

# SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL

**Objetivo:** El lector podrá identificar las propiedades físicas, químicas, biológicas, ergonómica y psicosociales de los agentes de riesgo, además de las técnicas para su cuantificación y clasificación de las enfermedades profesionales que se ocasionan.

## 6.1. Exposición al riesgo.

La salud es el equilibrio que debe existir entre el hombre, su medio ambiente y los agentes existentes en él, y se define no sólo como la ausencia de enfermedad, sino como el más completo estado de bienestar físico, psíquico y social.

Dentro de la conservación de la salud y la higiene tiene una importancia de primer orden y ha sido definida como la ciencia de la salud que dicta reglas e implica una disciplina tendiente a la prevención de las enfermedades, manteniendo el buen estado físico y mental de hombre.

Por todo esto, se hace necesario conocer lo referente a los agentes contaminantes derivados del progreso del trabajo, de las condiciones en que se realizan las actividades y del medio ambiente en que laboran los trabajadores, entendiéndose por **agentes** un ente en determinadas circunstancias puede ser capaz de producir un daño al organismo de los trabajadores.

Estos factores o agentes son múltiples, pero en general, se dividen en tres grupos:

- Según el agente causal, emanado del proceso de trabajo.
- Conforme a los factores relacionados con las condiciones bajo las cuales el individuo realiza sus actividades.
- Los que se derivan del ambiente en el cual se encuentra el trabajador.

De la combinación de sus tres grupos de factores, se originan las causas específicas que dan lugar a las enfermedades del trabajo; sin embargo, a continuación se listan los principales factores que influyen en cada uno de ellos:

Los agentes contaminantes (factores del medio exterior ejercen acción sobre el funcionamiento normal del organismo) que pueden producir enfermedades de trabajo, se dividen en cinco clases:

### 6.1.1. Clasificación de los agentes.





## 6.2. Agentes físicos.

Se reconocen todos aquellos en los que el ambiente normal cambia, rompiéndose el equilibrio entre el organismo y su medio. Se puede hablar de defectos de iluminación, calor o frío extremos, ruido y humedad excesivos; manejo de corriente eléctrica, exceso de efecto de presión atmosférica, presencia de polvos en la atmósfera, radioactividad, etc. Estas situaciones anormales traen como consecuencia repercusiones en la salud, tal como: disminución de agudeza visual, ceguera, alteraciones del sistema termo regulador del cuerpo, vasodilatación periférica o vasoconstricción, vértigo de Meniere o mal de montaña causado por el enrarecimiento del aire y la disminución de la presión atmosférica; trauma acústico, solteras profesionales, neurosis o ruidos, etc.

Entonces, los agentes físicos actúan en el individuo produciendo alteraciones por efecto de sus características físicas, y son:

- Temperaturas elevadas y abatidas.
- Presión.
- Ruido y vibraciones.
- Radiación.

### 6.2.1. Temperaturas elevadas y/o abatidas.

Calor, su naturaleza y transmisión: el cuerpo transmite calor con el medio ambiente por:

- Radiación, convección, conducción y evaporación. Que junto con la generación de calor metabólico del organismo, producirá el balance energético que permitirá al cuerpo mantener la temperatura corporal dentro del rango de confort preestablecido 36.5°C.
- Calor metabólico: Normalmente la fuente que tiene mayor ganancia de calor es el metabolismo; no siempre es lo más correcto igualar el metabolismo con la producción de calor, ya que la energía metabólica es convertida en trabajo con 1° de eficiencia variable, por lo que la expresión más exacta es: calor metabólico o calor de metabolismo. La eficiencia del metabolismo es proporcional al porcentaje de energía no calórica disponible por el cuerpo.

Tabla con valores de calor metabólico.

Actividad	BTU/h
Durmiendo	250
Sentado en reposo	400
Sentado con movimiento moderado de brazos y tronco	450-550
Sentado con movimiento moderado de brazos y piernas	550-650
Trabajando de pie ligeramente en máquina y caminando lentamente	650-750
Trabajo moderado caminando y empujando o levantando cargas livianas	1000-1400
Trabajando intermitentemente cargando o empujando	1500-2000
Trabajo fuerte	2000-2400

■ **Factores que afectan el metabolismo.**

1. La talla del cuerpo
2. la razón básica metabólica.
3. El crecimiento o desarrollo.
4. La alimentación.
5. Los ejercicios musculares.
6. La temperatura ambiente.
7. Las temperaturas excesivas.

■ **Radiación.** Es una de las formas de transmisión de calor que se produce en la superficie del cuerpo, está en función de las temperaturas y naturaleza de las radiantes. La radiación del cuerpo superficies más frías, se presenta en la región infrarroja del espectro; dentro de este rango, la piel es un perfecto radiador.

