

# Instituto Politécnico

Universidad Nacional de Rosario Universidad Nacional de

## Introducción a la Higiene y Seguridad Industrial

1º Año TUPE  
2º Año TUGyP

Higiene y Seguridad  
Industrial

Cód. 18001-25

Autor:  
Rodrigo A. Cuenca Morales



Dpto. de Gestión y Producción

Masterización: RECURSOS PEDAGÓGICOS

# Indice

<b>Indice</b>	<b>2</b>
<b>Introducción</b>	<b>5</b>
<b>Introducción a la Gestión de la Higiene y Seguridad Industrial</b>	<b>6</b>
Disciplinas Complementarias	6
Modelado de Procesos	6
Mantenimiento	7
Gestión de Proyectos	7
Estructuras Orgánicas	8
Lay-Out	8
Conceptos Base	9
Accidentes, Incidentes y Enfermedades	9
Piramide de Bird	11
Proceso General para la Gestión de la HSI	11
<b>Sistema Nacional de Riesgo del Trabajo</b>	<b>17</b>
Actores del sistema	17
SRT	17
ART	18
Empleador	18
Trabajadores	18
Asesor en Higiene y Seguridad	19
Proceso de alta e Indemnización	19
Comisiones Médicas	21
Enfermedades Profesionales	21
Calculo de Indemnizaciones	22
Consideraciones generales	23
Inspectores y Sanciones	23
Empresas Testigo	23
<b>Factores de Riesgo</b>	<b>24</b>
1. Físicos	24
1.1.- Temperatura	25
1.2.- Iluminación	27
1.3.- RUIDO	29
1.4.- Radiaciones	31
1.5.- Vibraciones	33
2. Mecánicos	34
2.1.- Atrapamiento	34
2.2.- Golpes	35
2.3.- Cortes	36
2.4.- Punciones	37
3. Químicos	38
Clasificación de Agentes Químicos según su tipo de daño	38

Vías de ingreso al organismo de los Agentes Químicos	39
MSDS y TDS	42
3.1.- Vapores	43
3.2.- Gases	44
3.3.- Líquidos	45
3.4.- Sólidos	46
<b>4. Ergonómicos</b>	<b>48</b>
4.1.- Trabajo Repetitivo	48
4.2.- Sobre Esfuerzo	49
4.3.- Sedestación / Bipedestación	50
<b>5. Psicológicos</b>	<b>52</b>
5.1.- Estrés Laboral	52
5.2.- Fatiga Mental	53
5.3.- Burnout	56
5.4.- Trastornos de Ansiedad y Depresión	59
<b>6. Biológicos</b>	<b>63</b>
6.1.- Bacterias	64
6.2.- Virus	66
6.3.- Hongos	68
6.4.- Parásitos	70
6.5.- Otros Microorganismos y Agentes Biológicos	73
<b>Fuego</b>	<b>75</b>
Comportamiento del Fuego en Diferentes Materiales	78
Clases de Fuego	79
<b>Medidas a Tomar</b>	<b>83</b>
Medidas de Prevención Activas	83
Medidas Pasivas	87
Sistemas de Protección Contra Incendios	90
Gestión de Emergencias y Planes de Evacuación	95
<b>Trabajo en Altura</b>	<b>100</b>
<b>Seguridad Eléctrica</b>	<b>102</b>
Introducción al Marco Normativo vinculado a la Seguridad Eléctrica	102
Conceptos Básicos de Electricidad: Fundamentos para la Seguridad	104
Identificación y Evaluación de Riesgos Eléctricos	107
Medidas Preventivas y de Control de Riesgos Eléctricos	112
Equipos de Protección Personal (EPP) Eléctricos	125
Mantenimiento de Instalaciones Eléctricas	129
Primeros Auxilios en Accidentes Eléctricos	133
<b>Marco Legal Base</b>	<b>138</b>
Ley 19.587 (1972) — Ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo	138
Ley 24.557 (1995) — Ley sobre Riesgos del Trabajo (LRT)	138
Ley 25.212 (1999) – Pacto Federal del Trabajo	139
Decreto 351/79 — Reglamento de la Ley 19.587	139



Resolución SRT 295/2003 — Evaluación y Auditoría	139
Resolución SRT 700/2000 — Evaluación General de Riesgos	140
Resolución SRT 559/2009 — Programa de Alta Siniestralidad	140
Comparativa entre programa Empresas Testigo (Resolución 700/2000) y lo establecido en la Resolución 559/2009	140
<b>Cambios y Versiones</b>	<b>142</b>
<b>Bibliografía y fuentes de información empleadas</b>	<b>143</b>

## Introducción

El estudio de la higiene y seguridad industrial (HSI) es la disciplina técnica y multidisciplinaria dedicada a prevenir y proteger la salud e integridad física de los trabajadores en el ámbito laboral. Se enfoca en identificar, evaluar y controlar los riesgos inherentes a los procesos productivos y al ambiente de trabajo, con el objetivo fundamental de eliminar o minimizar la ocurrencia de accidentes y enfermedades profesionales.

Este apunte está dedicado a futuros profesionales técnicos que se insertarán en la industria desde otras disciplinas pero que deben tener un conocimiento de la HSI adecuado para su auto cuidado en sus roles operativos y para el cuidado de sus compañeros de trabajo cuando desempeñen roles de supervisión o mandos medios, y sobre todo para ser interlocutores válidos con los profesionales de la HSI.

En este apunte se busca dar una introducción a la HSI tanto en la normativa que la rige, técnicas, herramientas, buenas prácticas y procesos de gestión.

# Introducción a la Gestión de la Higiene y Seguridad Industrial

Comenzaremos este apunte hablando de la Gestión de la HSI para luego poder enmarcar el resto de los conocimientos y herramientas dentro del proceso de gestión.

Cuando hablamos de la Gestión de la HSI nos referimos al conjunto de actividades interrelacionadas y coordinadas que una organización lleva a cabo para establecer, implementar, mantener y mejorar continuamente su sistema de higiene y seguridad industrial.

El principal referente en relación a la Gestión de la HSI es la norma ISO 45001, tomaremos muchos elementos de esta norma (siendo esta norma una herramienta más y no el objetivo del apunte) y a su vez vamos a tener que abastecernos de un conjunto de disciplinas complementarias, algunos conceptos base y por último una propuesta de proceso de gestión que satisfice las buenas prácticas y los principales requisitos de la ISO 45001.

A diferencia de otras normas de gestión que tienen en el foco de su alcance a los procesos y en un segundo lugar a las locaciones, para la HSI el alcance es locacional y dentro de estas locaciones los procesos.

Veremos una breve introducción a la ISO 45001 en un capítulo posterior.

## Disciplinas Complementarias

Para la gestión de la HSI debemos apoyarnos en herramientas, técnicas y disciplinas que nos resultarán complementarias o fundamentales para nuestra tarea.

A continuación se describen brevemente algunos conceptos de cada una y en apuntes independientes de este se desarrollan en profundidad.

---

## Modelado de Procesos

La modelización de procesos es la representación gráfica y descriptiva de los flujos de trabajo, las actividades, las decisiones y las interacciones que componen un proceso específico dentro de una organización o sistema. En esencia, se trata de crear un "modelo" simplificado pero comprensivo de la realidad operativa, utilizando un lenguaje y una simbología estandarizada para facilitar su comprensión, análisis y mejora.

Este modelo actúa como un plano detallado del "cómo se hacen las cosas", permitiendo visualizar la secuencia de pasos, los responsables de cada tarea, los recursos involucrados, los puntos de decisión y los resultados esperados. La modelización de procesos va más allá de una simple lista de tareas; busca capturar la lógica, las dependencias y las interconexiones entre los diferentes elementos del proceso.

El objetivo principal de la modelización de procesos es:

- **Entender y comunicar:** Proporcionar una visión clara y compartida de cómo funciona un proceso, facilitando la comunicación entre los diferentes actores involucrados.
- **Analizar y diagnosticar:** Identificar ineficiencias, cuellos de botella, redundancias, riesgos y oportunidades de mejora dentro del proceso.
- **Diseñar y optimizar:** Servir como base para la creación de nuevos procesos o la optimización de los existentes, buscando mayor eficiencia, calidad, seguridad y cumplimiento normativo.

- **Documentar y estandarizar:** Crear un registro formal del proceso, lo que facilita la capacitación, la continuidad operativa y la implementación de estándares de calidad como la ISO 9001 o sistemas de gestión de seguridad y salud en el trabajo como la ISO 45001.
- **Automatizar y estandarizar:** Servir como base para la implementación de sistemas de gestión de flujo de trabajo (workflow) o la estandarización de procesos para su repetitividad y gestión.

En el contexto de la HSI, la modelización de procesos se convierte en una herramienta fundamental para comprender y gestionar los riesgos laborales. Permite visualizar claramente las etapas de un trabajo, identificar los puntos críticos donde pueden surgir peligros, analizar las medidas de control existentes y diseñar procesos más seguros desde su concepción.

Para más detalles sobre el tema por favor remitirse al apunte dedicado a este tema.

---

## Mantenimiento

Entendemos cómo Mantenimiento Industrial al conjunto de acciones técnicas y administrativas dirigidas a conservar o restablecer un equipo, maquinaria, instalación o infraestructura a una condición específica, de manera que pueda cumplir su función de forma segura, eficiente y económica durante su vida útil prevista.

En esencia, el mantenimiento industrial busca garantizar la disponibilidad y la confiabilidad de los activos físicos de una organización. No se limita a la reparación de fallos, sino que abarca una amplia gama de actividades proactivas y reactivas destinadas a prevenir averías, prolongar la vida útil de los equipos, optimizar su rendimiento y asegurar la continuidad de los procesos productivos.

El Mantenimiento Industrial es una herramienta fundamental para la HSI no solo por las implicancias en la seguridad vinculada a la infraestructura y a la maquinaria, si no también por su rol dentro del control operativo de las medidas tomadas.

Para más detalles sobre el tema por favor remitirse al apunte dedicado a este tema.

---

## Gestión de Proyectos

La Gestión de Proyectos es la aplicación de habilidades, conocimiento y herramientas para **incrementar la probabilidad** de éxito de un proyecto.

A diferencia de las operaciones continuas, un proyecto es un esfuerzo temporal emprendido para crear un producto, servicio o resultado único. La gestión de proyectos se enfoca en guiar este esfuerzo desde su inicio hasta su cierre, asegurando que se cumplan los entregables definidos y se logren los resultados deseados.

Para más detalles sobre el tema por favor remitirse al apunte dedicado a este tema.

Si aprovecharemos de explayar aquí algunos conceptos de gestión de objetivos, que puede verse cómo una forma simple y acotada de gestionar proyectos pequeños. La gestión de objetivos se refiere al proceso de definir, comunicar, monitorear y evaluar los objetivos que una organización, un equipo o un individuo busca alcanzar. Se trata de establecer una dirección clara y un marco de referencia para enfocar los esfuerzos y medir el progreso.

Un objetivo es algo que se desea alcanzar, se suele hacer referencia a que debe cumplir con determinados requisitos para considerarse un objetivo, estos requisitos se inscriben dentro del acrónimo MAREA que implica que un objetivo debe ser:

- **Medible:** El objetivo debe ser cuantificable o al menos susceptible de ser evaluado de forma objetiva. Debe ser posible determinar cuándo se ha alcanzado o en qué grado se está progresando hacia él. Esto implica definir métricas o indicadores claros.

- **Alcanzable:** El objetivo debe ser realista y posible de lograr con los recursos y el tiempo disponibles. No debe ser tan fácil que no represente un desafío, pero tampoco tan ambicioso que resulte inalcanzable y genere desmotivación.
- **Relevante:** El objetivo debe ser importante y estar alineado con las metas o la estrategia general de la organización, el equipo o el individuo. Debe tener un impacto significativo y justificar el esfuerzo necesario para alcanzarlo.
- **Específico:** El objetivo debe ser claro, concreto y bien definido. Debe responder a las preguntas: ¿Qué se quiere lograr? ¿Quién está involucrado? ¿Dónde se llevará a cabo? ¿Cuándo se espera lograrlo? La especificidad evita la ambigüedad y facilita la comprensión.
- **Acotado en el Tiempo (o con plazos definidos):** El objetivo debe tener un marco de tiempo definido, con una fecha de inicio y una fecha de finalización (o hitos intermedios). Esto crea un sentido de urgencia y permite planificar y monitorear el progreso dentro de un cronograma establecido.

A su vez debemos saber el **Cómo** se logrará y se deben de contar con los recursos, sin estos dos últimos requisitos en lugar de ser un Objetivo es un Sueño.

Los Objetivos se miden en función de Indicadores, y se busca establecer instancias intermedias para medir el avance, a los valores intermedios deseados de los indicadores se los denominan Metas.

Para el seguimiento y control de los objetivos se recomienda el uso de Tableros de Comando, Reuniones de Seguimiento y Diagramas de Gantt.

---

## Estructuras Orgánicas

Las Estructuras Orgánicas son formas de documentar las relaciones de poder y jerarquía dentro de una organización, las responsabilidades y funciones. En pocas palabras brindan herramientas para el diseño o re-diseño de una organización y a su vez brindan claridad sobre que se espera y cuales son las responsabilidades a los miembros de dicha organización.

Normalmente una Estructura Orgánica está compuesta por uno o varios de estos elementos:

- Organigrama
- Descripciones del Puesto
- Plan de Carrera
- Áreas Temáticas (también llamados Cluster u Organigramas con Enfoque Dinámico)

Para más detalles sobre el tema por favor remitirse al apunte dedicado a este tema.

---

## Lay-Out

El Layout, también conocido como distribución de planta, se refiere a la disposición física de los recursos productivos dentro de un espacio determinado, ya sea una fábrica, un almacén, una oficina, un laboratorio o cualquier otra instalación donde se lleven a cabo actividades. Implica la organización espacial de la maquinaria, los equipos, las áreas de trabajo, los puestos de personal, los pasillos de circulación, las zonas de almacenamiento y otros elementos relevantes para optimizar el flujo de materiales, personas, información y energía, con el objetivo de alcanzar los objetivos operativos de manera eficiente y segura.

En esencia, el layout busca crear un entorno de trabajo funcional y productivo, minimizando los movimientos innecesarios, reduciendo los cuellos de botella, maximizando la utilización del espacio, facilitando la comunicación y supervisión, y garantizando la seguridad de los trabajadores. No se trata simplemente de colocar elementos al azar, sino de una decisión estratégica que impacta directamente en la eficiencia, los costos operativos, la flexibilidad y la calidad de los procesos.

Los elementos clave considerados en el diseño del Layout incluyen:

- **Maquinaria y Equipos:** Ubicación y disposición de las herramientas y la tecnología necesaria para la producción o el servicio.

- Puestos de Trabajo: Diseño y ubicación de las áreas donde los empleados realizan sus tareas.
- Flujo de Materiales: Rutas que siguen las materias primas, los productos en curso y los productos terminados a través de la instalación.
- Almacenamiento: Ubicación y organización de las áreas para guardar materias primas, componentes, productos terminados y herramientas.
- Pasillos y Áreas de Circulación: Espacios necesarios para el movimiento seguro y eficiente de personas, materiales y equipos.
- Servicios Auxiliares: Ubicación de áreas como mantenimiento, control de calidad, oficinas de producción, vestuarios, comedores, etc.
- Espacios para el Personal: Áreas de descanso, reuniones, formación, etc.

Para más detalles sobre el tema por favor remitirse al apunte dedicado a este tema.

## Conceptos Base

A continuación se definen y comentan conceptos base que hacen al entendimiento de la HSI. Serán instrumentales para enmarcar conceptualmente tanto el proceso general cómo la interpretación de la normativa y su implementación.

### PELIGRO

Se puede entender cómo peligro a cualquier fuente, situación o acto con el potencial de causar daño en términos de lesiones o enfermedades, daños a la propiedad, al ambiente de trabajo o una combinación de estos.

La norma **ISO 45001:2018** define a un peligro cómo “fuente o situación con un potencial para causar lesiones o deterioro de la salud”.

La **Resolución SRT 295/2003** hace referencia a “La identificación de peligros consiste en reconocer aquellos agentes, condiciones o prácticas que puedan causar daño a las personas.”

Es importante entender que los peligros son características propias de los procesos y que son adimensionales, no hay peligros más peligrosos que otros, para poder dimensionarlos se emplea el concepto de Riesgo.

### RIESGO

Entendemos Riesgo como la combinación de la probabilidad de que ocurra un evento peligroso y la severidad de las consecuencias que este evento podría generar en la salud, la seguridad o el ambiente.

La norma **ISO 45001:2018** define a Riesgo como un “efecto de la incertidumbre” y, en contexto de salud y seguridad en el trabajo, se entiende como “la combinación de la probabilidad de que ocurra un evento o exposición peligrosa y la severidad de las lesiones o deterioro de la salud que pueden ser causados por el evento o exposición.” (ISO 45001:2018, secciones 3.20 y 6.1.2.2).

La **Resolución SRT 295/2003** hace referencia a “Riesgo: la combinación de la probabilidad de que ocurra un evento relacionado con el trabajo y las consecuencias de ese evento.” (Anexo I, punto 2).

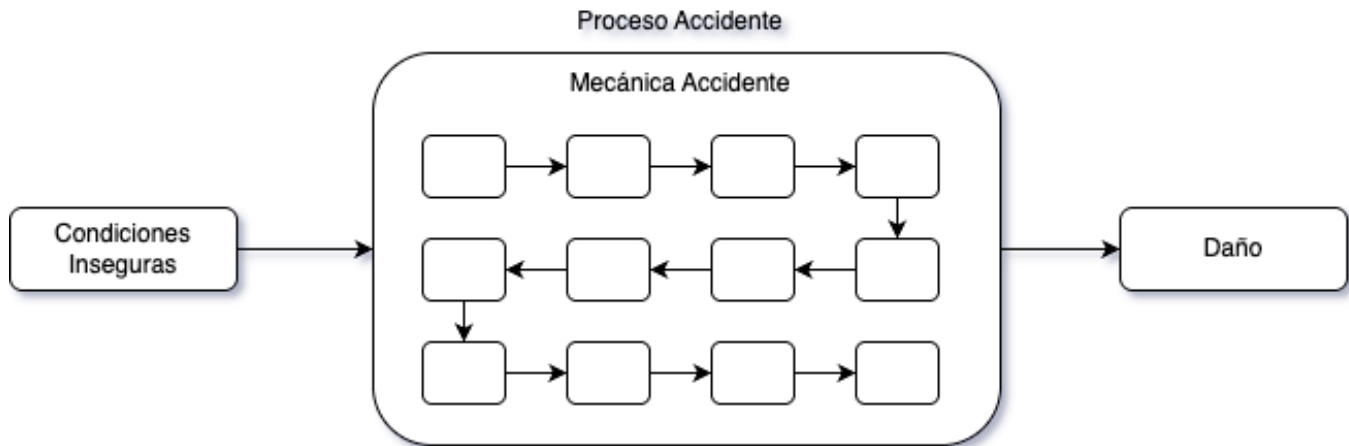
---

## Accidentes, Incidentes y Enfermedades

### ACCIDENTE LABORAL

Un accidente laboral es un suceso repentino y violento ocurrido por causa o en ocasión del trabajo, que produce una lesión física o mental en el trabajador.

Cuando la definición dice “por causa o en ocasión del trabajo” expande el ámbito en el cual entender el accidente laboral, no solo es en las locaciones del empleador, si no en cualquier actividad laboral por más que la misma se desarrolle fuera de las locaciones del empleador.



### **ACCIDENTE IN ITINERE**

Un accidente in itinere es el que ocurre en el trayecto habitual y directo entre el domicilio del trabajador y su lugar de trabajo (o viceversa).

Para ser considerado “in itinere”, el accidente debe ocurrir sin interrupciones ni desvíos personales injustificados en el recorrido.

Este es uno de los casos en los que la definición de accidente laboral extiende el alcance del mismo, dado que se considera que el trayecto de ida y vuelta al trabajo es una consecuencia necesaria de asistir al mismo y por lo tanto parte del trabajo en sí.

### **MECÁNICA DE ACCIDENTE**

La mecánica del accidente es el paso a paso detallado de cómo ocurre un accidente, analizando la sucesión de hechos, actos inseguros, condiciones peligrosas y factores desencadenantes.

Entender la mecánica del accidente es esencial para prevenir recurrencias, identificar fallas en los sistemas de trabajo o errores humanos, y aplicar mejoras. Incluye elementos como: qué sucedió, cómo sucedió, en qué condiciones, y qué lo causó.

En seguridad industrial, analizar la mecánica forma parte de la investigación de accidentes para establecer causas raíz y no sólo las consecuencias visibles.

Si consideramos a un Accidente cómo un Proceso la Mecánica de Accidente sería el Algoritmo (o sucesión de pasos) que compone o define dicho Proceso.

### **INCIDENTE**

Un incidente es un suceso no deseado que podría haber resultado en un accidente, lesión o daño, pero que no llegó a producir consecuencias dañinas. Los incidentes son indicadores de fallos en la seguridad que deben ser investigados y corregidos.

En otras palabras podemos pensar que un incidente es un proceso de accidente que se vio interrumpido en algún punto de su mecánica de accidente por algún motivo, evitando la generación del daño.

En algunos casos esta interrupción de la mecánica de accidente que hubiera llevado a un daño se interrumpe por medidas de seguridad y otras veces por el azar.

### **ENFERMEDADES LABORALES**

Se define a una enfermedad laboral a aquella que un trabajador contrae como consecuencia directa de las tareas que realiza o de las condiciones a las que está expuesto en su ambiente de trabajo.

Las enfermedades laborales se desarrollan generalmente por exposición repetida o prolongada a agentes físicos, químicos, biológicos o a condiciones ergonómicas desfavorables. A diferencia de los accidentes, que son eventos súbitos, las enfermedades laborales suelen instalarse de manera lenta y progresiva, muchas veces pasando inadvertidas hasta que los síntomas se vuelven evidentes.

Veremos ejemplos de algunas de ellas cuando veamos Factores de Riesgo y su relación con el marco legal cuando veamos Comisiones Médicas.

## Piramide de Bird

En la década de 1960, Frank E. Bird, trabajaba como director de control de riesgos en la compañía de seguros Insurance Company of North America.

Durante su gestión, Bird analizó más de 1.750.000 reportes de accidentes laborales de diversas industrias.

A partir de este gigantesco estudio, Bird descubrió un patrón: los accidentes graves no ocurrían aislados, sino que eran la punta de un iceberg de muchos pequeños incidentes y condiciones inseguras que no se atendían a tiempo. Esta observación lo llevó a formular su famosa teoría conocida hoy como la Pirámide de Bird.

Si bien esta teoría plantea una relación entre los distintos niveles de la pirámide, estos valores no aplican directamente a cualquier organización. El gran valor de la pirámide de Bird no es predictivo, si no cómo argumento del enfoque preventivo de la Higiene y Seguridad Industrial.

La Pirámide de Bird muestra que por cada accidente grave que sucede en una organización, existen muchos otros eventos menores que no causaron lesiones serias, pero que compartieron causas comunes.

La proporción típica descubierta por Bird es:

- 1 Fatalidad
- 10 Accidentes Graves (con lesiones permanentes y/o incapacitantes)
- 30 Accidentes Leves (con o sin lesiones leves)
- 600 incidentes con o sin daño a la propiedad
- ¿¿¿N???



Esto significa que cada accidente grave es precedido por cientos de señales de advertencia que, si se detectan y corrigen, pueden evitar consecuencias más serias. La gestión eficaz de la seguridad debe, entonces, enfocarse no sólo en investigar accidentes graves, sino también en identificar y corregir incidentes menores y actos inseguros.

Reducir los actos y condiciones inseguras en la base de la pirámide reduce también la probabilidad de accidentes graves en la cima. Esto justifica y argumenta el enfoque preventivo de la Higiene y Seguridad Industrial.

## Proceso General para la Gestión de la HSI

El enfoque preventivo de la HSI implica que desarrollemos un sistema que permita anticiparse a los accidentes en la medida de lo posible y evitar caer en la reactividad constante. Para lograr esto el sistema debe poder identificar los peligros presentes en la empresa. Esto lo lograremos partiendo de

una identificación sistemática de los procesos y de los puestos de trabajo, e identificando los peligros que se encuentran en cada uno de estos procesos y puestos.

A su vez debemos reconocer que no es posible por una limitación de tiempo y recursos abordar medidas sobre todos los peligros, por lo cual deberemos realizar una evaluación de riesgos que nos permita establecer un orden de mérito, que peligros revisten mayor riesgo.

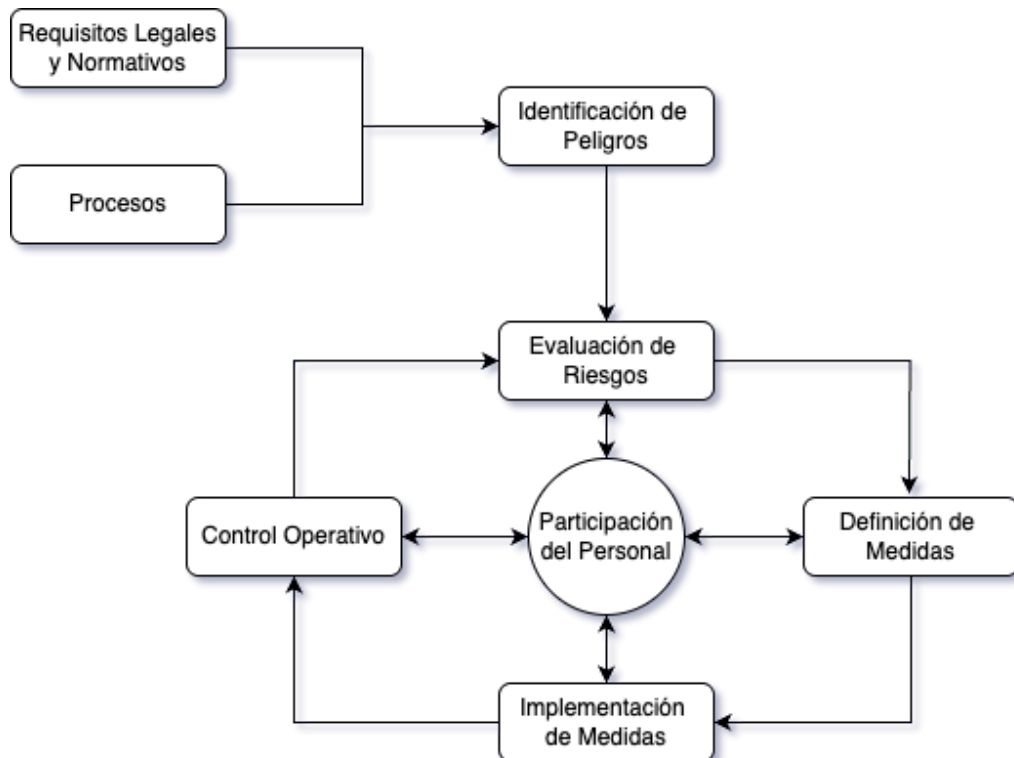
En relación a la disponibilidad de recursos (tiempo, dinero, capital humano, limitaciones materiales, etc.) la organización deberá establecer un punto de corte que divida el orden de mérito de los riesgos en críticos y aquellos que serán abordados en una iteración posterior.

Sobre estos riesgos críticos se deberán definir medidas para abordarlos y estas medidas serán implementadas en proyectos.

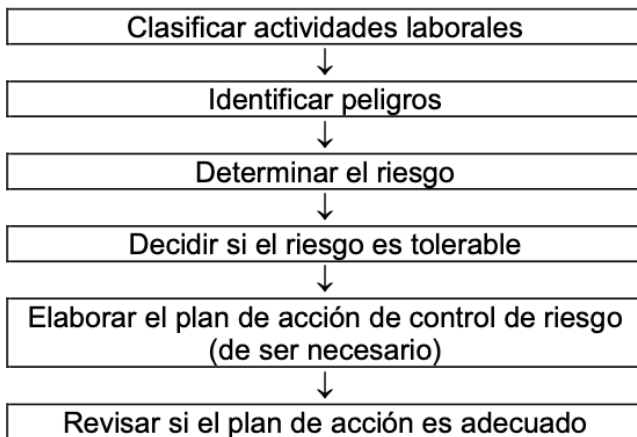
Una vez implementadas las medidas debe desplegarse un sistema de control y seguimiento que permita garantizar que los cambios realizados son efectivos y se mantienen en el tiempo.



Una forma de ver este proceso reconociendo la participación del personal y su carácter cíclico y continuo sería el siguiente:



A su vez debemos traer la expresión de este macro proceso acorde al documento de guía de estudio de riesgo laboral de la SRT (2003) “Evaluación de Riesgos Laborales. Método BS 8800”:



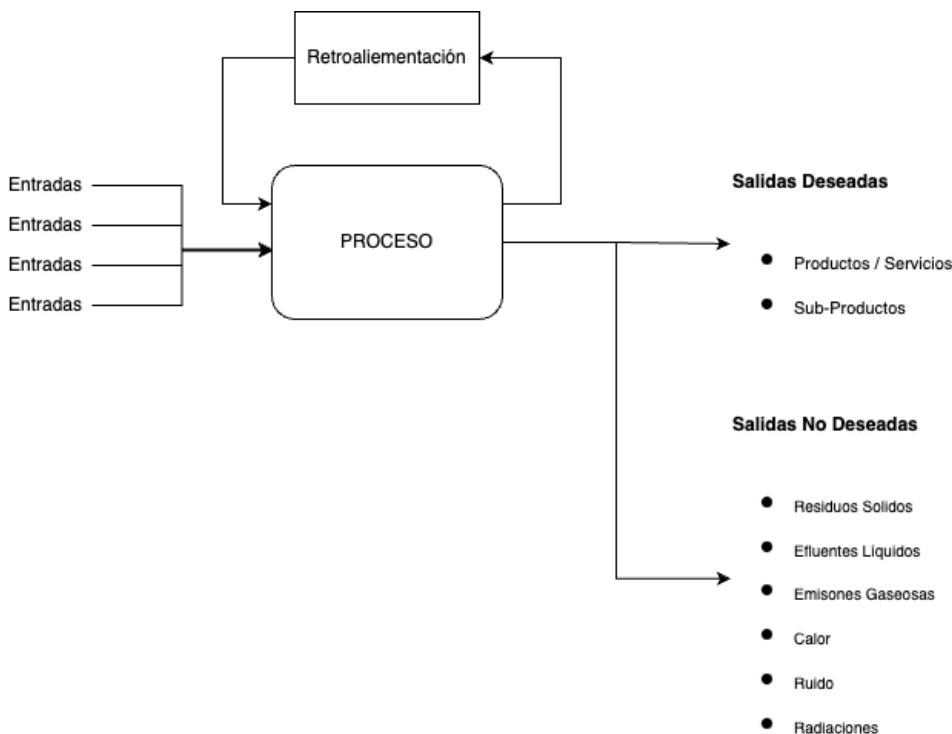
Existen distintas formas de interpretar el proceso que difieren en poco entre sí y entre sus implicancias, tomaremos a continuación una secuencia de procesos que satisfacen las distintas alternativas de macro proceso general.

### IDENTIFICACIÓN DE PROCESOS

La identificación de procesos implica desglosar una actividad compleja en sus componentes en el nivel de abstracción deseado.

El proceso comienza por listar las actividades clave, entendiendo cada paso ejecutado, su secuencia y cómo contribuye al resultado final.

Se deben considerar los siguientes elementos



En esta identificación deben identificarse:

- **Actividades** identificando el paso a paso.
- **Responsabilidades**, que puestos son responsables de cada parte del proceso.
- **Productos Químicos** involucrados, detallando su naturaleza, cantidad, riesgos asociados (inflamabilidad, toxicidad) y condiciones de almacenamiento o uso. Esto se empleará para adquirir

luego las MSDS y TDS correspondientes. (MSDS y TDS se desarrollará en Factores de Riesgo Químicos)

- **Locaciones**, considerando el diseño del espacio, las condiciones ambientales y los posibles puntos de riesgo.
- **Infraestructura**, se evalúan los sistemas de soporte como energía eléctrica, agua, ventilación y sistemas de seguridad.
- **Maquinas, Herramientas y Equipos** específicos utilizados en cada actividad, con sus características técnicas, requisitos de mantenimiento y modos de operación.

### IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS

Partiendo de la Identificación de Procesos de la sección anterior deberán identificarse los Peligros. Para no depender de una percepción intuitiva, que podría ser incompleta o inconsistente, es recomendable sistematizar el proceso, avanzar proceso a proceso y puesto a puesto, a su vez es recomendable hacer uso del listado de factores expuesto en Factores de Riesgo para preguntarse en cada actividad/proceso/puesto si alguno de esos factores puede aplicar.

La salida deseada de este proceso de identificación es una tabla que identifique los procesos/Actividades, los puestos y los peligros para cada uno. Es importante recordar que si un peligro se repite en varios puestos, procesos o simplemente en distintas máquinas deben considerarse como peligros independientes, ya que pueden cambiar las variables ambientales y por lo tanto condicionar de forma distinta su posterior evaluación.

### EVALUACIÓN DE RIESGOS

Para realizar la evaluación de riesgos existen múltiples herramientas que pueden emplearse, la SRT va a poner a disposición una guía de estudio de riesgos laborales llamada SRT (2003) "Evaluación de Riesgos Laborales. Método BS 8800", la ISO tiene una norma de gestión de riesgos que plantea una metodología de gestión y en uno de sus anexos enumera herramientas para análisis y evaluación de riesgos. ISO (2018). *ISO 31000:2018, Risk management – Guidelines*.

Principalmente se emplean en la industria una matriz de Probabilidad - Gravedad y la metodología AMFE.

En una situación ideal se deberían tomar medidas para todos los peligros identificados logrando una disminución o supresión de todos los riesgos presentes en la organización, pero esto no es posible dada la escasez de recursos. Entendemos cómo recursos al dinero, el tiempo, la capacidad humana disponible de gestionar proyectos y la disponibilidad y acceso a la tecnología.

Ante estos limitantes nos vemos obligados a definir que peligros serán abordados de forma prioritaria. Para esto el criterio normal es asumir cómo prioritarios aquellos que estén vinculados a un incumplimiento legal, luego sobre los restantes organizar un orden de mérito en base a su nivel de riesgo.

Las evaluaciones son periódicas, cada evaluación puede interpretarse como una iteración del proceso. Se alimentan cada evaluación de los riesgos no abordados en las iteraciones anteriores, la eficacia de las medidas tomadas y las modificaciones en los procesos, marco legal y tecnología disponible.

Cómo ya mencionamos hay varios métodos y herramientas para la evaluación, en este apunte vamos a tomar como base la guía de la SRT.

La evaluación de riesgos considera los dos elementos que los componen, la probabilidad y la gravedad de sus consecuencias, si bien suele emplearse una matriz que resulta muy gráfica como herramienta didáctica, es conveniente realizar una planilla en una hoja de cálculo (en algún software tipo excel, numbers o calc) para poder tener una mayor densidad de información.

Estas planillas suelen tener las siguientes columnas:

- Locación
- Proceso/Actividad
- Peligro

- Cumplimiento Legal (Si/No)
- Probabilidad
- Gravedad
- Riesgo
- Comentarios

Es normal asignar una escala numérica tanto para la gravedad como para la probabilidad, y luego promediar ambos para tener como resultante el riesgo.

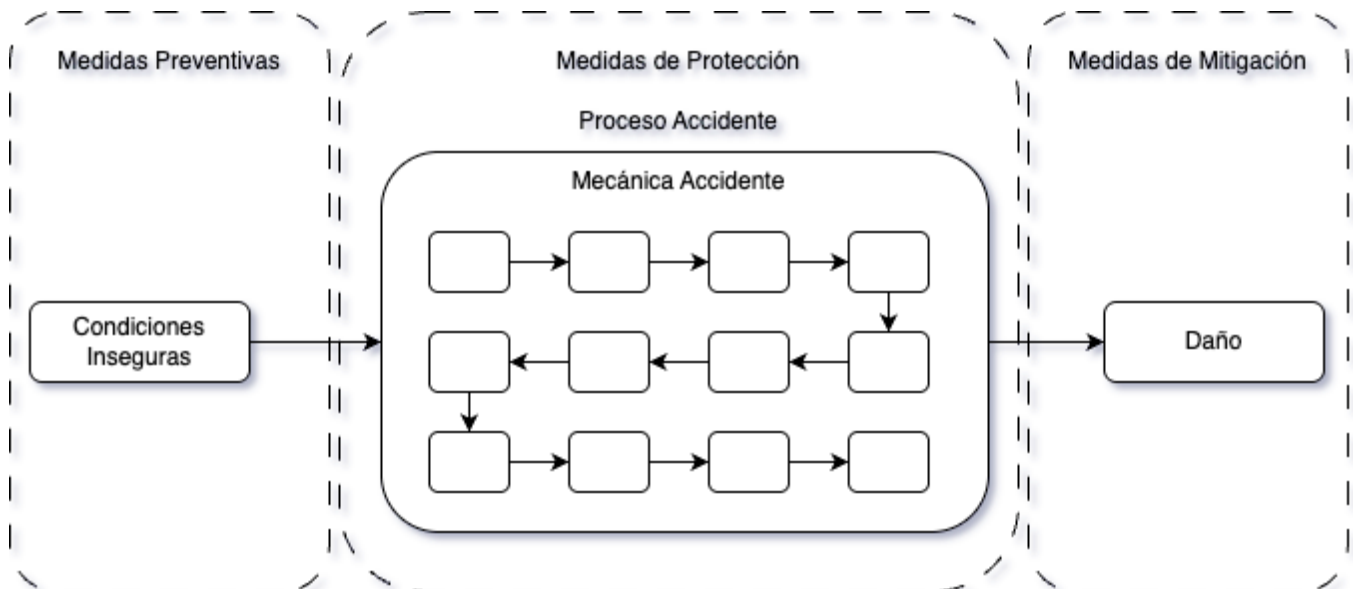
Es importante segmentar la escala numérica con criterios claros y explícitos de que implica cada valor o rango de valores.

La salida de este proceso es un listado con un “orden de mérito” de los riesgos presentes en la organización. Sobre estos riesgos debe tomarse una definición política-ejecutiva para establecer el punto de corte, a partir de que valor se consideraran significativos y por lo tanto se abordarán en esta iteración, quedando el resto sin abordar hasta la próxima iteración.

La decisión del valor para el punto de corte debe estar basada en la disponibilidad de recursos y la magnitud de los desafíos asociados a las medidas a tomar sobre los riesgos disponibles.

### MEDIDAS A TOMAR

Las medidas a tomar para contener o suprimir los riesgos significativos pueden clasificarse de dos formas la primera, en base a la parte del proceso accidente donde trabajan, clasificándose en Preventivas, de Protección y de Mitigación.



