

1 Salud y seguridad ocupacional

Es el conjunto de disciplinas que tienen por objetivo generar condiciones seguras en los puestos de trabajo. Se obtiene mediante la identificación, evaluación y corrección/control de aquellas condiciones y agentes de riesgos, que puedan ocasionar accidentes de trabajo y/o enfermedades profesionales

Accidente de Trabajo: todo acontecimiento súbito y violento ocurrido por el hecho o en ocasión de trabajos (o en el trayecto al lugar) y que genera una lesión en el trabajador

Enfermedad profesional: aparición previsible, de manifestación lenta y gradual. Resultante de la exposición prolongada a un agente de riesgo presente en el ambiente laboral.

Peligro: situación en la que existe la posibilidad o amenaza de que ocurra una lesión, enfermedad, daño a la propiedad, etc. Es algo inminente.

Riesgo: es la probabilidad de que suceda algo, relacionada con una consecuencia determinada.

ART: se encarga de evaluar la verosimilitud de los riesgos que declare el empleador. Realiza una evaluación periódica de los riesgos existentes en las empresas afiliadas y su evolución. Efectúan exámenes médicos periódicos para vigilar la salud de los trabajadores expuestos a riesgo.

Empleadores: deben estar afiliados a una ART y cumplir con las normas de higiene y seguridad en el trabajo establecidas. Adoptar las medidas necesarias para prevenir riesgos en el trabajo. Proveer a sus trabajadores de los elementos de protección personal y capacitarlos para su correcta utilización, entre otros.

Lesiones: es el daño o alteración funcional de los tejidos del organismo. Puede generar incapacidad. Incapacidad laboral temporal, permanente parcial o permanente total. y/o muerte.

Índices de siniestralidad:

- Índice de incidencia: $II = \frac{\text{Nro de Accidentes} \times 1000}{\text{Nro promedio de trabajadores en el periodo}}$
- Índice de frecuencia: $IF = \frac{\text{Nro de Accidentes} \times 1M}{\text{Hs hombre trabajadas}}$
- Índice de gravedad: $IG = \frac{\text{Total de días perdidos} \times 1000}{\text{Hs hombre trabajadas}}$

Árbol de causas: es un método secuencial de análisis de los datos, que usa compuertas lógicas para describir eventos. Es una técnica para la investigación de accidentes basada en el análisis de las causas. A partir de un accidente ya sucedido, el árbol causal representa de forma grafica la secuencia de causas que han determinado que este se produzca. Acarrea los conceptos de cuando, donde, por quien y como ocurrió el accidente.

Agentes de riesgo:

- Físicos
- Químicos
- Biológicos
- Ergonómicos

2 Riesgo Químico

La presencia de un agente químico en el lugar de trabajo puede ocasionar daños en tres situaciones básicas:

- a) Existe exposición al agente (ej: humos de soldadura)
- b) Exposición accidental al agente (ej: salpicadura de un corrosivo)
- c) Sin que exista exposición al agente (ej: explosión de un inflamable)

Toxicología: ciencia que estudia los efectos adversos producidos por diversos agentes sobre los organismos vivos

Toxicidad: capacidad que tiene un agente de ocasionar un daño a la salud. Los efectos pueden ser agudos o crónicos. Vías de ingreso pueden ser a) Inhalación b) Dérmica c) Oral. El efecto toxico de una sustancia depende de la concentración, de la exposición y de la cantidad tomada por el organismo.

Agente: una sustancia o producto químico que en cantidad/concentración/intensidad suficiente puede afectar a la salud. Se clasifican en:

- Químicos. Ej: materia inerte.
- Físicos. Ej: energía.
- Biológicos. Ej: bacterias.

Dosis Letal Media (DL50):

- DL50 por inhalación: es la concentración de tóxico en el aire, respirada durante no más de 1 h, capaz de matar durante un lapso de 14 días a la mitad o más de una población compuesta por lo menos por 10 animales de laboratorio.
- DL50 dérmica: cantidad de tóxico que en contacto con la piel durante 24hs, es capaz de matar por absorción la mitad de la población de al menos 10 animales de laboratorio durante un lapso de 14 días.
- DL50 oral: cantidad de sustancia que, suministrada por vía oral, en una dosis única, es capaz de matar a la mitad de una población compuesta por lo menos por 10 animales de laboratorio, los que serán observados durante no menos de 3 semanas, ni más de 4.

Limites admisibles:

- Concentración media ponderada (CMP): para una jornada de 8hs/día a la que se cree que la mayoría de los trabajadores pueden estar expuesto día tras día sin sufrir efectos adversos en su salud.
- Concentración máxima permisible (CPT): concentración a la que se cree que los trabajadores pueden estar expuestos de manera continua durante un corto periodo de tiempo sin sufrir daños en su salud. Es complementaria al CMP.
- Concentración máxima permisible techo (C): es la concentración que no se puede sobrepasar en ningún momento de la jornada laboral

Tren de muestreo: el objetivo de empleo de un dispositivo de toma de muestras de aire en un ambiente de trabajo es obtener una evaluación cualitativa y cuantitativa de un riesgo potencial.

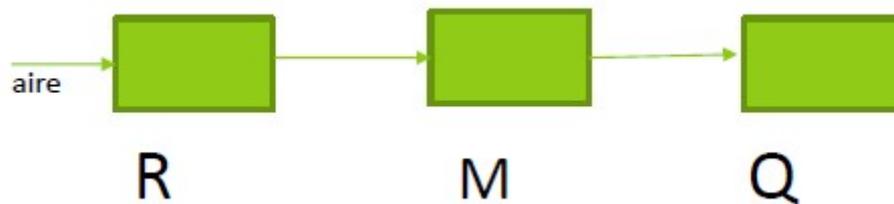


Figure 1: Tren de muestreo.

En donde

- R: equipo de retención de contaminantes
- M: medidor de caudal de aire que atraviesa el tren de muestreo
- Q: equipo de bombeo
- T: tiempo de muestreo

$$V = Q \times T$$

3 Nanomateriales

Un nanomaterial es un material natural o artificial que contiene partículas en un estado no unido y que presenta al menos una dimensión externa en la escala nanométrica (1 a 100 nm). Debido a ello, el nanomaterial presenta un comportamiento distinto al que tiene el material de idéntica composición en tamaño no nanométrico. Existen distintas geometrías, como nanopartículas, nanoplaca, nanofibra, nanotubos, etc.

Efecto de los nanomateriales: debido a su tamaño extremadamente pequeño, las nanopartículas tienen una superficie muy grande y una gran movilidad en relación a su masa. Esto les permite reaccionar fuertemente con su entorno. Los riesgos potenciales surgen principalmente de los efectos de las nanopartículas en el cuerpo humano.

Vías de ingreso:

- Inhalación: la absorción mas importante se da a través de este medio. La deposición de nanomateriales en los pulmones depende del tamaño. Cuanto mas pequeñas son las partículas, mas profundamente penetran en los pulmones y posiblemente incluso en la sangre. Los nanomateriales se depositan en todas las zonas del aparato respiratorio y la mayor proporción llega a los alveolos. Algunas de las partículas depositadas se eliminan, pero otras pueden penetrar el epitelio pulmonar y entrar en el torrente sanguíneo.
- Absorción dérmica: esta es muy baja en la mayoría de los casos, ya que la piel representa una barrera eficaz frente a los nanomateriales. Sin embargo, no se puede descartar una mayor absorción a través de la piel no intacta.
- Absorción oral: los nanomateriales se pueden ingerir por deglución o a través de las mucosas. La mayoría de los nanomateriales ingeridos de esta forma se excretan directamente en las heces. Sin embargo, el comportamiento de los nanomateriales en el tracto gastrointestinal depende en gran medida de su tamaño.

