al ruido con mayor tiempo de exposición o un mayor número de personas expuestas pero con un tiempo menor de exposición.

b. Producción Moderada: Consiste básicamente en mantener en funcionamiento la maquinaria más ruidosa durante el menor tiempo posible. Pretende controlar los límites máximos de exposición al ruido. Sin embargo, este tipo de control de la exposición al ruido es difícil ya que puede afectarse seriamente la producción.

c. Uso de Elementos de protección personal: En muchas oportunidades resulta difícil o imposible reducir el ruido utilizando métodos de control técnico. Las principales dificultades para un adecuado control técnico son los altos costos de las medidas o la imposibilidad de adaptar los controles propuestos a los equipos generadores de ruido. En estos casos específicos de presencia del factor de riesgo, se recomienda el uso de los elementos de protección auditiva.

Es importante aclarar que estos equipos no son una medida de control de ruido ya que los niveles de ruido en el ambiente continúan siendo iguales o mayores que el inicial (debido al desgaste propio de los equipos). El uso de estos elementos de protección personal se recomienda como un último recurso, después de haber agotado todas las posibilidades de control del ruido.

La protección individual al factor de riesgo debe estar orientada como un recurso complementario para el control del efecto del ruido sobre el receptor. La selección del tipo de elemento a utilizar, los niveles de protección ofrecidos por estos elementos, la aceptación por parte de los trabajadores y las condiciones específicas de trabajo que requieren su utilización, son algunos aspectos que serán considerados.

La GATISO es clara en afirmar en cuanto a protección auditiva lo siguiente:

Como cualquier equipo de protección personal, los elementos de protección auditiva deben constituirse en el último recurso para el control de la exposición a ruido. Otros métodos técnicos y administrativos debe preferirse antes que el uso de estos elementos.

Sin embargo, cuando por razones tecnológicas o económicas la reducción del ruido en el ambiente de trabajo no es posible o cuando el trabajador es expuesto a altos niveles de ruido por períodos cortos de tiempo y en especial cuando la comunicación no es requerida, la protección personal auditiva debe ser una medida a considerar

En cuanto a los niveles reales de reducción recomienda:

“El resultado del NRR (tasa de reducción de ruido) proporcionado por el fabricante menos 7 decibeles debe reducirse en los siguientes porcentajes:

- En un 25% si se trata de un protector tipo copa.
- En 50% si se trata de un protector de inserción moldeable.
- En 70% para cualquier otro tipo de protector.

Aunque el método más eficaz para el cálculo de la protección auditiva es aquel que tiene en cuenta la atenuación por bandas de octavas su uso está limitado ante la necesidad de disponer de un equipo con filtro analizador de frecuencias en bandas de octavas y tercios de octavas.

Cuando se utiliza doble protección auditiva, OSHA recomienda el siguiente procedimiento:

1. Seleccione el mayor NRR ofrecido por los protectores de copa e inserción.
2. Reste 7 dB del NRR mayor.
3. Agregue 5 dB al NRR ajustado.

4. Reste esta diferencia al nivel de exposición encontrado.

Ejemplo.

Se dispone de la siguiente información:

Nivel de exposición TWA: 98

NRR Tipo copa: 25

NRR Tipo inserción: 28

Nivel estimado = $98 - (28 - 7) \times 0.5 + 5 = 98 - 10.5 + 5 = 82.5 \text{ dB}$

Dentro de los programas de conservación auditiva LA GATISO recomienda incluir estrategias educativas de entrenamiento y motivación que contemplen como mínimo los siguientes aspectos:

- Efectos físicos y psicológicos del ruido y de la pérdida auditiva.
- Selección, uso y mantenimiento de elementos de protección personal.
- Test audiométricos: en qué consisten, para qué sirven y cómo se interpretan sus resultados
- Roles y responsabilidades de los empleadores y de los trabajadores.

Los materiales y las ayudas pedagógicas que estimulen el aprendizaje utilizados en estos programas deberían presentarse en el mismo idioma del trabajador, con signos o señales gráficas que ayuden a los trabajadores que tienen bajos niveles de lectoescritura a recibir la instrucción de manera apropiada.