### Medidas Preventivas

Operan antes de que se desate la mecánica de accidente, estas pueden ser:

1. **Eliminar o Sustituir Proceso:** El proceso en donde se genera el peligro se elimina o en su defecto el factor de riesgo de este proceso se sustituye por otro.
2. **Medidas Técnicas y de Ingeniería:** Son modificaciones a la maquinaria o a la infraestructura que limitan o impiden que se dispare la mecánica de accidente.
3. **Medidas Administrativas:** Son acciones vinculadas a la modificación del cómo se ejecuta un proceso, a la señalización y a la capacitación y concientización.

### Medidas de Protección

Son medidas que buscan interrumpir o contener el daño durante la mecánica del accidente, estas pueden ser:

4. **Medidas de Protección Colectivas:** Son aquellas que aplican a muchas personas al mismo tiempo, un ejemplo típico son las redes o barandas.
5. **Medidas de Protección Individuales:** Son aquellas que se aplican sobre la persona, también denominados EPP (Elementos de Protección Personal), son ejemplo de este tipo de medida calzado de seguridad, casco, protectores auditivos, etc.

### **Medidas de Mitigación**

6. **Medidas de Mitigación:** Son aquellas que se aplican luego de que ocurrió el accidente para contener el daño que produce este un ejemplo de estas puede ser:
  - Procedimientos e infraestructura de respuesta ante emergencias.
  - Plan de Emergencia
  - Plan de Evacuación
  - Sistemas de alerta (Alarmas, luces intermitentes)
  - Ejercicios, test y simulacros de emergencia

Este tipo de medidas debe plantearse priorizando este orden de ejecución. Y en los casos en que la medida tomada no logre suprimir el riesgo debe complementarse con medidas del orden siguiente.

La segunda forma de clasificación esta basada en donde se aplican, si en la fuente, en el medio o en la persona.

### **IMPLEMENTACIÓN - GESTIÓN DE PROYECTOS**

La gestión de proyectos es una disciplina complementaria a la higiene y seguridad, una vez decididas las medidas a tomar deben implementarse de forma eficaz y considerando los recursos de la forma más eficiente posible.

Recomendamos ver el apunte de Gestión de Proyectos para detalles metodológicos.

### **CONTROL OPERATIVO**

Una vez establecidas las medidas estas debe asegurarse que se sostienen en el tiempo en correcta operación.

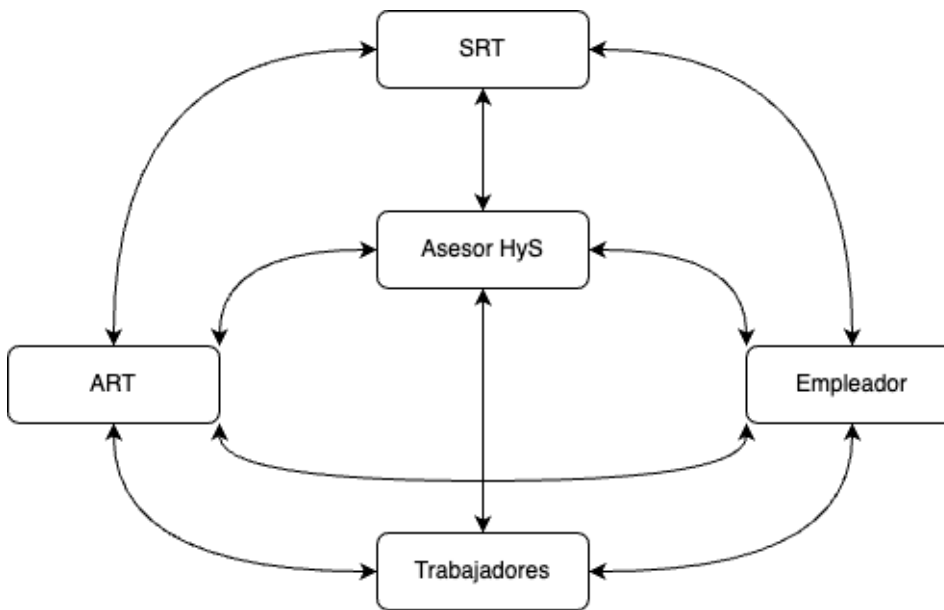
La forma de establecer el control operativo varía en relación al tipo de medidas, las técnicas y de ingeniería, así como las de protección colectivas tienden a controlarse con procesos periódicos que en su mayoría recaen en el área de mantenimiento.

Para las medidas administrativas y de protección individuales suelen emplearse inspecciones y auditorías internas así como procesos de re-capacitación y concientización.

Para las medidas de mitigación suelen emplearse tanto las auditorías e inspecciones como el apoyo en los procesos de mantenimiento, así como en simulacros y re-capacitaciones.

# Sistema Nacional de Riesgo del Trabajo

## Actores del sistema



A continuación se detallan cada uno de los actores del SNRT (Sistema Nacional de Riesgo del Trabajo) y sus responsabilidades.

### SRT

Superintendencia de Riesgos del Trabajo. Es una entidad dependiente del Ministerio de Trabajo (o figura ministerial que tome dichas funciones dependiendo de los cambios de nomenclatura del gobierno de turno). Es la máxima autoridad en lo referido a Riesgos del Trabajo.

### IMPLICANCIAS DE LA DENOMINACIÓN “SUPERINTENDENCIA”

Una superintendencia es un organismo descentralizado o un ente autárquico del Estado que suele tener funciones de control, regulación, supervisión e inspección en un área determinada. Tiene mayor grado de autonomía que una simple dirección o secretaría dentro de un ministerio.

Esto nos implica:

- Funciones específicas de control: Está orientada a regular y controlar un sector específico (por ejemplo, salud, seguros, servicios financieros, etc.). No solo ejecuta políticas, sino que también supervisa que se cumplan las normas y sanciona si no se cumplen.
- Capacidad sancionatoria y normativa: Tiene potestades legales para dictar normas dentro de su área, fiscalizar actores privados o públicos, e incluso aplicar sanciones o intervenir administrativamente.
- Autonomía técnica y financiera (aunque no total): Muchas veces tienen autonomía presupuestaria y un funcionamiento técnico independiente, pero siguen dependiendo jerárquicamente de un ministerio o del Poder Ejecutivo.

Ejemplos de superintendencias en la Argentina:

- Superintendencia de Servicios de Salud (SSS): regula obras sociales y empresas de medicina prepaga.
- Superintendencia de Seguros de la Nación (SSN): regula y controla a las aseguradoras.
- Superintendencia de Riesgos del Trabajo (SRT): controla el sistema de ART (aseguradoras de riesgos del trabajo).

### **RESPONSABILIDADES DE LA SRT**

La SRT tiene las siguientes Responsabilidades:

- Controlar el Cumplimiento de las normas de HyS en el trabajo
- Fiscalizar el funcionamiento de las ART, supervisando el otorgamiento de las prestaciones
- Dictar las disposiciones complementarias para la actualización del marco legal relativo a riesgos laborales
- Supervisar y Fiscalizar a las empresas autoaseguradas
- Imponer las Sanciones previstas por la Ley de Riesgos del Trabajo

---

## **ART**

Aseguradoras de Riesgo del Trabajo, habilitadas por la SRT y por Superintendencia de Seguros de la Nación.

### **RESPONSABILIDADES DE LA ART**

Las ART tienen las siguientes Responsabilidades:

- Desempeñar un papel activo en la promoción, control y supervisión del cumplimiento de las normas de seguridad e higiene en los lugares de trabajo
- Ante accidentes o enfermedades laborales brindar las prestaciones dinerarias o en especie que correspondan
- Denunciar ante la SRT los incumplimientos de sus afiliados a las normas de higiene y seguridad en el trabajo
- Promover la aplicación de normas de prevención, informando a la SRT acerca de los planes y programas exigidos a las empresas
- Mantener un registro de enfermedades y accidentes ocurridos por cada establecimiento

---

## **Empleador**

Se hace referencia a los empleadores para referirse a las empresas, organizaciones públicas y privadas, con y sin fines de lucro, personas físicas o jurídicas que tienen trabajadores empleados.

### **RESPONSABILIDADES DEL EMPLEADOR**

El Empleador tiene las siguientes Responsabilidades:

- Recibir la información de la ART respecto del “Régimen de Alícuotas” y de las prestaciones
- Recibir información de la ART respecto a normativas y actualizaciones en materia de Higiene y Seguridad
- Cumplir con las Normas de Higiene y Seguridad
- Mantener un “Registro de Siniestralidad” por establecimiento
- Hacer partícipes a los trabajadores en los procesos de mejora

---

## **Trabajadores**

### **RESPONSABILIDADES DEL TRABAJADOR**

El Trabajador tiene las siguientes Responsabilidades:

- Recibir de su empleador información y capacitación en materia de prevención de riesgos
- Participar en las acciones preventivas
- Cumplir con las normas de higiene y seguridad incluidas en cualquier plan de mejoras
- Cumplir con las medidas de recalcificación profesional

- Informar al empleador de los hechos que conozcan relacionados con Riesgos del Trabajo
- Denunciar ante el empleador los accidentes y enfermedades profesionales
- Recibir las prestaciones dinerarias en caso de incapacidades transitorias o permanentes
- Realizar los exámenes médicos correspondientes
- Recibir hasta la curación completa o mientras subsistan los síntomas incapacitantes la asistencia médica y farmacéutica, prótesis, ortopedia, rehabilitación, recalcificación y en caso de fallecimiento servicio de sepelio.

---

## Asesor en Higiene y Seguridad

### RESPONSABILIDADES DEL ASESOR EN HIGIENE Y SEGURIDAD

- Asesorar al empleador y a los trabajadores
  - Guiar sobre condiciones de trabajo seguras.
  - Recomendar medidas preventivas para minimizar riesgos.
- Elaborar y supervisar programas de higiene y seguridad: Desarrollar planes de prevención, procedimientos de emergencia, programas de capacitación y mantenimiento preventivo.
- Realizar evaluaciones de riesgos: Identificar, analizar y evaluar peligros y condiciones inseguras en los lugares de trabajo.
- Inspeccionar ambientes laborales: Verificar el cumplimiento de normas de higiene y seguridad (por ejemplo: ventilación, niveles de ruido, equipos de protección personal, condiciones edilicias).
- Capacitar a los trabajadores: Implementar programas de formación continua en prevención de accidentes y enfermedades laborales.
- Investigar accidentes e incidentes: Analizar causas, proponer medidas correctivas y prevenir la recurrencia de eventos.
- Colaborar en la elaboración de protocolos de trabajo seguro: Especialmente en actividades críticas o riesgosas (trabajos en altura, espacios confinados, manejo de sustancias peligrosas, etc.).
- Controlar la entrega y uso de Elementos de Protección Personal (EPP): Asegurar que sean adecuados, que se entreguen en tiempo y forma, y que los trabajadores estén entrenados en su uso.
- Asegurar el cumplimiento legal: Verificar que la empresa cumpla las normativas nacionales, provinciales y municipales de higiene y seguridad.
- Realizar informes técnicos: Documentar las condiciones detectadas, medidas implementadas y evolución de los indicadores de seguridad.

### MARCO LEGAL DEL ASESOR DE HIGIENE Y SEGURIDAD

- Ley 19.587, Artículo 9: “Las empresas deberán contar con servicios de higiene y seguridad en el trabajo, a cargo de profesionales legalmente habilitados, que tendrán a su cargo la programación y ejecución de acciones preventivas.”
- Decreto 1338/96 (Matriculación de profesionales en higiene y seguridad): Establece que el ejercicio de la profesión debe realizarse conforme a la normativa vigente, bajo responsabilidad técnica del profesional.
- Ley 24.557, Artículo 4: Obliga al empleador a cumplir medidas de prevención y seguridad para proteger la vida y salud de los trabajadores, con el asesoramiento profesional correspondiente.

## Proceso de alta e Indemnización

La cobertura de accidentes de trabajo se define cómo la aplicación coordinada de técnicas preventivas, asistenciales, reparadoras, rehabilitadoras y recuperadoras para la lucha contra los riesgos y sus consecuencias humanas, físicas, psíquicas, sociales y económicas.

Un Accidente Laboral o Enfermedad Laboral produce un daño o dolencia. Dicho daño o dolencia será diagnosticado y tratado por cuenta de la ART hasta el alta médica. Dicha dolencia puede ser incapacitante o no, en el caso de serlo será considerada una ILT (Incapacidad Laboral Temporal) implicando en este caso una licencia laboral.

El alta médica implica que se alcanzado el máximo grado de curación médicamente posible, pudiendo no ser la curación total.

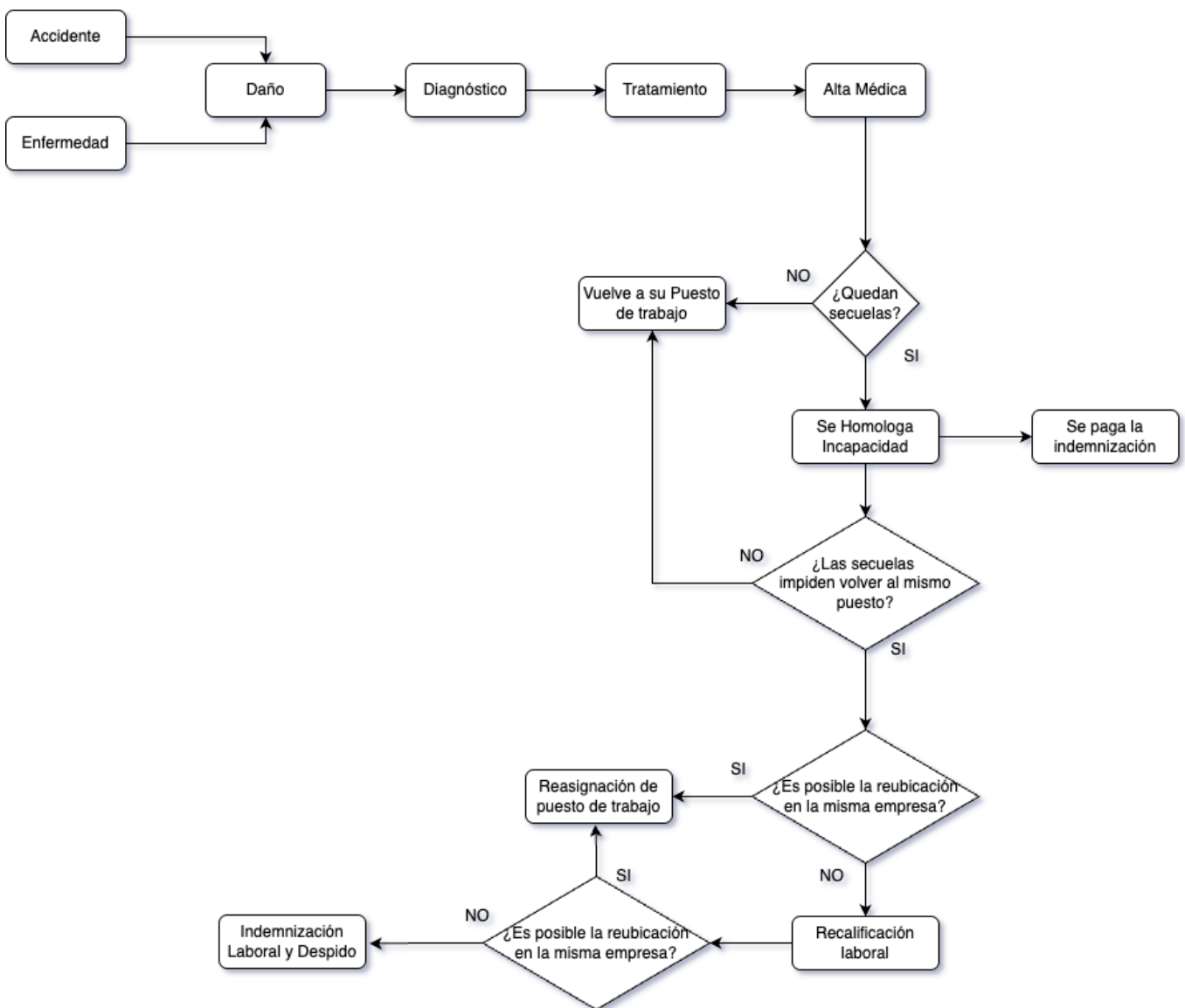
Ante el momento del alta médica pueden darse dos escenarios, en un primer caso pueden no haber quedado secuelas por lo cual el trabajador vuelve a su puesto de trabajo sin más.

En el caso de quedar secuelas deberá homologarse la ILP (Incapacidad Laboral Permanente), deberá realizarse el calculo de indemnización acorde al porcentaje de incapacidad homologado y la ART deberá abonarle dicha indemnización al trabajador.

A continuación se verificará si las secuelas permiten al trabajador volver al mismo puesto de trabajo o si la ILP impide que realice las actividades de su puesto de trabajo. En el caso que pueda volverá a su mismo puesto de trabajo. En caso contrario la empresa deberá evaluar si es posible ubicar al trabajador en otro puesto de trabajo compatible con su ILP y sus conocimientos y habilidades. De ser posible la empresa deberá asignar al trabajador al nuevo puesto de trabajo.

Si la empresa no puede ubicar al trabajador en otro puesto, se le deberá proveer al trabajador un proceso de recalificación laboral, que consta de capacitación y formación para que desarrolle habilidades y conocimientos que le permitan desempeñarse en tareas compatibles con su ILP.

Si aún luego de la recalificación laboral no hay un puesto compatible disponible en la empresa, el trabajador deberá ser despedido con la indemnización laboral correspondiente.



## Comisiones Médicas

Las comisiones médicas son la máxima autoridad respecto al tratamiento médico consecuente de Accidentes Laborales y Enfermedades Profesionales. Así como la instancia de apelación para las homologaciones de incapacidad.

Existe una Comisión Médica por provincia salvo en Buenos Aires que hay más de una, llamadas Comisiones Médicas jurisdiccionales, y una Comisión Médica central.

Entre las funciones de las Comisiones Médicas están:

- Homologar o definir incapacidades
- Extender plazos de Incapacidad Laboral provisoria o definitiva
- Recepción de denuncias
- Abandono de tratamiento

Los Trabajadores pueden acceder a la Comisión Médica:

- Cuando no están conformes con el tratamiento médico recibido
- Cuando el Empleador no presenta la denuncia de accidente
- Cuando no está de acuerdo con la incapacidad fijada

La ART puede acceder a la Comisión Médica:

- Cuando el Trabajador se niega a recibir el tratamiento indicado
- Cuando el Trabajador hace abandono del tratamiento
- Cuando se modifica el carácter de la Incapacidad Laboral (Temporaria o Definitiva)
- Para presentar homologación de incapacidades.

Los Empleadores no pueden acceder a las Comisiones Médicas.

## Enfermedades Profesionales

Como bien decíamos en Conceptos Básicos, las enfermedades profesionales son aquellas que un trabajador contrae como consecuencia directa de las tareas que realiza o de las condiciones a las que está expuesto en su ambiente de trabajo.

Como esta definición abarca mucho y como los trabajadores requieren una pronta respuesta respecto a las prestaciones e indemnizaciones, con el fin de volver más expeditivo el proceso se establece un listado de enfermedades profesionales confeccionado y actualizado por la comisión médica central. Este listado es un catálogo que incluye aquellas enfermedades que, debido a su relación directa con ciertos factores de riesgo y actividades laborales específicas, se presumen causadas por el trabajo.

El listado posee los siguientes datos:

- El agente de riesgo (por ejemplo: ruido, polvo de sílice, solventes).
- El tipo de actividad laboral que genera exposición (por ejemplo: minería, construcción, industria química).
- El diagnóstico médico que debe confirmarse.
- Plazo de exposición necesario para que se considere laboral.

Así, por ejemplo podríamos mencionar:

- Hipoacusia neurosensorial
  - Agente: ruido continuo elevado
  - Actividad: trabajos industriales o de construcción.
- Silicosis
  - Agente: inhalación de sílice libre

- Actividad: minería, canteras.

En el caso que una Enfermedad Profesional no figure en el listado pero el trabajador o sus derechohabientes consideren que la dolencia corresponde a esta categorización es posible apelar a la Comisión Médica y que se otorgue categoría de Enfermedad Profesional a dicha dolencia. Osea también serán consideradas Enfermedad Profesional aquellas que la Comisión Médica Central declare para un caso concreto como provocadas por causa directa e inmediata de la ejecución del trabajo, excluyendo la influencia de los factores atribuibles al trabajador o ajenos al trabajo

Para que una Enfermedad se declare cómo Profesional, el trabajador o sus derechohabientes deben presentar una petición fundada ante la Comisión Médica Jurisdiccional

La Comisión actuante deberá producir las medidas de prueba necesarias y emitir resolución debidamente fundada en peritajes de rigor científico garantizando el debido proceso.

Si la Comisión Médica Jurisdiccional entendiese que se trata de una enfermedad profesional lo comunicará a la ART, la que desde esa oportunidad y hasta que se expida la Comisión Médica Central, estará obligada a brindar todas las prestaciones establecidas por la Ley de Riesgos del Trabajo.

Si la Comisión Médica Central ratifica el carácter Profesional de la Enfermedad reclamada, deberá establecer en forma simultanea el porcentaje de incapacidad presentado por el trabajador

El listado de Enfermedades Profesionales se crea por el **Decreto 658/96 Enfermedades profesionales. Listado de agentes de riesgo.**

## Calculo de Indemnizaciones

Las indemnizaciones por ILP (Incapacidad Laboral Permanente) se calculan en base al porcentaje de incapacidad homologado, en el caso de fallecimiento se considera una ILP de 1 (o sea 100%), la edad del trabajador y su ingreso base mensual.

La formula es la siguiente:

$$\text{Monto} = [53 * \text{Ingreso Base Mensual} * 65 * \% \text{ incapacidad}] / [\text{edad del accidentado}]$$

Pago de incapacidades:

- Incapacidades menores al 50% se realiza un pago único
- Incapacidades entre 50% y 66% se efectúan pagos mensuales más un pago único
- Incapacidades mayores al 66% pago único mayor al ítem anterior y pagos mensuales

Las indemnizaciones serán percibidas por el trabajador o en caso de fallecimiento por sus derechohabientes.

Se considerarán derechohabientes en el siguiente orden de prioridad:

1. Cónyuge
2. Hijos hasta los 21 años o 25 años si acreditan estar estudiando
3. Padres por partes iguales
4. Si no existen los anteriores puede considerarse a las personas que puedan acreditar haber estado a cargo del Trabajador

# Consideraciones generales

---

## Inspectores y Sanciones

Los inspectores de la SRT tienen las siguientes facultades (Pacto Federal Ley 25.212 Art 7):

- Libre ingreso sin notificación previa de día o de noche
- Requerir información necesaria
- Interrogar a Trabajadores y Empleadores
- Exigir presentación de documentación
- Tomar muestras para análisis
- Intimar a tomar acciones correctivas
- Solicitar la adopción de medidas inmediatas en caso de riesgo grave
- Requerir auxilio de la fuerza pública

A la hora de sancionar a un empleador el inspector y la SRT deben considerar los siguientes criterios para la graduación de las sanciones (Pacto Federal Ley 25.212 Art 9):

- El incumplimiento de advertencias o requerimientos de inspección
- La importancia económica del infractor
- El carácter de reincidente
- El número de trabajadores afectados
- El perjuicio causado

---

## Empresas Testigo

Originalmente el programa de Empresas Testigo se desarrollo con la Resolución 700/2000 siendo una normativa con la finalidad de establecer los requisitos de la Evaluación de Riesgos y abordando este programa como una herramienta para abordar las organizaciones con alta siniestralidad. En el año 2009 se promulga la Resolución 559/2009 “Programa de alta siniestralidad” con el fin exclusivo de abordar esta temática y derogando los requisitos de la normativa anterior al respecto.

El alcance de este programa es:

- A empresas con 50 o más trabajadores.
- Que tengan índices de siniestralidad mayores al promedio del rubro o actividad que les corresponda.

Cuando una empresa entra en el programa se ve afectada por las siguientes consecuencias:

- Obligación de implementar un plan de mejoras en higiene y seguridad en el trabajo.
- Este plan debe ser elaborado por la ART (Aseguradora de Riesgos del Trabajo) en conjunto con la empresa.
- La SRT controla y supervisa que se cumplan los compromisos.
- Se hacen auditorías y seguimientos periódicos.

El marco del programa establece la posibilidad de multas o sanciones tanto para las empresas que no cumplan con el plan, como para la ART si no colabora adecuadamente.

El punto de corte (porcentaje de siniestralidad excedente respecto al promedio del rubro) es determinado por la SRT para cada sector, en la Resolución 700/2000 era un 10% fijo para todos los sectores.

Con el cambio de normativa la ART debe tomar un rol más activo junto a la empresa en la confección del plan de acción.

Con el cambio de la normativa es se establece un sistema de monitoreo continuo que incluye auditorías periódicas y presentación de informes de avance obligatorios.

# Factores de Riesgo

A la hora de identificar los peligros una buena práctica es emplear como guía de análisis los Factores de Riesgo.

Los Factores de Riesgo son una enumeración ordenada y categorizada de elementos, condiciones o acciones que pueden representar un peligro en caso de estar presentes en un proceso.

Los Factores de Riesgo son:

1. Físicos:
  - 1.1. Temperatura
  - 1.2. Iluminación
  - 1.3. Ruido
  - 1.4. Radiaciones
  - 1.5. Vibraciones
2. Mecánicos:
  - 2.1. Atrapamiento
  - 2.2. Golpes
  - 2.3. Cortes
  - 2.4. Punciones
3. Químicos:
  - 3.1. Vapores
  - 3.2. Gases
  - 3.3. Líquidos
  - 3.4. Sólidos
4. Ergonómicos:
  - 4.1. Trabajo Repetitivo
  - 4.2. Sobre Esfuerzo
  - 4.3. Sedestación / Bipedestación
5. Psicológicos:
  - 5.1. Stress
  - 5.2. Fatiga Mental
  - 5.3. Burnout u otro ...
6. Biológicos:
  - 6.1. Bacterias
  - 6.2. Virus
  - 6.3. Hongos
  - 6.4. Parásitos
  - 6.5. Otros Microorganismos y Agentes Biológicos
7. Otros:
  - 7.1. Climáticos
  - 7.2. Delictivos

A continuación se detallan los factores principales.

## 1. Físicos

Los factores de riesgo físicos son agentes del entorno laboral que no tienen sustancia (no son químicos ni biológicos), pero pueden afectar la salud de los trabajadores por sus características físicas, como la energía, la vibración, el ruido o las condiciones ambientales.

Estos riesgos pueden o no verse, pero se sienten. Pueden causar enfermedades laborales o lesiones cuando se exceden ciertos niveles o tiempos de exposición.

## 1.1.- Temperatura

El factor temperatura se refiere a la exposición del cuerpo humano a condiciones térmicas extremas (altas o bajas), que pueden superar la capacidad de termorregulación del organismo y generar trastornos fisiológicos o enfermedades profesionales.

Estos problemas pueden darse tanto por la exposición a ambientes demasiado cálidos o demasiado fríos.

Entre las consecuencias de la exposición a una carga térmica extrema podemos enumerar sin limitarnos a:

### A. Exposición al Calor:

Suelen tratarse de ambientes con fuentes de calor cómo hornos, fundiciones, cocinas industriales, etc. o tareas al aire libre o en galpones poco ventilados en climas cálidos y con mucha radiación solar.

- **Golpe de calor:** Trastorno grave por falla del mecanismo de regulación térmica del cuerpo. Puede causar pérdida de conciencia o incluso la muerte.
- **Agotamiento por calor:** Fatiga extrema, sudoración excesiva, debilidad y confusión mental. Suele ocurrir por pérdida de líquidos y sales.
- **Deshidratación:** Disminución de agua y electrolitos, afecta el rendimiento físico y mental.
- **Calambres por calor:** Dolor muscular repentino, asociado al esfuerzo físico en ambientes calurosos.
- **Síncope por calor:** Desmayo causado por acumulación de sangre en extremidades, por vasodilatación periférica.
- **Erupción térmica (sarpullido por calor):** Irritación de la piel por sudoración excesiva en ambientes húmedos.
- **Mareos y desmayos:** Pueden llevar a caídas o manejo inseguro de herramientas.
- **Quemaduras térmicas:** Por contacto con superficies, objetos o fluidos calientes.
- **Errores por fatiga o confusión:** El estrés térmico disminuye la concentración y coordinación.

### B. Exposición al Frío:

Suelen tratarse de ambientes refrigerados cómo cámaras frigoríficas o faenas en exteriores en invierno y ambientes sin calefacción en climas muy fríos.

- **Hipotermia:** Descenso de la temperatura corporal por debajo de los 35°C. Puede ser grave o mortal.
- **Congelación:** Daño a los tejidos por exposición prolongada a temperaturas bajo cero. Afecta dedos, orejas, nariz.
- **Eritema pernio (sabañones):** Inflamación dolorosa de la piel por exposición intermitente al frío y humedad.
- **Trastornos osteomusculares agravados:** El frío puede aumentar la rigidez muscular y el riesgo de lesiones articulares.
- **Infecciones respiratorias:** Mayor susceptibilidad por exposición al frío en trabajos al aire libre o en cámaras frigoríficas.
- **Caídas por hielo o superficies resbaladizas:** Riesgo elevado en entornos exteriores o industriales refrigerados.
- **Pérdida de destreza manual:** El frío reduce la sensibilidad y fuerza de agarre, aumentando errores y accidentes.
- **Uso incorrecto de herramientas:** Por rigidez o entumecimiento de las extremidades.

Para los accidentes laborales suele tratarse de exposiciones puntuales a shock térmico o a superficies o gases con temperaturas extremas.

Para las enfermedades profesionales se considera la carga térmica. La carga térmica es un conjunto condiciones ambientales que afectan al equilibrio térmico del humano en combinación con el tipo de actividad que se desarrolla.

La Carga Térmica se compone de:

- Temperatura del aire
- Humedad relativa
- Velocidad del aire
- Radiación térmica
- Actividad Física

El nivel de Actividad Física se estima de la siguiente manera:

- Ligero: hasta 200 kcal/h → Ej.: tareas de oficina, supervisión visual.
- Moderado: 200-350 kcal/h → Ej.: trabajo con herramientas manuales, control de procesos.
- Pesado: más de 350 kcal/h → Ej.: construcción, cargadores, tareas físicas exigentes.

Para medir el resto de los componentes se emplea un termómetro WBGT (del inglés wet-bulb globe temperature, también conocido como TGBH en español Temperatura de Globo de Bulbo Humedo).

La temperatura WBGT es una medida de la temperatura aparente que estima el efecto de la temperatura, la humedad, la velocidad del viento (el efecto refrescante del aire) y la radiación visible e infrarroja (generalmente la radiación solar) en el ser humano. Los higienistas industriales, atletas y militares la emplean para determinar la exposición apropiada a altas temperaturas. Se deriva de la siguiente fórmula:

$$WBGT = 0.7 T_w + 0.2 T_g + 0.1 T_d$$

$T_w$ : Temperatura de bulbo húmedo

$T_g$ : Temperatura de Globo

$T_d$ : Temperatura de bulbo seco



Con los datos de la temperatura WBGT y el tipo de actividad se establecen los siguientes límites en el **Decreto 351/79**:

Tipo de Trabajo	Límite WBGT
Ligero	30.0 °C
Moderado	27.5 °C
Pesado	25.0 °C

Medidas a tomar:

En ambientes calurosos:

- Ventilación adecuada
- Hidratación frecuente
- Pausas en lugares frescos
- Uso de ropa liviana y transpirable o ropa aislante térmicamente
- Reducción de la carga de trabajo o rotación de tareas

En ambientes fríos:

- Ropa térmica adecuada
- Tiempos de exposición controlados
- Barreras contra el viento
- Bebidas calientes (sin alcohol)
- Entrenamiento para reconocer síntomas de hipotermia

---

## 1.2.- Iluminación

La iluminación se refiere a la cantidad, calidad y distribución de luz en el lugar de trabajo. Una iluminación inadecuada puede generar fatiga visual, errores, accidentes y enfermedades laborales.

Existen dos unidades de medida empleadas para dos tipos de mediciones de luz distintas. Los lúmenes (lm) se emplean para medir la cantidad de luz que emite una fuente lumínica, esta medición es la que encontraremos en los artefactos emisores de luz tales como focos o lámparas.

Para la HSI nos resulta importante la cantidad de luz que incide sobre las superficies independientemente de la emisión ya que esta puede verse afectada por factores de propios de la infraestructura que la rodea.

En HSI la iluminación se mide en lux (lx), que es la unidad que expresa la cantidad de luz incidente sobre una superficie. Se utiliza un luxómetro para hacer las mediciones.



A modo de equivalencia  $1 \text{ lux} = 1 \text{ lúmen por metro cuadrado}$ .

La metodología de medición se basa en medir la iluminación en el puesto de trabajo tanto en el punto central como en las inmediaciones cercanas (a pocos centímetros). A su vez un estudio adecuado debe considerar reflejos y proyección directa e indirecta sobre la vista desde el elemento que produce la luz.

La norma IRAM 11603 “Medición de la iluminación en lugares de trabajo” establece el protocolo técnico para dichas mediciones, a grandes rasgos debe tenerse en cuenta:

Requisitos del instrumental:

- Luxómetro calibrado
- Sensor de respuesta espectral similar al ojo humano
- Lecturas en plano horizontal (habitualmente a 0.85 m de altura para tareas de escritorio)

**Procedimiento básico:**

- Dividir el área de trabajo en una grilla de medición.
- Realizar mediciones en los puntos determinados por la grilla (mínimo 5, ideal 9 o más).
- Tomar la iluminancia promedio, la mínima y la máxima.
- Comparar con los valores de referencia establecidos en el Anexo IV del **Decreto 351/79**. (ver tabla más adelante)
- Evaluar la uniformidad (mínimo/promedio  $\geq 0,7$  recomendable).

El **Decreto 351/79** declara que: “Todo lugar de trabajo deberá contar con iluminación natural o artificial que asegure una visión adecuada para la tarea que se realiza.” A su vez se permite el uso de iluminación natural, artificial o combinada y el sistema de iluminación debe ser medible para asegurar el cumplimiento de los niveles mínimos en lux establecidos según el tipo de tarea.

**El Decreto 351/79** considera que:

- La iluminación debe ser uniforme, sin zonas con sombras intensas o contrastes excesivos.
- Se deben evitar reflejos molestos y deslumbramientos.
- Cuando se utilice iluminación artificial, debe garantizarse una reproducción cromática adecuada.
- Se deben instalar sistemas de mantenimiento y limpieza de luminarias para evitar pérdida de eficiencia.

Existen distintos tipos de iluminación inadecuada entre ellos podemos mencionar:

- **Deficiente o insuficiente:** Dificulta la visibilidad, provoca errores y cansancio ocular.
- **Excesiva o deslumbrante:** Puede ser directa (ej. sol o lámpara potente en los ojos) o reflejada (superficies brillantes). Genera molestias visuales, distracción o fatiga.
- **Mal distribuida:** Diferencias bruscas de luz entre áreas. Obliga al ojo a adaptarse constantemente.
- **Flicker o parpadeo de luces:** Genera incomodidad, estrés visual, dolor de cabeza.

Entre los efectos sobre la salud y el trabajo podemos destacar:

- Fatiga visual y mental
- Cefaleas
- Irritación ocular
- Disminución de la concentración
- Aumento de errores y accidentes
- Cambios en el estado de ánimo (por ejemplo, en ambientes sin luz natural)

Dependiendo del tipo de actividad la iluminación requerida acorde al **Decreto 351/79** es:

Tipo de Tarea o Área	Nivel Mínimo de iluminación (lux)
Áreas de circulación, pasillos	100 lux
Depósitos, tareas de poca exigencia visual	100 lux
Trabajo general en talleres	200 lux
Oficinas y tareas administrativas generales	300 lux
Lectura y escritura fina, dibujo técnico	500 lux
Ensamble de precisión	1000 lux
Tareas de extrema precisión (laboratorios, control de calidad)	2000 lux

**Medidas a tomar:**

- Diseño adecuado del sistema de iluminación (natural y artificial)
- Mantenimiento de lámparas y artefactos
- Uso de luces difusas o con pantallas para evitar deslumbramientos
- Evitar superficies brillantes que reflejen la luz
- Combinación equilibrada entre luz natural y artificial
- Ajuste del nivel lumínico según la tarea

### 1.3.- RUIDO

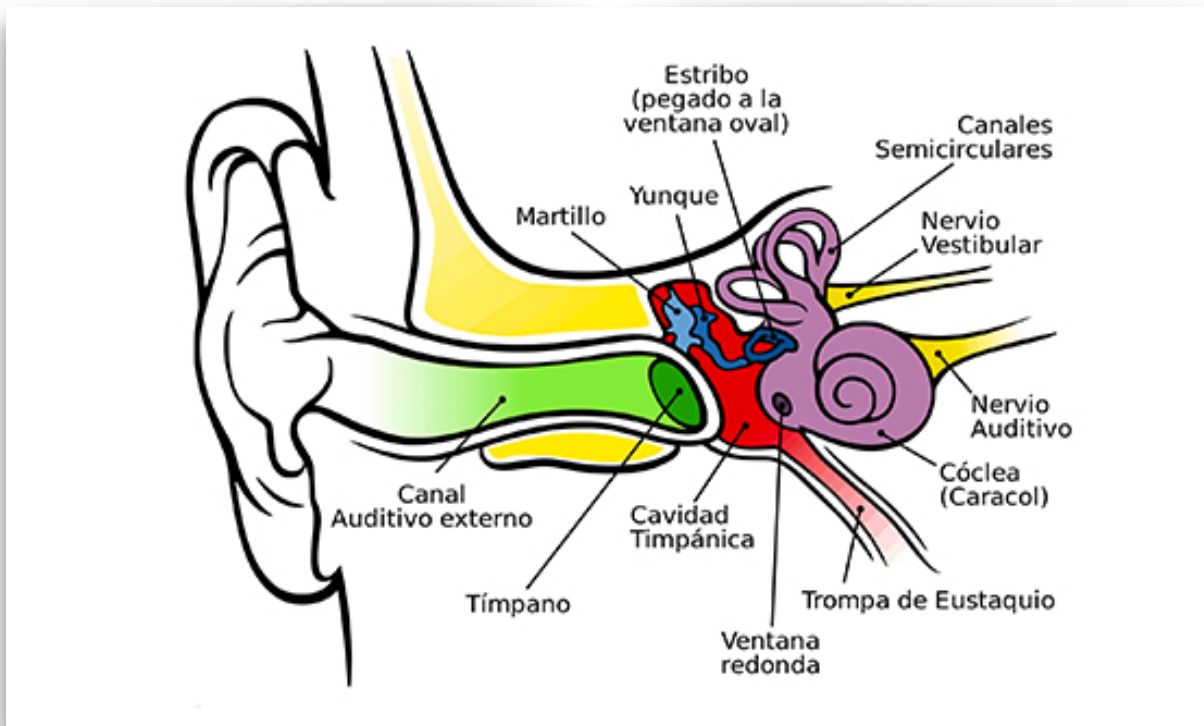
El ruido es una forma de sonido, que se caracteriza respecto al resto de los sonidos por ser molesto (subjetivo) o producir daño (objetivo).