Medidas de control:

- Sustitución: generalmente no es posible, ya que estos se utilizan precisamente por sus propiedades especiales.
- Métodos de trabajo: las aplicaciones de rociado deben reemplazarse por métodos de bajo aerosol.
- Medidas técnicas: ventilación. Áreas de trabajo separadas. Vitrinas de gases. Equipos cerrados. Sistemas de aspiración. Debe evitarse un depósito de polvo.

Medidas de gestión:

- Salas bajo supervisión de un experto
- Instrucciones y protocolos
- Se debe acortar la duración a la exposición
- Numero de empleados expuestos debe ser limitado
- Los nanomateriales deben almacenarse, transportarse y desecharse en envases herméticos dobles
- Uso de EPP como por ej. protección respiratoria personal y guantes

Bandas de control: es un método administrativo cualitativo que estratifica el riesgo potencial en niveles o bandas y asigna controles a cada una de ellas. Se aplica a nanomateriales insolubles. Existen dos tipos de bandas:

- Severidad: depende de la sustancia y el factor que determina está dado por las hojas de seguridad de las sustancias
- Exposición: depende de cómo se utiliza, quiénes y cuándo. Cantidad, pulverulencia, número de empleados con una exposición similar, frecuencia y duración de la actividad.

4 Prevención de incendios

Fuego: proceso de combustión caracterizado por una reacción química de oxidación del combustible, de suficiente intensidad para emitir luz, calor y en muchos casos, llamas.

Modelo geométrico – Tetraedro del fuego:

- Combustible: material que cede electrones a un agente oxidante.
- Comburente: agente que puede oxidar un combustible. Ej: oxígeno del aire.
- Temperatura: mínima temperatura a la que una sustancia sólida, líquida o gaseosa debe ser calentada a fin de iniciar una combustión que se sostenga por sí misma.
- Reacción en cadena: reacciones químicas que se producen y dependen de los materiales.

Temperaturas – Líquidos inflamables:

- Temperatura de inflamación (*Flash Point*): es la menor temperatura a la que hay que elevar un líquido combustible para que los vapores que desprendan formen con el aire una mezcla que se inflame al acercársele una llama. La combustión no continua al retirar la llama.

- Temperatura de ignición o combustión: si se continúa calentando la mezcla por sobre el FP, se llegará a una temperatura a la cual los vapores continuarán ardiendo, aunque se haya retirado la llama o fuente de ignición.
- Temperatura de autoignición o autocombustión: es la mínima temperatura a la cual debe elevarse una mezcla de vapores inflamables y aire, para que esta se encienda espontáneamente, sin necesidad de una fuente de ignición externa.

Rango de inflamabilidad: la relación combustible-comburente debe estar dentro de los límites de inflamabilidad. Porcentaje de vapor o gas en aire, en CNPT. Los porcentajes mínimos y máximos de gas o vapor combustible necesarios para formar mezclas explosivas, constituyen los límites inferior y superior, respectivamente.

Clases de fuegos:



Figure 2: Fuegos que se producen sobre combustibles sólidos. Ej: madera, papel, cartón, etc. Se extinguen por enfriamiento.



Figure 3: Producido por líquidos inflamables. Ej: nafta, aceite, grasas, etc.



Figure 4: Se producen en instalaciones, equipos, maquinarias y motores. Si desconectamos la energía eléctrica el fuego se transforma en A o B.



Figure 5: Se origina en metales. Ej: polvo de aluminio, virutas de hierro, etc.



Figure 6: Fuego en aceites vegetales o grasas animales. Se producen generalmente en las cocinas. Ej: freidoras, planchas, etc.

Agente extintor: es una sustancia que tiene la capacidad de extinguir un fuego, por:

- Extinción física: se busca romper uno de los lados del tetraedro de fuego. Ej: Temperatura → enfriamiento. Combustible → dilución. Comburente → sofocación.
- Extinción química: se busca anular un lado del tetraedro de fuego, es decir, la reacción en cadena.

Los agentes extintores pueden estar tanto en equipos manuales como en sistemas fijos de lucha contra incendios.

Agente extintor – Agua:

- Extinción por enfriamiento: debido a su capacidad de absorción de calor, baja la temperatura de muchas sustancias en combustión.
- Extinción por sofocación: si se genera abundante vapor, el aire puede ser desplazado.
- Extinción por dilución: si la sustancia es soluble en agua, mediante la dilución de la sustancia que se encuentra ardiente, se puede extinguir el fuego.
- Extinción por emulsión: al dispersar agua sobre un líquido no miscible en forma de pequeñas gotas, se forma una emulsión que produce una acción extintora.

El agua como agente extintor NO puede ser empleada en:

- Combustibles densos o muy compactados.
- Fuegos donde estén presentes metales livianos como Mg, Al, K, Na, etc.
- Instalaciones eléctricas.
- Lugares donde hay temperaturas menores a 0°C.

Agente extintor – Espumas: no son muy efectivas en incendios de aceites calientes y no son aptas para gases licuados. Tampoco se las puede utilizar en sistemas eléctricos. El mayor inconveniente está dado en el envejecimiento del agente espumógeno.

Agente extintor – Gases inertes (CO₂): es altamente estable aun a temperaturas muy elevadas y no mantiene la combustión. Extingue tanto por sofocación como por enfriamiento. Limitaciones: es un tóxico muy débil. No se recomienda en fuegos de superficie ni en caso de llamas autónomas. Algunas veces reacciona con Na y K. Se descompone químicamente en humo y O₂, que favorece la combustión.

Agente extintor – Polvos químicos: compuestos por carbonatos, fosfatos o sulfatos cuyas bases son sodio o potasio. Extingue tanto por sofocación, enfriamiento y cortando la reacción en cadena. Presentan las características de ser agentes de baja toxicidad y elevado poder extintor. Limitaciones: dificultan la respiración y la visión del ambiente. Tienen una limitación importante en equipos delicados ya que son extintores sucios y abrasivos.

Seguridad contra incendios:

- Riesgo.
- Carga de Fuego.
- Resistencia al fuego.
- Dimensionamiento de las salidas de escape.
- Determinación y capacidad de extintores.
- Plan de evacuación.

Carga de fuego: es el peso equivalente en madera capaz de desarrollar una cantidad de calor equivalente a la de los materiales contenidos en el lugar de incendio.

$$Q_f = \frac{P_m}{S} \quad P_m = \frac{\sum P_{ci} \times P}{P_{ci}}$$

En donde:

- Q_f : carga de fuego
- P_m : peso equivalente en madera
- P: peso de cada material
- P_{ci} : poder calorífico inferior de cada material
- S: superficie

La cantidad y clase del extintor se determinará en base a:

- Clase de fuego.
- Carga de fuego.
- Superficie a proteger.
- Disposición de medios de escape.
- Requerimientos específicos.