■ **Convección:** Se puede aumentar a la definición clásica de convección, que ésta es una vía importante de redistribución de calor dentro del cuerpo a través de la circulación sanguínea y se enmarcarían dos propósitos fundamentales:

1. Llevar el calor metabólico la superficie del cuerpo, donde se disipará.
2. Transportar con rapidez el calor desde los tejidos activos, o sea: músculos corazón, hígado y otros.

■ **Evaporación.** Aunque no exista sudor, siempre se tendrá una pérdida continua de calor en forma de vapor de agua a través del cuerpo. Se tienen dos fuentes de fería de calor en forma de vapor de agua:

1. Aire exhalado.
2. Por difusión a través de la piel.

Se ha demostrado que la transmisión de calor entre el cuerpo humano y el ambiente depende de manera fundamental de los siguientes factores físicos externos:

1. Temperatura del aire.
2. Temperatura de radiación.
3. Humedad del aire.

#### 4. Velocidad del aire.

- **Evaluación de factores ambientales:** Del análisis de los diferentes factores ambientales que afectan la transmisión de calor se han desarrollado varios índices compuestos que logran demostrar los efectos de esos factores sobre el ser humano y que caracterizan numéricamente esas incidencias.
- **Índice por temperatura efectiva:** Es un índice arbitrario que combina en un valor simple el efecto de la temperatura, la humedad y la velocidad del aire, bajo la sensación calurosa o fría del cuerpo humano. Este valor numérico es el valor de la temperatura de un aire en calma y saturado, que produciría la misma sensación que bajo las condiciones analizadas.
- **Respuesta de comportamiento humano:** Las respuestas a los valores anormales de temperaturas que inciden sobre el cuerpo, se pueden observar en la disminución de:
  1. Las posibilidades de trabajo físico.
  2. Las actividades psicométricas.
  3. Las actividades mentales.

Estas consecuencias inmediatas están acompañadas por determinados síntomas fisiológicos como:

1. Aumento de la frecuencia cardiaca.
2. Contracción y dilatación de los vasos sanguíneos.
3. Disminución de la tensión muscular.
4. Incremento del ritmo respiratorio.
5. Reacción sudorífica.
6. Incremento en la temperatura corporal.

## Valores umbrales límites para la exposición a temperaturas elevadas. (Valores en grados centígrados de bulbo húmedo)

Régimen de trabajo	Tipo de trabajo		
Trabajo y descanso	Ligero	Moderado	Pesado
Trabajo continuo	30,0	26,7	25,0
75% exposición 25% recuperación	30,6	28,0	25,9
50% exposición 50% recuperación	31,4	29,4	27,9
25% exposición 75% recuperación	32,2	31,1	30,0

■ **Control de la temperatura y humedad:** me dice se recomiendan algunas de las acciones siguientes como elemento de posibles soluciones:

- Selección de personal.
- Aclimatación.
- Programación de trabajos con tiempo de reposo.
- Rotación de personal.
- Modificaciones de métodos de trabajo.
- Hidratación.

### 6.2.2.Presión.

**6.2.2.1. Causas y efectos de la exposición a presiones anormales.** Las presiones atmosféricas superiores a las que existen a nivel del mar se encuentran tanto en ambientes terrestres como marítimos. La presión atmosférica a nivel del mar es de 1,033 g/cm<sup>2</sup> (14.7 libras por pulgada cuadrada), lo cual equivale a una atmósfera absoluta (ata). Se producen exposiciones ocupacionales exceso de presión atmosférica en operaciones en galerías de minas (túneles); de igual

manera, se encuentra en ambientes acuáticos, por ejemplo, los buzos que trabajan bajo el agua tanto por retención de respiración durante el buceo, como por respirar aire de un respirador subacuático portátil (Scuba), o por respirar mezclas gaseosas que se proporcionan desde la superficie mediante compresión, aunque los buzos profesionales se sumergen por lo general a profundidades superiores a los 100 m de profundidad.

#### **6.2.2.2. Accidentes y su prevención.**

- 1. Barotrauma.** El hombre puede soportar aumentos de presión por encima de lo normal en la medida que haya libre acceso de aire a toda la superficies corporales, incluso los pulmones, cavidades paranasales y oído medio. La distribución desigual de la presión puede dar lugar al barotrauma, que es probablemente la enfermedad ocupacional más frecuente entre las personas que trabajan en ambientes de alta presión. El barotrauma del oído medio (aerotitis media) es frecuente en los buzos y la obstrucción de la trompa de Eustaquio.
- 2. Enfisema pulmonar.** Durante el ascenso desde aguas profundas o durante la descompresión en cámaras cerradas, puede ocurrir el efecto contrario a la compresión pulmonar, es decir expansión del aire en los pulmones.
- 3. Neumotórax.** Ocurre un neumotórax cuando el aire que se conservan los pulmones sin despresurizar rompe la



membrana alveolar, éste buscará una salida hasta llegar a las pleuras pulmonares que son dos: Una interior que rodea a los pulmones y se llama pleura visceral y otra exterior que envuelve al interior forman un espacio virtual entre las dos. La exterior se llama pleura parental al llegar el aire entre las pleurales aumenta el espacio real presionando los pulmones.