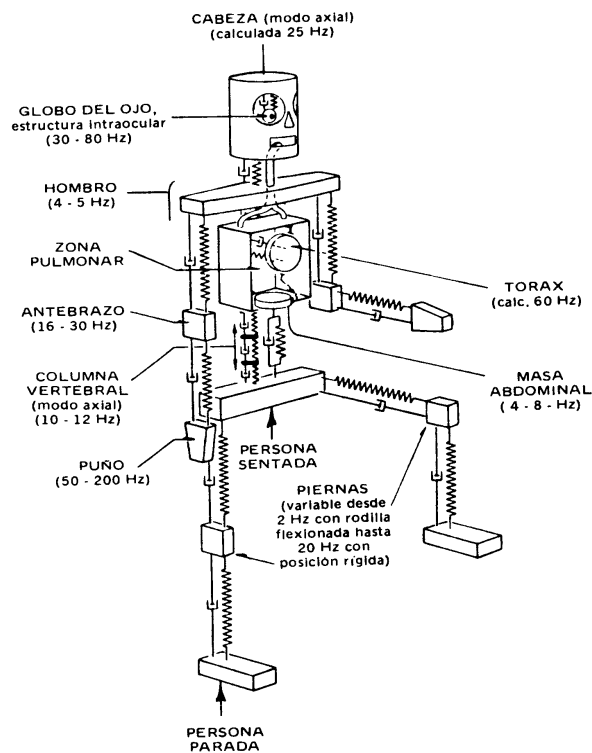
Los programas deben repetirse cada año y deben ser actualizados de acuerdo con el avance en el conocimiento.

Se recomienda realizar capacitación individualizada en aquellos trabajadores en quienes se detectan cambios en los umbrales, ya sean permanentes o temporales.

VIBRACIONES

Las vibraciones humanas se definen como el efecto de las vibraciones mecánicas en el cuerpo humano. Durante la vida normal estamos expuestos a vibraciones de algún tipo. En el transporte, al utilizar herramientas, maquinaria o conducir vehículos pesados.

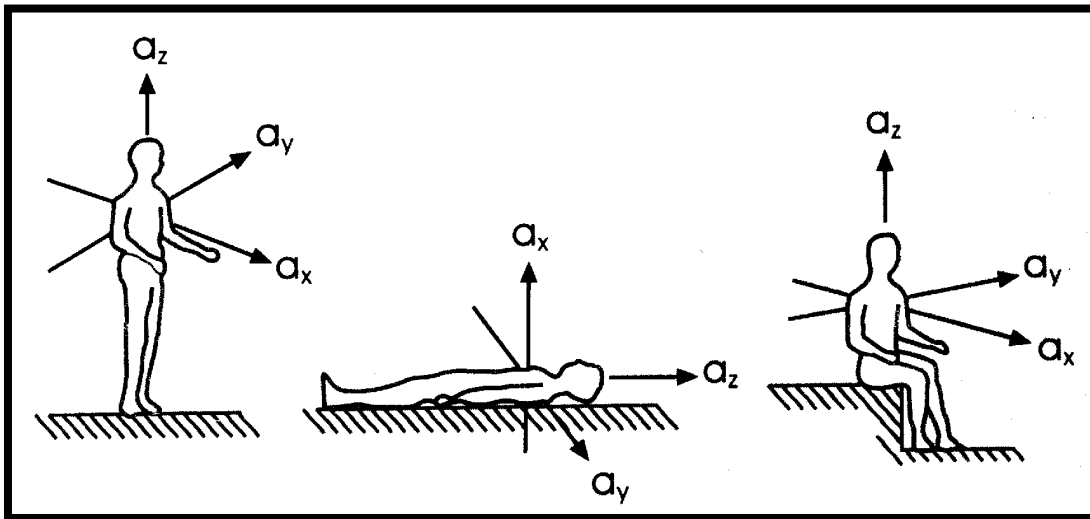
Cada parte del organismo humano posee una “vibración natural” y cuando se rompe dicho equilibrio es cuando se puede presentar un riesgo para la salud del personal expuesto.



Existen dos tipos de vibraciones humanas, de cuerpo entero y de brazo-mano.

Las vibraciones de cuerpo entero son transmitidas a través de la superficie de soporte (pies, nalgas, espalda, etc.) Una persona que conduce un vehículo esta sujeta a este tipo de vibraciones a través de las nalgas, y si tiene soporte de espalda, también por este.

Se debe tener en cuenta la forma de ingreso al organismo, teniendo en cuenta los tres ejes, dependiendo de la posición en la que se encuentre



Eje Z (a_z) : De los pies a la cabeza

Eje X (a_x) : De la espalda al pecho

Eje Y (a_y) : De derecha a izquierda

Se estima que entre el 4 y el 7 % de los trabajadores de Europa y Estados Unidos, están expuestos durante su actividad a vibraciones cuerpo entero potencialmente perjudiciales.