5 Protección Auditiva

Sonido: vibración mecánica transmitida por un medio elástico, capaz de ser percibida por el órgano auditivo. El rango audible en el oído humano es 20Hz-20kHz.

Magnitudes físicas:

- Intensidad sonora (I): energía por unidad de tiempo y superficie considerada en una superficie normal a la propagación del sonido.
- Potencia sonora (W): característica de la fuente. Si la fuente es puntual, el flujo de energía se propaga sin direcciones preferenciales.
- Presión sonora (P): es la presión producida por el sonido y resulta ser la diferencia entre la presión estática y la presión existente.

Distribución temporal del ruido:

- Continuos.
- Discontinuos:
 - Ruidos de impacto
 - Ruidos impulsivos

Sonido Puro: señal acústica de forma senoidal de una sola frecuencia.

Sonido Compuesto: es la suma de varios sonidos puros.

Nivel de presión sonora:

$$NPS = 10 \log_{10} \left(\sum_{i=1}^n 10^{\frac{L_i}{10}} \right)$$

Efectos del ruido:

- Sobre el aparato auditivo: trauma acústico, sordera profesional y desplazamiento transitorio del umbral auditivo.
- Fisiológicos: mareos, dolor de cabeza, tensión muscular.
- Interferencia de la comunicación.
- Psicológicos.

Desplazamiento transitorio del umbral auditivo (DTU): es una elevación del nivel de umbral auditivo debida a la exposición al ruido en la que se aprecia un retorno progresivo al nivel anterior a la exposición. La pérdida auditiva permanente se asocia con la DTU. El desplazamiento del umbral auditivo se produce en una frecuencia de media a una octava mayor a la del ruido causante. Luego se extiende a otras frecuencias. Los ruidos de alta frecuencia, a igualdad de intensidad, producen mayor DTU que los de baja. La pérdida de audición es menor si el ruido es intermitente.

Factores de riesgo del ruido:

- Frecuencia.
- Intensidad.
- Tipo de ruido.
- Tiempo de exposición.

El límite legal de exposición de Nivel Sonoro Continuo Equivalente (NSCE) es de 85dBA para 8hs de exposición.

Medidas de Control:

- Control en la fuente.
- Silenciadores.
- Aislamiento de las vibraciones.
- Reducción de las vibraciones.
- Absorción del ruido.
- Confinamiento.
- Barreras.
- Protectores auditivos.

6 Estrés Térmico

El ser humano posee los mecanismos compensatorios adecuados para mantener una constancia relativa de la temperatura interna por medio de centros termorreguladores ubicados en el hipotálamo, aun cuando varíen las condiciones climáticas exteriores que podrían potencialmente modificarla. Pequeños cambios en la temperatura de los tejidos tienden a producir desequilibrios funcionales. El equilibrio de calor se logra con el intercambio de calor con el medio por:

- Conducción.

- Convección.
- Radiación.
- Ventilación pulmonar.

Cuando el intercambio de calor con el medio es insuficiente se pone en marcha el sistema termorregulador. Estrés térmico: es la carga neta de calor a la que un trabajador puede estar expuesto como consecuencia de las contribuciones combinadas del gasto energético del trabajo, de los factores ambientales y de los requisitos de la ropa.

Tensión térmica: es la respuesta fisiológica global resultante del estrés térmico.

Respuestas fisiológicas al calor:

- Dilatación de los vasos sanguíneos de la piel.
- Cambios en la frecuencia del ritmo cardíaco.
- Constricción de los vasos sanguíneos en las vísceras.
- Sudoración.
- Elevación de la temperatura corporal.
- Relajación muscular .

Efectos adversos de la carga térmica:

- Sobre la salud: hipertensión, enfermedades de las glándulas sudoríparas, cataratas, enfermedades gastrointestinales, susceptibilidad aumentada a contaminantes químicos.
- Sobre la seguridad: incremento de accidentes e incidentes.
- Sobre el rendimiento: descenso del rendimiento en el trabajo.

Balace térmico hombre-ambiente:

$$M \pm R \pm C = E$$

En donde:

- M: producción de calor metabólico
- C: intercambio de calor entre el cuerpo y el ambiente por convección
- R: intercambio de calor entre el cuerpo y el ambiente por radiación
- E: intercambio de calor entre el cuerpo y el ambiente por evaporación

Aclimatación: es la adaptación fisiológica adquirida durante el trabajo en ambientes calurosos. Se disminuye la frecuencia cardíaca y la temperatura rectal. Mientras que aumenta la sudoración, con menor pérdida de sales.

Índices de carga térmica:

- Características ambientales.
- Características de los individuos expuestos.
- Actividad en el trabajo.
- Características térmicas de la ropa utilizada.

Medidas correctivas: se debe calcular o estimar el calor intercambiado por convección, radiación y el calor metabólico. Las medidas de ingeniería deben implementarse en base a los cálculos anteriores. Debe haber una aplicación de control fisiológico de la tensión térmica y controles de trabajo específicos.

Controles generales:

- Informar al trabajador acerca del estrés térmico.
- Fomentar la ingesta de agua.
- Considerar previamente la selección médica.
- Permitir la autolimitación de las exposiciones.

Controles de trabajo específicos:

- Controles de ingeniería: ventilación, pantallas reflectoras, cabinas refrigeradas, etc.
- Controles administrativos: limitar tiempo de exposición, rotación de personal, etc.
- Protección del personal.

7 Riesgo Eléctrico

Riesgo eléctrico: es la posibilidad que la corriente eléctrica circule por el cuerpo humano o a la producción de un cortocircuito o arco eléctrico, produciendo daños en personas u objetos. Generalmente, el riesgo eléctrico puede ocurrir cuando existe un circuito eléctrico, existe una diferencia de potencial y/o el cuerpo humano no se encuentre aislado y forme parte del circuito.

Clasificación según nivel de tensión:

- Muy baja tensión (*MBT*): hasta 50V.
- Baja tensión (*BT*): de 50 a 1000V.
- Media tensión (*MT*): de 1kV a 33kV.
- Alta tensión (*AT*): mayor a 33kV.

En los ambientes secos y húmedos se considerará como tensión de seguridad hasta 24V respecto de tierra.

Efectos de la corriente eléctrica sobre el cuerpo humano: al atravesar el cuerpo humano, puede producir alteraciones o lesiones, tanto de carácter temporario o permanente. Los efectos mas frecuentes son los siguientes:

- Tetanización: un estímulo eléctrico puede hacer contraer un músculo que luego retorna al estado de reposo. Si la frecuencia del estímulo sobrepasa un límite, se produce una contracción completa del musculo y permanece en ese estado hasta que cesan los estímulos. Se llama corriente de despegue a aquella en la cual una persona se puede soltar de una parte en tensión.
- Paro respiratorio: corrientes superiores a la de despegue producen dificultades en la respiración. El paso de la corriente determina una contracción de los músculos asociados a la respiración o una parálisis de los centros nerviosos que actúan en la respiración.

- Fibrilación ventricular: si a los impulsos eléctricos fisiológicos del corazón se les superpone una corriente eléctrica externa, se origina este fenómeno, que consiste en la contracción no ordenada de las fibras musculares del corazón.
- Quemaduras: el paso de una corriente eléctrica por una resistencia produce calor por efecto Joule.