El sonido puede definirse como un “fenómeno de perturbación mecánica, que se propaga en un medio material elástico y que tiene la propiedad de estimular una sensación auditiva.” Podrían ser ejemplos del medio o material elástico el aire, agua, madera, metal, los huesos, etc.

El oído tiene entre sus funciones el convertir las perturbaciones sonoras en impulsos bioeléctricos para que la corteza cerebral interprete estas señales. A su vez cumple una función importante en el equilibrio.

El elemento fundamental para sentir las perturbaciones sonoras es el tímpano, que es una membrana flexible que transmite mecánicamente las vibraciones al martillo y yunque.

A su vez el tímpano separa el canal auditivo externo del oído interno. Para permitir un correcto funcionamiento del tímpano es necesario mantener un equilibrio de presión del oído interno y el externo. Una de las consecuencias leves del desajuste de presión es el famoso apunamiento, si el desajuste es grave y/o violento puede haber daño en el tímpano.



Podemos identificar distintos tipos de ruido:

- **Ruido continuo:** constante y estable (ej: motores, ventiladores).
- **Ruido intermitente:** aparece y desaparece (ej: maquinaria que se activa por ciclos).

- **Ruido de impacto:** ráfagas breves e intensas (ej: martillo neumático, disparos).
- **Ruido de banda ancha/estrecha:** según el rango de frecuencia que afecta.

En el ámbito laboral nos va a preocupar específicamente el ruido dado los problemas e inconvenientes que produce:

A. Efectos auditivos (irreversibles):

- Hipoacusia inducida por ruido (HIR): pérdida auditiva progresiva, permanente e irreversible.
- Tinnitus: zumbidos permanentes en el oído.

B. Efectos no auditivos:

- Estrés y fatiga
- Dificultad de concentración
- Trastornos del sueño y del ritmo cardíaco
- Irritabilidad y agresividad
- Interferencia en la comunicación
- Aumento de errores y accidentes laborales

El ruido no solo es peligroso por el daño fisiológico que puede generar directamente, si no también por el daño fisiológico indirecto cuando se suma a otros factores que producen un accidente laboral, también es costoso en términos de rendimiento, productividad y calidad de producción.

Vamos a entender cómo Dosis de Ruido a la cantidad de energía sonora que puede recibir un trabajador durante un periodo de tiempo.

El el Ruido lo vamos a medir en tres parámetros:

- A. Frecuencia
- B. Duración
- C. Intensidad

A. Frecuencia:

Vamos a medir la frecuencia del sonido en Hz (Hertz), esto implica la cantidad de ciclos por segundo que componen el sonido.

El rango de frecuencias que puede oír el ser humano esta entre los 20 Hz y los 20.000 Hz. Esto es aproximado dado que cada persona posee una capacidad auditiva particular.

La voz humana suele estar en un rango de frecuencias de 100 Hz a 8.000 Hz. Estos son rangos máximos, por ejemplo cantantes de ópera. Durante una conversación normal la voz humana esta entre 400 Hz y 3000 Hz.

Cuanto más baja la frecuencia más grave se percibirá el sonido y cuanto más alta más agudo se percibirá el sonido.

B. Duración:

A los fines de a duración al ruido se va a medir en horas o minutos a los que está expuesto un trabajador.

C. Intensidad:

La intensidad del volumen se expresa en dB (decibeles).

Las Dosis de Ruido máximas a las que puede exponerse un trabajador están definidas en la Resolución 295/03 (Superintendencia de Riesgos del Trabajo, 2003).

Exposición Diaria en Horas	dB
----------------------------	----

24	0
16	82
8	85
4	88
2	91
1	94
0,5 (30 minutos)	97
0,25 (15 minutos)	100

#### **Medidas a tomar:**

- Control en la fuente:
  - Mantenimiento de maquinaria
  - Sustitución de equipos ruidosos
  - Encapsulamiento de fuentes sonoras
- Control en el medio:
  - Aislamiento acústico
  - Barreras o cabinas
  - Reducción del tiempo de exposición
- Control en el receptor (persona):
  - EPP auditivo (tapones o protectores tipo orejera)
  - Capacitación y entrenamiento
  - Rotación de tareas

---

## 1.4.- Radiaciones

Las radiaciones son formas de energía que se propagan en el espacio en forma de ondas o partículas. En el ambiente laboral, constituyen un factor de riesgo físico cuando su exposición es significativa y sin protección adecuada. Pueden afectar a la salud dependiendo de su tipo, intensidad, frecuencia, duración de la exposición y las partes del cuerpo expuestas.

Podemos identificar dos tipos de radiaciones, las ionizantes y las no ionizantes:

### **A. Radiaciones ionizantes:**

Son aquellas que tienen energía suficiente para ionizar átomos o moléculas, es decir, romper enlaces atómicos y dañar el ADN.

Ejemplos:

- Rayos X (radiología)
- Rayos gamma (industria nuclear, gammagrafía)
- Partículas alfa y beta (trabajos con material radioactivo)
- Usos laborales:
  - Medicina (diagnóstico por imagen, radioterapia)
  - Industria (ensayos no destructivos)
  - Energía nuclear

Efectos en la salud:

- Daño celular, mutaciones genéticas

- Cáncer
- Enfermedades por irradiación (dosis elevadas)
- Riesgo acumulativo a largo plazo

### **B. Radiaciones no ionizantes:**

No tienen suficiente energía para ionizar la materia, pero sí pueden causar efectos térmicos o biológicos.

Ejemplos:

- Luz ultravioleta (UV)
- Luz visible
- Infrarrojos (IR)
- Microondas
- Radiofrecuencias
- Láseres
- Campos eléctricos y magnéticos (industria eléctrica, telecomunicaciones)

Efectos en la salud:

- Quemaduras, cataratas (IR)
- Daños en la retina o córnea (láser, UV)
- Fatiga visual
- Estrés térmico (microondas)
- Interferencia con marcapasos o sistemas nerviosos (campos electromagnéticos)

La evaluación del riesgo para el factor radiaciones suele requerir el uso de dispositivos especiales para el tipo de radiación específico, algunos ejemplos pueden ser:

- Dosimetría personal (para radiaciones ionizantes): mide la dosis acumulada que recibe un trabajador.
- Instrumentos de medición: detectores Geiger, radiómetros, medidores de intensidad de campo electromagnético, luxómetros UV.

Este factor de riesgo es muy amplio y diverso por lo cual deberá profundizar el profesional en la temática específica cuando se le presente, en este apunte solo nos limitaremos a brindar estas nociones generales para ayudar a la identificación del camino a seguir.

Medidas a tomar:

#### **A. Para radiaciones ionizantes:**

- Blindaje y pantallas de plomo
- Reducción del tiempo de exposición
- Aumento de la distancia
- Dosimetría individual
- Ropa de protección
- Capacitación obligatoria
- Señalización de zonas controladas

#### **B. Para radiaciones no ionizantes:**

- Uso de filtros (UV, IR)
- Pantallas protectoras en láseres o microondas
- Control de niveles de emisión
- Evitar exposición directa a fuentes intensas
- Protección ocular
- Señalización de fuentes de radiación

## 1.5.- Vibraciones

Las vibraciones son oscilaciones mecánicas que se transmiten a través de un medio sólido (como el suelo, una herramienta o una máquina) y que pueden afectar al cuerpo humano. Se consideran un factor de riesgo físico cuando su exposición es prolongada o de alta intensidad.

Las vibraciones como factor de riesgo pueden presentarse en dos tipos, aquellas que afectan al cuerpo entero y aquellas que afectan a la mano-brazo en la operación de alguna maquinaria o herramienta.

### **A. Vibraciones de cuerpo entero (WBV – Whole Body Vibration):**

Se transmiten desde la superficie o asiento al cuerpo completo. Son comunes en conductores de camiones, maquinaria pesada, trenes, etc.

### **B. Vibraciones mano-brazo (HAV – Hand-Arm Vibration):**

Se transmiten a través de herramientas manuales a las manos y brazos. Muy comunes en el uso de taladros, martillos neumáticos, esmeriladoras, motosierras, etc.

La medición de las vibraciones se realizan en función de la aceleración ( $m/s^2$ ) y para esto se emplean instrumentos como acelerómetros triaxiales, para poder analizar la aceleración de las vibraciones en función de su frecuencia, duración y dirección en relación a los ejes X, Y y Z.

Dado que el **Decreto 351/79** no fija valores límite concretos, en la práctica se aplican los establecidos por la norma **ISO 2631-1** y la **Directiva Europea 2002/44/CE**, adoptados por técnicos y evaluadores.

Valores de vibración para mano-brazo:

- Valor de acción:  $2.5 m/s^2$
- Valor límite:  $5.0 m/s^2$  (8 horas)

Valores para vibración para cuerpo entero ():

- Valor de acción:  $0.5 m/s^2$
- Valor límite:  $1.15 m/s^2$  (8 horas)

Ente los efectos sobre la salud podemos identificar los siguientes:

### **A. Vibraciones de cuerpo entero:**

- Dolores lumbares, fatiga, trastornos musculoesqueléticos
- Problemas digestivos
- Lesiones en la columna vertebral
- Riesgo aumentado de hernias discales

### **B. Vibraciones mano-brazo:**

- Síndrome de vibración mano-brazo (HAVS)
- Hormigueo, entumecimiento, pérdida de sensibilidad
- Trastornos circulatorios (síndrome de dedo blanco o fenómeno de Raynaud)
- Artrosis, tendinitis

Medidas a tomar:

- Control técnico:
  - Sustitución de herramientas por modelos con menos vibración
  - Uso de mangos amortiguadores
  - Mantenimiento preventivo de equipos
- Organización del trabajo:
  - Limitar el tiempo de exposición
  - Rotación de tareas
  - Pausas activas
- Equipos de protección personal (EPP):

- Guantes antivibratorios (en HAV)
- Asientos amortiguados (en WBV)
- Calzado con suela absorbente (en trabajadores de pie)
- Capacitación:
  - Entrenamiento en el uso seguro de herramientas
  - Conciencia de síntomas iniciales de exposición

## 2. Mecánicos

Los factores de riesgo mecánicos son aquellos elementos, objetos, partes móviles o condiciones del entorno laboral que, por su naturaleza física o por el modo en que interactúan con los trabajadores, pueden causar accidentes o enfermedades laborales. Se originan en energías mecánicas como cinética o potencial por medio de impactos, fricción u otras acciones.

---

### 2.1.- Atrapamiento

El atrapamiento es un riesgo mecánico que ocurre cuando una parte del cuerpo (generalmente manos, brazos, piernas o ropa) queda aprisionada entre dos objetos o mecanismos móviles o fijos, lo que puede generar lesiones graves o fatales. Se relaciona con el movimiento de máquinas, herramientas, materiales o estructuras, y puede suceder de forma súbita o accidental.

Entre las situaciones comunes de atrapamiento podemos identificar:

En equipos o maquinarias:

- Engranajes sin protección
- Ejes giratorios
- Correas y poleas
- Cilindros hidráulicos
- Prensas, tornos, plegadoras

En tareas de obra o mantenimiento:

- Excavaciones o zanjos con riesgo de colapso
- Caídas de estructuras o materiales
- Espacios confinados con componentes móviles

Por uso inadecuado de ropa o elementos:

- Ropa suelta, guantes largos o colgantes que se enganchan
- Cabello largo no recogido cerca de maquinaria

Las lesiones más comunes vinculadas a atrapamiento son:

- Aplastamientos
- Amputaciones
- Fracturas
- Lesiones internas por presión
- Lesiones por tracción (tirón de cabello, piel o ropa)
- Asfixia por atrapamiento en espacios cerrados

Para la generación de datos para la evaluación de riesgos vinculados a este factor suelen emplearse listas de verificación e inspección, observaciones directas, matrices de riesgos, etc. Las evaluaciones deben considerar:

- Tipo de maquinaria o herramienta
- Accesibilidad de partes móviles
- Velocidad y fuerza de los mecanismos
- Proximidad del operario
- Estado de mantenimiento y protección
- Capacitación del personal

### Medidas a tomar:

- Técnicas:
  - Guardas físicas o carcasas protectoras en partes móviles
  - Dispositivos de parada de emergencia
  - Sensores o barreras fotoeléctricas
  - Botones de doble comando en máquinas
- Administrativas:
  - Procedimientos de trabajo seguro (PTS)
  - Capacitación específica y continua
  - Señalización clara de zonas de riesgo
  - Permisos de trabajo para mantenimiento
- Protección individual:
  - Ropa ajustada y adecuada
  - No usar accesorios sueltos (cadenas, bufandas)
  - Uso de EPP cuando corresponde

---

## 2.2.- Golpes

Los golpes son un tipo de riesgo mecánico que se produce por el impacto de un objeto sobre una parte del cuerpo, o por el choque del trabajador contra objetos fijos o móviles. Son muy frecuentes en la mayoría de los sectores laborales. Pueden derivar en lesiones leves (como hematomas) hasta graves (fracturas, traumatismos oculares, traumatismos craneales) pudiendo ocasionar fatalidades.

Podemos clasificar distintos tipos de golpes en el ámbito laboral:

- Golpes contra objetos fijos: Impactos con esquinas, estanterías, estructuras metálicas, techos bajos, etc. Pueden ser causados por falta de señalización, iluminación deficiente o desorden.
- Golpes con objetos en movimiento: Herramientas manuales, piezas expulsadas de máquinas, caída de objetos desde altura.
- Golpes entre vehículos o maquinaria móvil y personas: Montacargas, autoelevadores, grúas, camiones en obras o depósitos.
- Golpes por caída de objetos: Desde estanterías, andamios, puentes grúa, herramientas en altura.

Entre las consecuencias para la salud podemos identificar:

- Contusiones
- Hematomas
- Cortes o heridas abiertas
- Fracturas
- Traumatismos craneales o faciales
- Lesiones oculares
- Daño interno (órganos)
- En algunos casos, los golpes pueden derivar en accidentes fatales.

Para la generación de datos para la evaluación de riesgos vinculados a este factor suelen emplearse listas de verificación e inspección, observaciones directas, matrices de riesgos, etc. Las evaluaciones deben considerar:

- Entorno de trabajo (orden, limpieza, circulación)
- Presencia de objetos móviles o mal asegurados
- Altura de objetos almacenados
- Maniobras de vehículos o maquinaria
- Uso (o no) de protección personal

### Medidas a tomar:

- Técnicas:
  - Acolchado o redondeo de esquinas y estructuras
  - Señalización de obstáculos y zonas peligrosas

- Protección contra caída de objetos (redes, barandillas)
- Barreras físicas entre peatones y maquinaria
- Administrativas:
  - Capacitación en manejo de cargas, orden y limpieza
  - Rutas seguras de circulación
  - Supervisión y control de maniobras con maquinaria
- Protección Individuales:
  - Uso obligatorio de EPP: casco, guantes, calzado de seguridad, gafas protectoras
  - Ropa ajustada, sin partes colgantes
  - Evitar distracciones (uso del celular en áreas críticas)

---

## 2.3.- Cortes

Los riesgos de corte son un tipo de riesgo mecánico que se produce cuando una parte del cuerpo entra en contacto con elementos afilados, punzantes o cortantes, provocando una lesión que puede ir desde una herida leve hasta una amputación.

Las fuentes comunes de cortes en el ámbito laboral son:

- Herramientas manuales: Cuchillos, cutter, sierras, tijeras, formones
- Maquinaria: Guillotinas, sierras circulares o de banda, prensas, cortadoras automáticas, torno sin protección
- Materiales y objetos manipulados: Chapas metálicas, vidrios, cerámicos, alambres, herramientas defectuosas
- Otras causas:
  - Uso incorrecto de herramientas
  - Almacenamiento inadecuado de objetos punzantes
  - Falta de mantenimiento de equipos
  - Prácticas inseguras de trabajo

Entre las consecuencias para la salud podemos identificar:

- Heridas superficiales o profundas
- Laceraciones
- Cortes con sangrado abundante
- Pérdida de tejido
- Amputaciones parciales o completas
- Infecciones por heridas mal tratadas

Para la generación de datos para la evaluación de riesgos vinculados a este factor suelen emplearse listas de verificación e inspección, observaciones directas, matrices de riesgos, etc. Las evaluaciones deben considerar:

- Tareas que impliquen contacto con materiales cortantes
- Estado de conservación de herramientas y equipos
- Uso o no de Elementos de Protección Personal (EPP)
- Nivel de capacitación del personal
- Señalización y orden en el lugar de trabajo

Medidas a tomar:

- Técnicas:
  - Diseño seguro de máquinas (doble comando, resguardos)
  - Mantenimiento preventivo de herramientas
  - Dispositivos de parada de emergencia
  - Cuchillos de seguridad con hoja retráctil
- Organizativas:
  - Procedimientos seguros para el uso y guardado de herramientas
  - Capacitación continua en técnicas seguras de corte y manipulación
  - Señalización de zonas peligrosas

- Personales:
  - Uso de EPP adecuados: guantes anticorte, delantales de cuero o resistentes al corte, protección ocular
  - Vestimenta ajustada, sin elementos colgantes

---

## 2.4.- Punciones

El riesgo de punción es un tipo de riesgo mecánico que ocurre cuando una parte del cuerpo entra en contacto con un objeto puntiagudo que penetra la piel o tejidos, generando heridas más o menos profundas. A diferencia de los cortes (que son lineales), las punciones son penetraciones verticales o profundas provocadas por objetos con punta.

Las fuentes comunes de punciones en el ámbito laboral son:

- Herramientas manuales: Clavos, agujas, punzones, destornilladores, punteros
- Materiales: Alambres, varillas, mallas metálicas, astillas, vidrios puntiagudos
- Instrumental médico o de laboratorio: Jeringas, lancetas, bisturíes
- Equipos o maquinarias: Elementos punzantes de máquinas, superficies con rebabas o puntas expuestas

Entre las consecuencias para la salud podemos identificar:

- Hematomas internos
- Infecciones (especialmente si el objeto está sucio o contaminado)
- Tétanos
- Lesiones nerviosas o articulares
- Transmisión de enfermedades (hepatitis B, hepatitis C, VIH) en áreas sanitarias
- Riesgo de cuerpos extraños alojados bajo la piel

Es importante remarcar que en el caso de las punciones pueden ser peligrosas por más que la herida no lo parezca a simple vista.

Para la generación de datos para la evaluación de riesgos vinculados a este factor suelen emplearse listas de verificación e inspección, observaciones directas, matrices de riesgos, etc. Las evaluaciones deben considerar:

- Tareas que impliquen contacto con elementos puntiagudos
- Diseño y mantenimiento de herramientas y materiales
- Uso o no de Elementos de Protección Personal (EPP)
- Procedimientos de trabajo
- Capacitación del personal

Medidas a tomar:

- Técnicas:
  - Uso de herramientas con puntas protegidas o retráctiles
  - Almacenamiento seguro de objetos punzantes
  - Eliminación segura de elementos descartables (contenedores rígidos para jeringas, agujas, etc.)
  - Control de calidad de materiales con riesgo de rebaba
- Administrativas:
  - Procedimientos escritos para manejo y descarte de objetos punzantes
  - Capacitación específica sobre el riesgo de punciones
  - Orden y limpieza en áreas de trabajo
- Protección Individual:
  - Guantes resistentes a punciones (no guantes comunes de látex)
  - Calzado de seguridad con puntera y suela reforzada
  - Ropa de trabajo adecuada (evitar tejidos finos o descubiertos)

### 3. Químicos

Los factores de riesgo químicos son sustancias o compuestos presentes en el ambiente laboral, también podemos encontrarlos referencia bajo el nombre “agentes químicos”.

Los agentes químicos son aquellas sustancias orgánicas o inorgánicas, naturales o sintéticas y carentes de vida propia que estando presentes en el ámbito laboral pueden ser absorbidos por el organismo y causar efectos adversos para la salud.

#### Clasificación de Agentes Químicos según su tipo de daño

Una clasificación de los agentes químicos puede ser:

Propiedad	Parte del Organismo Afectada	Tiempo que tarda en aparecer la afección	Efecto	Ejemplo
Irritante o Corrosiva	Cualquiera, pero normalmente los ojos, los pulmones y la piel	De unos minutos a varios días	Inflamación, quemaduras y ampollas de la zona expuesta. Con frecuencia se cura tras una exposición aguda. La exposición crónica puede provocar daños permanentes.	Amoníaco, ácido sulfúrico, óxido de nitrógeno, sosa cáustica.
Fibrógena	Normalmente los pulmones	Años	Pérdida gradual acumulada de la función de los pulmones que provoca discapacidad y muerte si hay una exposición crónica.	Polvo de bauxita, amianto, bagazo
Alérgica	Cualquiera, pero frecuentement e los pulmones y la piel.	De días a años	En los pulmones puede provocar enfermedades crónicas similares al asma e incapacidad permanente. En la piel puede producir dermatitis profesional.	Disocianato de tolueno (DIT), endurecedores por aminas para resinas epóxido.
Dermatítica	Piel	De días a años	Sarpullidos con inflamación y escamación de la piel. Puede proceder de una exposición crónica a productos irritantes, agentes alergénicos, solventes o detergentes.	Acidos muy ionizados, álcalis, detergentes, tetracloruro de carbono, tricloroetileno.
Carcinógena	Cualquier órgano, pero frecuentement e la piel, los pulmones y la vesícula.	de 10 a 40 años	Cáncer en el órgano o el tejido afectado. A largo plazo, puede provocar muerte prematura.	2-naftilamina, algunos alquitranes y aceites, benzidina, amianto.

Propiedad	Parte del Organismo Afectada	Tiempo que tarda en aparecer la afección	Efecto	Ejemplo
Venenosa	Cualquier órgano, pero frecuentemente el hígado, el cerebro y los riñones.	De pocos minutos a muchos años	Muerte de células de órganos vitales con imposibilidad del órgano de desempeñar importantes funciones biológicas. Puede ocasionar la muerte.	Tetracloruro de carbono, mercurio, cadmio, monóxido de carbono, cianuro de hidrógeno.
Asfixiante	Pulmones.	Minutos	Los gases sustituyen el contenido normal de oxígeno del aire.	Acetileno, dióxido de carbono

En la identificación de peligros y en la evaluación de riesgos de puestos donde se emplean agentes químicos un recurso fundamental son las MSDS y las TDS, o fichas de seguridad de los materiales y productos químicos empleados.

## Vías de ingreso al organismo de los Agentes Químicos

Las vías de ingreso de agentes químicos al cuerpo humano representan los mecanismos fundamentales a través de los cuales estas sustancias pueden atravesar las barreras biológicas del organismo e iniciar procesos que conducen a efectos adversos para la salud.

Las principales vías de ingreso son:

### **INHALACIÓN:**

La inhalación constituye la vía de exposición más significativa para una amplia gama de agentes químicos presentes en el ambiente laboral e industrial. Estos contaminantes se presentan en diversas formas físicas, incluyendo gases (sustancias que a temperatura y presión ambiente se encuentran en estado gaseoso), vapores (la forma gaseosa de sustancias que a temperatura y presión ambiente son líquidas o sólidas), humos (partículas sólidas finas generadas por la combustión incompleta o la condensación de metales fundidos), nieblas (pequeñas gotas de líquidos dispersas en el aire) y partículas (sólidos finamente divididos como polvos y fibras).

Durante el proceso respiratorio, el aire contaminado ingresa al sistema respiratorio, comenzando por las fosas nasales y la cavidad oral, pasando por la faringe, la laringe, la tráquea, los bronquios y finalmente alcanzando los alvéolos, que son las unidades funcionales de intercambio gaseoso en los pulmones. La profundidad de la penetración de las partículas en el sistema respiratorio está directamente relacionada con su tamaño aerodinámico. Las partículas más grandes tienden a depositarse en las vías respiratorias superiores, donde pueden ser eliminadas por mecanismos mucociliares, mientras que las partículas más pequeñas (generalmente menores de 10 micrómetros) pueden alcanzar los alvéolos.

La vasta superficie alveolar, junto con su rica red de capilares sanguíneos, facilita la rápida transferencia de los agentes químicos desde el aire inhalado hacia el torrente sanguíneo.

Gases y vapores pueden disolverse en la película líquida que recubre los alvéolos y difundirse a través de la membrana alveolocapilar hacia la sangre, impulsados por gradientes de concentración. Las partículas depositadas en los alvéolos pueden ser fagocitadas por macrófagos alveolares o disolverse lentamente, liberando el agente químico para su absorción sistémica. Una vez en la circulación sanguínea, los agentes químicos pueden distribuirse a diversos órganos y tejidos del cuerpo, alcanzando sus sitios de acción donde pueden interactuar con moléculas biológicas y desencadenar efectos tóxicos.

### **ABSORCIÓN CUTÁNEA (CONTACTO CON LA PIEL):**

La piel, el órgano más extenso del cuerpo humano, actúa como una barrera primaria contra la entrada de sustancias extrañas. Está compuesta por varias capas, siendo la más externa la epidermis, seguida por la dermis y la hipodermis. La epidermis, en particular su capa más externa, el estrato córneo, representa la principal barrera de difusión debido a su estructura de células muertas queratinizadas embebidas en una matriz lipídica.

Sin embargo, ciertos agentes químicos, dependiendo de sus propiedades fisicoquímicas, pueden penetrar esta barrera a través de diferentes mecanismos. Los compuestos liposolubles (afines a las grasas) tienden a disolverse en la matriz lipídica del estrato córneo y difundirse a través de él. Los compuestos hidrosolubles (afines al agua) pueden penetrar a través de las vías intercelulares o a través de los folículos pilosos y las glándulas sudoríparas. El tamaño molecular del agente también juega un papel importante, ya que moléculas más pequeñas generalmente penetran más fácilmente.

La velocidad y la magnitud de la absorción cutánea están influenciadas por diversos factores, incluyendo las características del agente químico (coeficiente de partición octanol-agua, peso molecular), la concentración del contaminante en contacto con la piel, la duración del contacto, el área de la piel expuesta, la temperatura de la piel y el grado de hidratación. La integridad de la piel es crucial; la piel dañada por cortes, abrasiones, quemaduras o dermatitis presenta una barrera significativamente comprometida, lo que facilita la absorción de agentes químicos.

Una vez que los agentes atraviesan la epidermis y la dermis, pueden alcanzar la rica red de capilares sanguíneos presentes en la dermis y ser transportados a la circulación sistémica, distribuyéndose a otros órganos y tejidos donde pueden ejercer sus efectos dañinos.

### **INGESTIÓN:**

La vía de ingreso por ingestión implica la entrada de agentes químicos al organismo a través de la cavidad oral y su posterior paso a través del tracto gastrointestinal, que comprende el esófago, el estómago, el intestino delgado y el intestino grueso. La ingestión puede ocurrir de manera accidental, como resultado de prácticas de higiene deficientes (por ejemplo, no lavarse las manos antes de comer, llevando objetos contaminados a la boca), la contaminación de alimentos o bebidas en el lugar de trabajo, o la ingestión inadvertida de polvo o partículas depositadas en superficies. En contextos menos comunes, la ingestión puede ser intencional.

Una vez ingeridos, los agentes químicos llegan al estómago, donde el ambiente ácido puede modificar su forma química y afectar su solubilidad y absorción. Posteriormente, pasan al intestino delgado, que es el principal sitio de absorción de nutrientes y también de muchos agentes químicos debido a su vasta superficie proporcionada por las vellosidades y

microvellosidades intestinales. La absorción se produce principalmente a través de las células epiteliales que recubren el intestino y puede involucrar mecanismos de transporte pasivo (difusión) o activo (requiere energía y proteínas transportadoras).

La biodisponibilidad de un agente químico ingerido (la fracción de la dosis que alcanza la circulación sistémica inalterada) puede verse afectada por diversos factores, incluyendo la solubilidad del compuesto en los fluidos gastrointestinales, su estabilidad en el ambiente ácido del estómago y alcalino del intestino, la presencia de alimentos en el tracto digestivo, la motilidad (capacidad de movimiento autónomo de un organismo, célula o parte del cuerpo) intestinal y el metabolismo de primer paso que ocurre en las células intestinales y en el hígado a través del sistema portahepático. Los agentes absorbidos pasan a la sangre y son distribuidos a otros órganos, donde pueden acumularse y ejercer sus efectos tóxicos.

#### **PARENTERAL:**

La vía parenteral se refiere a la introducción de agentes químicos directamente al ambiente interno del cuerpo, evitando las barreras primarias como la piel y el tracto gastrointestinal. Esta vía incluye la inyección, que puede ser accidental (por ejemplo, pinchazos con agujas contaminadas en entornos sanitarios o laborales, lesiones con objetos punzocortantes contaminados) o intencional (administración de medicamentos, uso de sustancias ilícitas). La inyección permite que el agente químico alcance directamente el torrente sanguíneo (inyección intravenosa), el tejido muscular (inyección intramuscular) o el tejido subcutáneo (inyección subcutánea), lo que resulta en una absorción rápida y una distribución sistémica inmediata, con una biodisponibilidad del 100% en el caso de la inyección intravenosa.

Además de la inyección, la vía parenteral también incluye la entrada de agentes químicos a través de heridas abiertas. Cuando la integridad de la piel se ve comprometida por cortes, laceraciones, punciones o quemaduras, los tejidos internos quedan expuestos al contacto directo con sustancias químicas presentes en el ambiente. La absorción a través de heridas abiertas puede ser significativa debido a la ausencia de la barrera epidérmica intacta y a la presencia de vasos sanguíneos y linfáticos cercanos a la superficie. La velocidad y la extensión de la absorción dependerán de las características del agente químico, la extensión y profundidad de la herida, y el tiempo de contacto. La vía parenteral, en general, se asocia con una mayor rapidez y eficiencia en la absorción, lo que puede resultar en efectos tóxicos más agudos y severos debido a la llegada rápida de altas concentraciones del agente al torrente sanguíneo y a los órganos diana.

#### **VÍA OCULAR:**

La **vía ocular** implica el contacto directo de agentes químicos con la superficie del **ojo**, incluyendo la córnea, la conjuntiva y la esclera (parte blanca y dura del ojo). Esto puede ocurrir por salpicaduras de líquidos, exposición a vapores o gases irritantes, o contacto con partículas sólidas. La superficie ocular está cubierta por una película lagrimal que puede ofrecer una protección inicial, pero ciertos agentes químicos pueden penetrar esta barrera.

La absorción de agentes químicos a través del ojo puede ocurrir a través de las membranas mucosas de la conjuntiva y la córnea. La córnea, aunque principalmente avascular, puede permitir la penetración de sustancias liposolubles a través de su epitelio y estroma. La conjuntiva, que está altamente vascularizada, permite una absorción más rápida hacia la

circulación local y potencialmente hacia la circulación sistémica a través de los vasos sanguíneos de los tejidos oculares y el conducto nasolagrimal.

El contacto de agentes químicos con los ojos puede causar una variedad de efectos locales, que van desde irritación leve, enrojecimiento y lagrimeo hasta quemaduras químicas graves, daño corneal, visión borrosa e incluso ceguera, dependiendo de la naturaleza, concentración y tiempo de exposición al agente. Además de los efectos locales, algunos agentes químicos absorbidos a través de la vía ocular pueden alcanzar la circulación sistémica y contribuir a la carga corporal total del tóxico, pudiendo ejercer efectos en otros órganos y sistemas. La rapidez de la absorción y la magnitud de los efectos sistémicos dependerán de las propiedades del agente químico y la extensión de la exposición ocular.

---

## MSDS y TDS

MSDS significa Material Safety Data Sheet, también conocida en español como Hoja de Datos de Seguridad (HDS). Es un documento obligatorio y regulado, que proporciona información sobre las características de un producto químico en cuanto a su seguridad, manejo y riesgos para la salud y el ambiente.

TDS significa Technical Data Sheet, o en español, Hoja de Datos Técnicos. Es un documento que describe las características técnicas y el rendimiento esperado de un producto, generalmente un material, adhesivo, pintura, compuesto, etc.

Ambas fichas son similares pero varían en su enfoque, público objetivo y contenidos. Las MSDS están enfocadas en Salud, Seguridad y Medio Ambiente, mientras que las TDS en el Desempeño, Uso Correcto y Aplicación Técnica. Las MSDS están orientadas a un uso Industrial y de profesionales de Salud Ocupacional, mientras que las TDS están orientadas a técnicos y usuarios finales.

Contenido típico de una MSDS:

- Identificación del producto y del proveedor
- Identificación de peligros
- Composición/información sobre los componentes
- Primeros auxilios
- Medidas contra incendios
- Medidas en caso de derrames
- Manipulación y almacenamiento
- Control de exposición / protección personal
- Propiedades físicas y químicas
- Estabilidad y reactividad
- Información toxicológica
- Información ecológica
- Consideraciones sobre disposición
- Información sobre transporte
- Reglamentación
- Otra información

Contenido típico de una TDS:

- Composición general (sin detallar químicos peligrosos)
- Propiedades físicas (densidad, viscosidad, color)
- Condiciones óptimas de aplicación (temperatura, humedad, tiempo de curado)
- Recomendaciones de uso
- Resultados de ensayos técnicos (ensayos mecánicos, térmicos, etc.)
- Compatibilidad con otros materiales

### 3.1.- Vapores

Los vapores son sustancias químicas en estado gaseoso que provienen de la evaporación de líquidos. Se generan cuando un líquido volátil pasa a fase gaseosa a temperatura ambiente.

Entre los ejemplos comunes de vapores podemos identificar:

- Vapores de disolventes orgánicos (tolueno, xileno, acetona)
- Vapores de combustibles (nafta, gasoil)
- Vapores de productos de limpieza, pinturas, barnices

Los vapores pueden ser tóxicos, irritantes, inflamables o asfixiantes. El riesgo depende de:

- La naturaleza del químico
- Su concentración en el aire
- El tiempo de exposición
- El ambiente de trabajo (ventilación, temperatura)

Los efectos sobre la salud pueden ser:

- Agudos: Mareos, náuseas, irritación ocular o respiratoria, pérdida de conciencia
- Crónicos: Daños hepáticos, renales, pulmonares, sistema nervioso, cáncer
- Locales: Irritación en ojos, nariz, garganta
- Sistémicos: Sustancias que ingresan al cuerpo y afectan órganos a distancia

Las vías de ingreso al organismo pueden ser:

- Vía Respiratoria, inhalación (la más común)
- Vía Cutánea, absorción dérmica (por contacto con la piel)
- Vía Digestiva, ingestión accidental (raro, pero posible por contaminación)

Entre los ejemplos de ambientes laborales con riesgo de vapores podemos identificar:

- Talleres de pintura
- Industrias químicas
- Imprentas
- Laboratorios
- Estaciones de servicio
- Limpieza con solventes

Para la generación de datos para la evaluación de riesgos vinculados a este factor suelen emplearse listas de verificación e inspección, observaciones directas, matrices de riesgos, bombas de muestreo, tubos colorimétricos, detectores de gases, etc. Las evaluaciones deben considerar:

- Identificación de productos utilizados
- Ficha de Seguridad (MSDS)
- Concentración en el aire ( $\text{mg}/\text{m}^3$  o ppm)
- Tiempo de exposición
- Ventilación

Dependiendo del agente químico que se trate se comparan los valores con límites de exposición normados o recomendados acorde considerando:

- Valores Límite Permisible (VLA)
- Valores umbral (TLV – Threshold Limit Value)

Medidas a tomar:

- Sustitución:
  - Usar productos menos tóxicos o de baja volatilidad
- Ventilación:
  - General (natural o forzada)
  - Localizada (campanas extractoras, cabinas)

- EPP (Elementos de Protección Personal):
  - Respiradores con filtros para vapores químicos (según tipo)
  - Guantes impermeables
  - Gafas de seguridad
  - Ropa de trabajo adecuada
- Capacitación:
  - Leer y comprender las Fichas de Seguridad (MSDS/FISPQ)
  - Procedimientos seguros de trabajo
  - Reconocer síntomas de intoxicación
- Otras:
  - Almacenamiento adecuado
  - Etiquetado claro
  - Señalización de zonas de riesgo
  - Higiene personal al terminar la jornada

### 3.2.- Gases

Los gases son sustancias que están en estado gaseoso a temperatura y presión ambiente, y se dispersan fácilmente en el aire.

Los que nos ocupan en la Higiene y Seguridad industrial suelen ser tóxicos, inflamables, asfixiantes o corrosivos.

No deben confundirse con los vapores, que son gases derivados de líquidos. Los gases son sustancias que ya se encuentran naturalmente en ese estado físico en condiciones de temperatura y presión normales.

Las vías de ingreso al organismo pueden ser:

- Vía Respiratoria, inhalación (la más común)
- Vía Cutánea, absorción dérmica (por contacto con la piel)
- Vía Digestiva, ingestión accidental (raro, pero posible por contaminación)

Podemos categorizar los gases según su peligrosidad:

Tipo	Características	Ejemplos
Tóxicos	Pueden causar intoxicaciones agudas o crónicas	Monóxido de Carbono (CO), Cloro (Cl <sub>2</sub> ), Amoníaco (NH <sub>3</sub> )
Inflamables	Pueden formar mezclas explosivas con el aire	Metano (CH <sub>4</sub> ), Hidrógeno (H <sub>2</sub> ), Propano (C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> )
Asfixiantes	Desplazan el oxígeno del ambiente	Nitrógeno (N <sub>2</sub> ), dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )
Corrosivos	Causan daños a tejidos vivos o materiales	Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> ), Cloro (Cl <sub>2</sub> )
Comburentes	Favorecen la combustión sin ser combustibles	Oxígeno (O <sub>2</sub> ), Óxidos de Nitrógeno

Para la generación de datos para la evaluación de riesgos vinculados a este factor suelen emplearse listas de verificación e inspección, observaciones directas, matrices de riesgos, Detectores Multigas, Tubos Colorimétricos, Dosímetros Personales, etc. Las evaluaciones deben considerar:

- Qué gases están presentes
- Sus concentraciones en el aire
- Límites de exposición (TLV, VLA)

- Duración y frecuencia de la exposición
- Condiciones del ambiente (ventilación, temperatura, presión)

Medidas a tomar:

- Ventilación:
  - General o localizada, dependiendo del tipo de gas
- Elementos de Protección Personal:
  - Respiradores adecuados (filtros específicos o equipos autónomos)
  - Protección ocular y facial (en gases irritantes o corrosivos)
  - Guantes y ropa de protección si corresponde
- Medidas técnicas:
  - Detección temprana con sensores y alarmas
  - Sistemas de extracción de aire
  - Aislamiento de procesos
  - Uso de válvulas y controles de presión
- Medidas Administrativas:
  - Señalización y etiquetado de cilindros
  - Capacitación en manipulación segura
  - Permisos de trabajo en espacios confinados
- Medidas de Mitigación:
  - Protocolos de evacuación y primeros auxilios

---

### 3.3.- Líquidos

Los líquidos peligrosos son sustancias químicas en estado líquido que pueden representar un riesgo para la salud humana o la seguridad en el trabajo.