Los principales efectos para la salud por la exposición a vibraciones son:

- ✦ Molestia
- ✦ Interferencia con la actividad visual y manual
- ✦ Alteraciones de las funciones fisiológicas.
- ✦ Aumenta la Frecuencia Cardíaca
- ✦ Alteraciones neuromusculares
- ✦ Contracción tónica, fatiga muscular
- ✦ Alteraciones cardiovasculares, respiratorias, endocrinas y Metabólicas
- ✦ Alteraciones sensoriales y del SNC
- ✦ alteración función vestibular

De igual forma se han realizado investigaciones que demuestran efectos dependiendo de la frecuencia en que se presentan, de la siguiente forma:

- ✦ Incomodidad - Molestia 4 – 9 Hz
- ✦ Cabeza 13 – 20 Hz
- ✦ Mandíbula inferior 6 – 8 Hz
- ✦ Influencia en el hablar 13 –20 Hz
- ✦ Atragantamiento 12 – 16 Hz
- ✦ Dolor de pecho 5 – 7 Hz
- ✦ Dolor abdominal 4 – 10 Hz
- ✦ Alteración de la respiración 4 – 8 Hz
- ✦ Aumenta el deseo de orinar 10 - 16

En lo que respecta a valores límites permisibles, los mas aceptados a nivel mundial son los establecidos en la Directiva 2002/44/EC del Parlamento Europeo y del Consejo, en los cuales se definen

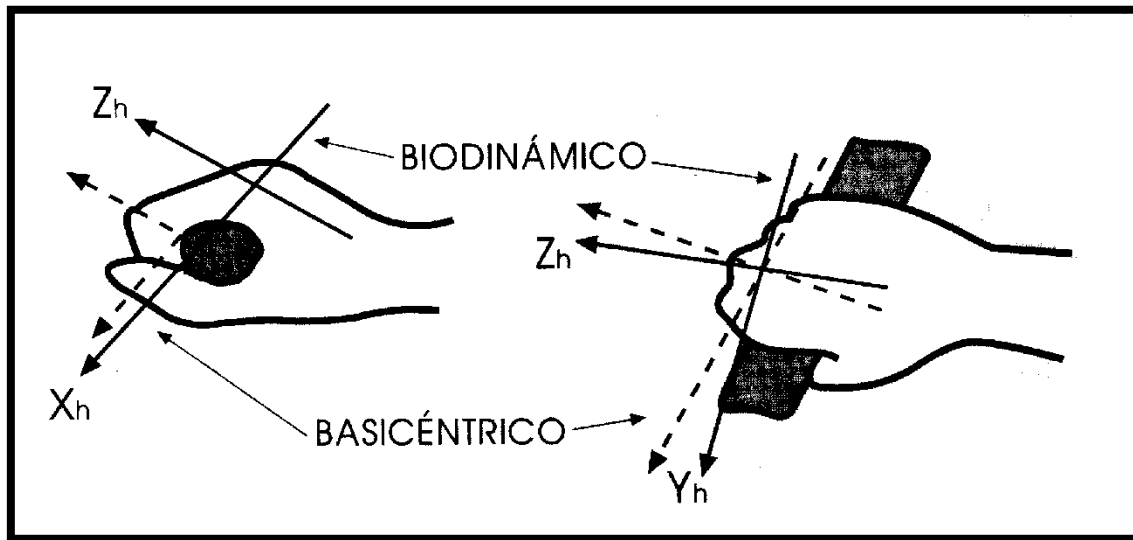
<u>Límite de Exposición</u> <u>Diaria 8 horas</u>	<u>Nivel de Acción</u>	<u>Límite</u>
Extremidades Superiores	2.5 m/s ²	5 m/s ²
Cuerpo Entero	0.5 m/s ²	1.15 m/s ²
Cuerpo Entero (dosis - vibraciones)	9.1 m/s ^{1.75}	21 m/s ^{1.75}

El Valor 0.5 m/s² se referencia:

- ✓ 30 minutos /día si el criterio es 'confort'.
- ✓ 4 horas /día, si la eficacia es el criterio.
- ✓ 11 horas / día, si el criterio es la salud.

Las vibraciones mano-brazo son transmitidas hacia estos. La experimentan principalmente los operadores de herramientas motorizadas.

Al igual que en las de cuerpo entero se debe tener en cuenta la forma en que ingresa al organismo.