Resistencia del cuerpo: la resistencia de la piel depende de varios factores:

- Estado de la piel: a mayor humedad, menor resistencia
- Superficie de contacto: a mayor superficie, menor resistencia
- Presión de contacto: a mayor presión, menor resistencia
- Duración del contacto: a mayor duración, menor resistencia

La corriente continua es menos peligrosa que la corriente alterna de la misma intensidad. En cuanto a la CA, el efecto depende de la frecuencia y se ha encontrado que la mayor sensibilidad existe a frecuencias de 40-60Hz. Para una CA de 50Hz es necesario una CC de intensidad 4 veces mayor para producir el mismo efecto.

Medidas de protección contra contactos directos:

- Protección por alejamiento: alejar las partes activas de la instalación a una distancia suficiente del lugar donde las personas circulen para evitar un contacto fortuito.
- Protección por aislamiento: las partes activas de la instalación, estarán recubiertas con un aislamiento apropiado que conserve sus propiedades durante su vida útil y que limite la corriente de contacto a un valor inocuo.
- Protección por medio de obstáculos: se interpondrán elementos que impidan todo contacto accidental con las partes activas de la instalación.

Medidas de protección contra contactos indirectos:

- Puesta a tierra: es un sistema de protección a las personas. Su función es generar un camino de muy baja resistencia para la corriente. Es una medida que reduce la posibilidad de recibir una descarga eléctrica. Anualmente se debe realizar una verificación de la resistencia y de la continuidad de todo el circuito.
- Disyuntor diferencial: este dispositivo protege a las personas evitando que circule corriente por el cuerpo, detecta cualquier fuga de corriente del circuito y el interruptor abre el circuito y corta la energía.
- Llaves magnetotérmicas: cuando el consumo de corriente sobrepasa ciertos valores máximos para la que fue diseñada la instalación, estos interruptores, protegen la instalación contra sobrecargas y cortocircuitos.

5 reglas de oro:

- Corte efectivo de todas las fuentes de tensión.
- Bloqueo traba y señalización de los aparatos de corte.
- Comprobación de ausencia de tensión.
- Puesta a tierra y en cortocircuito.

- Señalización y delimitación de la zona de trabajo.

8 Ergonomía, iluminación y color

Ergonomía: disciplina científica dedicada al conocimiento de las interacciones entre los seres humanos y otros elementos de un sistema.

Trastornos Musculoesqueléticos (TME): son una de las enfermedades de origen laboral más comunes. Comprenden cualquier daño o trastorno de las articulaciones y otros tejidos. Normalmente afectan espalda, cuello, hombros, extremidades inferiores y superiores.

- La mayoría de los TME se desarrollan a lo largo del tiempo.
- No hay una única causa de los TME sino que son varios factores que trabajan conjuntamente.
- Manipulación de cargas, especialmente al agacharse.
- Posturas extrañas o estáticas.
- Vibraciones y/o iluminación deficiente.
- Trabajo a un ritmo elevado
- Estar de pie o sentado durante mucho tiempo en la misma posición.

Medidas correctivas – Bipedestación:

- Controles de ingeniería: rediseñar el puesto para dar cabida a un asiento cómodo.
- Controles administrativos: disponer de pausas, realizar rotaciones.
- Medidas generales: educar e instruir a los trabajadores, supervisores sobre el origen y la prevención de lesiones musculoesquelético. Implementar un plan de detección precoz de los síntomas. Disponer de evaluación y vigilancia médica y de salud de los puestos con factores de riesgo.

Medidas correctivas – Posiciones forzadas y gestos repetitivos:

- Controles de ingeniería: realizar estudios de los puestos para eliminar esfuerzos y movimientos innecesarios. Reducción de esfuerzos. Se adopten posturas forzadas en forma habitual durante la jornada de trabajo. Existan posiciones de brazos por encima de los hombros o con movimientos de supinación, pronación o rotación.
- Controles administrativos: disponer de pausas, realizar rotaciones.
- Medidas generales: ídem inciso anterior.

Ergonomía visual: favorecer la comunicación visual en el sistema hombre-ambiente. La región del espectro electromagnético es entre 380 y 780 nm.

Flujo luminoso (F): es la cantidad de energía radiada dentro del espectro visible por unidad de tiempo. Unidad: lumen [Lm].

Intensidad luminosa (I): es el flujo luminoso emitido en una dirección representado por un ángulo sólido.

Iluminancia (E): es el flujo que llega a una superficie. Es un concepto vinculado al lugar donde

se recibe la radiación. Unidad: lux [Lx].

$$E = \frac{F}{S}$$

Luminancia: es una característica propia del aspecto luminoso de una fuente de luz o de una superficie iluminada en una dirección dada. Es lo que produce en el órgano visual la sensación de claridad; la mayor o menor claridad con que vemos los objetos igualmente iluminados depende de su luminancia.

Medición – Iluminación: para medir, se utiliza una técnica de estudio fundamentada en una cuadrícula de puntos de medición que cubre toda la zona analizada. La base de esta técnica es la división del interior en varias áreas iguales, cada una de ellas idealmente cuadrada. Se mide la iluminancia existente en el centro de cada área a la altura de 0,8m sobre el nivel del suelo y se calcula un valor medio de iluminancia. En la precisión de la iluminancia media influye el número de puntos de medición utilizados.

$$\text{Índice local} = \frac{\text{largo} \times \text{ancho}}{\text{altura del montaje} \times (\text{largo} + \text{ancho})}$$

Colores de seguridad:

- **Rojo**: detenerse, prohibición, equipos de lucha contra incendio
- **Amarillo**: precaución, advertencia.
- **Verde**: condiciones seguras.
- **Azul**: obligatoriedad.

9 Contaminación del Aire

Atmosfera: envoltura gaseosa que rodea la tierra. Compuesta por nitrógeno (78%), oxígeno (21%), CO₂ y gases raros. Se divide en troposfera, estratosfera, mesosfera y termosfera.

Contaminación atmosférica: es la presencia en el aire de cualquier agente

- Físico: ruido, radiaciones ionizantes y no ionizantes.
- Químico: gases, vapores, partículas.
- Biológico: bacterias, virus.
- Una combinación de los anteriores tales que sean nocivos para la salud y/o perjudiciales para la vida animal y vegetal.

La contaminación atmosférica esta generada por:

- Acción Humana: actividad industrial, transporte, actividad humana, incendios.
- Causas Naturales: incendios naturales, erupciones volcánicas.

Clasificación de los contaminantes del aire:

- Origen

- Primarios: se originan directamente en la fuente. Ejercen su acción tal y como sale de la fuente. Ej: SO₂.
- Secundarios: un contaminante primario reacciona en la atmósfera para dar un contaminante secundario. Ej: SO₃.
- Composición
 - Orgánicos: solventes orgánicos, hidrocarburos, fibras de algodón.
 - Inorgánicos: óxidos de nitrógeno, partículas minerales.
- Estado físico
 - Partículas sólidas: dan lugar a polvos y humos.
 - Partículas líquidas: forman nieblas y brumas, gases y vapores.
- Estado biotico
 - Vivos.
 - No vivos.