Se consideran peligrosos por sus propiedades físico-químicas o efectos sobre el organismo.

Muchos de estos líquidos pueden:

- Evaporarse y formar vapores peligrosos
- Corroer materiales o tejidos vivos
- Ser inflamables, tóxicos, reactivos o explosivos

A continuación una clasificación de líquidos peligrosos según su propiedad peligrosa y algunos ejemplos:

- Inflamables: Nafta, acetona, alcoholes
- Tóxicos: Tetracloruro de carbono, tricloroetileno
- Corrosivos: Ácidos (sulfúrico, nítrico), bases (soda cáustica)
- Irritantes: Cloroformo, amoníaco diluido
- Sensibilizantes: Formaldehído
- Mutagénicos o cancerígenos: Benceno, formaldehído

Las vías de ingreso al organismo pueden ser:

- Vía Respiratoria, inhalación
- Vía Cutánea, absorción dérmica (por contacto con la piel)
- Vía Digestiva, ingestión accidental (raro, pero posible por contaminación)
- Vía Ocular, absorción ocular (en caso de salpicaduras)

Para la generación de datos para la evaluación de riesgos vinculados a este factor suelen emplearse listas de verificación e inspección, observaciones directas, matrices de riesgos, Monitores de Vapores, Indicadores de PH, Sensores de temperatura/inflamabilidad, etc. Las evaluaciones deben considerar:

- Qué sustancias se usan y en qué cantidades
- Fichas de seguridad (FISPQ / MSDS)
- Formas de exposición (salpicaduras, derrames, evaporación)
- Ventilación del lugar
- Presencia de EPP adecuado

La severidad depende de:

- Tipo de sustancia
- Concentración
- Tiempo de exposición
- Condiciones del entorno

Medidas a tomar:

- Técnicas:
  - Uso de campanas de extracción
  - Contención de derrames
  - Almacenamiento en envases compatibles y etiquetados
- EPP (Elementos de Protección Personal):
  - Guantes impermeables resistentes al producto químico
  - Gafas de protección o careta facial
  - Delantal o bata química
  - Respiradores (si hay vapores peligrosos)
- Administrativas:
  - Capacitación sobre sustancias utilizadas
  - Lectura e interpretación de fichas de seguridad
- Mitigación:
  - Duchas y lavaojos
  - Kit antiderrames
  - Plan de evacuación
  - Protocolos de actuación ante derrames o accidentes

---

### 3.4.- Sólidos

Los sólidos peligrosos son sustancias químicas en estado sólido que, por su composición o comportamiento, representan un peligro para la salud de las personas o para la seguridad del entorno laboral.

Pueden presentarse en polvo, gránulos, cristales, pastillas, fibras o escamas.

Los sólidos peligrosos pueden:

- Liberar partículas al aire (polvo respirable)
- Ser inflamables o explosivos
- Contener metales pesados o compuestos tóxicos
- Generar reacciones químicas peligrosas
- Ser corrosivos o irritantes al contacto

A continuación una clasificación de sólidos peligrosos según su propiedad peligrosa y algunos ejemplos:

- Tóxicos: Arsénico, plomo, cromo
- Irritantes o corrosivos: Hidróxido de sodio sólido, cal viva
- Inflamables o explosivos: Polvo de aluminio, azufre, carbón
- Carcinogénicos: Amianto (asbesto), sílice cristalina
- Sensibilizantes: Resinas en polvo, fibras minerales

Las vías de ingreso al organismo pueden ser:

- Vía Respiratoria, inhalación (en caso de presentarse en partículas pequeñas)
- Vía Cutánea, contacto dérmica (con sustancias corrosivas o irritantes)
- Vía Digestiva, ingestión accidental (raro, pero posible por contaminación)
- Vía Ocular, absorción ocular (en caso de partículas suspendidas o salpicaduras)

Para la generación de datos para la evaluación de riesgos vinculados a este factor suelen emplearse listas de verificación e inspección, observaciones directas, matrices de riesgos, etc. Las evaluaciones deben considerar:

- Identificar qué sustancias se manipulan y su forma física
- Consultar la Ficha de Seguridad (FISPQ / MSDS)
- Medición de polvo respirable en el ambiente
- Revisión de condiciones de almacenamiento y manipulación

Medidas a tomar:

- Técnicas:
  - Sistemas de extracción localizada o cabinas de contención
  - Humectación de materiales para evitar el polvo
  - Herramientas cerradas o automatizadas
- Protección Individual:
  - Mascarillas con filtros para polvo (P100 o equivalente)
  - Guantes químicos resistentes
  - Protección ocular (anteojos o máscaras)
  - Ropa de trabajo adecuada para evitar contaminación
- Administrativas:
  - Señalización de zonas de riesgo
  - Almacenamiento seguro y separado por tipo de sustancia
  - Capacitación en manipulación y limpieza de derrames
  - Protocolos de descontaminación

### 3.5.- AEROSOLES

Los aerosoles son suspensiones de partículas sólidas o líquidas finamente divididas en un gas, generalmente aire. En el ámbito laboral, se generan principalmente por procesos industriales o uso de productos químicos en forma de spray.

Pueden estar compuestos por:

- Polvos: partícula menor a 10  $\mu\text{m}$ , pero las partículas más pequeñas (menores a 5  $\mu\text{m}$ ) son las que constituyen el mayor riesgo para la salud humana, ya que son capaces de llegar a las zonas más profundas de los pulmones.
- Humos: Partículas sólidas muy finas generadas por combustión
- Neblinas: Gotas líquidas en suspensión en el aire
- Vapores condensados
- Fibras

Las partículas en forma de aerosol son respirables, es decir, pueden ingresar profundamente en el sistema respiratorio. Algunas pueden ser tóxicas, alérgicas, cancerígenas o simplemente irritantes. También pueden formar atmósferas explosivas si son inflamables y hay una fuente de ignición.

A continuación una clasificación de sólidos peligrosos según su propiedad peligrosa y algunos ejemplos:

Tipo de Aerosol	Características	Ejemplo
Polvo	Partículas sólidas suspendidas	Cemento, Cal, Sílice
Humo	Partículas sólidas emanadas por una combustión	Soldadura, Incineración
Niebla	Gotas líquidas en suspensión	Pintura en Spray, Pesticidas
Fibras	Partículas alargadas y delgadas	Asbesto, Lana de Vidrio

Para la generación de datos para la evaluación de riesgos vinculados a este factor suelen emplearse listas de verificación e inspección, observaciones directas, matrices de riesgos, etc. Las evaluaciones deben considerar los mismos criterios que para líquidos, gases y sólidos.

Medidas a tomar:

- Técnicas:
  - Ventilación por extracción localizada
  - Encapsulamiento de procesos
  - Uso de productos en forma líquida en lugar de spray, si es posible
- Protección individual:
  - Mascarillas o respiradores con filtros adecuados (P100 o A1/P2, según el producto)
  - Gafas de protección si hay riesgo de contacto ocular
  - Ropa de trabajo cerrada
- Administrativas:
  - Capacitación sobre productos utilizados y sus riesgos
  - Control del tiempo de exposición
  - Buenas prácticas de limpieza (evitar barrido en seco)
  - Señalización de zonas con atmósferas contaminadas

## 4. Ergonómicos

Los factores de riesgo ergonómicos son aquellos elementos del entorno laboral que, al no estar adecuadamente adaptados a las características físicas, biomecánicas o cognitivas del trabajador, pueden causar fatiga, molestias o lesiones a corto o largo plazo.

La ergonomía busca adecuar el trabajo a la persona y no la persona al trabajo.

---

### 4.1.- Trabajo Repetitivo

El trabajo repetitivo se refiere a aquellas tareas que requieren la realización continua o frecuente de los mismos movimientos, posturas o esfuerzos durante un período largo de tiempo. Es uno de los factores de riesgo ergonómico más comunes en muchos entornos laborales, especialmente en aquellas actividades que requieren manipulación manual, procesamiento de datos o trabajo en cadenas de producción.

Entre los ejemplos de actividades con trabajo repetitivo podemos mencionar:

- Teclado y ratón (uso continuo de las manos en la computadora)
- Línea de ensamblaje (movimientos repetitivos al montar productos)
- Operaciones de máquinas (manipulación repetitiva de botones o palancas)
- Trabajo en oficina (escritura, desplazamiento de documentos)
- Cajeros o personal de atención al cliente (movimiento constante de los brazos o manos)

Realizar el mismo movimiento una y otra vez sin pausas adecuadas o sin un diseño ergonómico de la tarea puede tener efectos negativos sobre el cuerpo humano. El riesgo principal asociado al trabajo repetitivo es la fatiga muscular, que, si se repite a lo largo del tiempo, puede dar lugar a diversas lesiones musculoesqueléticas.

Algunos de los problemas que puede causar el trabajo repetitivo son:

- Síndrome del túnel carpiano (cuando se realiza trabajo repetitivo con las manos)
- Tendinitis (inflamación de los tendones debido al uso repetido)
- Síndrome de la muñeca de computadora (por uso prolongado del ratón y teclado)
- Lesiones por esfuerzo repetitivo (LER) como el dolor en hombros, codos y muñecas
- Fatiga muscular y articular (debilitamiento de los músculos y tejidos)

El mecanismo por el cual el trabajo repetitivo genera el daño es el siguiente, cuando se realizan movimientos repetitivos, los músculos, tendones y ligamentos no tienen tiempo suficiente para descansar o recuperarse. Esto provoca una sobrecarga constante, lo que aumenta el riesgo de inflamación y daño tisular.

Además, si el movimiento se realiza de manera incorrecta (por ejemplo, una postura incorrecta al escribir o trabajar con máquinas), la presión sobre las articulaciones y músculos se incrementa, favoreciendo la aparición de lesiones.

Entre los factores de riesgo que contribuyen al trabajo repetitivo podemos identificar:

- Frecuencia de los movimientos repetidos: Realizar una tarea con un alto volumen de repeticiones sin pausas para descanso.
- Duración de la exposición: Pasar muchas horas realizando el mismo tipo de movimiento sin interrupciones.
- Fuerza aplicada: Realizar movimientos que requieren el uso de una fuerza excesiva (como levantar objetos pesados o presionar teclas de manera forzada).
- Posturas incómodas: Mantener posturas forzadas o estáticas durante mucho tiempo (por ejemplo, estar sentado en una mala postura durante varias horas).
- Ambiente de trabajo inadecuado: Equipos de trabajo que no se adaptan al trabajador (por ejemplo, una silla no ajustada o una mesa de trabajo demasiado alta o baja).

El trabajo repetitivo puede tener efectos tanto a corto como a largo plazo en la salud de los trabajadores. Entre las consecuencias más comunes se incluyen:

- Lesiones Musculoesqueléticas: Dolor en las articulaciones, músculos y tendones, especialmente en la zona de las manos, muñecas, codos y hombros.
- Fatiga: Aumento de la fatiga muscular y mental, lo que puede llevar a una disminución en la productividad y concentración.
- Trastornos neurológicos: Trastornos como el síndrome del túnel carpiano, que ocurre cuando hay una compresión del nervio en la muñeca debido a movimientos repetitivos.
- Aumento del riesgo de accidentes: Debido a la fatiga o la distracción, los trabajadores tienen mayor probabilidad de cometer errores, lo que puede ocasionar accidentes laborales.

Para procurar una prevención y control del trabajo repetitivo puede emplearse:

- Diseño ergonómico del puesto de trabajo:
  - Ajustar las herramientas y equipos de trabajo a las necesidades del trabajador (ej. sillas, mesas, pantallas de computadora).
  - Colocar los elementos de trabajo a una altura y distancia que no obliguen al trabajador a adoptar posturas incómodas.
  - Incorporar soportes ergonómicos como reposamuñecas y teclados divididos en estaciones de trabajo de computadoras.
- Rotación de tareas: Evitar que los trabajadores realicen la misma tarea durante períodos largos. Rotar tareas que requieran diferentes grupos musculares para evitar el esfuerzo repetitivo continuo.
- Pausas activas:
  - Fomentar pausas regulares durante la jornada laboral para permitir que los músculos se relajen y se recupere el cuerpo.
  - Ejercicios simples como estiramientos o movimientos para prevenir la rigidez muscular.
- Entrenamiento en posturas adecuadas: Capacitar a los empleados sobre la importancia de las posturas correctas (por ejemplo, mantener la espalda recta al trabajar frente a una computadora).
- Uso de equipos de protección personal (EPP): Para trabajos que requieran esfuerzo repetido o fuerzas excesivas, utilizar guantes o soportes ergonómicos que protejan las articulaciones y eviten la sobrecarga.

---

## 4.2.- Sobre Esfuerzo

El sobre esfuerzo es un factor de riesgo ergonómico que se produce cuando un trabajador realiza una tarea que implica una exigencia física superior a su capacidad corporal, ya sea en términos de fuerza, resistencia o postura.

El sobre esfuerzo ocurre, por ejemplo, al:

- Levantar cargas pesadas.
- Empujar o arrastrar objetos grandes o con resistencia.

- Realizar tareas prolongadas en posturas incómodas.
- Hacer movimientos que implican fuerza o tensión repetitiva.

Cuando una persona realiza una actividad física que excede sus capacidades biomecánicas, se generan sobrecargas musculares, articulares y ligamentarias. Esto puede desencadenar desde una fatiga momentánea hasta lesiones crónicas o accidentes graves.

El sobre esfuerzo puede desencadenar:

- Trastornos musculoesqueléticos (TME)
  - Lumbalgias
  - Hernias de disco
  - Tendinitis
  - Lesiones de espalda, hombros o muñecas
- Fatiga física
  - Disminución del rendimiento laboral
  - Aumento de errores y accidentes
- Dolor crónico y ausentismo
  - Afecta la calidad de vida del trabajador
  - Aumenta los costos por licencias médicas y ART

Entre los factores que aumentan el riesgo de daños por sobre esfuerzo podemos identificar:

- Carga excesiva (peso o tamaño del objeto)
- Frecuencia de la tarea (realizarla muchas veces al día)
- Duración de la tarea (tiempo sin pausas)
- Posturas inadecuadas (torceduras, inclinaciones, levantamiento desde el suelo)
- Falta de pausas o descansos
- Diseño incorrecto del puesto de trabajo
- Falta de entrenamiento en técnicas seguras de manipulación

Para procurar una prevención y control del trabajo sobre esfuerzo puede emplearse:

- Diseño ergonómico del puesto de trabajo
  - Altura adecuada de mesas y superficies
  - Accesibilidad a herramientas sin necesidad de estirarse o agacharse
- Mecanización o ayuda mecánica: Uso de carros, grúas, cintas transportadoras, elevadores, etc.
- Técnicas de levantamiento seguro, capacitación sobre cómo levantar cargas:
  - Espalda recta
  - Piernas flexionadas
  - Carga cerca del cuerpo
  - No girar el tronco al cargar
- Rotación de tareas: Evitar que el mismo trabajador repita una tarea física extenuante durante horas
- Pausas activas
  - Estiramientos regulares
  - Momentos de descanso para recuperación muscular
- Evaluaciones ergonómicas
  - Identificación de tareas críticas
  - Análisis de carga física mediante métodos como REBA, RULA o NIOSH

---

### 4.3.- Sedestación / Bipedestación

Las posturas de trabajo son las posiciones que adopta el cuerpo durante la realización de tareas laborales. Dos de las más comunes son:

- Sedestación: trabajar estando sentado.
- Bipedestación: trabajar estando de pie.

Ambas pueden volverse riesgosas cuando se mantienen de forma prolongada, estática, o en malas condiciones ergonómicas.

#### A. Sedestación (trabajo sentado)

- Ventajas:
  - Requiere menor gasto energético.
  - Disminuye el esfuerzo en las extremidades inferiores.
- Peligros:
  - Compresión prolongada de músculos y nervios.
  - Mala circulación sanguínea (especialmente en piernas).
  - Sobrecarga en la zona lumbar por mala postura.
  - Aumento del riesgo de trastornos musculoesqueléticos en cuello, espalda y hombros.
  - Posible desarrollo de enfermedades cardiovasculares por sedentarismo prolongado.
- Factores de riesgo:
  - Sillas sin soporte lumbar o altura incorrecta.
  - Escritorio mal posicionado.
  - Falta de movimiento o pausas activas.
  - Pantalla o teclado ubicados en posiciones incómodas.

#### B. Bipedestación (trabajo de pie)

- Ventajas:
  - Permite libertad de movimiento.
  - Requiere mayor activación muscular (bueno en dosis moderadas).
- Riesgos:
  - Fatiga muscular en piernas y pies.
  - Presión excesiva en articulaciones de rodillas y tobillos.
  - Varices o problemas circulatorios.
  - Dolor lumbar por carga axial prolongada.
  - Problemas en la planta del pie (callos, fascitis plantar).
- Factores de riesgo:
  - Permanecer mucho tiempo sin cambiar de postura.
  - Superficies duras o resbaladizas.
  - Calzado inadecuado.
  - Altura incorrecta de mesas o herramientas.

Para la generación de datos para la evaluación de riesgos vinculados a este factor suelen emplearse listas de verificación e inspección, observaciones directas, matrices de riesgos, etc. Existen metodologías propias de la disciplina tales como: REBA (Rapid Entire Body Assessment) para tareas con movimientos y posturas forzadas. Y RULA (Rapid Upper Limb Assessment) para tareas que afectan principalmente los miembros superiores.

Para procurar una prevención y control de las posturas de trabajo puede emplearse:

Para la sedestación:

- Usar sillas ergonómicas con:
  - Altura ajustable
  - Soporte lumbar
  - Apoyabrazos
- Mantener los pies apoyados en el suelo o en un reposapiés.
- Monitor a la altura de los ojos.
- Teclado y ratón al alcance sin estirar los brazos.
- Realizar pausas activas cada 30-60 minutos.

Para la bipedestación:

- Usar calzado cómodo, con buena amortiguación y soporte.
- Permitir cambio de postura (alternar con descanso sentado).
- Ajustar la altura de la superficie de trabajo a la tarea.
- Realizar estiramientos durante la jornada.

## 5. Psicológicos

En esta sección vamos a ver cuatro manifestaciones de una sobre carga psicológica en el ámbito laboral.

- **Estrés Laboral:** es una respuesta inmediata y transitoria ante demandas o presiones del trabajo que exceden las capacidades del trabajador en un momento dado.
- **Fatiga Mental:** La fatiga mental es una alteración temporal y reversible de las capacidades cognitivas y físicas, causada por una sobrecarga mental o presión psicológica intensa.
- **Burnout:** El burnout es un estado crónico y prolongado de agotamiento emocional, físico y mental, resultado de un estrés laboral mal gestionado durante un largo período.
- **Trastornos de Ansiedad y Depresión:** son enfermedades mentales que pueden tener un origen o agravamiento significativo en el entorno laboral, y por ello se consideran cada vez más como enfermedades laborales o profesionales.

Entre ellos los primeros tres son muy similares. Las diferencias entre estrés laboral, burnout y fatiga mental radican en su naturaleza, duración, manifestaciones y consecuencias, aunque están relacionados y pueden coexistir en el entorno de trabajo. Y lo que es peor pueden constituir un camino de dolencias que se van agravando.

---

### 5.1.- Estrés Laboral

El estrés laboral es un fenómeno psicosocial complejo que surge de la interacción entre las exigencias del entorno laboral y las capacidades del trabajador para afrontarlas.

El estrés laboral es la respuesta fisiológica y psicológica ante exigencias laborales que superan los recursos del individuo, caracterizada por tensión crónica y alteraciones multisistémicas.

El origen del estrés laboral se explica mediante cuatro dimensiones interconectadas: Organizacionales, Interpersonales, Individuales y Contextuales.

#### A. Organizacionales:

- **Sobrecarga cuantitativa:** Exceso de tareas en plazos reducidos.
- **Ambigüedad de rol:** Falta de claridad en funciones y responsabilidades.
- **Falta de autonomía:** Control limitado sobre métodos y ritmo de trabajo.
- **Condiciones físicas adversas:** Exposición a ruido, temperatura extrema o iluminación inadecuada.

#### B. Interpersonales:

- **Conflictos con superiores:** Estilo de liderazgo autoritario o poco comunicativo.
- **Mobbing:** también conocido como acoso laboral u hostigamiento psicológico en el trabajo, se refiere a una conducta abusiva y repetitiva que se manifiesta a través de comportamientos, palabras, actos, gestos o escritos, que atentan contra la dignidad o la integridad psíquica o física de una persona, poniendo en peligro su empleo o degradando el ambiente de trabajo.

#### C. Individuales:

- **Perfeccionismo exacerbado** y dificultad para delegar.
- **Estrategias inadecuadas de confrontación** (ej. evitación).

#### D. Contextuales:

- **Precariedad laboral** y miedo al despido.
- **Desequilibrio vida-trabajo** por horarios extensos.

El estrés laboral desencadena efectos en cuatro niveles: Fisiológicos, Emocionales, Cognitivos y Conductuales.

#### A. Fisiológicos:

- Cardiovasculares: Hipertensión, arritmias y mayor incidencia de infartos.
- Gastrointestinales: Propensión a desordenes metabólicos o alimenticios, Úlceras pépticas y síndrome de colon irritable.
- Inmunológicos: Reducción de linfocitos T, aumentando infecciones.

B. Emocionales:

- Trastornos de ansiedad.
- Episodios depresivos recurrentes.

C. Cognitivos:

- Disminución de la capacidad de concentración.
- Errores frecuentes en procesos complejos. Pudiendo incrementar la probabilidad de errores y accidentes.

D. Conductuales:

- Absentismo laboral.
- Conductas adictivas.

Las estrategias de prevención del estrés laboral requieren acciones en varios frentes al mismo tiempo:

- Rediseño de puestos:
  - Establecer cargas de trabajo acordes a capacidades.
  - Implementar rotación de tareas para evitar monotonía.
- Medidas Preventivas:
  - Programas de detección temprana con evaluaciones psicosociales bianuales.
  - Talleres de gestión del tiempo y técnicas de delegación.
- Medidas de Mitigación y Control:
  - Protocolos contra el acoso laboral con canales de denuncia anónimos.

---

## 5.2.- Fatiga Mental

La fatiga mental es un factor de riesgo psicosocial que, aunque a menudo subestimado por no presentar una manifestación física obvia como una herida o una fractura. En el ritmo de trabajo actual, con la constante demanda de atención, toma de decisiones rápidas y procesamiento de información, la mente humana está bajo una presión considerable que puede generar una sobre carga.

La fatiga mental, también conocida como agotamiento mental o carga mental excesiva, se define como un estado psicofisiológico de cansancio que resulta de la exposición prolongada o intensa a demandas cognitivas.

A diferencia de la fatiga física, que se recupera con el descanso corporal, la fatiga mental implica el agotamiento de los recursos cognitivos y emocionales, afectando la capacidad del individuo para procesar información, tomar decisiones, mantener la atención, recordar y controlar sus impulsos.

Es un proceso gradual que puede manifestarse de diversas maneras, variando en intensidad y duración. Inicialmente, puede presentarse como una ligera distracción o dificultad para concentrarse, pero con el tiempo y la persistencia de las causas, puede escalar a síntomas más severos que impactan significativamente la calidad de vida y el desempeño laboral.

La fatiga mental no solo deteriora el bienestar individual, sino que también aumenta el riesgo de errores humanos, incidentes y accidentes laborales, al mermar la capacidad de respuesta, la percepción de riesgos y la toma de decisiones críticas.

Las causas de la fatiga mental son multifactoriales y suelen estar interrelacionadas, abarcando aspectos de la organización del trabajo, las características de la tarea y el entorno psicosocial.

Podemos tratar de identificar las principales causas:

- Elevada Carga Cognitiva:
  - **Sobrecarga de información:** Exposición constante a grandes volúmenes de datos que requieren procesamiento y análisis.
  - **Complejidad de la tarea:** Tareas que demandan un alto nivel de razonamiento, resolución de problemas complejos o toma de decisiones en situaciones inciertas.
  - **Multitarea (Multitasking):** Realizar varias tareas simultáneamente, lo que fragmenta la atención y aumenta la demanda cognitiva.
  - **Velocidad de procesamiento:** Ritmo de trabajo acelerado que exige respuestas rápidas y procesamiento de información en tiempo limitado.
- Atención Sostenida y Monotonía:
  - **Tareas repetitivas y monótonas:** Actividades que requieren atención continua pero con poca variación o estímulo, lo que lleva al aburrimiento y a la disminución de la alerta (ej. vigilancia de pantallas, control de calidad en línea de producción).
  - **Ambientes poco estimulantes:** Trabajos con escaso desafío intelectual o interacción social, que no permiten la distracción o el cambio de foco.
- Falta de Autonomía y Control:
  - **Bajo control sobre la tarea:** No tener capacidad de decidir cómo, cuándo o a qué ritmo realizar el trabajo.
  - **Incapacidad para influir en decisiones:** Sentir que las decisiones laborales afectan directamente al trabajador pero sin posibilidad de participar o influir en ellas.
- Factores Organizacionales y Psicosociales:
  - **Jornadas de trabajo prolongadas o irregulares:** Exceso de horas de trabajo, turnos rotativos, trabajo nocturno, que alteran los ciclos circadianos y el tiempo de recuperación.
  - **Presión de tiempo y plazos ajustados:** Metas inalcanzables o tiempos de entrega muy cortos que generan estrés y la necesidad de trabajar a un ritmo frenético.
  - **Ambiente laboral negativo:** Conflictos interpersonales, acoso, falta de apoyo de superiores o compañeros, o una comunicación deficiente.
  - **Falta de claridad en roles y responsabilidades:** Incertidumbre sobre lo que se espera del trabajador, lo que puede generar ansiedad y esfuerzo mental adicional para descifrarlo.
  - **Altas responsabilidades con pocos recursos:** Asumir una gran carga de trabajo y responsabilidades sin los recursos (tiempo, personal, herramientas) necesarios para afrontarlas.
  - **Falta de retroalimentación o reconocimiento:** La ausencia de feedback sobre el desempeño o de reconocimiento por el trabajo realizado puede llevar a la desmotivación y al agotamiento emocional, un componente de la fatiga mental.
  - **Déficit de habilidades o capacitación:** Sentir que no se tienen las competencias necesarias para realizar las tareas, lo que incrementa el esfuerzo mental y la frustración.

Las consecuencias de la fatiga mental son amplias y afectan al individuo, a la organización y, en última instancia, a la seguridad general del entorno laboral.

Consecuencias a Nivel Individual (Salud y Bienestar):

- **Síntomas Cognitivos:** Dificultad para concentrarse, fallos de memoria, lentitud en el pensamiento, dificultad para tomar decisiones, reducción de la capacidad de aprendizaje, disminución de la creatividad.
- **Síntomas Emocionales:** Irritabilidad, ansiedad, cambios de humor, apatía, falta de motivación, sensación de desapego, depresión.
- **Síntomas Físicos:** Cefaleas (dolores de cabeza), trastornos del sueño (insomnio, dificultad para conciliar el sueño), tensión muscular, problemas digestivos, fatiga crónica, debilitamiento del sistema inmunológico.
- **Comportamentales:** Aumento de errores, menor precisión en las tareas, mayor propensión a los incidentes y accidentes, reducción del rendimiento, absentismo, presentismo (estar en el trabajo pero con baja productividad), consumo de sustancias (alcohol, cafeína) para "mantenerse despierto".

Consecuencias a Nivel Organizacional (Seguridad y Productividad):

- **Aumento de Errores Humanos:** Los trabajadores fatigados son más propensos a cometer equivocaciones, lo que puede tener consecuencias graves en entornos críticos (ej. control de tráfico aéreo, quirófanos, manejo de maquinaria pesada).
- **Mayor Incidencia de Accidentes e Incidentes:** La disminución de la atención, la percepción de riesgos y el tiempo de reacción elevan exponencialmente la probabilidad de sufrir o causar accidentes. Esto es especialmente crítico en sectores industriales, transporte y salud.
- **Disminución de la Productividad y Calidad:** La lentitud mental y la dificultad para concentrarse reducen la eficiencia y la calidad del trabajo.
- **Aumento del Ausentismo y Rotación de Personal:** Los trabajadores fatigados son más propensos a enfermarse o a buscar otras oportunidades laborales, lo que genera costos de contratación y capacitación para la empresa.
- **Deterioro del Clima Laboral:** La irritabilidad y la falta de empatía asociadas a la fatiga mental pueden generar conflictos y un ambiente de trabajo tenso.
- **Costos Económicos:** Los accidentes y el bajo rendimiento se traducen en pérdidas económicas significativas para la organización (daños a la propiedad, compensaciones, costos médicos, multas).

La prevención de la fatiga mental debe abordarse desde una perspectiva integral, cada organización y cada cultura local e institucional requiere un enfoque a medida, aún así podemos identificar algunos ejemplos de medidas:

Medidas Organizacionales y de Gestión del Trabajo:

- Diseño de la Jornada Laboral:
  - **Reducir las horas extras excesivas:** Promover jornadas laborales razonables que permitan el descanso y la recuperación.
  - **Optimizar los sistemas de turnos:** Cuando no se puedan implementar turnos fijos, diseñar turnos rotativos que minimicen la alteración de los ciclos circadianos (ej. rotaciones hacia adelante, duración de los turnos, tiempo entre turnos).
  - **Fomentar el disfrute de vacaciones:** Asegurar que los trabajadores tomen sus períodos de descanso para una recuperación plena. Tomar las medidas adecuadas para que los trabajadores no sean interrumpidos ni consultados durante sus vacaciones.
- Gestión de la Carga de Trabajo:
  - **Evaluación periódica de la carga de trabajo:** Realizar análisis para determinar si la cantidad y complejidad de las tareas son adecuadas a las capacidades del personal.
  - **Priorización de tareas:** Ayudar a los empleados a priorizar sus responsabilidades para evitar la sobrecarga.
  - **Redistribución de tareas:** Redistribuir la carga de trabajo de manera equitativa entre los miembros del equipo.
- Fomento de la Autonomía y el Control:
  - **Delegación efectiva:** Dar a los trabajadores cierto grado de control sobre cómo realizan sus tareas.
  - **Participación en la toma de decisiones:** Involucrar a los empleados en decisiones que afectan su trabajo o su bienestar.
- Mejora del Clima Laboral:
  - **Promover el respeto y la comunicación efectiva:** Establecer canales de comunicación abiertos y fomentar un ambiente de apoyo mutuo.
  - **Capacitación en liderazgo:** Formar a los supervisores en habilidades de gestión de equipos, comunicación, apoyo y reconocimiento.
  - **Manejo de conflictos:** Implementar políticas claras para la resolución de conflictos y la prevención del acoso.
- Claridad de Roles y Expectativas:
  - **Descripciones de puesto claras:** Asegurar que los trabajadores entiendan sus responsabilidades y los objetivos de su trabajo.
  - **Feedback constructivo:** Proporcionar retroalimentación regular sobre el desempeño y reconocer los logros.

Medidas de Diseño de la Tarea y Ergonómicas:

- **Rotación de Tareas:** Implementar la rotación entre tareas que demandan diferentes tipos de atención o habilidades para evitar la monotonía y la fatiga de un mismo sistema cognitivo.
- **Pausas Activas y Descansos Programados:** Programar pausas cortas y frecuentes que permitan a los trabajadores desconectarse de la tarea, realizar estiramientos o cambiar de actividad.
- **Variación en las Tareas:** Si es posible, enriquecer las tareas para que sean más variadas y menos repetitivas.
- **Diseño Ergonómico del Puesto de Trabajo:** Asegurar que el entorno físico (iluminación, ruido, temperatura, mobiliario) sea óptimo para reducir el esfuerzo físico y mental asociado a posturas incómodas o distracciones.
- **Tecnología de Apoyo:** Implementar herramientas tecnológicas que automaticen tareas repetitivas o tediosas, reduciendo la carga cognitiva sobre el operador.

Medidas de Promoción de la Salud Individual y Capacitación:

- **Educación y Sensibilización:** Informar a los trabajadores sobre qué es la fatiga mental, sus causas, síntomas y consecuencias, y la importancia de la prevención.
- **Capacitación en Manejo del Estrés:** Ofrecer talleres sobre técnicas de relajación, mindfulness, gestión del tiempo y estrategias de afrontamiento del estrés.
- **Fomento de Hábitos Saludables:** Promover una dieta equilibrada, la actividad física regular y una buena higiene del sueño como pilares para la resiliencia mental.
- **Acceso a Apoyo Psicológico:** Poner a disposición de los trabajadores servicios de asesoramiento o apoyo psicológico confidencial para aquellos que lo necesiten.
- **Programas de Bienestar:** Implementar programas de bienestar que promuevan la salud integral de los empleados.

La inversión en el bienestar mental es, sin duda, una inversión en la resiliencia y el éxito a largo plazo de cualquier organización.

---

### 5.3.- Burnout

El burnout, o síndrome de quemarse por el trabajo, no es una simple fatiga, sino un estado de agotamiento profundo, tanto físico como mental y emocional, que surge como respuesta a un **estrés laboral crónico y sostenido** que no ha sido gestionado con éxito. Considerado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) como un "fenómeno ocupacional" en su Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE-11), el burnout es un factor de riesgo psicosocial que deteriora gravemente la calidad de vida de los trabajadores y compromete la productividad y seguridad en las organizaciones.

El burnout se caracteriza por tres dimensiones principales interrelacionadas:

- **Agotamiento Emocional:** Es la sensación de estar emocionalmente exhausto y sin recursos. El individuo se siente vacío, incapaz de dar más de sí mismo a nivel emocional, y con una profunda fatiga que no se alivia con el descanso habitual.
- **Despersonalización o Cinismo:** Se manifiesta como una actitud distante, fría o cínica hacia el trabajo y las personas con las que se interactúa (clientes, compañeros, pacientes). Hay una tendencia a tratar a los demás como objetos, a desarrollar una visión negativa de las personas y de la organización, y a culpar a otros por los problemas.
- **Reducción de la Realización Personal (o Ineficacia Profesional):** Es la sensación de que el trabajo que se realiza no tiene valor, de que no se logran los objetivos, de que los esfuerzos son inútiles y de que no se es competente en el propio puesto. Esto lleva a una disminución de la autoestima profesional y a una pérdida de la satisfacción con el trabajo.

A diferencia del estrés laboral común, que puede ser agudo y generar una respuesta temporal de adaptación, el burnout es el resultado de un **estrés prolongado** donde los mecanismos de afrontamiento del individuo se han agotado. Es un proceso insidioso que se desarrolla con el tiempo, afectando no solo la salud mental y física del trabajador, sino también su comportamiento y rendimiento, con consecuencias significativas para la seguridad y el ambiente de trabajo.

Las causas del burnout son complejas y suelen derivar de una interacción entre factores organizacionales, características del puesto de trabajo y aspectos individuales del trabajador. Sin embargo, el énfasis en la prevención recae principalmente en los factores que la organización puede controlar.

Sobrecarga de Trabajo y Exigencias Excesivas:

- **Volumen de trabajo inmanejable:** Cantidad excesiva de tareas y responsabilidades que exceden la capacidad del trabajador.
- **Presión de tiempo y plazos ajustados:** Metas irreales o tiempos de entrega muy cortos que obligan a trabajar bajo presión constante.
- **Horarios prolongados e inflexibles:** Jornadas laborales excesivamente largas, falta de flexibilidad horaria o trabajo por turnos que alteran los ritmos biológicos y el tiempo de recuperación.
- **Trabajo emocional:** En profesiones de ayuda (salud, educación, servicios sociales), el tener que gestionar las emociones propias y ajenas de forma constante puede ser agotador.

Falta de Control y Autonomía:

- **Poca participación en la toma de decisiones:** No tener voz ni voto en aspectos que afectan directamente el propio trabajo.
- **Falta de control sobre el ritmo o método de trabajo:** Restricciones que impiden al trabajador organizar su labor de la manera más eficiente o cómoda para él.
- **Incertidumbre laboral:** Miedo a la pérdida del empleo o a cambios organizacionales que generan inseguridad.

Recompensas Insuficientes y Falta de Reconocimiento:

- **Baja remuneración:** Sentir que el esfuerzo y las responsabilidades no son justamente compensados económicamente.
- **Falta de reconocimiento:** Ausencia de aprecio verbal, ascensos, oportunidades de desarrollo o feedback positivo por el trabajo bien hecho.
- **Injusticia distributiva:** Percibir que los beneficios o recursos se distribuyen de manera desigual o injusta.

Ausencia de Equidad y Justicia Organizacional:

- **Trato injusto:** Percepción de favoritismo, discriminación, o trato desigual en el lugar de trabajo.
- **Falta de transparencia:** Escasa claridad en las políticas, decisiones o procedimientos organizacionales.
- **Acoso o mobbing:** Exposición a situaciones de abuso psicológico o emocional por parte de superiores o compañeros.

Deterioro de las Relaciones y la Comunidad Laboral:

- **Falta de apoyo social:** Ausencia de ayuda o respaldo por parte de compañeros o superiores.
- **Conflictos interpersonales:** Tensiones o disputas frecuentes con colegas o superiores.
- **Aislamiento:** Sentirse desconectado o solo en el ambiente de trabajo.
- **Poca cohesión de equipo:** Falta de un sentido de pertenencia o trabajo en equipo.

Incongruencia de Valores y Falta de Coherencia:

- **Conflicto de valores:** Sentir que los valores personales no están alineados con los valores o la ética de la organización.
- **Tareas sin sentido:** Percibir que el trabajo que se realiza carece de propósito o no contribuye a un fin significativo.
- **Demandas contradictorias:** Recibir instrucciones inconsistentes o incompatibles de diferentes fuentes.

Las ramificaciones del burnout son extensas, afectando la salud del individuo, su rendimiento laboral y la operatividad y seguridad de la organización. Vamos a agrupar las consecuencias en dos categorías,

a nivel individual (la salud física y mental del trabajador) y a nivel organizacional (para referirnos a su impacto en la seguridad de productividad en la empresa u organización).

A Nivel Individual (Salud Física y Mental):

- **Salud Mental:** Depresión, ansiedad, ataques de pánico, trastorno de estrés postraumático (en profesiones de riesgo), insomnio crónico, irritabilidad, apatía, baja autoestima, ideación suicida en casos severos o ideas de muerte intrusivas.
- **Salud Física:** Fatiga crónica, dolores de cabeza frecuentes, problemas gastrointestinales, enfermedades cardiovasculares (hipertensión, infartos), debilitamiento del sistema inmunológico (mayor susceptibilidad a infecciones), dolores musculares y osteomusculares.
- **Referidas a hábitos y comportamientos:** Abuso de sustancias (alcohol, tabaco, drogas), cambios en los patrones de alimentación (pérdida o aumento de peso), aislamiento social, conflictos en las relaciones personales fuera del trabajo.