Eje Z (Z_h) = Corresponde a la línea longitudinal ósea.

Eje X (X_h) = Perpendicular a la palma de la mano.

Eje Y (Y_h) = En la dirección de los nudillos de la mano.

La exposición diaria a través de los años, a vibraciones en mano-brazo ocasiona daño físico permanente, resultando en lo que es conocido como **'síndrome de los dedos blancos'**, u ocasiona daño en las articulaciones y músculos de la muñeca y / o codo. Debido al daño ocasionado a las arterias y nervios en el tejido suave de la mano

El primer síntoma es un ataque ocasional cuando las yemas de los dedos se ponen blancas. También, durante un ataque, los dedos pueden entumecerse y adquirir la sensación de "piquetes de clavos y agujas". Un ataque puede terminar con el cambio en los dedos del color blanco en un rojo oscuro que, a menudo, es muy doloroso.



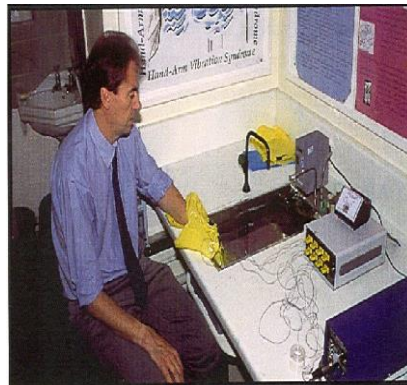
Para determinar el nivel de afectación se utiliza la propuesta en el Taller de Stockholm, para Síntomas de Frío Inducido Periférico Vascular y Sensorineuronal.

Evaluación vascular		
Etapa	Grado	Descripción
0	-	Sin ataques
1	Medio	Ataques ocasionales que afecten solamente a los extremos de uno o más dedos
2	Moderado	Ataques ocasionales que afecten a las falanges distal y media (rara vez también a la proximal) de uno o más dedos.
3	Severo	Ataques frecuentes que afecten a TODAS las falanges de casi todos los dedos.
4	Muy severo	Como en la etapa 3 con atrofia de la piel en las extremidades de los dedos.
<p>Nota: Se consideran diferentes estadios para cada mano, ej., 2L(2)/1R(1)= etapa 2 en dos dedos de la mano izquierda: etapa 1 en 1 dedo de la mano derecha.</p>		

Valoración sensorial	
Etapa	Síntomas
0SN	Exposición de vibración sin síntomas
1SN	Entumecimiento intermitente con o sin molestias
2SN	Entumecimiento intermitente o persistente con reducción de la percepción sensorial.
3SN	Entumecimiento intermitente o persistente reduciendo el tacto y/o destreza de manipulación.
Nota: Se consideran diferentes estadios para cada mano.	

Para la evaluación médica se poseen dos métodos conocidos como

- ✦ Umbral vibrotáctil (VTT)
- ✦ Test de provocación calórico



En cuanto a los valores límites permisibles a nivel ocupacional la ACGIH en los TLVs versión 2010 establece:

Duración de la Exposición Total Diaria	Valor Dominante Frecuencia Máx-Ponderación RMS $a_k = X_h, Y_h \text{ or } Z_h$	
	m/s^2	$g = 9.81$ m/s^2
4 horas y menos de 8	4	0.40
2 horas y menos de 4	6	0.61
1 horas y menos de 2	8	0.81
Menos de 1 hora	12	1.22

Para efectos de control, algunos aspectos generales a tener en cuenta son:

- ⇒ El primer paso a seguir para resolver un problema de vibraciones es detectar el punto o área donde el nivel de aceleración vibratoria es mas elevado.
- ⇒ El segundo paso será efectuar un estudio detallado de las características de la vibración.
- ⇒ EL movimiento vibratorio puede agruparse en tres amplias categorías:
 - ✓ Vibraciones de bajas frecuencias
 - ✓ Vibraciones de alta frecuencia
 - ✓ Ruido y vibraciones de impacto
- ⇒ En la fuente puede llevarse a cabo por uno o varios de estos métodos:
 - ✓ Reducción de las vibraciones en la fuente por sustitución o aislamiento.
 - ✓ Cambio del carácter de la frecuencia de la vibración.

⇒ Para reducir la respuesta se deben tener en cuenta aspectos como:

- ✓ Colocación de elementos aislantes entre la fuente y las otras partes de la estructura.
- ✓ Amortiguación de elementos vibrantes.
- ✓ Cambio de masa.
- ✓ Cambio de la elasticidad o rigidez.