Fases de la contaminación del aire:

- Fuente: aquel lugar desde donde se emiten los contaminantes a la atmósfera. Pueden ser fijas (puntuales, lineales, de área) o móviles.
- Medio: es la atmósfera y en ella los contaminantes emitidos en las fuentes sufren:
 - Transporte: la acción del movimiento del aire y desplaza al contaminante de la fuente.
 - Dispersión: es la mezcla del contaminante con los gases de la atmósfera a medida que se aleja de la fuente.
 - Transformación: cambio químico o físico que sufren las sustancias.
- Receptor: todo ente que recibe un contaminante emitido a la atmósfera. Ej: hombre, animales, plantas, objetos.
- Sumidero.

Efectos de los contaminantes: los efectos pueden ser agudos o crónicos y dependen de:

- Toxicidad del contaminante.
- Concentración del contaminante en el aire.
- Individuo.
- Tiempo de exposición.

Perfil térmico de la atmósfera: si una masa gaseosa se eleva adiabáticamente en la atmósfera desde la superficie terrestre sufre un enfriamiento de 1°C cada 100 metros de elevación. En función del perfil vertical de temperaturas de las capas de la atmósfera y teniendo en cuenta el comportamiento de una porción de aire, se clasifican las atmósferas en:

- Neutras.

- Estables.
- Inestables.

Variables climatológicas:

- Vientos → Transporte y dispersión.
- Lluvias → Lavado.
- Insolación → Reacciones fotoquímicas.
- Temperaturas → Dispersión.

Calentamiento global: es el aumento de la temperatura media de la tierra. Los causantes son:

- Gases: CO₂, CH₄, N₂O, CFCs tienen la capacidad de absorber la radiación emitida por la superficie de la tierra y reemitirla en todas direcciones, enviando parte a la superficie de la tierra.
- Fuentes de generación de gases que contribuyen al calentamiento global: uso de combustibles fósiles.
- Otras: deforestación y quema.

Gases de efecto invernadero (GEI): absorben energía radiante de onda larga que emite la tierra y la irradian, enviando parte a la superficie de la tierra. Los principales gases son:

- Dióxido de carbono.
- Metano.
- Óxido nitroso.
- Gases fluorados.

Cambio climático: los causales del aumento de la temperatura media de la tierra son:

- Emisiones antropogénicas de GEI, incrementadas por la revolución industrial.
- Cambio en el uso del suelo (deforestación)-
- Gestión de residuos.

Efectos del cambio climático:

- Aumento del nivel de los océanos.
- Deshielo.
- Desertificación del suelo.
- Impacto sobre los cultivos y la seguridad alimentaria.

Combustibles fósiles: dominan la generación eléctrica, la propulsión de todo tipo de vehículos y usos industriales y domésticos. Existen reservas de más de 45 años de petróleo y 200 años de carbón. Tienen una logística de suministro sólida y arraigada, a un precio bajo. Esto hace que la salida del mercado sea lenta y gradual, a pesar del cambio climático y de los acuerdos internacionales.

Modelo de dispersión:

10 Contaminación de aguas

Recurso agua: es renovable, no agotable en cantidad y agotable en calidad.

Enfermedades y daños a la salud humana relacionadas con el agua:

- Causadas por sustancias químicas: arsénico, flúor.
- Causadas por microorganismos cuyo hábitat es el agua: cólera, hepatitis, parásitos.
- Causadas por microorganismos que son transportados: fiebre amarilla, dengue.

Contaminación de aguas: se considera que un agua está contaminada cuando se ve alterada en su composición o estado, directa o indirectamente como consecuencia de la actividad humana, de tal modo que quede menos apta para uno o todos los usos a que va a ser destinada o que sería apta en su calidad natural.

Cuerpo de agua: porción de agua limitada por sus partes inferior y lateral mediante sólidos más o menos permeables y superiormente mediante gases o sólidos. Se clasifican en:

- Superficiales: lagos, mares, ríos, etc.
- Subterráneos: aguas que ocupan intersticios de rocas más o menos porosas. La parte superior está en contacto con la atmósfera a través de los gases del suelo. Debajo existen otras capas de agua limitadas por rocas impermeables.

Se encuentran generalmente en un estado estacionario y cambiante, en el tiempo y en el espacio. Los cuerpos de agua cambian en el tiempo, lo que determina variaciones en sus condiciones físicas, químicas y biológicas.

Los cuerpos de agua contienen:

- Sustancias inorgánicas disueltas: aniones y cationes.
- Gases disueltos: oxígeno, dióxido de carbono, nitrógeno, metano, etc.
- Organismos autótrofos: capaces de transformar el carbono inorgánico en orgánico. Ej: algas.
- Organismos heterótrofos: incapaces de transformar el carbono inorgánico en carbono orgánico. Ej: bacterias.
- Sólidos insolubles.

Contaminantes del agua:

- Agentes físicos: calor.
- Compuestos químicos inorgánicos: sales, ácidos y bases, elementos tóxicos, elementos radiactivos, especies minerales no disueltas.
- Compuestos químicos orgánicos: hidrocarburos, hidratos de carbono, aceites y grasas, pesticidas.
- Bionutrientes: compuestos nitrogenados y fosforados.
- Microorganismos: bacterias, virus, hongos.

Oxígeno disuelto y materia orgánica: la cantidad de oxígeno disuelto medido es un indicador importante de la calidad del agua, ya que es un elemento indispensable para la vida en el seno

de la misma. Los peces necesitan niveles más altos y las bacterias más reducidos.

Ingreso de oxígeno al cuerpo de agua:

- Absorción de oxígeno atmosférico:
 - Temperatura.
 - Presión atmosférica.
 - Grado de turbulencia del agua.
- Fotosíntesis: es variable, depende de la intensidad y de la duración de la iluminación. También depende de la actividad biológica y la disponibilidad de nutrientes.

Salidas de oxígeno al cuerpo de agua:

- Respiración de los seres vivos: resulta pequeño frente al hecho por los microorganismos para degradar materia orgánica.
- Consumo por las reacciones químicas.
- Fuga de oxígeno a la atmósfera.

Eutrofización: es el exceso de nutrientes en el agua. Los nitratos en el agua actúan de fertilizantes para las plantas acuáticas. Un exceso de aplicación de fertilizantes sintéticos, elevan la concentración de nitratos en el medio acuático. El exceso de nitratos favorece el crecimiento explosivo de algas y plantas acuáticas que recubren la superficie del agua, impidiendo que la luz solar alcance a mayor profundidad. Esta disminución de luz que llega a la masa de agua, deteriora la actividad fotosintética y produce muerte de las plantas en los sedimentos. Las bacterias consumen oxígeno en la descomposición de estas plantas, y comienza a escasear, por ende, la capacidad autodepuradora del medio disminuye. Como consecuencia, afecta negativamente el equilibrio ecológico.

11 Efluentes líquidos – Parámetros

- Temperatura: se limita debido a que afecta a la solubilidad de los gases y sales y acelera los procesos de putrefacción.
- pH: las bacterias aeróbicas alcanzan una actividad óptima en su ciclo biológico si el pH del medio oscila entre 6,5 y 8,5. Valores altos o bajo de pH actúan como bactericidas.
- Turbiedad: es el resultado de la presencia en un líquido de partículas insolubles que tienen tamaño coloidal. Estas partículas dispersan la luz y en consecuencia disminuye el ingreso de la misma a la masa de agua.
- Sólidos sedimentables:
 - Compactos: durante la sedimentación mantienen su masa, volumen y forma constantes.
 - Floculentos: su volumen aparente es mayor que el real. Durante la sedimentación se van aglomerando, su volumen y forma van cambiando.
- Grasas y aceites: tienen menor densidad que el agua. Restringen el ingreso de luz a los cursos de agua. Impiden la transferencia de oxígeno del aire al agua. Contribuyen a

aumentar la carga orgánica.