A Nivel Organizacional (Seguridad y Productividad):

- **Disminución del Rendimiento y Productividad:** Reducción de la eficiencia, la calidad del trabajo, la creatividad y la capacidad de resolución de problemas.
- **Aumento de Errores y Accidentes Laborales:** La despersonalización y el agotamiento mental afectan la atención, la concentración y la capacidad de respuesta, incrementando la probabilidad de cometer errores y sufrir accidentes, especialmente en puestos de alto riesgo o con toma de decisiones críticas (ej. operadores de maquinaria, conductores, personal sanitario).
- **Mayor Ausentismo y Presentismo:** Aumento de las bajas por enfermedad (dado el deterioro de la salud) y del presentismo (ir a trabajar estando enfermo o agotado, con baja productividad).
- **Alta Rotación de Personal:** Los empleados que experimentan burnout son más propensos a abandonar la organización, generando altos costos de selección, formación e incorporación de nuevo personal.
- **Deterioro del Clima Laboral:** El cinismo y la irritabilidad de los trabajadores con burnout pueden contagiar el ambiente, generando conflictos, baja moral y falta de cohesión en el equipo.
- **Pérdida de Capital Humano:** La salida de empleados experimentados y capacitados representa una pérdida invaluable de conocimiento y habilidades para la empresa.
- **Impacto en la Reputación:** Una organización con altos índices de burnout puede ver afectada negativamente su imagen como empleador, dificultando la atracción de talento.

La prevención del burnout requiere un enfoque sistemático, que involucre tanto a la organización como al individuo, con un fuerte énfasis en la responsabilidad de la empresa en crear un entorno de trabajo saludable. Vamos a enmarcar las medidas en tres frentes de trabajo, uno preventivo, uno de intervención temprana y por último la recuperación o rehabilitación.

Medidas Organizacionales (Enfoque Primario):

- Evaluación y Gestión de Riesgos Psicosociales:
  - Realizar evaluaciones periódicas del riesgo de burnout y otros factores psicosociales en el ambiente laboral (ej. mediante encuestas, entrevistas, grupos focales).
  - Implementar planes de acción basados en los resultados de la evaluación para mitigar los riesgos identificados.
- Diseño y Planificación del Trabajo:
  - **Gestión de la carga de trabajo:** Asegurar que las cargas de trabajo sean razonables y ajustadas a la capacidad de los empleados. Priorizar tareas y evitar la sobrecarga.
  - **Horarios y turnos saludables:** Establecer jornadas laborales justas, respetar los tiempos de descanso y diseñar sistemas de turnos que minimicen la alteración de los ritmos circadianos.
  - **Fomentar pausas y desconexión:** Promover el uso de pausas activas durante la jornada y el derecho a la desconexión digital fuera del horario laboral.
- Fomento de la Autonomía y el Control:
  - **Empoderamiento:** Delegar responsabilidades y permitir a los trabajadores cierto control sobre cómo y cuándo realizan sus tareas.
  - **Participación:** Involucrar a los empleados en la toma de decisiones que afectan su trabajo.
- Reconocimiento y Recompensas Justas:

- **Sistemas de reconocimiento:** Implementar programas de reconocimiento formal e informal por el desempeño y el esfuerzo.
- **Compensación justa:** Asegurar que la remuneración y los beneficios sean percibidos como justos y equitativos.
- **Oportunidades de desarrollo:** Ofrecer posibilidades de crecimiento profesional y capacitación.
- Promoción de un Entorno Social Positivo:
  - **Apoyo social:** Fomentar el apoyo entre compañeros y por parte de los superiores. Capacitar a los líderes en habilidades de apoyo.
  - **Manejo de conflictos:** Establecer procedimientos claros y efectivos para la resolución de conflictos y la prevención del acoso laboral (mobbing).
  - **Comunicación abierta y transparente:** Asegurar canales de comunicación efectivos que promuevan la confianza y la claridad.
- Claridad de Roles y Valores:
  - **Definición clara de roles y responsabilidades:** Evitar la ambigüedad de rol y los conflictos de rol.
  - **Alineación de valores:** Asegurarse de que los valores de la organización se traduzcan en prácticas laborales coherentes.

Medidas de Intervención Temprana y Apoyo (Enfoque Secundario):

- **Programas de Vigilancia de la Salud:** Incluir la detección temprana de síntomas de burnout en los exámenes médicos ocupacionales.
- **Acceso a Apoyo Psicológico:** Ofrecer servicios de asesoramiento o apoyo psicológico confidencial a los empleados, ya sea interno o a través de proveedores externos.
- Formación para Líderes y Trabajadores:
  - **Para líderes:** Capacitar a directivos y supervisores para identificar señales de burnout en sus equipos y saber cómo intervenir o referir al personal afectado.
  - **Para trabajadores:** Educar sobre el burnout, sus causas, síntomas y estrategias de afrontamiento, así como recursos de apoyo disponibles.
- **Programas de Bienestar Integral:** Implementar iniciativas que promuevan la salud física y mental (ej. talleres de manejo del estrés, mindfulness, actividad física, nutrición).

Medidas de Recuperación y Rehabilitación (Enfoque Terciario):

- **Apoyo en el Retorno al Trabajo:** Diseñar planes de reincorporación gradual y con apoyo para los trabajadores que han estado de baja por burnout.
- **Adaptación de Puestos de Trabajo:** Realizar ajustes en el puesto o las responsabilidades del trabajador si es necesario para facilitar su recuperación y evitar la recurrencia.

El burnout es un riesgo psicosocial de gran envergadura que demanda la atención prioritaria de las organizaciones. Su prevención no se limita a "enseñar a los empleados a manejar el estrés", sino que exige un compromiso genuino de la dirección para diseñar un entorno de trabajo saludable y sostenible. Al abordar las causas estructurales del burnout y proporcionar un apoyo efectivo, las empresas no solo cumplen con su deber de proteger la salud de sus trabajadores, sino que también construyen equipos más comprometidos, productivos y seguros, lo que se traduce en un beneficio mutuo a largo plazo.

---

## 5.4.- Trastornos de Ansiedad y Depresión

Los trastornos de ansiedad y depresión se han convertido en preocupaciones crecientes para las organizaciones, ya no son problemas exclusivamente individuales, sino que se reconocen como factores de riesgo psicosocial con profundas implicaciones para la salud del trabajador, la productividad de la empresa y la seguridad general del entorno laboral.

Los trastornos de ansiedad y depresión no son estados de ánimo pasajeros de tristeza o nerviosismo, sino **condiciones clínicas** que afectan significativamente el pensamiento, el estado de ánimo, la

conducta y el funcionamiento diario de una persona. Desde la perspectiva de la higiene y seguridad laboral, ambos representan factores de riesgo psicosocial que, cuando se ven exacerbados por condiciones de trabajo inadecuadas, pueden llevar a un deterioro severo del bienestar del trabajador y a un aumento de la probabilidad de incidentes o accidentes.

### Trastornos de Ansiedad:

La ansiedad es una respuesta natural del cuerpo al estrés, una sensación de miedo o aprensión ante lo que está por venir. Sin embargo, un **trastorno de ansiedad** se caracteriza por una preocupación excesiva, incontrolable y persistente, que no guarda proporción con la situación real y que interfiere con las actividades cotidianas. En el trabajo, puede manifestarse como ansiedad generalizada, trastorno de pánico, fobia social (miedo a interacciones sociales en el trabajo) o ansiedad por el desempeño. Los síntomas incluyen nerviosismo constante, dificultad para concentrarse, irritabilidad, tensión muscular, problemas de sueño, palpitaciones y sudoración.

### Depresión:

La depresión es un trastorno del estado de ánimo que se caracteriza por una tristeza profunda y persistente, o por la pérdida de interés o placer en actividades que antes se disfrutaban. Afecta cómo una persona se siente, piensa y actúa, y puede llevar a una variedad de problemas emocionales y físicos. En el contexto laboral, la depresión laboral no es solo "estar desanimado", sino un estado clínico que interfiere con la capacidad de trabajar eficazmente. Los síntomas incluyen cambios en el apetito o el sueño, fatiga crónica, falta de energía, sentimientos de inutilidad o culpa, dificultad para pensar o tomar decisiones, e incluso pensamientos de muerte o suicidio.

*Ambos trastornos pueden coexistir y potenciarse mutuamente, complicando aún más la situación del trabajador y requiriendo una aproximación integral para su manejo y prevención en el ámbito laboral.*

Si bien la ansiedad y la depresión pueden tener múltiples orígenes (genéticos, biológicos, experiencias de vida), el entorno laboral puede ser un **desencadenante** o un **factor que agrava** estas condiciones.

Podemos identificar varios factores de riesgo psicosocial en el trabajo que contribuyen a la aparición o exacerbación de estos trastornos:

- Altas Exigencias y Carga de Trabajo Excesiva:
  - **Volumen de trabajo inmanejable:** Cantidad desmedida de tareas y responsabilidades que exceden la capacidad del trabajador, llevando a la sensación de no poder cumplir.
  - **Presión de tiempo y plazos ajustados:** Metas inalcanzables o fechas límite muy restrictivas que generan estrés crónico y ansiedad por el rendimiento.
  - **Ritmo de trabajo acelerado:** La necesidad constante de rapidez, sin tiempo para pausas o recuperación.
  - **Demandas emocionales intensas:** Trabajo en contacto con el sufrimiento humano (personal sanitario, servicios de emergencia) o con clientes difíciles.
- Falta de Control y Autonomía:
  - **Poca influencia en decisiones:** No tener voz ni voto en cómo se organiza el propio trabajo o en aspectos que afectan el puesto.
  - **Rigidez de horarios:** Imposibilidad de flexibilizar la jornada laboral para conciliar con la vida personal.
  - **Falta de recursos:** No disponer de las herramientas, el personal o la información necesaria para realizar las tareas eficazmente.
- Inseguridad Laboral y Remuneración:
  - **Miedo a la pérdida del empleo:** La inestabilidad laboral genera incertidumbre y ansiedad constante.
  - **Remuneración inadecuada:** Sentir que el salario no es justo o no compensa el esfuerzo y la responsabilidad.
  - **Falta de oportunidades de desarrollo:** La ausencia de perspectivas de crecimiento o formación puede generar frustración y desmotivación.
- Malas Relaciones Interpersonales y Acoso:

- **Falta de apoyo social:** Ausencia de respaldo y comprensión por parte de compañeros o superiores.
- **Conflictos interpersonales:** Disputas constantes, rivalidades o un ambiente de trabajo hostil.
- **Acoso laboral (Mobbing) o acoso sexual:** Exposición a conductas de hostigamiento, intimidación, manipulación o discriminación.
- **Liderazgo deficiente:** Jefes o supervisores autoritarios, que microgestionan, no dan feedback o no gestionan adecuadamente a sus equipos.
- Falta de Claridad de Rol y Conflicto de Rol:
  - **Ambigüedad de rol:** No tener claras las expectativas del puesto, las responsabilidades o los objetivos.
  - **Conflicto de rol:** Recibir instrucciones contradictorias de diferentes fuentes o tener que cumplir con demandas que chocan entre sí.
- Desequilibrio Vida-Trabajo:
  - **Dificultad para conciliar:** El trabajo invade el tiempo personal y familiar, impidiendo el descanso y el disfrute.
  - **Sobrecarga fuera del trabajo:** Problemas personales o familiares que se suman a las demandas laborales.
- **Condiciones Físicas Inseguras o Deficientes:** Aunque no son causas directas, ambientes con ruido excesivo, iluminación inadecuada, vibraciones, temperaturas extremas o falta de confort pueden generar estrés crónico y contribuir al malestar mental.

Las consecuencias de la ansiedad y la depresión en el ámbito laboral son multifacéticas y perjudiciales tanto para el individuo como para la organización, impactando directamente en la seguridad y la productividad.

Entre las consecuencias a nivel Individual (Salud y Bienestar) podemos destacar:

- **Deterioro de la Salud Mental:** Agravamiento de los síntomas de ansiedad y depresión, llevando a un deterioro progresivo de la calidad de vida.
- **Problemas de Salud Física:** Trastornos del sueño (insomnio o hipersomnias), fatiga crónica, dolores de cabeza, problemas gastrointestinales, enfermedades cardiovasculares, debilitamiento del sistema inmunológico.
- **Abuso de Sustancias:** Tendencia a utilizar alcohol, tabaco o drogas como mecanismos de afrontamiento.
- **Problemas en las Relaciones:** Dificultad para mantener relaciones interpersonales saludables, tanto en el trabajo como fuera de él.
- **Aumento del Riesgo de Suicidio:** En los casos más graves de depresión, puede haber ideación suicida.

Podemos destacar cómo consecuencias a nivel Organizacional (Seguridad y Productividad):

- Reducción del Rendimiento y Productividad:
  - **Disminución de la concentración y atención:** Mayor propensión a errores y dificultad para realizar tareas complejas.
  - **Lentitud en la toma de decisiones:** Indecisión, procrastinación y dificultad para resolver problemas.
  - **Baja creatividad y motivación:** Falta de iniciativa y compromiso con las tareas.
  - **Disminución de la calidad del trabajo:** Errores que afectan el producto o servicio final.
- **Mayor Incidencia de Incidentes y Accidentes:** La alteración de las funciones cognitivas (atención, memoria, tiempo de reacción) aumenta significativamente el riesgo de errores operativos, incidentes y accidentes laborales, especialmente en puestos que requieren alta concentración o manejo de maquinaria peligrosa.
- Aumento del Ausentismo y Presentismo:
  - **Absentismo:** Mayor número de bajas por enfermedad, ya sea por los trastornos mentales mismos o por las dolencias físicas asociadas al estrés crónico.
  - **Presentismo:** Acudir al trabajo estando enfermo o con baja productividad, lo que no contribuye a la eficacia y puede ser un riesgo de seguridad.

- **Alta Rotación de Personal:** Los empleados con trastornos de ansiedad y depresión tienen más probabilidades de buscar otros empleos o abandonar la fuerza laboral.
- **Deterioro del Clima Laboral:** La irritabilidad, el aislamiento o la falta de participación de los trabajadores afectados pueden generar un ambiente de trabajo tenso y afectar la moral del equipo.
- **Costos Económicos Elevados:** Los trastornos mentales en el trabajo conllevan costos significativos para las empresas, incluyendo gastos de atención médica, indemnizaciones por accidentes, pérdida de productividad, costos de contratación y capacitación de nuevo personal, y posibles multas por incumplimiento de normativas de HSI.

Al igual que en los otros factores de riesgo psicológicos la prevención de los trastornos de ansiedad y depresión en el trabajo debe ser un enfoque integral, abordando tanto los factores ambiente laboral como promoviendo la salud mental a nivel individual.

**Enfoque Organizacional:** Centradas en eliminar o reducir los factores de riesgo en el origen.

- Evaluación y Gestión de Riesgos Psicosociales:
  - Realizar evaluaciones periódicas (mediante encuestas validadas, grupos focales) para identificar los factores de riesgo psicosocial en la organización.
  - Desarrollar e implementar planes de acción específicos basados en los resultados para mitigar estos riesgos.
- Diseño y Organización del Trabajo Saludable:
  - **Gestión de la carga de trabajo:** Asegurar cargas de trabajo realistas, con tiempos de entrega razonables y recursos adecuados.
  - **Horarios flexibles y razonables:** Promover jornadas laborales que permitan un equilibrio entre la vida profesional y personal.
  - **Fomentar la autonomía y el control:** Dar a los trabajadores cierto control sobre cómo y cuándo realizan sus tareas.
  - **Claridad de roles y responsabilidades:** Establecer descripciones de puesto claras y comunicar las expectativas.
  - **Variedad de tareas:** Introducir diversidad en las actividades para reducir la monotonía y la fatiga mental.
- Cultura Organizacional de Apoyo:
  - **Liderazgo positivo y empático:** Capacitar a los líderes para gestionar equipos de forma efectiva, proporcionar apoyo, reconocer el esfuerzo y comunicar de forma transparente.
  - **Fomentar el apoyo social:** Promover la colaboración y el apoyo entre compañeros.
  - **Políticas de no acoso y no discriminación:** Implementar y hacer cumplir políticas claras contra el acoso y la discriminación.
  - **Mecanismos de resolución de conflictos:** Establecer vías seguras y justas para resolver disputas laborales.
- Reconocimiento y Desarrollo Profesional:
  - **Sistemas de reconocimiento:** Implementar programas que valoren y recompensen el esfuerzo y los logros de los empleados.
  - **Oportunidades de capacitación y desarrollo:** Ofrecer posibilidades de crecimiento y aprendizaje continuo.

**Detección Temprana e Intervención:** Centradas en la detección precoz y el apoyo a los trabajadores que empiezan a mostrar síntomas.

- **Educación y Sensibilización:** Informar a todos los trabajadores sobre qué son la ansiedad y la depresión, sus síntomas, cómo el trabajo puede influir y la importancia de buscar ayuda.
- **Capacitación para Líderes:** Enseñar a los supervisores a identificar las señales de advertencia en sus equipos y cómo abordar el tema de manera sensible y efectiva, sin diagnosticar.
- **Acceso a Servicios de Salud Mental:** Proporcionar acceso a programas de asistencia al empleado o a servicios de asesoramiento psicológico confidencial.
- **Vigilancia de la Salud:** Incluir aspectos de salud mental en los reconocimientos médicos ocupacionales, siempre respetando la confidencialidad y la ética médica.

- **Canales de comunicación:** Establecer canales seguros y confidenciales para que los trabajadores puedan expresar inquietudes o buscar ayuda.

**Rehabilitación y Reincorporación:** Centradas en apoyar a los trabajadores que ya han sido diagnosticados y facilitar su recuperación y reintegración.

- **Planes de Reincorporación:** Diseñar planes de regreso al trabajo graduales y adaptados a las necesidades individuales del trabajador.
- **Ajustes Razonables en el Puesto de Trabajo:** Realizar modificaciones en el horario, la carga de trabajo, las responsabilidades o el entorno físico para facilitar la recuperación y prevenir recaídas.
- **Seguimiento y Apoyo Continuo:** Ofrecer apoyo psicológico y médico continuo durante el proceso de recuperación y reincorporación.
- **Prevención de la Estigmatización:** Fomentar un ambiente donde la salud mental se trate con la misma seriedad y sin estigmas que la salud física.

## 6. Biológicos

Cuando hablamos de agentes biológicos nos referimos a cualquier microorganismo, con inclusión de los genéticamente modificados, cultivos celulares y los endoparásitos humanos, que pueden ser capaces de generar cualquier tipo de infección, alergia o toxicidad.

Esta definición es amplia y abarca desde las bacterias y virus más conocidos, hasta hongos, parásitos y priones, cada uno con sus propias características y mecanismos de acción. La relevancia de entenderlos radica en que, a diferencia de un riesgo físico (como una máquina sin guarda) o químico (como un solvente), los agentes biológicos suelen ser invisibles, replicables y pueden propagarse, lo que los convierte en un desafío particular para la gestión de riesgos.

Para facilitar su estudio y manejo, los agentes biológicos se clasifican generalmente en las siguientes categorías principales:

- **Bacterias:** Organismos unicelulares procariotas, capaces de causar una vasta gama de enfermedades.
- **Virus:** Agentes infecciosos microscópicos que solo pueden replicarse dentro de las células vivas de otros organismos.
- **Hongos:** Organismos eucariotas que pueden ser unicelulares (levaduras) o multicelulares (mohos), y cuyas esporas suelen ser la vía de exposición.
- **Parásitos:** Organismos que viven sobre o dentro de otro ser vivo (huésped), del cual obtienen nutrientes y al que pueden causar daño; incluyen protozoos y helmintos (gusanos).
- **Otros Microorganismos:** Esta categoría puede incluir priones (agentes infecciosos compuestos por proteínas) o toxinas de origen biológico que, aunque no son organismos vivos, son productos derivados de ellos con potencial dañino.

*\*\*\*Nota: Los procariotas (o células procariotas) son organismos unicelulares que no tienen núcleo definido ni otros organelos membranosos dentro de la célula. Generalmente tienen un tamaño entre 1 y 10 micrómetros. Difieren de las eucariotas que son más grandes y si tienen núcleo y orgánulos. Las bacterias son procariotas mientras que las plantas, animales, hongos y protozoos están conformados por eucariotas\*\*\**

La forma en que un agente biológico ingresa al cuerpo del trabajador es fundamental para entender el riesgo y establecer las barreras de protección.

Las principales vías de entrada son:

- **Vía Respiratoria (Inhalación):** Es una de las vías más comunes y peligrosas. Se produce al respirar aerosoles, gotitas o partículas que contienen el agente biológico, presentes en el aire. Esto es habitual en entornos como laboratorios, centros de salud o industrias donde se generan polvos orgánicos.

- **Vía Dérmica (Contacto con Piel y Mucosas):** Ocurre por el contacto directo del agente con la piel (especialmente si hay heridas, cortes o irritaciones) o con las mucosas (ojos, nariz, boca). Ejemplos incluyen salpicaduras de fluidos o el manejo de superficies contaminadas.
- **Vía Digestiva (Ingestión):** Implica la entrada del agente a través del tracto gastrointestinal. Esto puede suceder por la ingestión accidental de partículas contaminadas (ej. por no lavarse las manos antes de comer) o por el consumo de alimentos o agua contaminados en el lugar de trabajo.
- **Vía Parenteral (Inoculación):** Es la introducción del agente directamente en el torrente sanguíneo, a menudo por lesiones con objetos punzocortantes contaminados (ej. pinchazos con agujas, cortes con cristales rotos) o a través de mordeduras o picaduras de animales o insectos portadores.

Los efectos que los agentes biológicos pueden tener en la salud de un trabajador son variados y dependen del tipo de agente, la dosis de exposición y la susceptibilidad individual.

Los principales son:

- **Infecciones:** Son el efecto más conocido, donde el agente se reproduce en el organismo del trabajador, causando una enfermedad transmisible (ej. tuberculosis, gripe, hepatitis).
- **Alergias:** Se producen cuando el sistema inmunológico del trabajador reacciona de forma exagerada a la presencia de un agente biológico o sus componentes (alérgenos), incluso en bajas concentraciones. Esto puede manifestarse como asma, rinitis o dermatitis (ej. alergia al látex en guantes).
- **Toxicidad:** Algunos agentes biológicos o sus productos metabólicos pueden generar toxinas que causan daños directos a las células o tejidos del organismo, sin necesidad de que el agente se replique (ej. toxinas bacterianas, micotoxinas de hongos).

A continuación exponemos una breve introducción a estos agentes y de las estrategias adecuadas para su control y prevención en los diversos entornos laborales.

---

## 6.1.- Bacterias

Las Bacterias son organismos microscópicos, ubicuos y de una diversidad asombrosa, capaces de adaptarse a casi cualquier ambiente y, lamentablemente, de causar una variedad considerable de enfermedades en los seres humanos.

Las bacterias son organismos unicelulares procariotas, lo que significa que carecen de un núcleo definido y de otros orgánulos complejos. Su tamaño, generalmente de unos pocos micrómetros, las hace invisibles al ojo humano, pero su capacidad de replicación es extraordinaria. Se reproducen por fisión binaria, un proceso rápido que les permite formar colonias y, en condiciones favorables, expandirse rápidamente.

Morfológicamente, las bacterias presentan diversas formas: pueden ser esféricas (cocos), en forma de bastón (bacilos), espirales (espirilos) o curvadas (vibrios). Algunas tienen flagelos que les permiten moverse, otras forman cápsulas protectoras que las hacen más resistentes, y algunas incluso pueden formar esporas, estructuras altamente resistentes que les permiten sobrevivir en condiciones adversas (como altas temperaturas, sequedad o desinfectantes) durante largos periodos hasta encontrar un ambiente propicio para volver a activarse. Esta capacidad de esporulación es particularmente relevante en higiene y seguridad, ya que las esporas bacterianas pueden ser muy difíciles de eliminar y representan un riesgo persistente.

La mayoría de las bacterias son inofensivas e incluso beneficiosas (como las que habitan en nuestro intestino), pero un subconjunto de ellas son patógenas, es decir, tienen la capacidad de causar enfermedades. Su patogenicidad se debe a diversos factores, como la producción de toxinas, la capacidad de adherirse a las células del huésped, o la evasión del sistema inmunitario.

Las bacterias pueden transmitirse en el entorno laboral de varias maneras, dependiendo del tipo de bacteria, su hábitat natural y las actividades laborales involucradas:

- **Contacto Directo:** Esta es una de las vías más frecuentes, especialmente en profesiones que implican interacción física con personas, animales o fluidos corporales contaminados. Ejemplos incluyen el contacto piel con piel, o el contacto con mucosas a través de las manos contaminadas.
- **Vía Aérea:** Las bacterias pueden dispersarse en el aire a través de pequeñas gotas o partículas en aerosol generadas al toser, estornudar, hablar, o por procedimientos que generen aerosoles (ej. trabajos con herramientas neumáticas en ambientes polvorientos, procedimientos médicos). Estas partículas pueden ser inhaladas directamente por los trabajadores.
- **Ingestión:** Se produce por la ingesta accidental de bacterias, a menudo por la contaminación de manos, alimentos o superficies de trabajo. Esto puede ocurrir si se consume comida o bebida en zonas de riesgo, o si no se realiza una higiene de manos adecuada después de manipular materiales contaminados.
- **Vía Parenteral (Inoculación):** Implica la introducción directa de bacterias al torrente sanguíneo, generalmente a través de lesiones punzantes o cortantes con objetos contaminados (ej. agujas, cristales rotos, herramientas) o por mordeduras de animales infectados.
- **Contacto Indirecto a Través de Fómites:** Las bacterias pueden sobrevivir en superficies inanimadas (fómites) durante un tiempo. Si un trabajador toca una superficie contaminada y luego se toca la cara (ojos, nariz, boca), puede autoinocularse.

La prevención de las enfermedades bacterianas en el trabajo se basa en una combinación de controles de ingeniería, administrativos y el uso de equipos de protección personal, siguiendo la jerarquía de controles:

- **Higiene Personal Estricta:** El **lavado frecuente y adecuado de manos** con agua y jabón (o desinfectante a base de alcohol) es la medida más crítica. Promover duchas y cambio de ropa al finalizar la jornada en ciertos sectores.
- **Desinfección y Saneamiento:** Implementar protocolos rigurosos de limpieza y desinfección de superficies, equipos, herramientas y áreas de trabajo, especialmente aquellas que puedan estar contaminadas con fluidos corporales o materiales biológicos.
- Control de Ingeniería:
  - **Ventilación adecuada:** Asegurar una buena ventilación general y, si es necesario, sistemas de extracción localizada para controlar aerosoles.
  - **Cabinas de seguridad biológica:** En laboratorios, utilizar cabinas de flujo laminar para manipular agentes peligrosos.
  - **Sistemas cerrados:** Utilizar sistemas cerrados para el manejo de residuos o sustancias peligrosas.
- Controles Administrativos:
  - **Procedimientos de trabajo seguro (PTS):** Desarrollar y capacitar en procedimientos para tareas que implican riesgo bacteriano.
  - **Vacunación:** Implementar programas de vacunación para enfermedades específicas donde exista una vacuna efectiva y el riesgo ocupacional lo justifique (ej. tétanos, fiebre tifoidea para ciertos trabajos, BCG para tuberculosis en personal de salud de alto riesgo).
  - **Vigilancia de la salud:** Realizar exámenes médicos pre-ocupacionales y periódicos para detectar posibles exposiciones o enfermedades en etapas tempranas.
  - **Gestión de residuos:** Establecer protocolos para la clasificación, almacenamiento, recolección y eliminación segura de residuos biológicos.
  - **Prohibiciones:** Restringir comer, beber, fumar o maquillarse en zonas de riesgo biológico.
- Equipo de Protección Personal (EPP):
  - **Guantes:** Utilizar guantes apropiados para la tarea (látex, nitrilo) para proteger las manos del contacto directo con agentes bacterianos.
  - **Mascarillas/Respiradores:** Usar mascarillas quirúrgicas o respiradores (ej. N95/FFP2 o superiores) según el tipo de bacteria y la vía de transmisión (gotitas o aerosoles).
  - **Protectores oculares/faciales:** Gafas de seguridad o protectores faciales para evitar salpicaduras en ojos y cara.
  - **Batas y ropa de protección:** Utilizar batas o trajes protectores para evitar la contaminación de la ropa personal y la piel.

## 6.2.- Virus

A diferencia de las bacterias, los virus no son organismos celulares; son entidades infecciosas microscópicas que se caracterizan por su dependencia absoluta de las células de un huésped para replicarse. Esta particularidad los convierte en parásitos intracelulares obligados, y su impacto en la salud humana, especialmente en el contexto laboral, puede ser devastador.

Los virus son, en esencia, paquetes de material genético (ADN o ARN) envueltos en una capa proteica protectora, conocida como cápside. Algunos virus más complejos también poseen una envoltura lipídica externa. Son significativamente más pequeños que las bacterias, midiendo solo decenas o cientos de nanómetros, lo que los hace indetectables incluso con los microscopios ópticos más potentes y requiere de microscopía electrónica para su visualización.

La clave de su virulencia radica en su capacidad para “secuestrar la maquinaria celular” de un organismo vivo (humanos, animales, plantas, bacterias) para producir copias de sí mismos. Una vez que un virus infecta una célula, inyecta su material genético, reprogramando la célula para que fabrique componentes virales, que luego se ensamblan en nuevos viriones (partículas virales completas). Este proceso puede llevar a la lisis (ruptura) de la célula huésped, liberando nuevos virus para infectar otras células, o a la integración silenciosa del material genético viral en el genoma del huésped, lo que puede resultar en infecciones crónicas o, en algunos casos, en la transformación celular que conduce al cáncer.

Su simplicidad estructural no resta complejidad a su impacto. Los virus exhiben una alta especificidad por el tipo de célula que infectan, lo que explica por qué algunos afectan el sistema respiratorio, otros el hepático, y otros el inmunitario. Además, su capacidad para mutar rápidamente les permite adaptarse a nuevos huéspedes o evadir la respuesta inmunitaria del huésped o la eficacia de las vacunas y tratamientos antivirales, presentando un desafío constante en salud pública y ocupacional.

La transmisión de virus en el entorno laboral puede incluir:

- **Vía Aérea (Gotitas y Aerosoles):** Es una de las vías de transmisión más preocupantes, especialmente para virus respiratorios.
  - **Gotitas Respiratorias:** Se generan al toser, estornudar o hablar y son relativamente grandes, viajando distancias cortas (generalmente menos de 2 metros) antes de caer. La infección ocurre por inhalación directa o por depósito en las mucosas de ojos, nariz o boca. Esto es un riesgo significativo en entornos con contacto cercano con el público o entre compañeros, como oficinas, escuelas, tiendas, y sobre todo, centros de salud.
  - **Aerosoles:** Son partículas mucho más pequeñas que pueden permanecer suspendidas en el aire por periodos prolongados y viajar distancias mayores. Su generación puede ocurrir en el habla, la respiración, o mediante ciertos procedimientos médicos (ej. intubación, broncoscopia) o procesos industriales (ej. agitación de líquidos en laboratorios). Representan un riesgo elevado en espacios cerrados, mal ventilados o con alta densidad de personas.
- **Contacto Directo con Fluidos Corporales:** Esta vía es prominente en profesiones que manejan sangre, orina, heces, secreciones o tejidos. La infección se produce por contacto directo de la piel o mucosas con estos fluidos. Esto es un riesgo constante para el personal de salud (médicos, enfermeros, técnicos de laboratorio), personal de limpieza, servicios de emergencia (paramédicos, bomberos) y personal funerario.
- **Vía Parenteral (Inoculación):** La introducción del virus directamente en el torrente sanguíneo es un riesgo grave. Esto ocurre típicamente a través de:
  - Pinchazos con agujas o cortes con objetos punzocortantes contaminados con sangre o fluidos biológicos (ej. en hospitales, laboratorios, centros de estética, eliminación de residuos).
  - Mordeduras o arañazos de animales infectados (ej. veterinarios, cuidadores de animales).
- **Contacto Indirecto a Través de Fómites:** Los virus pueden sobrevivir en superficies inanimadas (manijas de puertas, teclados, herramientas, pasamanos) por un tiempo variable. Un trabajador que

toca una superficie contaminada y luego se lleva las manos a la cara (ojos, nariz, boca) puede autoinocularse. Es un riesgo en casi todos los entornos laborales.

- **Vía Alimentaria/Hídrica (Ingestión):** Menos común para virus respiratorios, pero relevante para virus entéricos (que afectan el intestino). Se da por la ingesta de alimentos o agua contaminados. Puede ser un riesgo para trabajadores en la industria alimentaria o en saneamiento.

Los virus son responsables de una amplia gama de enfermedades ocupacionales, muchas de ellas con un impacto significativo en la salud pública:

- **Hepatitis B (VHB) y Hepatitis C (VHC):** Infecciones virales que afectan el hígado y pueden cronicarse. El principal riesgo ocupacional es para el personal de salud y servicios de emergencia por exposición a sangre y fluidos corporales a través de pinchazos o cortes. La vacunación contra VHB es una medida crucial.
- **VIH (Virus de la Inmunodeficiencia Humana):** Aunque el riesgo ocupacional es bajo, existe para el personal de salud a través de la exposición a sangre y fluidos contaminados (pinchazos, cortes). Las precauciones universales son esenciales.
- **Gripe (Influenza) y COVID-19 (SARS-CoV-2):** Virus respiratorios de alta transmisibilidad que causan epidemias y pandemias. Son un riesgo para casi todos los trabajadores, especialmente aquellos con contacto cercano con el público, personal de servicios, educación, y, obviamente, el personal sanitario. La transmisión es principalmente por gotitas y aerosoles.
- **Virus del Papiloma Humano (VPH):** En el contexto ocupacional, el riesgo puede ser para profesionales que manejan muestras de tejidos o instrumental médico contaminado.
- **Virus de la Rabia:** Un riesgo para veterinarios, personal de laboratorio que manipule animales, presencia de roedores en almacenes o galpones, guardaparques y personal de control animal expuesto a mordeduras o arañazos de animales infectados.
- **Fiebre Hemorrágica Argentina:** Es popularmente conocida como "mal de los rastrojos", es una enfermedad viral grave causada por el virus Junín. Es endémica de una región específica de Argentina que abarca partes de la provincia de Buenos Aires, sur de Santa Fe, Córdoba y La Pampa. La transmisión es por contacto con roedores infectados o sus excretas, no se transmite de persona a persona. Su reservorio principal es el ratón maicero (*Calomys musculinus*). Entre los síntomas puede estar:
  - Fiebre alta.
  - Síntomas hemorrágicos (sangrado de encías, nariz, piel, etc.).
  - Afectación de diversos sistemas, incluyendo el neurológico (temblores, confusión), renal y hematológico.
- **Norovirus y Rotavirus:** Virus entéricos que causan gastroenteritis. Riesgo para trabajadores en la industria alimentaria, guarderías, y personal de limpieza que maneja desechos.
- **Herpesvirus:** Diversos tipos de herpes pueden ser un riesgo para personal de salud (ej. herpes simple por contacto con lesiones) o para aquellos en contacto con animales.
- **Hantavirus:** Afecta principalmente a los pulmones y el corazón. Se transmite principalmente por la inhalación de aerosoles de la orina, heces o saliva de roedores infectados (ej. ratón colilargo en Argentina). La mordedura de roedor es otra vía menos frecuente.

La prevención puede contemplar:

- Control de Ingeniería:
  - **Ventilación adecuada:** Sistemas de ventilación mecánica o natural que aseguren el recambio de aire y diluyan la concentración de aerosoles.
  - **Presión negativa:** En áreas de aislamiento de pacientes con enfermedades de transmisión aérea (ej. COVID-19, tuberculosis), para evitar la salida de aire contaminado.
  - **Campanas de flujo laminar y cabinas de seguridad biológica:** En laboratorios, para manipular muestras con riesgo viral.
  - **Sistemas cerrados:** Para el manejo de residuos biológicos o fluidos contaminados.
- Controles Administrativos:
  - **Procedimientos de Trabajo Seguro (PTS):** Establecer y capacitar en protocolos para el manejo de fluidos corporales, objetos punzocortantes, limpieza y desinfección.

- **Programas de Vacunación:** Prioridad alta para virus con vacunas disponibles y riesgos ocupacionales específicos (ej. Hepatitis B para personal de salud, Gripe estacional, COVID-19 según recomendaciones).
- **Vigilancia de la Salud:** Exámenes médicos periódicos y protocolos de actuación post-exposición (ej. profilaxis post-exposición para VIH o Hepatitis B).
- **Higiene de Manos:** Reforzar la importancia del lavado de manos con agua y jabón o el uso de desinfectantes a base de alcohol, especialmente después del contacto con superficies o fluidos potencialmente contaminados y antes de comer.
- **Limpieza y Desinfección:** Implementar protocolos rigurosos de limpieza y desinfección de superficies y equipos, utilizando desinfectantes virucidas adecuados.
- **Gestión de Residuos:** Protocolos estrictos para la segregación, almacenamiento y eliminación segura de residuos biológicos (ej. contenedores específicos para punzocortantes).
- **Política de Permisos por Enfermedad:** Fomentar que los trabajadores enfermos permanezcan en casa para evitar la propagación (ausentismo responsable).
- **Sensibilización y Capacitación:** Educar a los trabajadores sobre los riesgos virales específicos de su puesto, las vías de transmisión, la importancia del EPP y las medidas de higiene.
- **Señalización:** Utilizar señalización de riesgo biológico en áreas designadas.
- Equipo de Protección Personal (EPP):
  - **Guantes:** Utilizar guantes desechables de nitrilo o látex para cualquier tarea que implique contacto con fluidos corporales o superficies contaminadas.
  - Mascarillas/Respiradores:
    - **Mascarillas quirúrgicas:** Para proteger de gotitas grandes y evitar la dispersión por parte del usuario infectado.
    - **Respiradores (ej. N95/FFP2 o FFP3):** Para proteger contra la inhalación de aerosoles, especialmente en entornos con riesgo de transmisión aérea de virus (ej. atención a pacientes con tuberculosis o COVID-19).
  - **Protectores Oculares/Faciales:** Gafas de seguridad o pantallas faciales para proteger los ojos y la cara de salpicaduras de fluidos.
  - **Batas/Delantales/Trajes de Protección:** Utilizar batas o delantales impermeables, o trajes de bioseguridad, para proteger la ropa y la piel de la contaminación.

---

### 6.3.- Hongos

Aunque comúnmente se les asocia con problemas de humedad o deterioro de alimentos, su presencia en diversos entornos de trabajo y su capacidad para generar infecciones, alergias y toxinas los convierten en un factor de riesgo biológico relevante.