⇒ En cuanto a elementos antivibratorios deberán tenerse en cuenta aspectos como:

- ✓ En la elección de un elemento antivibratorio se deben considerar las características del material y de la máquina a aislar, su frecuencia natural, su amortiguamiento interno, los factores ambientales, la carga a soportar, etc.
- ✓ La frecuencia natural de los elementos elásticos deben ser siempre menor que la frecuencia perturbadora que se desea aislar y se considerará como frecuencia perturbadora a la más baja de todas las existentes (frecuencia forzada). Para frecuencias de excitación bajas, es necesario instalar un amortiguador con gran aplastamiento, que de una frecuencia propia muy baja, de manera tal que la relación entre frecuencias sea del orden de 1 : 3.

Los elementos antivibratorios más usados son:

- ✓ Resortes metálicos: Su índice de amortiguamiento es muy bajo. Sus principales características son: permiten mucha deflexión y se comportan muy bien para bajas frecuencias, pero presentan como inconveniente una amortiguación muy pequeña, transmiten las altas frecuencias y tienen movimiento de vaivén.
- ✓ Caucho: Los antivibratorios de caucho son construidos de materiales elastoméricos, se comportan bien a las altas frecuencias y tienen elevada amortiguación, por lo tanto son adecuados para máquinas con frecuentes paradas

BIBLIOGRAFIA

1. Cyril M. Harris. Mac Graw Hill, Manual de Medidas Acústicas y Control del Ruido. Tercera edición en español .1995.
2. Código de Salud Ocupacional. Aplicable en el Régimen del seguro social. Medellín 1990.
3. Desarrollo Jurídico del sistema General de Riesgos Profesionales. Plan Nacional de Salud Ocupacional. Colombia 1997.
4. Enciclopedia Salvat de Ciencia y Tecnología. Volumen 3. Barcelona. España.
5. La Dou, Joseph. Medicina laboral. Primera edición. Editorial el Manual Moderno S.A. Mexico, D.F. 1993. Pag. 121 - 133.
6. Manual “ Como conservar la audición ”. SURATEP, Medellín. 1998.
7. Manual de Higiene Industrial. Fundación MAPFRE. Cuarta Edición Diciembre 1996.
8. Ramirez S. Riveros S., Reyes R. , Rojas S., Rossi L. Monografía de ruido. E.C.M. Santafé de Bogotá. 1995. Pag. 22 a la 45.
9. Resolución 001792 de mayo de 1990 del Ministerio de Trabajo, Seguridad Social y Salud. República de Colombia.
10. Resolución 08321 de Agosto 4 de 1983 de I Ministerio de Salud. República de Colombia.

11. Seguridad, Higiene y Control Ambiental. Jorge Letayf. Carlos González. Mac Graw Hill. México 1994.
12. Sistema de vigilancia epidemiológica para conservación auditiva, ISS, Sec. Antioquia, Medellín, 1993.
13. Técnicas de control de ruido. SURATEP, Medellín, junio 1997.
14. Threshold Limit Values for Chemical Sustances and Physical Agents Biological Exposure Indices. TLV's 2010 American Conference of Governmental Industrial Hygienists. Cincinnati, OH 45240 - 1634.
15. SOTO CASTAÑO, Isabel Cristina; VANEGAS RODRÍGUEZ Clara Inés. **Conceptos básicos sobre panorama de factores de riesgo.**
16. Documento inédito; Gerencia de Prevención de Riesgos, SURATEP S.A, Medellín 1995.
17. FINE William. Método de valoración de factores de riesgo.
18. Guía Técnica 45 del ICONTEC.
19. Guías de Atención Integral en Salud Ocupacional basadas en la evidencia GATISO. Ministerio de la Protección Social.