- Sulfuros: pueden crear problemas de contaminación atmosférica al liberar sulfuro de hidrógeno en pH ácidos.
- Cromo hexavalente: muy tóxico para las bacterias y cancerígeno para el hombre.

Demanda bioquímica de oxígeno (DBO): es la cantidad de oxígeno disuelto en una muestra que necesita una población heterogénea de bacterias aeróbicas para degradar la materia orgánica disuelta presente en una muestra. Se determina mediante un ensayo normalizado a 20°C y 5 días de incubación. Se necesita materia orgánica biodegradable, bacterias aeróbicas y oxígeno disuelto.

Carga orgánica: a partir de la DBO, podemos definir la carga orgánica correspondiente a un vertido como la cantidad de oxígeno que precisarían los microorganismos para degradar a las sustancias biodegradables y oxidar los otros reductores mencionados en la definición de DBO presentes en el efluente vertido durante una unidad de tiempo. Cabe destacar que, si no se dice nada en contrario, esa cantidad de oxígeno será el total consumido durante los 5 primeros días después del vertido y a 20°C.

Demanda química de oxígeno (DQO): determina el contenido de reductores totales presentes en una muestra. Se obtiene mediante un ensayo normalizado. Si $\frac{DBO_{5,20}}{DQO} > 0,6$ indica la presencia predominante de contaminación orgánica de naturaleza biodegradable.

12 Efluentes líquidos – Tratamiento de efluentes

Efluentes líquidos: son el producto resultante de utilizar el agua como el fluido transportador de los diversos residuos originados en el metabolismo animal y la actividad industrial y de servicios.

Tratamiento de efluentes líquidos: es el conjunto de operaciones y/o procesos tendientes a eliminar del líquido efluente aquellos agentes que generan contaminación o perturbación en el medio receptor.

Diagnóstico:

- Análisis de la actividad industrial/de servicios: determinar el origen de los líquidos efluentes y ver qué contaminantes puede contener el líquido efluente.
- Caracterización: se toman muestras, se mide el caudal y se determina la carga contaminante con la siguiente ecuación:

$$\frac{\text{masa contaminante}}{\text{volumen del líquido efluente}}$$

Propuesta de soluciones:

- Minimizar el origen:
 - Reducción en el origen de la carga contaminante como técnicas de producción más limpias.
 - Intervenciones de ingeniería en las operaciones y procesos de producción.
 - * Físicos.
 - * Químicos.

* Biológicos.

- Sustitución de las corrientes de efluentes líquidos según carga y tipo.
- Reuso del efluente: uso del efluente/residuo como materia prima de otro proceso.
- Sustitución de tecnología.
- Tratamiento de efluentes líquidos.

Separación de partículas por fuerza de la gravedad:

- Granulares: están constituidos por partículas discretas, con forma bien definida, que sedimentan separadas unas de otras a una velocidad que alcanza un valor límite dado y luego permanece constante e independiente del camino de descenso recorrido.
- Floculentos: tienden a agruparse, cambiando de forma y de tamaño mientras se produce la sedimentación, así van formando flóculos más o menos débiles cuya velocidad de sedimentación puede variar con el camino recorrido.

Para separar los sólidos granulares se emplean los desarenadores.

Para separar los sólidos sedimentables, pero fundamentalmente floculentos se emplean sedimentadores.

Tratamiento de efluentes líquidos: las operaciones y/o procesos dependerán de las características del líquido efluente y los límites admisibles en los parámetros de vuelco.

- Físicos:
 - Rejas: retener sólidos groseros.
 - Desbaste: operación de eliminación de sólidos gruesos. Consiste en hacer pasar el efluente por rejas y/o tamices para retener sólidos de menor tamaño a los obtenidos en las rejas.
 - Desarenado: operación que separa arena, grava, limo, desperdicios de alimentos. Consiste en hacer pasar el efluente por un canal a una velocidad tal que permite la sedimentación de la arena, pero no la de los flóculos de materia orgánica que la puedan acompañar. Se emplean para separar todo tipo de sólidos sedimentables, pero fundamentalmente floculentos. Existen los primarios y los secundarios.
- Químicos:
 - Coagulación: se neutralizan las cargas eléctricas de las partículas con el agregado de un coagulante.
 - Floculación: se agregan productos floculantes que favorecen la formación de flóculos que pueden ser retenidos.
- Biológicos:
 - Barros activados: las bacterias dominantes en un proceso de barros activados deben ser capaces de utilizar materia orgánica y deben formar rápidamente flóculos que faciliten la separación del efluente.
 - Lecho percolador: el efluente circula a través de un medio de relleno. La biomasa permanece adherida a este relleno formando la zooglea.

- Lagunas:

- * Anaerobias: trabajan con alta carga orgánica.
- * Facultativas: funcionan con carga orgánica más reducidas, permitiendo el desarrollo de algas en las capas superiores, donde se dan condiciones aerobias debido al oxígeno aportado por algas.
- * Aerobias: trabajan con carga orgánica muy reducida.

$$\frac{DBO}{DQO} > 0,6 \rightarrow \text{Tratamiento biológico}$$

$$\frac{DBO}{DQO} < 0,2 \rightarrow \text{Tratamiento químico}$$

Tratamientos terciarios: mejoran las características de los efluentes líquidos luego de un tratamiento biológico. Se eliminan fosfatos, nitrógeno y microorganismos patógenos. Se utiliza cloro como desinfectante.

Tratamiento de fangos: se generan en las plantas de tratamiento como consecuencia de su funcionamiento, son de carácter semisólido y se deben gestionar adecuadamente.

- Fangos primarios: producidos en el sedimentador primario. Tienen un componente mineral superior a los lodos secundarios.
- Fangos secundarios: generados en el tratamiento biológico, constituido mayormente por biomasa generada.

Normalmente se los espesa, se los digiere y finalmente se los seca.

13 Residuos

Residuo: comprenden los restos de una operación y/o proceso que provienen de la actividad humana y que son desechados como inútiles o superfluos. Es decir, que no revisten valor económico para quien los genera.

La reducción en origen de la cantidad y peligrosidad de los residuos generados, consiste en aplicar cambios en el diseño de los productos y en sus procesos productivos para de esta forma obtener resultados orientados a reducir las cantidades de materiales utilizados y por ende de residuos generados, esto es la producción limpia. La reutilización se refiere a técnicas de reaprovechamiento de un material o producto sin cambiar su naturaleza original.

Reciclaje de residuos: es la actividad que transforma a los residuos generados en materia prima secundaria, para la producción de nuevos productos.

Clasificación basada en su estado:

- Sólidos.
- Semisólidos.
- Líquidos.
- Gaseosos.

Clasificación según su grado de peligrosidad:

- Residuos sólidos urbanos.

- Peligrosos o especiales. Ej: residuos industriales.
- Residuos asimilables a los urbanos.
- Residuos radiactivos.
- Residuos de operaciones normales de los buques.