Los hongos son **organismos eucariotas** (con un núcleo celular definido), lo que los diferencia de las bacterias (procariontes) y los virus (acelulares). Esta característica les permite tener una estructura celular más compleja y una mayor capacidad metabólica. Se presentan en diversas formas:

- **Levaduras:** Hongos unicelulares que se reproducen por gemación (ej. *Candida*).
- **Mohos:** Hongos filamentosos multicelulares que crecen formando estructuras llamadas hifas, las cuales se entrelazan para formar un micelio visible (lo que comúnmente conocemos como moho). La reproducción de los mohos se realiza a través de **esporas**, que son estructuras microscópicas y ligeras, diseñadas para la dispersión aérea.
- **Hongos dimórficos:** Pueden presentarse como levaduras o mohos dependiendo de las condiciones ambientales (temperatura, nutrientes), siendo esta una característica importante para algunas enfermedades sistémicas.

La principal preocupación desde el punto de vista de la seguridad laboral radica en las esporas fúngicas. Estas esporas son extremadamente resistentes al ambiente (sequedad, temperaturas extremas) y son muy pequeñas, lo que les permite permanecer suspendidas en el aire durante largos periodos y viajar grandes distancias. La inhalación de estas esporas es la vía más común de exposición ocupacional a los mohos.

Además de las infecciones directas, muchos hongos producen micotoxinas, que son compuestos tóxicos capaces de causar efectos adversos en la salud, incluso sin una infección fúngica activa.

Algunos hongos también pueden liberar compuestos orgánicos volátiles microbianos (COVM) que contribuyen a la mala calidad del aire interior y pueden tener efectos irritantes.

La exposición a hongos en el trabajo es frecuente y se produce principalmente a través de:

- **Inhalación de Esporas:** Esta es la vía más común y peligrosa. Las esporas fúngicas se liberan al aire cuando los mohos se desprenden o se manipulan materiales contaminados. Las actividades que generan polvo (ej. remoción de materiales de construcción con humedad, manejo de granos, limpieza de áreas con moho visible, trabajos con compost) pueden liberar enormes cantidades de esporas que son fácilmente inhaladas. Los sistemas de ventilación o aire acondicionado contaminados también pueden dispersar esporas.
- **Contacto Dérmico (Piel):** El contacto directo con hongos o materiales contaminados puede causar infecciones cutáneas. Esto es común en profesiones que implican contacto con animales infectados (veterinarios, ganaderos), o con suelos y ambientes húmedos.
- **Ingestión Accidental:** Aunque menos común para las infecciones fúngicas directas, la ingestión de alimentos o agua contaminados con micotoxinas puede ocurrir en ciertos entornos laborales.
- **Inoculación (Parenteral):** La entrada directa a través de heridas cutáneas con objetos contaminados con esporas o fragmentos de hifas es posible, aunque menos frecuente que las vías anteriores.

Los hongos pueden causar tres tipos principales de problemas de salud en el ámbito laboral:

#### Infecciones (Micosis):

- **Micosis Sistémicas:** Son infecciones graves que afectan los órganos internos, generalmente por inhalación de esporas y son más comunes en regiones geográficas específicas. Por ejemplo:
  - **Histoplasmosis (*Histoplasma capsulatum*):** Asociada a la exposición a suelos contaminados con excrementos de aves o murciélagos. Riesgo para trabajadores de la construcción, agricultura, espeleólogos, arqueólogos y personal de demolición en zonas endémicas.
  - **Coccidioidomicosis (*Coccidioides immitis*):** "Fiebre del Valle", por inhalación de esporas de suelos áridos. Riesgo para trabajadores agrícolas, de construcción, o militares en zonas endémicas (ej. sudoeste de EE.UU., partes de Argentina y Brasil).
- **Micosis Oportunistas:** Afectan principalmente a individuos con sistemas inmunitarios comprometidos, pero pueden darse en cualquier persona con alta exposición. Por ejemplo:
  - **Aspergilosis (*Aspergillus spp.*):** Infecciones respiratorias o alérgicas por inhalación de esporas de *Aspergillus*. Riesgo para trabajadores en agricultura (manejo de heno, cereales), procesamiento de alimentos (especialmente panaderías, cervecerías), construcción (trabajos con humedad), y manipulación de compost.
  - **Candidiasis (*Candida spp.*):** Infecciones cutáneas o de mucosas, favorecidas por ambientes húmedos y oclusión (ej. uso prolongado de guantes). Riesgo para personal de salud, trabajadores en la industria alimentaria, o aquellos en ambientes muy húmedos.
- **Dermatofitosis (Tiñas):** Infecciones fúngicas de la piel, cabello y uñas. La más común: **Tinea corporis/pedis/manuum:** Comunes en deportistas, trabajadores en ambientes húmedos (piscinas, spas), y personal en contacto con animales (veterinarios, ganaderos).

#### Alergias (Hipersensibilidad):

- **Hipersensibilidad:** Muchos hongos, especialmente mohos, producen alérgenos que pueden desencadenar reacciones de hipersensibilidad tipo I (mediadas por IgE) en individuos sensibilizados.
- **Asma Ocupacional y Rinitis Alérgica:** Por inhalación de esporas fúngicas en ambientes húmedos o contaminados. Riesgo en agricultura, panaderías, cervecerías, construcción, tratamiento de residuos, y cualquier edificio con problemas de humedad.
- **Neumonitis por Hipersensibilidad ("Pulmón de Granjero"):** Reacción inmune grave a la inhalación repetida de polvos orgánicos que contienen esporas de hongos (ej. *Thermoactinomyces vulgaris* en heno). Afecta a agricultores.

### Toxicidad (Micotoxicosis):

Ciertas especies de mohos producen micotoxinas (ej. aflatoxinas, ocratoxina, tricotecenos) que son potentes venenos. La exposición ocupacional puede ocurrir por la inhalación o contacto dérmico con polvos que contienen micotoxinas, o por ingestión de alimentos contaminados.

Los efectos pueden variar desde irritación de la piel y vías respiratorias, hasta daño hepático, renal, inmunosupresión y, en algunos casos, carcinogenicidad. Riesgo para trabajadores en la industria alimentaria (almacenamiento de granos, frutos secos), agricultura, y silos.

La gestión de los riesgos fúngicos en el entorno laboral se centra en controlar la proliferación de hongos, evitar la dispersión de esporas y proteger a los trabajadores de la exposición. La prevención puede contemplar:

- Control Ambiental y de Ingeniería (Prioridad):
  - **Control de la Humedad:** La medida más crítica para prevenir el crecimiento de mohos. Implica reparar filtraciones, asegurar un buen drenaje, controlar la condensación y mantener los niveles de humedad relativa por debajo del 60%.
  - **Ventilación Adecuada:** Proporcionar buena ventilación en áreas de riesgo para diluir las concentraciones de esporas y mantener la humedad bajo control. Utilizar sistemas de extracción localizada cuando se manipulen materiales que puedan generar esporas.
  - **Limpieza y Saneamiento:** Realizar limpiezas regulares y exhaustivas para eliminar el polvo y los residuos orgánicos, que pueden servir de sustrato para el crecimiento fúngico. En caso de contaminación por moho, realizar una limpieza profesional que involucre contención y ventilación.
  - **Manejo de Residuos:** Implementar protocolos para la gestión y eliminación segura de materiales orgánicos húmedos o en descomposición.
- Controles Administrativos:
  - **Procedimientos de Trabajo Seguro (PTS):** Desarrollar protocolos específicos para tareas de riesgo, como la manipulación de materiales húmedos, trabajos en espacios confinados con moho, o la limpieza de derrames orgánicos.
  - **Rotación de Tareas:** Si es posible, rotar a los trabajadores en tareas de alto riesgo para limitar el tiempo de exposición individual.
  - **Mantenimiento Preventivo:** Inspeccionar y mantener regularmente los sistemas de climatización para prevenir el crecimiento de hongos en conductos.
  - **Capacitación y Sensibilización:** Informar a los trabajadores sobre los peligros de los hongos, sus síntomas, las vías de exposición y la importancia de reportar problemas de humedad o crecimiento de moho.
  - **Vigilancia de la Salud:** Realizar exámenes médicos periódicos para trabajadores expuestos, con énfasis en síntomas respiratorios o cutáneos. En casos específicos, pruebas de función pulmonar o detección de sensibilización.
- Equipo de Protección Personal (EPP):
  - **Respiradores/Mascarillas:** Para proteger contra la inhalación de esporas. Se deben utilizar respiradores con filtros de partículas de alta eficiencia (ej. **FFP2 o N95** como mínimo, y **FFP3 o P100** para exposiciones más altas o tareas de remediación de moho).
  - **Guantes:** Utilizar guantes de protección adecuados para evitar el contacto dérmico con materiales contaminados con hongos.
  - **Ropa de Protección:** Usar overoles o batas desechables que cubran la piel para evitar la contaminación de la ropa personal.
  - **Protección Ocular:** Gafas de seguridad o pantallas faciales para proteger los ojos de salpicaduras o partículas.

---

## 6.4.- Parásitos

Un parásito es un organismo que vive sobre o dentro de otro organismo de diferente especie, denominado hospedador, y se alimenta de él, pudiendo causarle un perjuicio.

Los parásitos son organismos **eucariotas** (con células complejas y núcleo definido), lo que los diferencia de las bacterias. Su característica definitoria es su dependencia obligada del hospedador

para su supervivencia y reproducción. Esta relación parasitaria es un factor clave en su patogenicidad y en los ciclos de transmisión.

Los parásitos son notablemente diversos y se clasifican principalmente en dos grandes grupos:

- **Protozoos:** Son organismos unicelulares microscópicos, capaces de moverse de forma independiente. Algunos viven libremente, mientras que otros son patógenos obligados. Pueden habitar en el intestino, la sangre u otros tejidos del hospedador. Ejemplos incluyen *Giardia intestinalis*, *Entamoeba histolytica* y *Plasmodium* (causante de la malaria).
- **Helmintos:** Son gusanos multicelulares macroscópicos. Se dividen en:
  - **Nematodos (gusanos redondos):** Ejemplos incluyen *Ascaris lumbricoides*, *Ancylostoma duodenale* (anquilostoma) y *Trichinella spiralis*.
  - **Trematodos (duelas):** Gusanos planos, como *Schistosoma* (causante de la esquistosomiasis).
  - **Cestodos (tenias):** Gusanos planos segmentados, como *Taenia saginata* (tenia bovina) y *Echinococcus granulosus* (causante de la hidatidosis).

Muchos parásitos tienen ciclos de vida complejos, que pueden involucrar a uno o varios hospedadores intermedios (ej. mosquitos, caracoles, cerdos) y diferentes estadios de desarrollo (huevos, larvas, quistes, adultos). Esta complejidad influye directamente en sus modos de transmisión y en la dificultad para controlar su propagación en ciertos entornos laborales. La resistencia de algunas formas parasitarias (ej. quistes de protozoos, huevos de helmintos) en el medio ambiente también es un factor crítico a considerar, ya que pueden sobrevivir en el agua, el suelo o en superficies durante periodos prolongados.

La transmisión de parásitos en el entorno laboral está intrínsecamente ligada a las actividades específicas de cada sector y al contacto con fuentes de contaminación. Las principales vías son:

- **Ingestión de Agua o Alimentos Contaminados:** Esta es una vía crucial para muchos parásitos intestinales (protozoos y helmintos).
  - **Agua:** Consumo de agua no potable o contacto con agua contaminada (ej. en alcantarillado, ríos, lagos) que contenga quistes de protozoos (*Giardia*, *Cryptosporidium*) o huevos de helmintos. Riesgo para trabajadores de saneamiento, fontaneros, personal de depuradoras, agricultores y aquellos que trabajen en ambientes con agua estancada o manipulando aguas residuales.
  - **Alimentos:** Ingestión de alimentos crudos o mal cocidos contaminados con quistes o larvas parasitarias (ej. carne de cerdo con *Trichinella*, carne de res con *Taenia*). Riesgo para trabajadores de mataderos, procesadores de alimentos, cocineros y ganaderos.
- **Contacto con Suelo o Heces Contaminadas:**
  - **Contacto Directo:** Contacto de la piel (especialmente pies descalzos o manos sin guantes) con suelo contaminado con larvas de helmintos (ej. anquilostomas) que pueden penetrar la piel. Esto afecta a trabajadores agrícolas, jardineros, personal de construcción o saneamiento en zonas donde prevalecen estos parásitos.
  - **Inhalación/Ingestión de Polvo:** En menor medida, la inhalación o ingestión accidental de polvo que contenga huevos o quistes de parásitos.
- **Picaduras de Vectores:** Muchos parásitos son transmitidos por vectores artrópodos (insectos).
  - **Mosquitos:** Transmiten protozoos como *Plasmodium* (malaria), o helmintos como *Wuchereria bancrofti* (filariasis). Riesgo para trabajadores que operan en zonas endémicas (ej. personal de cooperación internacional, militares, trabajadores de campo en áreas tropicales o subtropicales), y aquellos implicados en control de plagas o saneamiento ambiental en estas áreas.
  - **Garrapatas:** Transmiten protozoos como *Babesia*. Riesgo para trabajadores forestales, agrícolas, ganaderos y excursionistas en áreas infestadas.
  - **Chinches (triatominos):** Transmiten *Trypanosoma cruzi* (Chagas). Riesgo para trabajadores rurales en viviendas precarias en zonas endémicas.
- **Contacto Directo con Animales Infectados:**
  - Contacto con animales portadores de parásitos o sus heces (ej. gatos con *Toxoplasma gondii*, ganado con quistes de *Echinococcus*). Riesgo para veterinarios, ganaderos, personal de zoológicos, carniceros y personal de laboratorio que manipule muestras de animales.
- **Vía Parenteral (Inoculación):** Aunque menos común, la inoculación directa puede ocurrir, por ejemplo, por pinchazos accidentales en laboratorios con muestras contaminadas.

Las enfermedades parasitarias en el ámbito laboral pueden ser debilitantes y, en algunos casos, mortales. Los ejemplos más relevantes incluyen:

- **Giardiasis (*Giardia intestinalis*) y Amebiasis (*Entamoeba histolytica*):** Causadas por protozoos intestinales que provocan diarrea, dolor abdominal y malabsorción. Riesgo para trabajadores de saneamiento, plantas de tratamiento de aguas residuales, fontaneros, personal de limpieza en áreas con bajo saneamiento, y en general quienes manejen aguas contaminadas.
- **Toxoplasmosis (*Toxoplasma gondii*):** Infección por un protozoo que puede ser asintomática o causar síntomas similares a la gripe, pero es grave en embarazadas o inmunodeprimidos. Riesgo para veterinarios, ganaderos, trabajadores de criaderos de gatos, y personal de laboratorio que manipule animales o muestras contaminadas.
- **Malaria (*Plasmodium spp.*):** Enfermedad febril grave transmitida por mosquitos Anopheles. Riesgo para trabajadores que viajan o residen en zonas tropicales y subtropicales endémicas (ej. personal de cooperación internacional, militares, trabajadores de construcción en el exterior).
- **Enfermedad de Chagas (*Trypanosoma cruzi*):** Causada por un protozoo transmitido por la picadura de chinches triatomíneos. Riesgo para trabajadores rurales, electricistas, y personal de construcción en zonas endémicas de América Latina, al estar expuestos a viviendas con presencia de la vinchuca.
- **Hidatidosis (*Echinococcus granulosus*):** Enfermedad causada por las larvas de un cestodo (tenia del perro), que forman quistes en órganos internos. La transmisión es por ingestión de huevos del parásito, presentes en heces de perros infectados o en alimentos/agua contaminados. Riesgo para ganaderos, pastores, trabajadores de mataderos, veterinarios y personas en contacto cercano con perros en zonas rurales o endémicas.
- **Anquilostomiasis (*Ancylostoma duodenale*, *Necator americanus*):** Infección por gusanos redondos que penetran la piel y causan anemia, fatiga y problemas nutricionales. Riesgo para trabajadores agrícolas, mineros, y de construcción en zonas cálidas con saneamiento deficiente, por contacto con suelos contaminados.
- **Esquistosomiasis (*Schistosoma spp.*):** Causada por trematodos que penetran la piel al contacto con agua dulce contaminada con caracoles que son hospedadores intermedios. Afecta principalmente a trabajadores agrícolas, pescadores, y personal de saneamiento en regiones endémicas (África, América del Sur, Asia).
- **Trichinellosis (*Trichinella spiralis*):** Infección por gusanos redondos por ingestión de carne cruda o mal cocida (especialmente cerdo o animales salvajes) con larvas. Riesgo para trabajadores de mataderos, carniceros, inspectores de la industria de la carne.

La prevención de enfermedades parasitarias en el trabajo requiere un enfoque multifacético, centrado en la interrupción de los ciclos de transmisión y la protección del trabajador:

- Control Ambiental y de Ingeniería:
  - **Saneamiento Básico:** Mejorar las condiciones de saneamiento (disponibilidad de agua potable, manejo adecuado de aguas residuales y eliminación de excretas) es fundamental para controlar muchos parásitos.
  - **Control de Vectores:** Programas de control de mosquitos, garrapatas, chinches y otros artrópodos en el lugar de trabajo, mediante fumigación, eliminación de criaderos, uso de mosquiteros.
  - **Barreras Físicas:** Instalar mallas en ventanas y puertas para evitar la entrada de insectos.
  - **Manejo Seguro del Agua y Alimentos:** Asegurar el acceso a agua potable y fuentes de alimentos seguras en el lugar de trabajo.
- Controles Administrativos:
  - **Procedimientos de Trabajo Seguro (PTS):** Desarrollar y capacitar en procedimientos para la manipulación segura de animales, productos animales, suelos, aguas residuales y para la preparación de alimentos.
  - **Higiene Personal Rigurosa:** Promover el lavado frecuente de manos con agua y jabón, especialmente antes de comer y después de manipular animales, suelos o residuos. Prohibir comer, beber o fumar en áreas de riesgo.
  - **Vigilancia de la Salud:** Realizar exámenes médicos pre-ocupacionales y periódicos, especialmente para trabajadores con riesgo de exposición a parásitos endémicos. Incluir análisis coproparasitológicos o serológicos según el riesgo.

- **Formación e Información:** Educar a los trabajadores sobre los riesgos parasitarios específicos de su puesto, las vías de transmisión, la importancia del EPP y las medidas de higiene.
- **Control de Animales:** Implementar programas de control de roedores, perros y otros animales salvajes o domésticos en el lugar de trabajo.
- **Gestión de Residuos:** Protocolos para la eliminación segura de heces de animales y otros residuos orgánicos.
- **Educación sobre Consumo de Alimentos:** Informar sobre la importancia de cocinar bien la carne y lavar frutas/verduras.
- Equipo de Protección Personal (EPP):
  - **Guantes:** Utilizar guantes resistentes al agua para el contacto con suelos húmedos, aguas residuales o animales.
  - **Ropa de Protección:** Usar ropa de manga larga y pantalones largos que cubran la piel, especialmente en áreas con riesgo de picaduras de insectos o contacto con suelo contaminado.
  - **Calzado de Seguridad:** Botas impermeables en trabajos con agua o suelos húmedos.
  - **Repelentes de Insectos:** Aplicar repelentes de insectos adecuados en piel expuesta cuando se trabaja en zonas endémicas.
  - **Redes Mosquiteras:** Utilizar redes mosquiteras impregnadas con insecticida si se pernocta en zonas de alto riesgo de vectores.
  - **Protectores Faciales/Oculares:** En tareas donde pueda haber salpicaduras de líquidos o materiales contaminados.

---

## 6.5.- Otros Microorganismos y Agentes Biológicos

En esta sección veremos otros agentes biológicos que no entran en las categorías anteriores.

### PRIONES

Los priones (del inglés *proteinaceous infectious particle*) son, quizás, los agentes infecciosos más inusuales y enigmáticos. A diferencia de las bacterias, virus, hongos y parásitos, los priones no son organismos vivos ni contienen material genético (ADN o ARN). Son, en cambio, proteínas con una conformación anómala que tienen la capacidad de inducir a proteínas normales de la misma especie a adoptar esa misma forma infecciosa. Este proceso desencadena una reacción en cadena que lleva a la acumulación de estas proteínas mal plegadas en el cerebro, formando agregados y causando daño neuronal. Su resistencia a los métodos convencionales de esterilización (calor, radiación, desinfectantes comunes) los convierte en un desafío particular.

Los Modos de Transmisión Comunes en el Ámbito Laboral suelen ser:

- **Inoculación Parenteral:** Contacto directo con tejido nervioso contaminado (cerebro, médula espinal) o fluidos corporales con alta carga infecciosa, a través de lesiones con instrumentos cortopunzantes contaminados, o por salpicaduras en mucosas.
- **Ingestión:** Aunque el riesgo ocupacional es bajo, la ingestión de material contaminado (ej. por prácticas de laboratorio inseguras) es una vía teórica.

Entre las Enfermedades Ocupacionales Relacionadas podemos mencionar la Enfermedad de Creutzfeldt-Jakob (ECJ) variante (vECJ) o esporádica (ECJe). Es una enfermedad neurodegenerativa fatal que causa demencia rápidamente progresiva, ataxia y otros síntomas neurológicos. Principalmente se da en personal de laboratorio que manipula tejidos o muestras cerebrales de pacientes diagnosticados o sospechosos de ECJ, personal de servicios de anatomía patológica, patólogos, neurocirujanos y personal de limpieza que maneje instrumental quirúrgico o desechos de pacientes con ECJ. Las precauciones son extremas debido a la resistencia de los priones a la desinfección estándar.

Dada la letalidad y la resistencia de los priones, las medidas de prevención son muy estrictas:

- **Protocolos de Bioseguridad de Nivel 3 o Superior:** Manipulación de muestras y tejidos en laboratorios con las máximas medidas de contención.

- **Instrumental Desechable:** Uso de instrumental quirúrgico o de laboratorio de un solo uso para procedimientos en los que se sospeche la presencia de priones.
- **Esterilización Especializada:** Si el instrumental es reutilizable, se requieren métodos de esterilización específicos y extremadamente rigurosos (ej. autoclave a altas temperaturas y presiones prolongadas, o tratamientos con hidróxido de sodio), que deben ser validados para la eliminación de priones.
- **Uso Riguroso de EPP:** Guantes doble, mascarillas, protección ocular, batas impermeables y protección de cabeza y pies.
- **Manejo de Residuos:** Eliminación de todos los materiales y desechos contaminados como residuos biológicos de alto riesgo (incineración).
- **Formación Específica:** Capacitación del personal sobre el riesgo prion y los protocolos de seguridad.

## TOXINAS Y ALÉRGENOS

Además de los microorganismos completos, los productos derivados de ellos o ciertas sustancias biológicas naturales, pueden actuar como agentes de riesgo ocupacional:

### Toxinas de Origen Biológico (Biotoxinas):

Son sustancias venenosas producidas por organismos vivos (bacterias, hongos, plantas, animales). No son el organismo en sí, sino sus productos metabólicos. Ejemplos incluyen las toxinas bacterianas (ej. toxina botulínica, toxina tetánica), micotoxinas producidas por hongos (ej. aflatoxinas), y venenos de animales (serpientes, arañas, insectos).

Entre los Modos de Exposición Ocupacional podemos considerar la inhalación de aerosoles con toxinas, contacto dérmico, inoculación (picaduras/mordeduras), o ingestión de alimentos/agua contaminados.

Las Enfermedades/Efectos Ocupacionales varían ampliamente desde irritación, reacciones alérgicas, síntomas neurológicos, hasta daño orgánico severo o la muerte. Por ejemplo:

- **Botulismo:** Por manipulación de alimentos contaminados (trabajadores de la industria alimentaria, chefs).
- **Efectos por Micotoxinas:** Trabajos agrícolas (granjeros, manipuladores de granos), industria alimentaria (almacenamiento de alimentos).
- **Picaduras/Mordeduras Tóxicas:** Para trabajadores que operan al aire libre, en áreas rurales (ej. agricultores, guardaparques, trabajadores de la construcción, personal de control de plagas).

### Alérgenos de Origen Biológico:

Son sustancias de origen biológico que pueden desencadenar una respuesta alérgica en individuos sensibilizados. No causan infección ni toxicidad directa, pero provocan una reacción inmunitaria exagerada. Pueden ser proteínas animales (caspa, pelo, orina), proteínas vegetales (polen, enzimas de plantas), proteínas de microorganismos (ácaros del polvo, cucarachas, hongos, bacterias, látex), o enzimas utilizadas en procesos industriales.

Entre los Modos de Exposición Ocupacional podemos considerar la inhalación (aerosoles, polvo con alérgenos), contacto dérmico (con la piel), o ingestión (accidental).

Entre las Enfermedades/Efectos Ocupacionales podemos mencionar:

- **Asma Ocupacional:** Reacciones alérgicas respiratorias por inhalación de alérgenos (ej. enzimas en la panadería, alérgenos de animales en laboratorios de investigación, látex en personal sanitario).
- **Rinitis Alérgica y Conjuntivitis:** Síntomas similares a los del asma, afectando nariz y ojos.
- **Dermatitis de Contacto Alérgica:** Reacciones cutáneas por contacto directo con alérgenos (ej. látex en guantes, proteínas animales).
- **Reacciones Anafilácticas:** Casos graves de alergia sistémica, potencialmente mortales.

Cuando sea posible se deberá sustituir materiales alergénicos por alternativas menos alergénicas (ej. guantes de nitrilo en lugar de látex).

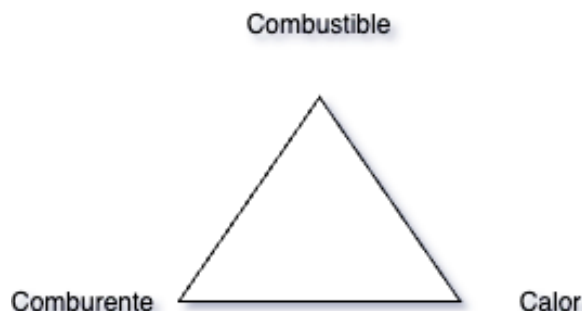
# Fuego

El fuego es un fenómeno físico químico dado por una reacción química de oxidación rápida y autosostenida, que generalmente produce calor y luz.

## EL TRIÁNGULO Y EL TETRAEDRO DEL FUEGO

Tradicionalmente, la comprensión del fuego se ha representado mediante el Triángulo del Fuego, donde se ilustra cómo se vinculan los tres elementos esenciales necesarios para que la combustión ocurra:

- **Combustible:** Es cualquier material susceptible de quemarse. Puede ser en estado sólido (madera, papel, textiles, plásticos), líquido (nafta, alcohol, aceites, solventes) o gaseoso (gas natural, propano, butano, hidrógeno).
- **Comburente:** Generalmente, es el oxígeno del aire. Aunque el aire contiene aproximadamente un 21% de oxígeno, para la mayoría de los fuegos, se necesita una concentración mínima de alrededor del 16% para mantener la combustión. En atmósferas enriquecidas con oxígeno, el fuego arde con mayor intensidad y velocidad.
- **Calor:** Es la energía necesaria para elevar la temperatura del combustible hasta su punto de ignición (la temperatura a la que los vapores del combustible se encienden espontáneamente en presencia de un comburente) o su punto de inflamación (la temperatura más baja a la que un líquido produce vapores suficientes para formar una mezcla inflamable con el aire cerca de la superficie). Las fuentes de calor pueden ser diversas: chispas eléctricas, llamas abiertas, fricción, energía solar, reacciones químicas exotérmicas, o incluso la compresión.



Si se elimina cualquiera de los lados de este triángulo, el fuego se extingue. Esta es la base de los métodos de extinción:

- **Enfriamiento** (eliminación del calor).
- **Sofocación** (eliminación del oxígeno).
- **Aislamiento** (eliminación del combustible).

La subsistencia del fuego depende de un equilibrio de estos factores, un fuego con alta temperatura y abundancia de combustible puede sobrevivir aún con poco comburente. De la misma manera puede disminuirse cualquier de estos puntos y ser compensado por una abundancia de los otros dos dentro de ciertos límites.

Sin embargo, para explicar por qué algunos fuegos parecen "auto-sostenerse" una vez iniciados, o por qué ciertos agentes extintores son tan efectivos, se introdujo el concepto del **Tetraedro del Fuego**.

Este añade un cuarto elemento esencial, Reacción en Cadena (radicales libres). Esta dimensión explica el proceso químico subyacente que permite que el fuego se mantenga y se propague. Durante la combustión, el calor descompone los combustibles, liberando **radicales libres** (átomos o grupos de

átomos altamente reactivos con electrones no apareados). Estos radicales libres reaccionan rápidamente con el oxígeno y el combustible, produciendo más calor y más radicales libres, lo que perpetúa la combustión en un ciclo de auto-mantenimiento. Al interrumpir esta reacción en cadena, se interfiere con la propagación del fuego, incluso si los otros tres elementos (combustible, oxígeno, calor) siguen presentes. Muchos agentes extintores modernos (como los polvos químicos secos o los agentes limpios) actúan principalmente interrumpiendo esta reacción en cadena.

El fuego se desarrolla en tres Etapas:

1. **Pre calentamiento:** En esta etapa el calor recibido prepara al combustible.
2. **Combustión:** En esta etapa se desarrolla el fuego. Luego en las Fases de desarrollo del Fuego veremos los procesos que se dan dentro de esta etapa.
3. **Fase Solida:** En esta etapa quedan los restos no combustionados, usualmente con calor residual, un ejemplo puede ser las brasas.

El calor va a propagarse de cuatro maneras:

- **Radiación:** La radiación no necesita un medio físico para propagarse. Es la forma en que el calor del sol llega a la Tierra a través de ondas electromagnéticas, o cómo sientes el calor de una estufa sin tocarla.
- **Conducción:** La conducción ocurre en materiales sólidos y se da por contacto directo. Las partículas con mayor energía vibracional (las más calientes) chocan con las adyacentes, transfiriéndoles esa energía.
- **Convección:** La convección es característica de fluidos (líquidos y gases). Cuando una parte del fluido se calienta, se vuelve menos densa y asciende, mientras que el fluido más frío y denso desciende, creando un ciclo de movimiento que distribuye el calor.
- **Por Partículas:** en fuegos forestales de gran escala la Convección produce una columna convectiva capaz de arrastrar y proyectar partículas y materiales encendidos (denominados pavesas) a distancias considerables del incendio, esto puede producir focos de incendios secundarios.

Vamos a identificar dos tipos de incendios los Estructurales y los Forestales.

Los Incendios Estructurales son aquellos que afectan edificaciones o cualquier tipo de construcción hecha por el hombre, ya sean viviendas, comercios o industrias. Se caracterizan por quemar materiales como madera, textiles, plásticos y otros contenidos propios de las estructuras. Suelen generar humo tóxico y altas temperaturas, con la particularidad de que el fuego se propaga dentro de un espacio confinado, lo que puede llevar a fenómenos peligrosos como el flashover o backdraft.

El Flashover (o combustión súbita generalizada) se produce cuando un incendio en un recinto cerrado lleva acumulando calor y gases combustibles a tal punto que la radiación térmica es suficiente para que todos los materiales combustibles en la habitación alcancen su temperatura de ignición y se enciendan simultáneamente. Pasa de ser "un incendio en una habitación" a "una habitación incendiada" en cuestión de segundos, con un rápido aumento de la temperatura y la propagación de llamas por todo el espacio. Ocurre en incendios con suficiente oxígeno.

El Backdraft (o explosión de humo) es un fenómeno que se da en incendios donde el fuego ha consumido la mayor parte del oxígeno disponible en un espacio confinado, pero aún hay una gran cantidad de gases combustibles calientes y humo sin quemar. Si en ese momento se introduce súbitamente oxígeno (por ejemplo, al abrir una puerta o ventana), los gases calientes se mezclan con el aire fresco y se inflaman de manera explosiva, creando una "bola de fuego" o una deflagración hacia el exterior. Es una explosión causada por la entrada de aire en un ambiente con deficiencia de oxígeno y una alta concentración de gases inflamables.

Por otro lado, los Incendios Forestales son fuegos incontrolados que se propagan a través de la vegetación en zonas rurales, bosques, pastizales o matorrales. Su comportamiento está fuertemente influenciado por el tipo de combustible vegetal, la topografía del terreno y, crucialmente, las condiciones meteorológicas como el viento, la temperatura y la humedad. Pueden extenderse

rápidamente, "saltar" grandes distancias por pavesas (partículas proyectadas) y causar un enorme daño ambiental, afectando flora, fauna, recursos hídricos y suelos. Las causas suelen ser naturales (rayos) o, más frecuentemente, humanas (quemadas agrícolas descontroladas, colillas de cigarrillo mal apagadas).

El fuego no solo produce llamas y calor; genera una serie de subproductos que son, en muchos casos, más peligrosos y responsables de más muertes que las propias quemaduras.

- **Gases Tóxicos:** La combustión incompleta de materiales produce una variedad de gases que son extremadamente peligrosos.
  - **Monóxido de Carbono (CO):** Es el subproducto más letal de la combustión incompleta. Es inodoro, incoloro e insípido, lo que lo hace indetectable por los sentidos humanos. El CO se une a la hemoglobina de la sangre con una afinidad mucho mayor que el oxígeno, formando carboxihemoglobina y privando al cuerpo de oxígeno, lo que lleva a la asfixia celular. Es la principal causa de muerte en incendios.
  - **Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>):** Un producto de la combustión completa, es también peligroso en altas concentraciones ya que desplaza el oxígeno y actúa como un estimulante respiratorio, lo que puede aumentar la inhalación de otros gases tóxicos.
  - **Cianuro de Hidrógeno (HCN):** Altamente tóxico, liberado por la combustión de materiales que contienen nitrógeno (plásticos, lanas, seda, poliuretanos). Interfiere con la respiración celular y puede causar rápidamente incapacidad y muerte.
  - **Cloruro de Hidrógeno (HCl):** Producido por la combustión de plásticos clorados (PVC). Es un gas irritante que forma ácido clorhídrico al entrar en contacto con la humedad de las vías respiratorias, causando quemaduras químicas severas.
  - **Óxidos de Nitrógeno (NO<sub>x</sub>) y Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>):** Producidos por la combustión de materiales específicos, son irritantes respiratorios que pueden causar daños pulmonares significativos.
  - **Otros gases:** Dependiendo del combustible, se pueden liberar una multitud de otros gases irritantes y tóxicos.
- **Humo:** El humo no es solo un indicador visual de fuego; es una mezcla compleja de partículas sólidas y líquidas suspendidas, gases tóxicos y vapores no quemados. La inhalación de humo es la segunda causa principal de muerte en incendios, después de la intoxicación por CO. El humo reduce drásticamente la visibilidad, lo que dificulta la evacuación y las operaciones de rescate. Las partículas de hollín pueden causar daños pulmonares directos y actuar como vehículos para gases tóxicos, transportándolos más profundamente en el sistema respiratorio.
- **Llamas:** La parte visible del fuego, que indica la zona de combustión activa. Aunque las quemaduras directas por llamas son peligrosas, su impacto principal radica en la generación de calor y radiación, que son los principales mecanismos de propagación del fuego.
- **Calor:** Es la energía térmica liberada por la combustión. El calor es el principal agente de propagación del fuego, ya que precalienta los combustibles adyacentes hasta su punto de ignición, permitiendo que el fuego se extienda. Además, el calor es extremadamente peligroso para las personas, causando quemaduras severas, deshidratación, agotamiento por calor e incluso la muerte por hipertermia. El calor radiante puede viajar distancias considerables, encendiendo materiales inflamables sin contacto directo con las llamas.

## FASES DEL FUEGO

Un incendio no es un evento estático; se desarrolla a través de distintas fases, cada una con características y peligros específicos.

1. **Ignición (o Incipiente):** Es la fase inicial, donde se unen los tres elementos del triángulo del fuego y comienza la combustión. El fuego es pequeño y localizado, generalmente en el punto de origen. La temperatura ambiente apenas ha aumentado. Hay poca producción de humo y gases tóxicos. Es la fase ideal para una intervención temprana con extintores portátiles. El personal puede evacuar con relativa seguridad.
2. **Crecimiento:** En esta fase, el fuego consume el combustible más cercano y comienza a propagarse. La temperatura en la habitación o compartimento comienza a aumentar significativamente. Se produce más humo y gases tóxicos, que tienden a acumularse en el techo,

formando una capa caliente y densa que desciende gradualmente. La radiación de calor precalienta los materiales combustibles adyacentes, acelerando la propagación. Las condiciones para el personal se vuelven peligrosas debido al calor, el humo y la toxicidad.

3. **Flashover (Generalización Súbita):** Este es un punto crítico y extremadamente peligroso en el desarrollo de un incendio en un espacio confinado. El flashover ocurre cuando la temperatura en el compartimento alcanza un punto crítico (alrededor de 600°C o más), donde todos los materiales combustibles presentes (muebles, cortinas, etc.), que ya han sido precalentados por el calor radiante, se inflaman casi simultáneamente. La habitación entera se convierte en una masa de fuego. Las condiciones son letales para cualquier persona no protegida. Es una transición muy rápida, que puede ocurrir en segundos.
4. **Desarrollo Pleno:** Después del flashover, el incendio ha alcanzado su máxima intensidad. El fuego consume todo el combustible disponible en el compartimento a la máxima velocidad posible, limitada solo por el suministro de oxígeno. Las temperaturas son extremadamente altas y el humo y los gases tóxicos son abundantes. Las estructuras pueden comenzar a colapsar. En esta fase, los esfuerzos de extinción suelen requerir equipos de bomberos bien equipados y entrenados.
5. **Decaimiento (o Extinción):** Esta fase comienza cuando el suministro de combustible se agota o la concentración de oxígeno en el compartimento disminuye a niveles que no pueden sostener la combustión. Las llamas pueden disminuir o desaparecer, pero el calor y los gases tóxicos siguen presentes, y los materiales incandescentes pueden reiniciar la combustión si se reintroduce oxígeno (fenómeno de "backdraft" o explosión por reingreso de aire). La fase final es la extinción completa, donde no queda ninguna combustión activa.

---

## Comportamiento del Fuego en Diferentes Materiales

No todos los combustibles se queman de la misma manera; la velocidad de propagación, la intensidad del calor, la cantidad y toxicidad del humo, y los productos de combustión varían drásticamente según el material involucrado.