2007: Hombro doloroso – Dolor lumbar inespecífico y enfermedad discal – **Hipoacusia neurosensorial inducida por ruido** – Desordenes musculo esqueléticos (síndrome de túnel carpiano, epicondilitis y enfermedad de De Quervain) – **Neumoconiosis (silicosis, neumoconiosis del minero de carbón y asbestosis)**

2008: ***Asma ocupacional*** – Plaguicidas inhibidores de la colinesterasa –
Benceno y sus derivados - Dermatitis de contacto ocupacional – ***Cancer de pulmon.***

ASOCIACIONES Y SOCIEDADES

1. <http://www.awma.org> Air and Waste Management Association.
2. <http://www.amca.org> Air Movement and Control Association.
3. <http://www.aaar.org> American Association for Aerosol Research.
4. <http://www.aaohn.org> American Association of Occupational Health Nurses.
5. <http://www.orcbs.msu.edu/absa> American Biological Safety Association.
6. <http://www.acs.org> American Chemical Society
7. <http://www.acoem.org> American College of Occupational and Environmental Medicine.
8. <http://www.acgih.org> American Conference of Governmental Industrial Hygienists.
9. <http://www.iqcouncil.org> American Indoor Air Quality Council.
10. <http://www.aiha.org> American Industrial Hygiene Association.
11. <http://www.aiche.org> American Institute of Chemical Engineers.
12. <http://www.ans.org> American Nuclear Society.
13. <http://www.apha.org> American Public Health Association.
14. <http://www.ashrae.org> American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.
15. <http://www.asse.org> American Society of Safety Engineers.
16. <http://www.astm.org> American Society for Testing and Materials.
17. <http://www.bohs.org> British Occupational Hygiene Society.
18. <http://www.csse.org> Canadian Society of Safety Engineers.
19. <http://www.hps.org> Health Physics Society.
20. <http://www.hfes.org> Human Factors and Ergonomics Society.
21. <http://www.bohs.org/ioha> International Occupational Hygiene Association.
22. <http://www.irpa.sfrp.asso.fr/> International Radiation Protection Association.
23. <http://www.laserinstitute.org> Laser Institute of America.

24. <http://www.neap.org> National Association of Environmental Professionals.
25. <http://www.neha.org> National Environmental Health Association.
26. <http://www.ehs-training.org> National Environmental Training Association.
27. <http://www.nfpa.org> National Fire Protection Association.
28. <http://www.nsc.org> National Safety Council.
29. <http://www.system-safety.org> System Safety Society.
30. <http://www.toxicology.org> Society of Toxicology.

ORGANIZACIONES

1. <http://www.demon.co.uk/aivc> Air infiltration and Ventilation Center, International Energy Agency.
2. <http://www.ansi.org> American national Standards Institute.
3. <http://www.ccohs.ca> Canadian Centre For occupational Health and Safety.
4. <http://www.csa-international.org> Canadian Standards Association (CSA International).
5. <http://www.factorymutual.com> Factory Mutual.
6. <http://www.iaea.org> International Atomic Energy Agency.
7. <http://www.iso.ch> International Standards Organization.
8. <http://www.nas.edu> (U.S) national Academy of Sciences.
9. <http://www.ncrp.com> National Council on Radiation Protection and Measurements.
10. <http://nei.org> Nuclear Energy Institute.
11. <http://www.rerf.orj.jp> Radiation Effects Research Foundation.
12. <http://www.ul.com> Underwriters Laboratories.
13. <http://www.un.org> United Nations Organizations.

GUBERNAMENTALES

1. <http://atsdr1.atsdr.cdc.gov:8080> (U.S) Agency for Toxic Substances and Disease Registry.
2. <http://www.cdc.gov> (U.S) Centers for Disease Control and Prevention.
3. <http://www.cbs.gov> (U.S) Chemical Safety Board.
4. <http://www.doe.gov> (U.S) Department of Energy.
5. <http://www.dol.gov> (U.S) Department of Labor.
6. <http://www.dot.gov> (U.S) Department of Transportation.
7. <http://www.epa.gov> (U.S) Environmental Protection Agency.
8. <http://www.gpo.gov> (U.S) Government Printing Office.
9. <http://www.open.gov.uk/hse> (U.K) Health and safety Executive.
10. <http://www.msha.gov> Mine Safety and Health Administration.
11. <http://www.nci.gov> (U.S) National Cancer Institute.
12. <http://www.niehs.nih.gov> (U.S) National Institute of Environmental Health Sciences.
13. <http://www.cdc.gov/niosh> (U.S) National Institute for Occupational Safety and Health.
14. <http://www.nih.gov> (U.S) National Institutes of Health.
15. <http://www.nist.gov> (U.S) National Institute of Standards and Technology.
16. <http://www.ntis.gov> (U.S) National Technical Information Service.
17. <http://www.osha.gov> Occupational Safety and Health Administration.

ESPECIALIZADAS

1. <http://igm.nlm.nih.gov> Grafetul Med (access to Medline, Toxiline and other databases)
2. <http://www.cssinfo.com> Distributor of engineering and safety standards.