Una correcta gestión de residuos implica:

- Recolección, transporte, almacenamiento.
- Valorización.
- Tratamiento.
- Disposición.
- Control de las operaciones.
- Control de las emisiones y lixiviado.

Tratamiento de Residuos Sólidos Urbanos (RSU):

- Físico: compactación.
- Incineración: proceso de combustión controlada que transforma la fracción combustible de los residuos en productos gaseosos e inerte. Se debe controlar el tiempo de residencia de los residuos en contacto con el oxígeno dentro de la cámara de incineración, la relación oxígeno/cantidad de residuos y la temperatura.
 - Ventajas:
 - * Reducción de volumen del 90%.
 - * Desinfección de residuos.
 - Desventajas:
 - * Generación de gases: es necesario tratarlos.
 - * Cenizas: se deben disponer en un relleno.
 - Compostaje: es un proceso de degradación bacteriana de materia orgánica biodegradable en presencia de aire. Ventajas: se obtiene un producto que se puede comercializar. Desventaja: el costo de transporte tiene mucha incidencia en el costo del producto.

Disposición de RSU – Relleno sanitario: es una obra de ingeniería para la disposición final de residuos. Debe ser diseñado, construido, operado, cerrado y controlado post cierre tal que garantice la no contaminación del suelo, el aire, el agua y que preserve la salud y seguridad del personal y la población actual y futura.

Residuos peligrosos – Caracterización:

- Clasificación del residuo.
- Definir la naturaleza de los residuos para determinar el mejor método de manejo, tratamiento, almacenamiento, etc.
- Determinar la naturaleza de los residuos para estudiar compatibilidad con otros residuos.

- Estudiar el potencial impacto sobre el medio y la salud pública.

Plantas de tratamiento: se modifican las características físicas, la composición química y/o la actividad biológica de los residuos, de modo que se eliminen sus propiedades nocivas o se recupere energía y/o recursos materiales, o se obtengan residuos con menos peligrosidad o se haga susceptible de recuperación o más seguro para su transporte o disposición final.

- Inertización: tratamiento por el cual se inmovilizan contaminantes formando un producto sólido estable. Convierte a los residuos en menos solubles.
- Incineración: proceso para la eliminación de residuos peligrosos que ya no pueden ser reciclados, neutralizados o dispuestos por otra tecnología.
- Landfarming: se laboreo el suelo con arado con el objetivo de airearlo y favorecer la actividad de microorganismos. Es una tecnología utilizada para el tratamiento de residuos especiales y no especiales. La capacidad de depuración del suelo es aprovechada en tecnologías para el tratamiento biológico de suelos contaminados con hidrocarburos o para tratar residuos orgánicos de diversas industrias. Los residuos a tratar son provenientes de industrias lácteas, frigoríficas, petrolera y suelos contaminados por derrames de hidrocarburos.
- Relleno de seguridad: método de disposición final el cual maximiza su estanqueidad a través de barreras naturales y/o colocadas por el hombre, a fin de reducir al mínimo la posibilidad de afectación al medio.

Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE): son todos los aparatos eléctricos y electrónicos que se acercan al final de su "vida útil" y pasan a ser residuos. Contienen plomo, estaño, cobre, silicio, etc. Se califican como:

- Línea blanca: electrodomésticos relacionados con el frío, el lavado, la cocción y el confort.
- Línea marrón: aparatos de consumo como televisión, radio, videos.
- Línea gris: equipos de informática y comunicación, computadoras, teléfonos, celulares, monitores, etc.

Operaciones de tratamiento de RAEEs:

- Reutilización/Reparación: se los intenta reutilizar sino se los lleva a una planta de tratamiento donde localizan los materiales que pueden reciclarse y usarse para nuevos productos.
- Reciclado: los aparatos se desmontan y descontaminan de sustancias peligrosas cosa de recuperar materiales como plástico, metales o vidrio para luego reciclar.
- Valorización energética: se busca otros usos energéticos a los materiales de los aparatos eléctricos y electrónicos. Ej: algunos plásticos no se pueden reciclar pero pueden usarse como combustible en plantas de cemento.
- Eliminación: si no se pueden reutilizar, reciclar o valorización energética, se los elimina.

Tratamiento de RAEEs:

- Desmontaje y descontaminación: Lámparas, baterías, cables y el resto de los componentes eléctricos son eliminados de los aparatos al comienzo del proceso de reciclaje. Después se

extraen las sustancias consideradas peligrosas que se procesan por gestores autorizados, algunos son incinerados y otros se reutilizan como el mercurio o los aceites.

- Trituración: el resto de los residuos se trituran y dividen en cuatro apartados:
 - Metales de hierro.
 - Otros metales no férreos.
 - Vidrios.
 - Plásticos.
- Uso de los materiales reciclable: los materiales aptos para el reciclaje se utilizan para nuevos productos. Hay un doble ahorro tanto energético como de materias primas.

14 Radiaciones Ionizantes

Radiación: energía transmitida por ondas.

Radiaciones Ionizantes: afectan las células mediante la expulsión de un electrón de un átomo o molécula. Provocan la ionización de átomos que encuentran a su paso. Ej: rayos X, rayos γ , partículas radiantes α y β emitidas por los materiales radiactivos y aceleradores nucleares. Es un agente de riesgo físico. Los efectos de la ionización pueden ser significativos pues al destruirse la neutralidad eléctrica de los átomos se modifica el comportamiento químico de las moléculas de cuya estructura forman parte. Si ello ocurre en células vivas, pueden originarse efectos sobre la salud de gravedad diversa, aún con valores de energía muy pequeños.

Ionización: el átomo normalmente es un elemento neutro y es estable. Cierta tipo de radiaciones, al interactuar con estructuras atómicas, pueden transferirles la energía necesaria para romper ese vínculo.

Radiactividad: ciertos átomos tienen su núcleo inestable. Todo núcleo inestable trata de lograr la estabilidad cambiando su configuración mediante la desintegración espontánea o radiactiva. La intensidad con que se produce este fenómeno recibe el nombre de actividad y se mide en Becquerel [Bq].

Emisiones radiactivas:

- Partículas indirectamente ionizantes:
 - Emisiones γ : son de naturaleza electromagnética y se originan en el núcleo de algunos átomos radiactivos. Rango: keV hasta MeV.
 - Rayos X: consisten en radiaciones electromagnéticas originadas en la colisión de un haz de electrones contra un material de alto número atómico como el tungsteno. La colisión puede tener lugar en el interior de un tubo de rayos X o un acelerador de electrones.
- Partículas directamente ionizantes:
 - Emisiones α : son partículas constituidas por dos protones y dos neutrones, su carga eléctrica es +2.
 - Emisiones β negativas: consisten en partículas iguales a electrones que son emitidas toda vez que un neutrón se transforma en un protón. Su carga eléctrica es -1.

- Emisiones β positivas (positrones): consisten en partículas iguales a electrones que son emitidas toda vez que un protón se transforma en un neutrón. Su carga eléctrica es +1.

Capacidad de penetración:

- Radiaciones directamente ionizantes: poco penetrantes. Desde algunos μm hasta algunos mm.
- Radiaciones indirectamente ionizantes: no tienen un alcance máximo en la materia. Su intensidad se atenúa exponencialmente en función del espesor del material. La intensidad resulta nula sólo para espesores infinitos de materia.