### PROPIEDADES CLAVE DE LOS MATERIALES EN RELACIÓN CON EL FUEGO

Los distintos materiales poseen una serie de propiedades intrínsecas que determinan cómo reaccionan ante la presencia de calor y llama:

- **Punto de Ignición (o Temperatura de Autoignición):** Es la temperatura más baja a la que un material se encenderá espontáneamente en presencia de oxígeno, sin necesidad de una fuente de ignición externa como una chispa o una llama. Este valor es crítico para evaluar el riesgo de incendio en áreas donde los materiales pueden calentarse. Por ejemplo, el papel puede autoignicionarse a temperaturas relativamente bajas si se expone a calor prolongado.
- **Punto de Inflamación (Flash Point):** Específicamente para líquidos inflamables, es la temperatura más baja a la que un líquido desprende vapores en cantidad suficiente como para formar una mezcla inflamable con el aire cerca de su superficie. Por encima de este punto, una chispa o llama puede causar un "flash" o una ignición. Este punto es crucial para el almacenamiento y manipulación segura de líquidos. La nafta, por ejemplo, tiene un punto de inflamación muy bajo, lo que la hace extremadamente peligrosa.
- **Punto de Fuego (Fire Point):** Es la temperatura a la cual los vapores de un líquido se incendian y mantienen la combustión durante al menos 5 segundos. Generalmente, es ligeramente superior al punto de inflamación.
- **Poder Calorífico (o Calor de Combustión):** Es la cantidad de calor liberado cuando una unidad de masa de un material se quema completamente. Se mide en Joules por kilogramo (J/kg) o BTU por libra (BTU/lb). Un alto poder calorífico significa que el material liberará una gran cantidad de calor durante la combustión, lo que contribuye a la intensidad del incendio y a su propagación. La madera y muchos plásticos tienen altos poderes caloríficos.
- **Velocidad de Propagación de Llama:** Es la rapidez con la que las llamas se extienden sobre la superficie de un material. Materiales con alta velocidad de propagación pueden llevar a un "flashover" o a la rápida extensión del fuego a través de grandes áreas. La forma y la superficie del material también influyen (ej. una tela colgante arderá más rápido que una tela enrollada).

- **Tasa de Liberación de Calor (Heat Release Rate - HRR):** Es la velocidad a la que la energía térmica es liberada por un material en combustión. Es una medida fundamental de la intensidad de un incendio. Un alto HRR puede abrumar los sistemas de supresión y acelerar la propagación. Se mide en kilovatios (kW) o megavatios (MW).
- **Producción de Humo y Toxicidad:** La cantidad y la composición del humo son críticas. Materiales como los plásticos, especialmente aquellos con cloro o nitrógeno, tienden a producir humo denso y altamente tóxico que contiene gases como monóxido de carbono (CO), cianuro de hidrógeno (HCN), cloruro de hidrógeno (HCl) y otros compuestos irritantes y asfixiantes.

---

## Clases de Fuego

No todos los fuegos son iguales, y lo que apaga uno puede ser ineficaz o incluso peligroso para otro. Para abordar esta diversidad, se ha desarrollado un sistema de clasificación de fuegos basado en el tipo de material combustible involucrado. Esta clasificación es fundamental para la selección adecuada de agentes extintores, el diseño de equipos de protección contra incendios y la capacitación del personal.

Históricamente, las clasificaciones de fuego han variado ligeramente entre países, pero la **Norma NFPA 10 (National Fire Protection Association, 2022)** Estándar para Extintores de Incendios Portátiles es una de las más reconocidas y adoptadas globalmente, y ha influido directamente en normativas como las de **IRAM (Instituto Argentino de Normalización y Certificación)** en Argentina. Aunque IRAM puede tener algunas particularidades, el concepto subyacente y las clases principales son consistentes.

### CLASE A: MATERIALES COMBUSTIBLES SÓLIDOS

Esta clase abarca los fuegos que involucran materiales combustibles sólidos ordinarios que, al quemarse, dejan cenizas y brasas. Son la clase de fuego más común y ubicua, presente en prácticamente cualquier entorno, incluyendo industrias, oficinas, hogares y depósitos. Ejemplos Comunes puede ser: Madera, papel, cartón, tela, plásticos comunes (polietileno, polipropileno, PVC rígido), caucho, muebles, basura, paja, heno y muchos otros materiales orgánicos fibrosos.

Los combustibles Clase A se queman por combustión superficial y profunda. Es decir, la llama consume la superficie del material, pero el calor también penetra, provocando un proceso de pirólisis (descomposición térmica) que libera gases combustibles desde el interior. Esto genera brasas incandescentes que pueden mantener el fuego activo incluso después de que las llamas visibles hayan desaparecido, y que pueden reavivarse si se les suministra oxígeno. El calor liberado suele ser considerable, y la producción de humo denso y tóxico (principalmente monóxido y dióxido de carbono, junto con otros subproductos de la pirólisis) es una característica distintiva.

**Mecanismo de Extinción Principal:** La extinción eficaz de un fuego Clase A se logra principalmente por enfriamiento. Al reducir la temperatura del combustible por debajo de su punto de ignición, se detiene la pirólisis y la liberación de vapores inflamables, y se enfrían las brasas hasta que no pueden sostener la combustión. Agentes Extintores Recomendados:

- **Agua:** Es el agente extintor más efectivo y económico para fuegos Clase A. Actúa por enfriamiento, absorbiendo grandes cantidades de calor a medida que se convierte en vapor. También puede tener un efecto sofocante al desplazar el oxígeno con el vapor de agua.
- **Espumas:** Algunas espumas (especialmente las de Clase A, como AFFF) pueden ser utilizadas. Actúan por enfriamiento y por sofocación (formando una capa que aísla el oxígeno).
- **Polvo Químico Seco ABC:** Este tipo de polvo es multifunción y puede ser utilizado en fuegos Clase A, B y C. En fuegos Clase A, actúa en cierta medida por sofocación y por interrupción de la reacción en cadena, pero su efecto de enfriamiento sobre las brasas es limitado. Por ello, se recomienda un seguimiento con agua si es posible para asegurar la extinción de las brasas.

La inhalación de humo y gases tóxicos es el principal peligro. La visibilidad reducida por el humo puede dificultar la evacuación. Las brasas pueden causar reignición.

### CLASE B: LÍQUIDOS INFLAMABLES Y GASES COMBUSTIBLES

Esta clase incluye fuegos que involucran líquidos inflamables o combustibles, y gases inflamables. Se diferencian de los sólidos en que no dejan brasas al quemarse. La combustión se produce a partir de los vapores que estos materiales desprenden. Ejemplos Comunes:

- **Líquidos Inflamables:** Nafta (gasolina), alcoholes, éteres, solventes, pinturas a base de solventes, aceites lubricantes, lacas, propilenglicol.
- **Gases Inflamables:** Gas natural (metano), propano (GLP), butano, hidrógeno, acetileno, etileno.

La peligrosidad de los líquidos inflamables y combustibles reside en su punto de inflamación y en su capacidad de producir vapores.

- Los **líquidos inflamables** tienen un punto de inflamación por debajo de 37.8°C (100°F) y liberan vapores a temperatura ambiente que pueden encenderse fácilmente. Arderán con llamas superficiales.
- Los **líquidos combustibles** tienen un punto de inflamación igual o superior a 37.8°C (100°F) y requieren calentamiento para producir vapores en cantidad suficiente para encenderse.
- Los **gases inflamables** ya están en estado gaseoso y se mezclan inmediatamente con el aire para formar mezclas inflamables o explosivas. Arden con llamas a menudo limpias y de alta liberación de calor.

**Mecanismo de Extinción Principal:** El método más eficaz es la sofocación, que consiste en eliminar o reducir la concentración de oxígeno por debajo del límite necesario para la combustión. También se puede utilizar el enfriamiento para reducir la producción de vapores y la interrupción de la reacción en cadena. Los agentes extintores recomendados son:

- **Espumas:** Extremadamente efectivas para fuegos de líquidos. Forman una capa flotante sobre la superficie del líquido, que actúa por sofocación (aislando el oxígeno) y enfriamiento (por el contenido de agua de la espuma), además de suprimir los vapores.
- **Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>):** Muy eficaz para fuegos de líquidos y gases. Actúa por sofocación, al desplazar el oxígeno en el área de la combustión. También tiene un efecto de enfriamiento debido a su baja temperatura de descarga. Es limpio y no deja residuos.
- **Polvo Químico Seco (BC o ABC):** Ampliamente utilizado. Actúa principalmente por interrupción de la reacción en cadena (inhibición química) y, en menor medida, por sofocación. Los polvos BC son específicos para líquidos y gases, mientras que los ABC también funcionan en Clase A.
- **Agentes Limpios (Halocarbonados como FM-200, Novec 1230):** Gases que actúan por interrupción de la reacción en cadena y enfriamiento. Ideales para áreas sensibles (equipos electrónicos, museos) ya que no dejan residuos y son menos perjudiciales para el ozono que los antiguos halones.

Debemos destacar las siguientes Consideraciones de Seguridad:

- **Riesgo de Explosión:** La acumulación de vapores inflamables o gases en espacios confinados puede llevar a deflagraciones o explosiones devastadoras si encuentran una fuente de ignición.
- **BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion - Explosión de Vapor en Expansión de Líquidos en Ebullición):** Un riesgo crítico para recipientes de gases licuados bajo presión (ej. tanques de GLP). El calor del fuego puede aumentar la presión interna del recipiente, debilitándolo hasta que falla y explota violentamente, liberando el contenido que puede incendiarse, creando una bola de fuego masiva.
- **Fugas:** Una fuga de gas o líquido inflamable puede ser invisible o inodora (si no está odorizado), convirtiéndose en un peligro latente.
- **NO usar agua en fuegos Clase B (líquidos inflamables):** El agua es ineficaz y extremadamente peligrosa en fuegos de líquidos inflamables. Al ser más densa que la mayoría de los líquidos inflamables, el agua se hundiría y la reacción de vaporización violenta (al entrar en contacto con el líquido caliente) podría dispersar el combustible ardiente, propagando el fuego y causando quemaduras graves.

**Clasificación de Líquidos Inflamables:** generalmente se basa en su punto de inflamación y de ebullición.

El punto de inflamación en un líquido inflamable es la temperatura mínima a la cual un líquido desprende suficientes vapores que, al mezclarse con el aire, pueden inflamarse si se aplica una fuente de ignición (como una llama o chispa). En otras palabras, es la temperatura más baja a la que el líquido libera vapores en cantidad suficiente para formar una mezcla inflamable con el aire que puede prenderse con una fuente de calor.

El punto de ebullición es la temperatura a la cual la presión de vapor del líquido iguala la presión atmosférica, y entonces el líquido comienza a hervir y se convierte en vapor de forma significativa. Es el punto en que el líquido pasa de estado líquido a gas de manera continua.

Según el Sistema Globalmente Armonizado (GHS) y regulaciones como las de OSHA, los líquidos inflamables se dividen en cuatro categorías principales:

- **Categoría I:** Líquidos con punto de inflamación menor a 23 °C y punto de ebullición menor o igual a 35 °C.
- **Categoría II:** Líquidos con punto de inflamación menor a 23 °C y punto de ebullición mayor a 35 °C.
- **Categoría III:** Líquidos con punto de inflamación entre 23 °C y 60 °C.
- **Categoría IV:** Líquidos con punto de inflamación entre 60 °C y 93 °C.

### CLASE C: EQUIPOS ELÉCTRICOS ENERGIZADOS

Esta clase se refiere a fuegos que involucran equipos o instalaciones eléctricas que se encuentran bajo tensión (energizados). El riesgo no es el material eléctrico en sí, sino la presencia de corriente eléctrica que puede causar una electrocución o una descarga, a su vez si se emplea agua o espuma para la extinción pueden producirse cortocircuitos y por ende focos de incendio secundarios. Una vez que el equipo eléctrico está desenergizado, el fuego se convierte en una de las otras clases (generalmente Clase A o B) dependiendo del material que esté ardiendo. Ejemplos Comunes pueden ser: Cables, transformadores, paneles o tableros eléctricos, motores, computadoras, electrodomésticos, maquinaria industrial eléctrica, herramientas eléctricas.

El fuego en equipos eléctricos es a menudo causado por cortocircuitos, sobrecargas, fallas de aislamiento o un mantenimiento deficiente. Los materiales aislantes de los cables, plásticos y componentes internos pueden arder, generando humo y gases tóxicos.

**Mecanismo de Extinción Principal:** El objetivo primordial es eliminar el riesgo de electrocución para el operador del extintor. Esto se logra utilizando agentes extintores que no sean conductores de electricidad. Una vez desenergizado el equipo, el fuego puede ser tratado como una clase A o B, según el material que se esté quemando. Los agentes extintores recomendados son:

- **Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>):** Excelente para fuegos Clase C. No es conductor de electricidad, no deja residuos y actúa por sofocación. Es seguro para equipos electrónicos sensibles.
- **Polvo Químico Seco (ABC o BC):** También es no conductor y efectivo. Actúa por interrupción de la reacción en cadena. Sin embargo, deja un residuo corrosivo que puede dañar equipos electrónicos delicados y requerir una limpieza extensa.
- **Agentes Limpios (Halocarbonados):** Ideales para fuegos Clase C debido a su característica de no conductividad, supresión efectiva y ausencia de residuos. Son la opción preferida para salas de servidores, centros de datos y equipos de alto valor.

Debemos destacar las siguientes Consideraciones de Seguridad:

- **Riesgo de Electrocción:** Nunca usar agua o espumas conductivas en fuegos Clase C, ya que el agua conduce la electricidad y podría electrocutar al usuario.
- **Desenergizar Siempre que Sea Posible:** La primera acción en un fuego eléctrico es, si es seguro hacerlo, cortar el suministro eléctrico del equipo o la instalación. Una vez desenergizado, el fuego ya no es de Clase C.
- **Residuos Corrosivos:** El polvo químico seco puede dañar irreparablemente la electrónica.

### CLASE D: METALES COMBUSTIBLES

Esta clase agrupa fuegos que involucran **metales específicos que son combustibles** y que arden a temperaturas extremadamente altas. Son materiales raros en el ambiente cotidiano, pero comunes en

industrias metalúrgicas, laboratorios especializados y algunos procesos de manufactura. Ejemplos Comunes pueden ser: Magnesio, titanio, circonio, sodio, potasio, litio, aluminio en polvo, uranio.

Los metales combustibles no arden de la misma manera que los sólidos comunes. Arden a temperaturas muy elevadas, con llamas intensas y brillantes. El riesgo principal es que reaccionan violentamente con agentes extintores comunes como el agua o el dióxido de carbono, produciendo gases inflamables (como hidrógeno del agua) o intensificando la combustión.

**Mecanismo de Extinción Principal:** La extinción se logra principalmente por sofocación, al aislar el metal ardiente del oxígeno. También se busca la absorción de calor sin reaccionar con el metal. Los agentes extintores recomendados son:

- **Polvos Secos Específicos para Clase D:** Estos son agentes especiales que actúan formando una capa sobre el metal ardiente que lo aísla del oxígeno y absorbe el calor. Cada tipo de metal puede requerir un polvo específico. Ejemplos incluyen cloruro de sodio (para sodio y potasio), grafito, carbonato de sodio, cloruro de litio, o polvos a base de cobre. No deben confundirse con el polvo químico seco (ABC/BC).
- **Arena Seca, Grafito en Polvo, Cloruro de Sodio (Sal Común):** En ausencia de extintores específicos, estos materiales pueden ser utilizados para sofocar fuegos de metales en polvo o virutas, siempre que estén completamente secos.

Debemos destacar las siguientes Consideraciones de Seguridad:

- **¡Nunca usar agua, espumas, CO<sub>2</sub> o polvo químico seco ABC/BC en fuegos Clase D!** La reacción violenta puede causar explosiones, dispersión del metal fundido o la intensificación del fuego.
- **Temperaturas Extremas:** Las temperaturas de combustión son muy altas, lo que requiere un EPP especializado para los intervinientes.
- **Residuos Peligrosos:** Los residuos de la combustión pueden ser reactivos o tóxicos.

#### **CLASE K (O CLASE F EN NORMATIVAS EUROPEAS): GRASAS Y ACEITES DE COCINA**

Esta clase es relativamente reciente en la clasificación de incendios (NFPA la incorporó en 1998) y se refiere específicamente a fuegos que involucran aceites y grasas de origen vegetal o animal en equipos de cocción (freidoras, planchas, parrillas, chimeneas de ventilación) a temperaturas elevadas. Ejemplos Comunes pueden ser: Aceites de girasol, maíz, soja, oliva; grasas animales (sebo, manteca), usados en cocinas industriales, restaurantes, hoteles, y establecimientos de comida rápida.

Estos aceites y grasas tienen puntos de autoignición muy altos, pero una vez que se encienden, arden a temperaturas extremadamente elevadas. El principal problema es que, si se intenta extinguir con agua, se produce una reacción violenta: el agua (más densa) se sumerge en el aceite hirviendo, se convierte en vapor explosivamente, dispersando el aceite ardiente y propagando el fuego de manera incontrolable. Es un fuego que puede fácilmente reignitarse si no se enfría lo suficiente.

**Mecanismo de Extinción Principal:** La extinción se basa en la saponificación, un proceso químico donde un agente extintor especial reacciona con la grasa caliente para formar una capa de espuma jabonosa no combustible que enfría el aceite y lo aísla del oxígeno. También se busca el enfriamiento para evitar la reignición. Los agentes extintores recomendados son los **Agentes Químicos Húmedos (Wet Chemical):** Son la solución específica para fuegos Clase K. Contienen sales de potasio (acetato de potasio, carbonato de potasio o citrato de potasio) disueltas en agua. Cuando se aplican, reaccionan con la grasa caliente para formar una capa de jabón espumosa (saponificación), que sofoca el fuego y enfría el combustible, previniendo la reignición.

Debemos destacar las siguientes Consideraciones de Seguridad:

- **¡Nunca usar agua o extintores comunes (ABC/BC, CO<sub>2</sub>) en fuegos Clase K!** El agua causará una explosión de vapor y la dispersión del aceite ardiente. Otros extintores pueden controlar momentáneamente la llama, pero no enfrían lo suficiente la masa de aceite, lo que lleva a una reignición casi instantánea.
- **Guantes y Protección Ocular:** Riesgo de quemaduras severas por el aceite caliente.
- **Sistemas Fijos:** Muchas cocinas comerciales están equipadas con sistemas de supresión automáticos que descargan agentes químicos húmedos directamente sobre las freidoras y planchas.

La clasificación de fuegos es importante para:

- **Selección de Extintores:** Es la guía principal para elegir el tipo de extintor portátil adecuado para cada área o riesgo específico en una instalación. Cada extintor debe estar claramente etiquetado con las clases de fuego para las que es efectivo.
- **Diseño de Sistemas de Protección Fijos:** Permite diseñar sistemas de rociadores, sistemas de agentes limpios o sistemas de espuma que sean apropiados para los materiales presentes en un área determinada (ej. un sistema de rociadores de agua es bueno para Clase A, pero no para Clase B o D sin modificaciones).
- **Capacitación del Personal:** Es fundamental que todo el personal, especialmente los miembros de la brigada de incendios, comprenda las clases de fuego y sepa qué extintor usar para cada tipo, así como las sustancias a evitar (ej. agua en fuego eléctrico o de grasas).
- **Evaluación de Riesgos:** Al identificar los materiales combustibles presentes en un entorno, se pueden clasificar los riesgos de incendio por clase y priorizar las medidas preventivas y los equipos de supresión.
- **Reglamentación y Cumplimiento:** Las normativas de seguridad contra incendios (como el Decreto 351/79 en Argentina y las normas IRAM) se basan en estas clases para establecer los requisitos mínimos de protección y la ubicación de extintores.
- **Investigación de Incendios:** Ayuda a los investigadores a comprender cómo se comportó el fuego, cuál pudo ser la causa y qué agentes extintores habrían sido efectivos.

## Medidas a Tomar

Vamos a dividir las medidas de prevención en Activas y en medidas Pasivas.

---

### Medidas de Prevención Activas

Las medidas de prevención activas son acciones concretas y dinámicas que implementamos para evitar que la combustión se inicie.

#### CONTROL DE FUENTES DE IGNICIÓN:

Las fuentes de ignición son el “encendedor” que aporta la energía necesaria para iniciar un fuego. La diversidad de fuentes de ignición en un entorno industrial es vasta, desde el calor de un proceso hasta una simple chispa o una sobrecarga eléctrica.

**Trabajos en Caliente (Soldadura, Corte, Amolado, Esmerilado):** Los trabajos en caliente son una de las causas más frecuentes de incendios industriales, ya que involucran la generación intencional de calor, llamas o chispas.

**Permisos de Trabajo en Caliente:** Debe tenerse en cuenta en un APR genérico o ser un APR específico para este tipo de trabajos. Antes de iniciar cualquier trabajo en caliente (soldadura con arco, soldadura con oxiacetileno, corte con soplete, amolado, esmerilado, etc.), debe emitirse un permiso que especifique:

- **Alcance del Trabajo:** Qué se va a hacer y dónde.
- **Identificación de Peligros:** Materiales combustibles en el área, líneas presurizadas, atmósferas explosivas.
- Medidas Preventivas Requeridas:
  - **Eliminación de Combustibles:** Remover todos los materiales combustibles (papel, cartón, trapos, madera, solventes) en un radio mínimo de 10 metros del área de trabajo. Si no se pueden remover, deben protegerse con **mantas ignífugas** o barreras incombustibles.
  - **Limpieza:** Asegurar que el área esté libre de derrames de líquidos inflamables o acumulación de polvo combustible.

- **Vigilancia de Incendios (Fire Watch):** Una persona entrenada y designada (el "vigilante de fuego") debe estar presente durante todo el trabajo en caliente y durante un mínimo de 30-60 minutos después de que finalice, revisando si hay brasas o focos de ignición latentes. Esta persona debe tener a mano extintores adecuados y capacidad para dar la alarma.
- **EPP Adecuado:** El personal que realiza el trabajo en caliente debe usar EPP específico (ropa ignífuga, guantes de soldador, gafas o máscaras de soldar).
- **Extintores a Mano:** Disponer de extintores portátiles apropiados cerca del área de trabajo.
- **Corte de Suministros:** Asegurar que las líneas de combustible o gases no estén expuestas o sean cortadas si es necesario.
- **Ventilación:** Garantizar ventilación adecuada para dispersar humos tóxicos y vapores inflamables.
- **Aprobación:** El permiso debe ser firmado por la supervisión, el personal de seguridad y el ejecutante del trabajo, confirmando que todas las condiciones de seguridad se han cumplido.

**Sistemas Eléctricos:** Mantenimiento y Protecciones: La electricidad es una fuente de energía indispensable, pero también una causa principal de incendios si no se gestiona correctamente.

Instalaciones Eléctricas Seguras:

- **Diseño e Instalación:** Las instalaciones deben cumplir con las normativas locales (ej. AEA en Argentina) y ser realizadas por electricistas matriculados. Esto incluye el dimensionamiento adecuado de conductores, protecciones, sistemas de puesta a tierra y aislamiento.
- **Mantenimiento Preventivo:** Inspecciones regulares para detectar cables dañados, aislamiento deteriorado, conexiones flojas, corrosión o sobrecalentamiento.
- **Termografías:** Utilizar cámaras termográficas para detectar **puntos calientes** en paneles eléctricos, tableros, motores o conexiones. Estos puntos calientes son indicadores de sobrecarga, conexiones deficientes o fallas inminentes que pueden llevar a un incendio.

Protecciones Eléctricas:

- **Disyuntores (interruptores termomagnéticos):** Deben ser del amperaje correcto para cada circuito y en buen estado de funcionamiento para proteger contra sobrecargas y cortocircuitos.
- **Dispositivos Diferenciales (disyuntores de corriente residual - DDR):** Protegen contra fugas de corriente a tierra, evitando electrocuciones y reduciendo el riesgo de ignición por corrientes parásitas.
- **Protección contra Sobretensiones:** Para equipos sensibles y sistemas críticos.

Uso Seguro de Equipos Eléctricos:

- **Evitar Sobrecargas:** No conectar demasiados equipos a una misma toma o circuito. Evitar el uso excesivo de "zapatillas" o alargadores, especialmente en entornos industriales.
- **Cables y Enchufes:** Inspeccionar cables y enchufes regularmente en busca de daños. Reemplazar equipos con cables pelados o enchufes rotos. No desconectar equipos tirando del cable.
- **Desconexión por Inactividad:** Desconectar equipos eléctricos cuando no estén en uso o al finalizar la jornada.
- **Etiquetado y Bloqueo (LOTO):** Implementar procedimientos LOTO para garantizar que la energía de equipos eléctricos peligrosos se controle adecuadamente durante el mantenimiento.
- **Ambientes Peligrosos:** En áreas con atmósferas explosivas (gases, vapores, polvos inflamables), utilizar equipos eléctricos clasificados para dichas zonas (**antiexplosivos/intrínsecamente seguros**) para evitar chispas o sobrecalentamientos.

**Electricidad Estática:** Un riesgo invisible pero potente en industrias que manejan líquidos o polvos. Se produce por la fricción entre materiales o entre un material y el aire (ej. transferencia de líquidos inflamables, transporte neumático de polvos, movimiento de cintas transportadoras). La acumulación de cargas electrostáticas puede generar una chispa con suficiente energía para encender vapores o polvos.

Recomendaciones para el control:

- **Conexiones a Tierra (Puesta a Tierra y Equipotencialidad):** Interconectar y poner a tierra (bond and ground) recipientes, tuberías y equipos durante la transferencia de líquidos inflamables para disipar las cargas.
- **Ionizadores de Aire:** Utilizar dispositivos que neutralizan las cargas estáticas en ambientes donde hay acumulación de polvo o fricción.
- **Control de Humedad:** Mantener un nivel adecuado de humedad relativa en el ambiente (generalmente por encima del 50-60%) puede ayudar a disipar la estática, ya que el agua es conductora.
- **Materiales Conductivos/Disipadores:** Utilizar pisos, calzado y herramientas hechos de materiales disipadores de estática en áreas de riesgo.

**Chispas Mecánicas y Fricción:** El movimiento y la operación de maquinaria pueden generar calor y chispas.

- **Mantenimiento Preventivo:** Asegurar que los equipos estén bien lubricados y que los rodamientos y piezas móviles no generen fricción excesiva y sobrecalentamiento.
- **Guardas y Cerramientos:** Instalar guardas para contener chispas y partículas calientes generadas por amoladoras, sierras o maquinaria que tritura materiales.
- **Aspiración de Polvo:** En operaciones que generan polvo (madera, metal, granos), implementar sistemas de extracción y filtración de polvo para evitar la acumulación de material combustible y la formación de atmósferas explosivas.

**Equipos de Calefacción y Cocción:** Aunque a menudo asociados a áreas de servicio, los equipos de calefacción y cocina pueden ser una fuente de ignición en la industria.

- **Distancia de Seguridad:** Mantener una distancia segura entre los equipos de calefacción (estufas, calentadores) y cualquier material combustible.
- **Mantenimiento Regular:** Inspección y limpieza de chimeneas, conductos de extracción de cocinas, y sistemas de quemadores. La acumulación de grasa en extractores de cocina es una causa común de incendios Clase K.
- **Ventilación:** Asegurar una ventilación adecuada para dispersar el calor y los humos.
- **Apagado al Finalizar la Jornada:** Desconectar o apagar los equipos al terminar el uso.

**Fumadores y Fósforos/Encendedores:** A pesar de las regulaciones, el tabaquismo sigue siendo una causa de incendios en muchos entornos.

- **Prohibición Estricta de Fumar:** Implementar y hacer cumplir una política de prohibición total de fumar en todas las áreas de la planta, excepto en zonas designadas y seguras.
- **Zonas Designadas para Fumar:** Si se permiten, deben ser áreas al aire libre, alejadas de cualquier material combustible o proceso inflamable, con ceniceros incombustibles y vaciados regularmente.

#### **CONTROL DE COMBUSTIBLES:**

Tan importante como controlar las fuentes de ignición es gestionar los materiales que pueden arder. Reducir la cantidad de combustible, controlarlo y almacenarlo correctamente, disminuye drásticamente el riesgo y la severidad de un incendio.

**Almacenamiento Seguro de Líquidos y Gases Inflamables:** Esta es un área crítica que requiere atención detallada.

- **Identificación y Clasificación:** Conocer las propiedades de cada líquido (punto de inflamación, límites de inflamabilidad) para clasificarlos adecuadamente.
- **Recipientes Adecuados:** Almacenar líquidos inflamables en recipientes cerrados, aprobados y etiquetados. Los recipientes deben ser resistentes y herméticos para evitar fugas y la liberación de vapores.
- **Armarios de Seguridad:** Utilizar armarios de seguridad para líquidos inflamables aprobados (con construcción de doble pared y ventilación) para almacenar pequeñas cantidades dentro de las áreas de trabajo.

- **Almacenes Específicos:** Para grandes cantidades, construir almacenes específicos para líquidos inflamables, con características como resistencia al fuego, ventilación forzada, sistemas de detección y extinción automática (rociadores), **diques de contención** (para evitar derrames que se extiendan) y protección contra rayos.
- **Separación:** Almacenar líquidos inflamables lejos de fuentes de ignición y de otros materiales incompatibles (ej. oxidantes).
- **Ventilación:** Mantener una ventilación adecuada en las áreas de almacenamiento para dispersar los vapores y evitar la acumulación de atmósferas explosivas.
- **Control de Llenado/Vaciado:** Implementar procedimientos seguros para la transferencia de líquidos, incluyendo conexiones a tierra y purgas de gases.
- **Cilindros de Gas:** Almacenar cilindros de gases a presión en posición vertical, asegurados para evitar caídas, en áreas ventiladas, protegidos de daños físicos y de fuentes de calor. Separar gases inflamables de oxidantes.

**Orden y Limpieza:** A menudo subestimado, el orden y limpieza es una de las medidas preventivas más efectivas. Es muy común encontrar en la industria la implementación de programas SOL (Seguridad, Orden y Limpieza).

Un punto de partida para empezar a planificar el Orden y Limpieza en lo que respecta a control de combustibles puede ser:

- **Eliminación de Residuos Combustibles:**
  - Mantener el área de trabajo limpia y libre de acumulaciones de papel, cartón, trapos con aceite, astillas de madera, polvo combustible, etc.
  - Disponer de recipientes para residuos incombustibles y con tapa para residuos combustibles, vaciándolos regularmente.
  - Trapos impregnados con aceite o solventes deben almacenarse en contenedores metálicos con tapa hermética para evitar la combustión espontánea (por auto-oxidación).
- **Pasillos y Salidas Despejadas:** Asegurar que los pasillos, vías de evacuación y salidas de emergencia estén siempre libres de obstáculos, lo que no solo previene incendios sino que garantiza la evacuación segura.
- **Almacenamiento Organizado:** Almacenar materiales de forma ordenada, con pasillos claros y alturas de apilamiento adecuadas para evitar el colapso y facilitar el acceso a extintores y la respuesta.
- **Control de Derrames:** Limpiar inmediatamente cualquier derrame de líquidos inflamables o combustibles.
- **Áreas de Almacenamiento Temporal:** Designar áreas seguras para el almacenamiento temporal de residuos, alejadas de edificios y de fuentes de ignición, antes de su disposición final.

Separación de Materiales Incompatibles:

- **Compatibilidad Química:** Revisar las MSDS/TDS para identificar materiales que puedan reaccionar violentamente entre sí (ej. oxidantes con combustibles, ácidos con metales) y almacenarlos en áreas separadas y seguras.
- **Distancia de Seguridad:** Mantener una distancia mínima entre diferentes clases de combustibles, especialmente entre sólidos y líquidos/gases inflamables.

#### CONTROL DEL OXÍGENO:

Es menos común en Prevención Activa. Aunque el oxígeno es un componente esencial del aire y, por lo tanto, no se puede eliminar de un ambiente general, hay situaciones industriales específicas donde su concentración se controla activamente para prevenir incendios o explosiones.

**Atmósferas Inertizadas:** En algunos procesos o recipientes de almacenamiento que contienen gases o líquidos altamente inflamables, se puede reducir la concentración de oxígeno por debajo del límite de inflamabilidad mediante la inyección de un gas inerte (ej. nitrógeno o dióxido de carbono). Esto crea una atmósfera inerte que no puede soportar la combustión.

Su aplicación es común en tanques de almacenamiento de solventes, reactores químicos, sistemas de molienda de polvos combustibles, o líneas de transferencia.

La principal preocupación es el riesgo de asfixia para los trabajadores que ingresan a estos espacios sin el equipo de protección respiratoria adecuado. Se requiere un riguroso permiso de trabajo en espacios confinados y monitoreo de atmósferas.

**Atmósferas Controladas/Reducidas en Oxígeno:** En almacenes de alto valor o centros de datos, se pueden mantener niveles de oxígeno ligeramente reducidos (pero aún seguros para la respiración humana en periodos cortos) para hacer más difícil la ignición de materiales y ralentizar la propagación del fuego.

---

## Medidas Pasivas

Complementando las medidas de prevención activas, que se enfocan en evitar la ignición, las medidas pasivas actúan como barreras intrínsecas en la infraestructura y el diseño del edificio para limitar la propagación del fuego y proteger a las personas en caso de que un incendio se inicie. Estas medidas no requieren una intervención activa una vez que el fuego ha comenzado; su eficacia radica en su diseño y construcción.

### **COMPARTIMENTACIÓN Y RESISTENCIA AL FUEGO**

La compartimentación es el principio fundamental de la prevención pasiva. Consiste en dividir un edificio en secciones más pequeñas (compartimentos) mediante elementos constructivos diseñados para resistir el fuego durante un tiempo determinado.

El objetivo es contener el fuego en su área de origen, evitando que se propague a otras zonas del edificio y permitiendo que los ocupantes evacúen y que los servicios de emergencia controlen el incidente.

### **Muros, Puertas y Techos Cortafuego:**

**Diseño y Construcción:** Estos elementos no son simplemente "resistentes al calor"; están diseñados y certificados para mantener su integridad estructural y su capacidad de aislamiento térmico durante un periodo de tiempo específico bajo condiciones de incendio (ej. 30, 60, 90, 120 minutos). Esto se logra mediante el uso de materiales incombustibles (hormigón, ladrillo, mampostería, paneles de yeso ignífugo) y técnicas constructivas específicas.

**Muros Cortafuego:** Barreras verticales que se extienden desde el piso hasta el techo (o a través de varios pisos), y a menudo más allá de la cubierta, para evitar la propagación del fuego de un compartimento a otro.

**Techos Cortafuego:** Actúan de manera similar a los muros, conteniendo el fuego verticalmente.

**Puertas Cortafuego:** Son componentes críticos de los muros cortafuego. Deben tener la misma clasificación de resistencia al fuego que el muro en el que están instaladas, o una clasificación compatible. Deben estar equipadas con cierrapuertas automáticos y, en muchos casos, con sistemas de retención electroimantados que se liberan al activarse una alarma de incendio, asegurando que la puerta se cierre herméticamente. Es crucial que nunca estén bloqueadas, obstaculizadas o sujetas permanentemente en posición abierta.

**Ventanas Cortafuego:** Utilizan vidrios especiales (ej. vidrios intumescentes o vidrios de borosilicato) y marcos resistentes al fuego para mantener la integridad en aperturas en muros cortafuego.

### **Sistemas de Sellado de Pasos:**

Un muro o techo cortafuego solo es efectivo si su continuidad no se ve comprometida. Cualquier abertura para el paso de tuberías, cables, conductos de ventilación o bandejas portacables anula su resistencia al fuego si no se sella correctamente.

**Sellos Cortafuego (Firestopping):** Son materiales especiales (masillas intumescentes, espumas, collares cortafuego, morteros ignífugos) que se utilizan para rellenar los huecos alrededor de estas penetraciones. Estos materiales están diseñados para expandirse (intumescencia) o formar una barrera rígida cuando se exponen al calor, sellando la abertura y restaurando la resistencia al fuego del elemento constructivo.

**Dampers Cortafuego (Fire Dampers):** En conductos de ventilación que atraviesan muros cortafuego, se instalan dampers que se cierran automáticamente (por un fusible térmico o un sistema de detección) en caso de incendio, impidiendo la propagación de las llamas y el humo a través del conducto.

### **Materiales de Construcción Incombustibles o Resistentes al Fuego:**

**Incombustibles:** Materiales que no arden ni contribuyen a la combustión bajo condiciones de incendio (ej. acero, hormigón, ladrillo, vidrio, yeso). Su uso es preferente en la estructura principal de los edificios industriales.

**Resistentes al Fuego:** Materiales que, aunque no son incombustibles, han sido tratados o diseñados para mantener sus propiedades estructurales y funcionales durante un tiempo determinado bajo la exposición al fuego (ej. madera tratada, pinturas intumescentes que se expanden al calor, recubrimientos protectores para estructuras metálicas).

**Revestimientos y Aislamientos:** Utilizar revestimientos y aislamientos ignífugos en techos, paredes y estructuras para mejorar la resistencia al fuego.

### **Distancias de Separación:**

Mantener distancias de seguridad adecuadas entre edificios, entre áreas de alto riesgo (ej. depósitos de líquidos inflamables) y otras instalaciones, y entre pilas de materiales combustibles. Esto reduce el riesgo de propagación del fuego por radiación o convección.

### **VÍAS DE EVACUACIÓN**

Las vías de evacuación son el camino seguro y despejado que las personas deben seguir para salir de un edificio en caso de emergencia.

### **Diseño y Dimensiones Adecuadas:**

**Número de Salidas:** Debe haber al menos dos salidas de emergencia separadas y distintas en cada área o compartimento para garantizar una ruta alternativa si una está bloqueada por el fuego.

**Ancho de las Salidas y Pasillos:** Las dimensiones de las salidas y pasillos deben ser suficientes para la cantidad de personas que necesitan evacuar, calculadas según la ocupación del edificio y las normativas locales (el Decreto 351/79 establece anchos mínimos y cálculos de capacidad de evacuación).

**Distancia de Recorrido:** La distancia máxima que una persona debe recorrer desde cualquier punto hasta una salida segura debe estar limitada para evitar que queden atrapadas por el fuego o el humo.

**Separación de Salidas:** Las salidas deben estar ubicadas lo suficientemente lejos unas de otras para que una sola fuente de fuego no las bloquee a todas.

**Protección de Escaleras y Rampas:** Las escaleras y rampas que sirven como vías de evacuación deben estar protegidas contra el humo y el fuego mediante cerramientos resistentes al fuego y puertas cortafuego. Pueden tener sistemas de presurización para evitar la entrada de humo.

### **Iluminación de Emergencia y Señalización:**

**Iluminación de Emergencia:** Debe activarse automáticamente en caso de corte de energía, proporcionando luz suficiente para que las personas puedan ver las vías de evacuación y los obstáculos. Debe cubrir escaleras, pasillos, salidas y puntos de reunión. Las luminarias deben tener autonomía suficiente (ej. 60 o 90 minutos).

**Señalización de Salidas:** Las salidas de emergencia y las rutas de evacuación deben estar claramente señalizadas con letreros luminosos (autónomos o conectados a la red de emergencia) y pictogramas que cumplan con las normativas (ej. IRAM 10005). La señalización debe ser visible incluso en condiciones de humo.

**Mapas de Evacuación:** Colocar planos de evacuación en puntos estratégicos, indicando la ubicación del observador, las rutas de salida primarias y secundarias, la ubicación de extintores y puntos de reunión.

### **Salidas de Emergencia Libres de Obstáculos:**

Esta es una de las deficiencias más comunes y peligrosas. Las vías de evacuación, incluidos pasillos, escaleras y las propias puertas de salida, deben estar permanentemente despejadas de cualquier tipo de obstrucción (cajas, equipos, materiales almacenados, desechos).