4. **Aeroembolia.** Se produce cuando los alvéolos pulmonares estallan y el aire a alta presión que había en ellos busca una salida y le encuentra a través de los capilares para llegar al torrente sanguíneo el cual llevará a la burbuja de aire hasta ocasionar un taponamiento. Si este taponamiento ocurre en el cerebro se produce una a aéreoembolia que puede ser mortal.

5. **Bends, enfermedad de la descompresión.** Rebasar la cantidad de nitrógeno absorbido por los tejidos del cuerpo humano, el nitrógeno es muy soluble en grasas, en una proporción de 5 a 1.

■ **Saturación de líquidos por gases. Principio de HALDANE.** El tejido humano puede soportar una determinada presión sin tener problemas, siempre y cuando esta presión no disminuya repentinamente a un valor menor de la mitad de la presión a la que se estaba expuesto.

○ **Síntomas:**

- Mirada vidriosa.
- Paso tambaleante.
- Saliva con sangre.
- Dificultad al respirar.
- Sangrado en nariz y/u oídos.

### ■ De la nitrogenación.

Los síntomas de la nitrogenación se pueden presentar en diversas etapas:

1. Comezón.
2. Inestabilidad o pérdida del equilibrio.
3. Contorsiones en brazos y piernas.
4. Paros respiratorios o cardíacos.

Estos síntomas se pueden presentar intempestivamente, paulatinamente o hasta en 24 horas después, dependiendo del tamaño de las burbujas de nitrógeno contenidas en el torrente sanguíneo.

### 6.2.3. Ruido y vibraciones.

#### 6.2.3.1. Ruido.

Se define como una forma de energía migratoria que se capta a través de los oídos y se registra el cerebro. Posee tres características básicas:

#### 1. Intensidad sonora

$$I = \frac{p^2}{\rho c} = \text{watt} / \text{m}^2$$

La intensidad mínima audible es de  $10^{-12} \text{ w} / \text{m}^2$

La intensidad del umbral del dolor es de  $1 \text{ w} / \text{m}^2$

#### 2. Potencia sonora.

w = potencia sonora watts

La potencia mínima audible es de  $10^{-12}$  watts.

La potencia del umbral del dolor es de 1 watt.

#### 3. Presión sonora.

La forma de medirla es en pascales.

La presión sonora mínima audible es de  $20 \times 10^{-6} \text{ Pa}$ .

La presión sonora del umbral al dolor es de 20 Pa.

La característica principal es que para que las variaciones de presión puedan producir sensación auditiva es necesario que se generen rápido y en un orden de 20 a 20,000 veces por segundo, así puede definirse el campo de la audición para ruidos y se ubica en frecuencias que oscilan entre los 20 y 20,000 Hz.

Si pretendemos emplear unidades entre los límites establecidos entre la presión mínima audible y la presión del umbral al dolor, tendríamos que movernos a una escala de 1 millón de unidades, por lo que esto ha traído como consecuencia el uso de una escala logarítmica que se emplea como unidad de medida el decibel “dB” y equivale a:

$$dB = 20 \log \frac{P_{\text{existente}}}{P_{\text{referencia}} \text{ (mínimo audible)}}$$

De esta manera, la presión correspondiente al umbral del dolor sería:

$$dB = 10 \log \frac{20}{20 \times 10^{-5}} = 20 \log(10)^6 = 120 \text{ dB}$$

El oído humano funciona haciendo una multitud de ajustes y registros instantáneos; sin embargo, posee un sistema mecánico, sus respuestas de protección resultan difíciles. En la figura siguiente se muestra la mecánica de cómo llega sonido hasta el cerebro:



Cuando se habla de ruido como contaminante laboral, éste se define como la percepción acústica que llega a crear en las personas estado de tensión nerviosa, desagrado, molestia que les puede causar latería parcial o total de su capacidad auditiva.

Todos los sonidos dentro de un mismo medio se desplazan a una velocidad constante, como un principio de Física. De tal manera que en el aire a condiciones normales de presión y temperatura será de 340 m/s a 4500 m/s, que al chocar las ondas de sonido con distintos cuerpos se reflejan, se absorben, se fracturan, etc. Aún tomando en cuenta esta consideración, se puede establecer la siguiente tabla de valores aproximados de ruidos:

Tipos de ruido	Db
Hojas en el aire	10
Calle sin tránsito	30
Ruidos nocturnos	40
Automóvil a 10 km/h	50
Interior de un almacén comercial	60
Calle con tránsito intenso	70
Conversación a 1 m de distancia	70
Taladro neumático a 3 m de distancia	90
Remachado a 10 m de distancia	100
Sonido de radio de 10w a 3 metros de distancia	110

Continuación: RUIDO como contaminante laboral.