Radiación natural:

- Gas radón.
- Radiación cósmica.

Actividades laborales más comunes con fuentes de radiación ionizante:

- Aplicaciones médicas.
- Aplicaciones industriales.
- Generación de energía.

Radiaciones Ionizantes – Efectos:

- Efectos determinísticos o no estocásticos: la probabilidad de que ocurra el efecto y la gravedad del mismo requiere la existencia de una cierta dosis umbral. Ej: cataratas inducidas por la radiación.
- Efectos retardados o estocásticos: efectos en la salud que suceden aleatoriamente cualquiera sea el nivel de la dosis absorbida. No existe umbral de dosis, ya que toda exposición a la radiación ionizante se asocia a una dada probabilidad de ocurrencia. Ej: efectos hereditarios.

Dosis absorbida: representa la energía absorbida en un medio por unidad de masa. Se expresa en Gray [Gy], que equivale a un Joule/kg. Suele ser suficiente conocer la dosis media en cada órgano o tejido, habitualmente denominada dosis en órgano (DT).

Dosis equivalente: a igual de dosis involucrada, distintos tipos de radiación ionizante pueden provocar efectos biológicos de distinta intensidad. La Dosis Equivalente (H), se obtiene a partir de la dosis media en un órgano DT y un factor de ponderación w_R que depende del tipo de radiación.

$$H = D \times w_R$$

Tipo de radiación	w_R
Rayos X, rayos γ	1
Electrones	1
Neutrones	5 a 20
Protones	5
Partículas α y núcleos pesados	20

Table 1: Factores de ponderación de la radiación w_R .

Dosis efectiva (E): Una sumatoria ponderadas por un factor w_T de dosis equivalentes ya que los distintos tejidos y órganos manifiestan diferente radiosensibilidad. Se expresa en Sievert (Sv).

$$E = \sum H \times w_T$$

Tejido u órgano	w_T
Gonadas, médula ósea, colon, pulmón, estómago	0,20
Mamas, hígado, esófago, tiroides	0,05
Piel, superficie ósea	0,01
Resto	0,05
Partículas α y núcleos pesados	20

Table 2: Factores de ponderación de los tejidos w_T .

Contaminación interna: el empleo de fuentes no selladas posibilita la dispersión del material radiactivo en los elementos y superficies de trabajo, lo que puede dar lugar a la contaminación de los mismos y del aire. También los trabajadores pueden estar expuestas a radiación externa por inhalación e ingestión a través de heridas y/o piel.

Protección por contaminación interna: las dosis pueden ser reducidas mediante el control de incorporación de material en las personas. Consiste en mantener un bajo nivel de contaminación del lugar de trabajo y la utilización de EPP tales como máscaras y ropa especial. El control de la contaminación se logra minimizando la dispersión de material radiactivo, manteniendo limpias las superficies y los elementos de trabajo, empleando sistemas de ventilación apropiada.

Medidas generales de protección:

- Distancia: la exposición disminuye con el cuadrado de la distancia a la fuente de radiación.
- Tiempo: es importante que las personas vayan a realizar operaciones con fuentes de radiación estén bien adiestradas, con el fin de estar el menor tiempo posible en ellas.
- Blindaje: será necesario interponer un espesor de material absorbente entre el operador y la fuente.

Blindaje – Radiación X y γ : la intensidad se atenúa exponencialmente con el espesor del blindaje y depende de la naturaleza del material blindante y de la energía electromagnética.

- Rayos X \rightarrow Plomo: 1 a 2 mm de espesor (hasta 200 kV).
- Rayos γ \rightarrow Hormigón: 1 a 2 m de espesor.

15 Radiaciones No Ionizantes

Radiaciones no ionizantes: engloba toda la radiación y los campos del espectro electromecánico que no tienen suficiente energía para ionizar la materia. Es incapaz de impartir suficiente energía a una molécula o átomo como para alterar su estructura quitándole uno o más electrones.

Actividades con exposición:

- Líneas de alta y media tensión.
- Centros de transformación y distribución de energía eléctrica.

- Estaciones de radio y televisión.
- Máquinas soldadoras por RF.
- Sistemas de radiocomunicación móviles.
- Sistemas de telefonía móvil.
- Centros médicos.

Radiación ultravioleta (UV):

- UVA: radiación de longitud de onda larga. Puede penetrar profundamente en los tejidos, no es tan perjudicial como la UVB.
- UVB: radiación de longitud de onda media. Componente de la luz solar. Es la radiación UV biológicamente más perjudicial para los ojos y la piel.
- UVC: radiación de muy corta longitud de onda de la luz solar. Es absorbida por la atmósfera y no llega a la superficie de la tierra.

Láseres: dispositivo que produce energía radiante electromagnética dentro del espectro óptico entre el final de la zona ultravioleta y el infrarrojo.

- Clase 1: láser totalmente confinados, sin riesgo para la vista.
- Clase 2: láser visible que emiten una potencia muy baja, la cual no sería peligrosa ni siquiera aunque el haz penetrara el ojo humano.
- Clase 3: presentan un riesgo para la vista, pueden afectar la retina, la córnea y el cristalino.
- Clase 4: riesgo para la piel. Ej: láseres quirúrgicos, corte y soldadura, etc.

Campos de radiofrecuencia y microondas: se miden con la tasa de absorción específica (SAR). La SAR de un organismo biológico depende de parámetros de exposición tales como la frecuencia, intensidad, polarización, configuración de la fuente, superficies de reflexión, tamaño y forma del cuerpo. Los efectos son:

- Calentamiento excesivo en los tejidos internos.
- Sensación de calentamiento.
- Cáncer en animales.

Exposición laboral:

- Emisiones de radio y televisión.
- Telefonía y radiocomunicación.
- Radares.
- Calentadores dieléctricos e inducción.
- Exposición médica.

16 Estudio de Impacto Ambiental

Estudio de Impacto Ambiental (EIA): es el ejercicio que tiene por objetivo predecir las consecuencias que ese proyecto o actividad tendrá sobre el medio. Considera los efectos ambientales durante el período de construcción, así como también los que ocurren durante la operación de la planta. Tienen en cuenta la duración y concentración de los contaminantes emitidos. El principal objetivo es evaluar los impactos positivos y negativos sobre el medio ambiente. Se utiliza para investigar los cambios ambientales de un sitio específico, tal como los ocasionados por:

- Plantas y centrales eléctricas/hidroeléctricas.
- Parques eólicos y fotovoltaicos.
- Gasoductos.
- Carreteras y ferrocarriles.
- Plantas industriales.

Contenido mínimo:

- Diagnóstico del medio natural y socioeconómico.
- Requerimientos legislativos.
- Descripción del proyecto y sus acciones.
- Localización.
- Identificación y valoración de impactos.
- Medidas correctivas y de mitigación.
- Programa de vigilancia ambiental.
- Plan de gestión ambiental.
- Profesionales que intervienen.

Matriz de evaluación de Leopold: es una tabla de doble entrada.

- Filas: factores del medio, tanto natural como socioambiental, susceptibles de recibir impactos.
- Columnas: acciones o etapas del proyecto que puedan causar efectos ambientales con sus correspondientes criterios de evaluación.

Evaluación de Impacto Ambiental: es el proceso de análisis de las consecuencias para lograr la aprobación del proyecto y/o actividad.