**Libre Apertura:** Las puertas de salida de emergencia deben abrirse fácilmente en la dirección de la salida, sin necesidad de llaves ni herramientas. Las barras antipánico son el mecanismo preferido.

**Rutas de Evacuación Seguras:** Asegurar que las rutas no pasen por áreas de alto riesgo o que las protecciones (muros, puertas cortafuego) estén intactas.

### **VENTILACIÓN Y EVACUACIÓN DE HUMO**

Aunque a menudo se piensa en el fuego como llamas, el humo es el principal causal de fatalidades en los incendios, causando la mayoría de las muertes por asfixia e intoxicación, y dificultando enormemente la evacuación y las labores de los bomberos.

### **Sistemas de Control de Humo y Calor (Smoke and Heat Control Systems):**

El objetivo es limitar la propagación del humo, mantener despejadas las vías de evacuación, facilitar las operaciones de extinción y reducir la temperatura en el edificio.

**Extracción de Humo:** Sistemas de ventilación forzada o natural diseñados para extraer el humo y los gases calientes de áreas específicas. Incluyen extractores de humo, ventanas de ventilación automáticas en techos (lucernarios de evacuación de humo y calor) y conductos resistentes al fuego.

**Presurización:** En escaleras de emergencia y ascensores de bomberos, se inyecta aire limpio para crear una presión positiva que impide la entrada de humo, manteniendo estas vías seguras para la evacuación y el acceso de los equipos de emergencia.

**Cortinas de Humo:** Barreras físicas (fijas o automáticas) que se despliegan para compartimentar el humo y dirigirlo hacia los sistemas de extracción.

## Ventilación Natural y Forzada:

**Ventilación General:** Mantener una buena ventilación general en el edificio para diluir posibles concentraciones de vapores inflamables y reducir la temperatura ambiente.

**Ventilación Específica para Procesos:** En áreas donde se generan vapores o polvos combustibles, se implementan sistemas de extracción localizada para capturar los contaminantes en la fuente.

**Aberturas para Ventilación de Emergencia:** Considerar la apertura de ventanas o compuertas en caso de incendio (cuando sea seguro hacerlo) para permitir la salida del humo y el calor. Sin embargo, esto debe ser parte de un plan controlado para evitar la entrada de aire que pueda alimentar el fuego.

---

## Sistemas de Protección Contra Incendios

Mientras que las medidas de prevención se enfocan en evitar que el fuego inicie y las pasivas en contenerlo, los sistemas de protección contra incendios representan la fase activa y reactiva del manejo del fuego.

Una vez que se ha detectado un incendio, estos sistemas entran en acción para alertar, controlar, suprimir o extinguir el fuego, minimizando el daño a la propiedad y, crucialmente, protegiendo las vidas humanas.

Estos sistemas se dividen en dos grandes categorías: los de **detección** (que identifican el fuego y alertan) y los de **extinción** (que actúan para suprimirlo). Ambos son interdependientes y forman una cadena de respuesta integral.

### 3.1. DETECCIÓN DE INCENDIOS: LOS SENTIDOS DEL SISTEMA

Cuanto antes se detecte un fuego, más tiempo habrá para evacuar al personal, activar los sistemas de supresión y movilizar a los servicios de emergencia.

#### Detectores:

Diseñados para percibir las señales del fuego en sus primeras etapas.

**Detectores de Humo:** Son los más comunes y eficaces para la detección temprana. Reaccionan a la presencia de partículas de combustión en el aire.

- **Detectores Iónicos (o de Ionización):** Contienen una pequeña fuente radiactiva que ioniza el aire entre dos placas con carga eléctrica, creando una corriente eléctrica constante. Cuando las partículas de humo entran en la cámara, se unen a los iones y reducen la corriente, lo que activa la alarma. Son más sensibles a partículas pequeñas (humo invisible o productos de combustión de alta energía, como los producidos por combustibles líquidos o plásticos de combustión rápida, que crean menos humo visible).
- **Detectores Ópticos (o Fotoeléctricos):** Funcionan con una fuente de luz y un sensor. Hay dos tipos principales:
  - **De Haz Oculto (o de Cámara Oscura):** Un haz de luz se proyecta en una cámara oscura. Cuando el humo entra en la cámara, las partículas dispersan la luz, y una fracción de esta luz dispersada es detectada por el sensor, activando la alarma. Son más sensibles a partículas de humo grandes y visibles (humo de fuegos latentes o de combustión lenta, como la madera ardiendo sin llama).
  - **De Haz Proyectado:** Un haz de luz se proyecta a través del área a proteger y es recibido por un sensor al otro lado. Cuando el humo interrumpe el haz, se activa la alarma. Son ideales para grandes áreas abiertas con techos altos (ej. almacenes, naves industriales).
- **Detectores de Muestreo de Aire (Aspiración):** Sistemas más sofisticados que aspiran continuamente muestras de aire a través de una red de tuberías perforadas y las analizan con un detector de muy alta sensibilidad (generalmente láser). Son extremadamente sensibles y pueden

detectar productos de combustión en concentraciones ínfimas, incluso antes de que el humo sea visible. Ideales para áreas críticas o de alto valor (ej. salas de servidores, museos, cámaras limpias).

**Detectores de Calor:** Reaccionan a un aumento de temperatura en el ambiente. Son menos sensibles que los detectores de humo y actúan cuando el fuego ya está más desarrollado, pero son útiles en ambientes donde los detectores de humo darían falsas alarmas (ej. cocinas, talleres con mucho polvo o vapor).

- **Detectores de Temperatura Fija:** Se activan cuando la temperatura del ambiente alcanza un umbral preestablecido (ej. 57°C, 79°C). Contienen un elemento que se funde o un bimetálico que se deforma a una temperatura específica.
- **Detectores de Tasa de Aumento (Rate-of-Rise):** Se activan cuando la temperatura aumenta a una velocidad predeterminada por unidad de tiempo (ej. más de 8°C por minuto), independientemente de la temperatura ambiente final. Esto permite una detección más rápida de fuegos de rápido crecimiento. Pueden combinarse con un elemento de temperatura fija para mayor seguridad.

**Detectores de Llama:** Reaccionan a la radiación infrarroja (IR) y/o ultravioleta (UV) emitida por las llamas. Son muy rápidos en la detección de fuegos con llamas visibles y son adecuados para áreas con combustibles de combustión rápida, pero son sensibles a fuentes de luz externas (luz solar, soldadura) que pueden causar falsas alarmas.

- **Detectores UV:** Detectan la radiación ultravioleta presente en las llamas.
- **Detectores IR:** Detectan la radiación infrarroja. Los detectores más avanzados son **IR3** o **multi-espectro**, que utilizan múltiples bandas de IR para distinguir una llama real de otras fuentes de calor, reduciendo falsas alarmas.
- **Detectores UV/IR:** Combinan ambas tecnologías para una mayor fiabilidad.

**Detectores de Gases de Combustión:** Detectan la presencia de gases específicos liberados durante la combustión, como monóxido de carbono (CO). Son útiles para fuegos latentes o de combustión lenta que producen gases antes que humo visible o calor intenso.

### Sistemas de Alarma:

Una vez que un detector ha identificado el fuego, el sistema de alarma es el encargado de comunicar esta información.

**Paneles de Control de Incendios (Central de Incendios):** Recibe las señales de los detectores, las procesa, activa las alarmas, y puede iniciar la secuencia de operación de otros sistemas (ej. rociadores, cierre de puertas cortafuego, apagado de ventilación).

- **Convencionales:** Dividen la instalación en "zonas". Cuando un detector en una zona se activa, el panel indica la zona, pero no el detector exacto. Más económicos, adecuados para instalaciones más pequeñas.
- **Direccionables:** Cada detector tiene una dirección única, permitiendo al panel identificar exactamente qué detector se activó. Esto facilita la localización precisa del fuego, acelera la respuesta y permite una gestión más sofisticada del sistema.
- **Analógicos/Inteligentes:** Son una evolución de los direccionables. Los detectores envían valores analógicos (no solo un "on/off"), permitiendo al panel monitorear cambios graduales y decidir si hay un fuego, reduciendo falsas alarmas y permitiendo una detección más temprana.

### Alarmas Sonoras y Visuales:

- **Sirenas/Bocinas:** Producen un sonido fuerte y distintivo (ej. tono continuo o intermitente) para alertar a los ocupantes.
- **Balizas Estroboscópicas/Luces Flashing:** Luces intermitentes que complementan las alarmas sonoras, esenciales para personas con discapacidad auditiva o en ambientes ruidosos.
- **Altavoces/Sistemas de Megafonía:** Permiten la difusión de mensajes pregrabados o en vivo para guiar la evacuación, especialmente en grandes instalaciones o donde se requiere una evacuación por fases.

**Sistemas de Comunicación con Servicios de Emergencia:** Los paneles de control de incendios suelen estar conectados a una central de monitoreo externa o directamente a los servicios de bomberos, garantizando una notificación rápida y automática para una respuesta profesional inmediata.

### **EXTINCIÓN DE INCENDIOS (SISTEMAS ACTIVOS):**

Una vez detectado el fuego, los sistemas de extinción intervienen para controlarlo o extinguirlo. La elección del sistema depende de la clase de fuego esperada y de las características del área a proteger.

### **Extintores Portátiles:**

Son la primera línea de defensa activa en la mayoría de los incendios incipientes.

#### **Tipos, Clasificación, Ubicación y Señalización:**

- **Tipos:** Los extintores se clasifican por el agente extintor que contienen (agua, espuma, CO<sub>2</sub>, PQS ABC, PQS BC, agentes limpios, químicos húmedos, Clase D).
- **Clasificación de Capacidad:** Cada extintor tiene una clasificación numérica (ej. 2A:10BC) que indica su capacidad de extinción para las clases de fuego específicas. Un 2A significa que tiene el doble de capacidad de extinción de un extintor Clase A básico.
- **Ubicación:** Deben estar fácilmente accesibles, señalizados, no obstruidos, y ubicados a una distancia máxima de recorrido específica según la clase de riesgo y la normativa (ej. para Clase A y B, el Dec. 351/79 establece distancias máximas). Deben colocarse en soportes a una altura adecuada (entre 1.00 y 1.30 m desde el nivel del piso a la parte superior del extintor) y en zonas visibles.
- **Señalización:** Debe haber una señalización clara encima o al lado del extintor, indicando su tipo (Clase A, B, C, D, K) y su ubicación.

#### **Inspección y Mantenimiento:**

- **Inspección Visual Mensual:** Verificar que el extintor esté en su lugar, visible, accesible, sin daños evidentes, con el precinto intacto, la etiqueta legible y la presión en el rango verde (si tiene manómetro).
- **Control Anual (Recarga/Mantenimiento):** De acuerdo con la normativa (ej. IRAM 3517-II), los extintores deben ser sometidos a mantenimiento anual por una empresa habilitada. Esto incluye revisión interna, reemplazo de partes, recarga del agente si es necesario, y la emisión de una oblea de control.
- **Prueba Hidráulica (Retimbrado):** Los cilindros de los extintores (especialmente los de CO<sub>2</sub> y agua) deben ser sometidos a pruebas hidráulicas periódicas (cada 5 años en Argentina) para asegurar su integridad estructural.
- **Registros:** Mantener registros detallados de todas las inspecciones y mantenimientos.

#### **Uso Correcto (Técnica PASS):**

- El personal debe ser capacitado en el uso correcto de los extintores. La técnica **PASS** es un acrónimo ampliamente utilizado:
  - **P (Pull):** Jalar el pasador de seguridad.
  - **A (Aim):** Apuntar la boquilla a la base del fuego (no a las llamas).
  - **S (Squeeze):** Apretar la manija para descargar el agente.
  - **S (Sweep):** Mover la boquilla de lado a lado en un movimiento de barrido, cubriendo toda la base del fuego.
- Siempre se debe tener una ruta de escape clara y segura. Si el fuego es demasiado grande, si se pierde el control o si el humo es excesivo, se debe evacuar inmediatamente.

### **Sistemas de Extinción Fijos:**

Para fuegos de mayor envergadura o en áreas de alto riesgo, los sistemas fijos proporcionan una protección más robusta, a menudo automática.

### Redes Húmedas y Secas (Hidrantes y Mangueras):

- **Red Húmeda:** Tuberías presurizadas con agua constantemente, listas para usar.
- **Red Seca:** Tuberías que no tienen agua permanentemente, sino que son conectadas a una fuente de agua externa (ej. camión de bomberos) en caso de incendio. Usadas en climas fríos para evitar congelación o en edificios muy altos.
- **Hidrantes:** Conexiones en la red para mangueras. Pueden ser:
  - Hidrantes de Incendio Exteriores (Bocas de Incendio Exteriores - BIE): Conexiones fuera del edificio para uso de los bomberos.
  - Bocas de Incendio Equipadas (BIE o Mangueras Equipadas): Ubicadas dentro del edificio, consisten en una manguera enrollada, una lanza y una válvula, conectadas a la red de agua. Pueden ser de 25 mm (para personal no especializado) o 45 mm (para brigadas entrenadas o bomberos).
- **Bombas Contra Incendio:** Mantienen la presión en la red y la suministran en caso de incendio. A menudo son dos bombas (una principal eléctrica y una de respaldo diésel) y una jockey (para mantener la presión constante y evitar que las bombas principales arranquen por pequeñas fugas).
- **Mantenimiento:** Inspección y prueba periódica de las bombas, válvulas, mangueras y boquillas.

**Sistemas de Rociadores Automáticos (Sprinklers):** Considerados el sistema más efectivo para la protección contra incendios en la mayoría de los entornos industriales y comerciales.

- **Mecanismo:** Cada rociador tiene un elemento termosensible (generalmente un bulbo de vidrio lleno de un líquido o un eslabón fusible) que se rompe o se funde a una temperatura preestablecida. Esto libera el agua directamente sobre el área del fuego. Solo se activan los rociadores directamente afectados por el calor del incendio, lo que minimiza el daño por agua.
- Tipos Principales:
  - **Sistema Húmedo:** El más común. Las tuberías están presurizadas con agua constantemente. Cuando un rociador se activa, el agua fluye inmediatamente.
  - **Sistema Seco:** Las tuberías están presurizadas con aire. Cuando un rociador se activa, la presión de aire cae, lo que abre una válvula y permite que el agua entre en las tuberías. Usado en áreas donde la congelación del agua es un problema.
  - **Sistema de Diluvio:** Las boquillas están siempre abiertas. Se activa por un sistema de detección independiente (detectores de humo o calor) que abre una válvula principal, inundando toda el área protegida con agua. Para riesgos de alta propagación (ej. almacenes de líquidos inflamables).
  - **Sistema de Pre-acción:** Similar al diluvio, pero las boquillas tienen un elemento termosensible. Se requiere la activación de un detector Y la rotura de un rociador para que el agua se libere. Reduce el riesgo de falsas activaciones por daño accidental al rociador. Usado en áreas sensibles a los daños por agua.
- **Diseño:** Los sistemas se diseñan según normativas estrictas (ej. NFPA 13), considerando la densidad del combustible, la altura de almacenamiento y las características del edificio.
- **Mantenimiento:** Inspecciones, pruebas de flujo, pruebas de alarmas, mantenimiento de bombas y válvulas, reemplazo de rociadores dañados.

### Sistemas de Agentes Limpios (Halocarbonados):

- **Mecanismo:** Son sistemas de descarga total de gases que saturan un volumen cerrado para extinguir el fuego.
- **Aplicación:** Ideales para proteger áreas con equipos de alto valor, documentos sensibles, salas de servidores, centros de datos, salas de control, museos, donde el agua o el polvo químico causarían más daño que el propio fuego.
- **Diseño:** Requieren un diseño preciso para asegurar la concentración adecuada del agente en el volumen protegido y sistemas de detección y control avanzados. Se incluyen alarmas de pre-descarga para permitir la evacuación antes de la descarga del agente.
- **Mantenimiento:** Inspección de cilindros, válvulas, boquillas y sistema de detección.

### Sistemas de Espuma:

- **Mecanismo:** Descargan una mezcla de agua y concentrado de espuma sobre la superficie del fuego.
- **Aplicación:** Para riesgos de líquidos inflamables en grandes áreas (ej. tanques de almacenamiento, hangares de aviones, refinerías). Pueden ser sistemas de diluvio de espuma, rociadores de espuma o cañones de espuma.
- **Mantenimiento:** Pruebas de funcionamiento, verificación de stock y calidad del concentrado de espuma.

### Sistemas de Agua Pulverizada (Water Spray):

- **Mecanismo:** Boquillas que descargan agua a alta presión en forma de finas gotas para enfriar rápidamente superficies, suprimir vapores o proteger estructuras expuestas al calor. No se activan por elementos termosensibles individuales, sino por un sistema de detección.
- **Aplicación:** Protección de equipos específicos, tanques de almacenamiento expuestos a fuegos adyacentes (para enfriamiento), o para crear barreras de agua.

### Iluminación de Emergencia y Señalización:

Aunque a menudo se consideran en el ámbito de las vías de evacuación (prevención pasiva), la iluminación de emergencia y la señalización son sistemas activos en el momento de la emergencia, ya que su propósito es operar y guiar a las personas.

#### Iluminación de Emergencia:

- **Función:** Proporcionar iluminación suficiente para que las personas puedan evacuar de forma segura en caso de un corte de energía principal o durante un incendio que oscurezca el ambiente.
- **Ubicación:** Estratégicamente colocada en pasillos, escaleras, salidas de emergencia, cambios de nivel y puntos de reunión.
- **Autonomía:** Las luminarias deben tener baterías que les permitan funcionar por un período mínimo (ej. 60 o 90 minutos) según la normativa.
- **Mantenimiento:** Pruebas periódicas de funcionamiento y autonomía de las baterías.

#### Señalización:

- **Función:** Indicar claramente las rutas de evacuación, las salidas de emergencia, la ubicación de los equipos de protección contra incendios y los puntos de reunión.
- **Requisitos Normativos:** Las señales deben cumplir con normativas específicas (ej. IRAM 10005) en cuanto a diseño, pictogramas, colores, tamaño y luminiscencia (fotoluminiscentes o retroiluminadas).
- **Ubicación Estratégica:** Visible desde cualquier punto, especialmente en intersecciones de pasillos, cerca de escaleras y en las puertas de salida.
- **Mantenimiento:** Asegurar que las señales estén limpias, visibles, no obstruidas y que las luminosas funcionen correctamente.

### EL ROL DEL PROFESIONAL DE HIGIENE Y SEGURIDAD

Es responsabilidad del profesional de Higiene y Seguridad y de su equipo de trabajo:

- **Especificación y Diseño:** Colaborar con ingenieros y consultores para asegurar que los sistemas se diseñen de acuerdo con los riesgos específicos de la planta y la normativa aplicable.
- **Instalación y Puesta en Marcha:** Supervisar que la instalación se realice correctamente y que los sistemas sean probados y comisionados adecuadamente.
- **Mantenimiento y Auditoría:** Establecer un programa de mantenimiento preventivo para todos los sistemas (detectores, extintores, bombas, rociadores), asegurar su cumplimiento por parte de empresas habilitadas y auditar periódicamente estos mantenimientos.
- **Capacitación:** Organizar y supervisar la capacitación del personal en el uso de extintores, el procedimiento de evacuación y el conocimiento de los sistemas de alarma.
- **Simulacros:** Planificar y ejecutar simulacros de incendio y evacuación para probar la operatividad de los sistemas y la respuesta del personal.

- **Gestión de Cambios:** Evaluar el impacto de cualquier cambio en la planta (nuevos procesos, modificaciones estructurales, aumento de combustibles) en los sistemas de protección contra incendios y asegurar las adecuaciones necesarias.
- **Presupuesto y Adquisición:** Justificar las inversiones necesarias en equipos y servicios de mantenimiento de los sistemas. Los sistemas de protección contra incendios no son un gasto, sino una **inversión esencial** para la continuidad del negocio y, lo que es más importante, para la seguridad de los trabajadores. Su correcta implementación y mantenimiento son un testimonio del compromiso de una organización con la seguridad. Un incendio bien gestionado es aquel que nunca sucede; pero si ocurre, un sistema de protección robusto y bien mantenido es la herramienta decisiva para mitigar sus consecuencias.

---

## Gestión de Emergencias y Planes de Evacuación

Este punto abarca la planificación, la capacitación, la coordinación y el ejercicio constante para asegurar que, cuando el fuego se declare, las personas sepan exactamente cómo actuar.

### PLAN DE EMERGENCIA Y EVACUACIÓN

Un Plan de Emergencia y Evacuación es un documento integral y dinámico que detalla los procedimientos a seguir antes, durante y después de un incendio. No es un mero requisito normativo (como el Decreto 351/79); es la hoja de ruta que guía a la organización en una situación de crisis.

#### Objetivos del Plan:

1. **Proteger la vida humana:** Prioridad absoluta. Asegurar la evacuación rápida y segura de todos los ocupantes.
2. **Minimizar lesiones:** Reducir el riesgo de daños físicos durante la emergencia.
3. **Contener y controlar el fuego:** Si es seguro hacerlo, intentar una primera intervención con medios propios.
4. **Proteger la propiedad y el medio ambiente:** Minimizar los daños a las instalaciones y evitar la contaminación.
5. **Garantizar la continuidad del negocio:** Facilitar el retorno a la normalidad lo antes posible.

#### Componentes Clave del Plan:

##### Roles y Responsabilidades:

- **Director de Emergencias:** La persona con autoridad máxima en la escena, responsable de la toma de decisiones críticas (ej. Director de Planta, Gerente General).
- **Coordinador de Evacuación:** Responsable de supervisar la evacuación y asegurar que todas las áreas sean barridas.
- **Jefes de Piso/Área (Brigadistas):** Personal entrenado responsable de guiar la evacuación en sus respectivas zonas, verificar la salida de todo el personal y reportar ausencias.
- **Brigada de Incendios:** Equipo interno entrenado para la primera intervención (uso de extintores, manejo de hidrantes), rescate limitado y asistencia a los bomberos.
- **Personal de Apoyo:** Primeros auxilios, comunicación, seguridad, mantenimiento.
- **Roles de los Trabajadores:** Conocer las alarmas, rutas de evacuación y puntos de reunión.

##### Procedimientos de Alarma y Comunicación:

- **Detección:** Cómo se identifica el fuego (humana, detectores automáticos).
- **Activación de Alarma:** Cómo se activa la alarma (manual, automática). Definir los códigos de alarma (sonidos, mensajes).

- **Notificación Externa:** Procedimientos para alertar a los bomberos, servicios médicos, policía y otras autoridades. Incluir números de emergencia claros y actualizados.
- **Comunicación Interna:** Métodos para comunicar instrucciones al personal durante la emergencia (sistemas de megafonía, radios, mensajería).

#### **Procedimientos de Evacuación:**

- **Rutas de Evacuación Principales y Alternativas:** Claramente definidas y señalizadas.
- **Puntos de Reunión:** Uno o varios puntos seguros y predeterminados fuera del edificio, a una distancia segura del riesgo, donde el personal debe congregarse después de evacuar.
- **Conteo de Personal:** Métodos para verificar que todo el personal ha evacuado (listas de asistencia, tarjetas de control de entrada/salida). Identificación de personal con movilidad reducida y planes específicos para su evacuación.
- **Evacuación por Fases (si aplica):** En grandes instalaciones, la evacuación puede realizarse por zonas para evitar aglomeraciones.

#### **Procedimientos de Primera Intervención:**

- Criterios para una intervención inicial (fuego incipiente, pequeño, sin riesgo personal).
- Uso de extintores portátiles.
- Cuándo abandonar la intervención y evacuar.

#### **Coordinación con Servicios de Emergencia Externos:**

- Protocolos para recibir a los bomberos y otros servicios.
- Entrega de información crítica (planos, ubicación de riesgos, listas de sustancias químicas, número de personal).
- Establecimiento de un Puesto de Comando (ICP).

#### **Procedimientos Post-Emergencia:**

- **Regreso a la Normalidad:** Criterios para autorizar el reingreso al edificio. Solo debe hacerlo personal autorizado y una vez que el área sea declarada segura.
- **Evaluación de Daños:** Inspección y registro de daños.
- **Investigación de Incidente:** Determinar la causa raíz del incendio y las lecciones aprendidas.
- **Soporte al Personal:** Ofrecer apoyo psicológico si es necesario.

**Anexos:** Planos de evacuación, listados de contactos de emergencia, fichas de datos de seguridad de materiales peligrosos, lista de personal con necesidades especiales.

#### **Formato y Accesibilidad:**

- El plan debe ser un documento escrito, claro y conciso.
- Debe estar disponible en copias físicas en puntos estratégicos y en formato digital accesible para el personal autorizado.
- Los planos de evacuación deben ser gráficos, intuitivos y estar colocados en lugares visibles en toda la planta.

#### **BRIGADAS DE INCENDIO**

La **brigada de incendio** es un equipo de empleados voluntarios (o en algunos casos, dedicados a tiempo completo en grandes industrias de alto riesgo) que reciben una capacitación avanzada para responder a emergencias de incendio antes de la llegada de los servicios externos. Son la primera línea de respuesta organizada de la empresa.

#### **Funciones y Responsabilidades de una Brigada:**

- **Primera Intervención:** Atacar incendios incipientes con extintores portátiles o mangueras de hidrante, si es seguro y posible, para evitar que el fuego se propague.

- **Evacuación de Personal:** Asistir en la evacuación de los compañeros, asegurar que nadie quede atrás, y ayudar a personas con movilidad reducida.
- **Rescate y Primeros Auxilios:** Realizar rescates básicos (siempre que sea seguro y con el equipo adecuado) y prestar primeros auxilios a los heridos antes de la llegada de los servicios médicos.
- **Control de Servicios:** Cortar el suministro de gas, electricidad u otros servicios que puedan alimentar el fuego o crear riesgos adicionales.
- **Soporte a los Bomberos:** Una vez que llegan los bomberos profesionales, la brigada actúa como enlace, proporcionando información crítica sobre el incidente, los riesgos de la planta, los planos y la ubicación de las víctimas. Pueden asistir en operaciones específicas bajo la dirección del comando de incidentes.
- **Manejo de Equipos:** Mantenimiento y verificación de los equipos de protección contra incendios (extintores, hidrantes, etc.).

### Selección y Capacitación:

**Voluntarios:** Generalmente se conforma con personal voluntario de diferentes áreas de la planta. Deben tener un buen estado físico y mental, ser proactivos y tener capacidad de liderazgo.

**Capacitación Inicial y Recurrente:** La capacitación es intensiva y debe ser constante. Incluye:

- **Teoría del Fuego:** Entender la química y física del fuego, clases de fuego, agentes extintores.
- **Uso de Extintores y Otros Equipos:** Práctica intensiva con extintores, hidrantes, sistemas de mangueras.
- **Equipos de Protección Personal (EPP):** Uso de trajes de bomberos, equipos de respiración autónoma, cascos, guantes.
- **Primeros Auxilios y RCP:** Capacitación en atención de quemaduras, asfixia, lesiones traumáticas.
- **Técnicas de Rescate y Evacuación:** Procedimientos para buscar y rescatar personas, y guiar la evacuación.
- **Conocimiento de la Planta:** Familiaridad con el diseño de la instalación, ubicación de riesgos, sistemas de seguridad, válvulas de corte.
- **Procedimientos de Comunicación y Comando de Incidentes:** Entrenamiento en comunicación efectiva y estructura de mando.

**Ejercicios y Simulacros:** La práctica regular a través de simulacros es fundamental para mantener la destreza y la cohesión del equipo.

### Equipamiento de la Brigada:

- **EPP:** Trajes de aproximación al fuego, equipos de respiración autónoma, cascos, guantes, botas.
- **Herramientas:** Hachas, palancas, herramientas de corte, herramientas de acceso.
- **Equipos de Comunicación:** Radios portátiles.
- **Primeros Auxilios:** Botiquines completos y equipos de reanimación.
- **Iluminación:** Linternas potentes, luces de emergencia.

### SIMULACROS DE EVACUACIÓN

Los simulacros de evacuación son la herramienta más valiosa para probar la eficacia del plan de emergencia, identificar debilidades y entrenar al personal en un ambiente controlado. No son un simple "ejercicio", sino una práctica esencial para garantizar una respuesta efectiva en una emergencia real.

### Importancia y Objetivos:

- **Familiarización:** Acostumbrar al personal a los sonidos de la alarma, las rutas de evacuación y los puntos de reunión.
- **Identificación de Obstáculos:** Descubrir bloqueos en las vías de evacuación, deficiencias en la señalización o iluminación.

- **Evaluación del Plan:** Poner a prueba la claridad del plan, los roles y responsabilidades.
- **Tiempo de Evacuación:** Medir y buscar reducir el tiempo total de evacuación.
- **Coordinación:** Evaluar la coordinación entre el personal de la empresa, la brigada y, en algunos casos, los servicios externos.
- **Reforzamiento del Entrenamiento:** Consolidar el conocimiento y las habilidades adquiridas en la capacitación.

#### **Frecuencia y Tipo de Simulacros:**

- **Reglamentario:** La mayoría de las normativas exigen una frecuencia mínima (ej. el Decreto 351/79 exige al menos una vez al año).
- **Simulacros Parciales:** Centrados en un área específica o en un aspecto del plan (ej. solo evacuación de un piso, solo uso de extintores).
- **Simulacros Totales:** Involucran a toda la planta y a todos los roles del plan de emergencia.
- **Simulacros Inesperados:** Para evaluar la respuesta espontánea del personal y la efectividad de la detección automática.
- **Simulacros con Escenarios Complejos:** Incluir elementos (actuados o simulados) como "heridos", "personas atrapadas", "fuego en una vía de evacuación" para aumentar el realismo y la dificultad.

#### **Planificación de un Simulacro:**

- **Objetivos Claros:** Definir qué se quiere probar o evaluar.
- **Notificación (o no):** Decidir si el simulacro será avisado o no a todo el personal. Para los primeros simulacros, es recomendable avisar con anticipación para evitar pánico. En lo posible cuando se realiza un simulacro sorpresa aclarar que es un simulacro por altoparlantes o que los brigadistas lo informen para evitar que se convierta en una experiencia traumática.
- **Definición de Escenario:** Simular una situación inicial (ej. "fuego en sala de calderas").
- **Roles y Observadores:** Asignar observadores para cada área, que registrarán el comportamiento del personal y los tiempos de evacuación.
- **Recursos Necesarios:** Alarmas, sistemas de megafonía, personal de la brigada, marcadores de "fuego" o "humo", etc.
- **Seguridad:** Asegurar que el simulacro no genere riesgos reales.

#### **Ejecución del Simulacro:**

- **Activación:** Iniciar el simulacro con la activación de la alarma.
- **Ejecución del Plan:** El personal debe seguir los procedimientos del plan de evacuación, dirigirse a los puntos de reunión, y la brigada debe ejecutar sus funciones.
- **Registro:** Los observadores deben tomar notas detalladas sobre el desempeño, los tiempos, las fallas y los aciertos.
- **Finalización:** Dar la señal de "fin de simulacro" y autorizar el reingreso (si aplica).

#### **Análisis Post-Simulacro:**

**Debriefing (Análisis Crítico):** Una reunión inmediata con la brigada, los jefes de área y los observadores para discutir lo que salió bien y lo que no.

**Informe de Evaluación:** Elaborar un informe detallado con los resultados, incluyendo:

- Tiempo de evacuación.
- Número de personas evacuadas y número de ausentes (si se simuló).
- Puntos fuertes y débiles del plan.
- Problemas con la señalización, iluminación o vías de evacuación.
- Desempeño de la brigada y del personal.
- Conclusiones y recomendaciones para la mejora.

**Implementación de Mejoras:** Lo más importante es utilizar las lecciones aprendidas para actualizar el plan, brindar capacitación adicional, corregir deficiencias físicas o modificar procedimientos. Un simulacro sin un análisis y mejoras posteriores es una oportunidad perdida.

## **MANTENIMIENTO Y REVISIÓN DEL PLAN**

Un plan de emergencia no es un documento estático. La industria es un entorno que cambia constantemente, y el plan debe reflejar esa evolución.

**Actualizaciones Periódicas:** Revisar el plan al menos anualmente, o con mayor frecuencia si hay cambios significativos en la planta tales como:

- Modificaciones en la infraestructura (construcción, demolición).
- Introducción de nuevos procesos o maquinarias.
- Cambios en los materiales almacenados o utilizados.
- Cambios en el número de personal o la distribución de turnos.
- Resultados de simulacros.
- Nuevas normativas.
- Lecciones aprendidas de incidentes reales (propios o de otras empresas).

**Capacitación Continua:** Asegurar que todo el personal nuevo reciba capacitación en el plan de emergencia y que el personal existente reciba capacitación de refresco regularmente.

**Auditorías Externas:** Considerar auditorías externas periódicas del plan de emergencia para obtener una perspectiva imparcial y profesional.

## **EL ROL DEL PROFESIONAL DE HIGIENE Y SEGURIDAD**

Es responsabilidad del profesional de Higiene y Seguridad y de su equipo de trabajo:

- **Diseño del Plan:** Liderar el diseño, redacción y actualización del Plan de Emergencia y Evacuación.
- **Conformación y Capacitación de la Brigada:** Seleccionar, entrenar y mantener motivada a la brigada de incendios.
- **Organización de Simulacros:** Planificar, ejecutar y evaluar los simulacros de evacuación, asegurando que sean realistas y productivos.
- **Enlace:** Actuar como enlace principal con los servicios de emergencia externos.
- **Promoción de la Cultura de Seguridad:** Fomentar una cultura donde la seguridad en caso de incendio sea una prioridad y donde todos los trabajadores se sientan responsables y preparados.
- **Gestión de la Documentación:** Mantener al día todos los registros y documentación relacionados con el plan y los simulacros.

# Trabajo en Altura

En nuestro ámbito de estudio nos vamos a referir a trabajo en altura cómo toda tarea que obliga a un trabajador a permanecer o circular a una altura igual o mayor a 2 m sobre la superficie de piso más cercana.

El trabajo en altura incluye pero no se limita a tareas realizadas en:

- Andamios
- Escaleras
- Perímetros de losas
- Excavaciones
- Huecos de ascensor

Para el trabajo en altura se aplican medidas preventivas entre las que destacan las administrativas centradas en la capacitación, entrenamiento y homologación del personal.

Entre las medidas de protección que se emplean podemos destacar las siguientes:

## A. Redes (Medida de protección colectiva):

- Redes verticales tipo tenis:** estas redes se caracterizan por estar instaladas de forma vertical entre postes o columnas, con sogas, cintas o cables tensados instalados en la parte superior e inferior. En caso de realizar tendidos muy altos se puede instalar un elemento tensor a media altura.
- Redes verticales en fachadas:** estas redes se fijan a la fachada normalmente de piso a techo, suelen emplearse en obras en construcción o modificación edilicia, buscan evitar la caída de herramientas y objetos.
- Redes Verticales tipo horca:** estas redes se suspenden de una estructura que las separa de la fachada de una edificación o estructura quedando holgadas en su parte inferior respecto a la fijación inferior.
- Redes horizontales de bandeja:** estas redes se instalan en bandejas. Las bandejas son estructuras que sobresalen de una edificación o estructura mayor fija.
- Horizontales de malla metálica:** Estas mallas metálicas se instalan en huecos de losas para evitar caídas accidentales tanto de personas cómo objetos.

## B. Barandas (Medida de protección colectiva):

- Zócalo o Guarda pié:** son elevaciones en la losa o piso, o suplementos de aproximadamente 15 cm de alto que permiten identificar al tacto donde termina la misma y previenen que herramientas u objetos rueden por fuera de la losa o piso. Se emplean en losas de baja o nula circulación y como complemento de barandas, así cómo en estructuras no permanentes de trabajo.
- Baranda intermedia:** son barandas de aproximadamente 50cm de alto, se emplean en ámbitos de baja circulación.
- Baranda superior:** son barandas de aproximadamente 100~90 cm de alto. Se emplean en espacios de alta circulación.

## C. Arnese (Medida de protección individual):

Los arneses son elementos que sujetan al individuo de la cintura, muslos y en algunos casos torso, los mismos concentran los refuerzos de tal manera que en un punto de sujeción se coloca un mosquetón y este se conecta a un cable de vida que puede amarrarse a un punto de fijación externo.

- Amarre de sujeción:** se emplean cuando la tarea no requiere desplazamientos. Consta de una fijación estática, del cable de vida, a un punto de anclaje.
- Amarre de suspensión:** se emplea una estructura que permite el desplazamiento vertical, descolgando al trabajador con un arnés y con un sillín o silleta.

- c. **Amortiguador de caída:** en tareas que requieren mucha movilidad horizontal y vertical se emplean dispositivos con bloqueo inercial y amortiguación del impacto de la caída.

Recomendaciones para el uso de Escaleras:

- Al apoyar la escalera contra la pared siempre amarrarla para evitar deslizamientos y caídas.
- Al apoyar la escalera contra la pared colocar la base respecto de la pared a un 25% de de la altura.
- Nunca amarrar las escaleras a cañería sometida a presión.
- Al amarrar una escalera considerar que el punto de amarre sea adecuado para la fuerza que deberá soportar.
- Nunca subirse al último peldaño de la escalera.
- Colocar carteles que indiquen que se está realizando trabajo en altura
- Nunca tratar de alcanzar objetos lejanos.

Recomendaciones para el uso de Andamios:

- Siempre subir por dentro del andamio.
- Cuando posean más de dos módulos de altura deben fijarse a la pared.
- Cuando se armen con ruedas solo pueden tener un máximo de dos módulos de altura.
- Cuando la pasarela de trabajo se monte a más de 1,5 metros deben colocarse zócalos y barandas.

# Seguridad Eléctrica

## Introducción al Marco Normativo vinculado a la Seguridad Eléctrica

La legislación argentina se estructura jerárquicamente, con leyes que establecen principios generales y decretos o resoluciones que bajan a detalles técnicos específicos.

La **Ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo N° 19.587**, promulgada en 1972. En su **Capítulo II, Artículo 8**, establece que las condiciones de trabajo deben garantizar **seguridad e higiene** en el trabajo. Aunque no detalla sobre electricidad, su espíritu es proteger la vida y la integridad psicofísica de los trabajadores, lo que abarca los riesgos eléctricos.

La ley 19.587 sienta las bases para que se desarrollen normativas más específicas como la que sigue.

El **Decreto N° 351/79** es la reglamentación de la Ley 19.587, y es aquí donde la seguridad eléctrica adquiere una presencia explícita y detallada. Dentro del **Capítulo 14, titulado "Instalaciones Eléctricas"** se establece una serie de requisitos y disposiciones técnicas que deben cumplir todas las instalaciones eléctricas en establecimientos industriales. Algunas de las disposiciones más relevantes incluyen:

- **Alcance:** Se aplica a todas las instalaciones eléctricas, fijas y móviles, y a los aparatos y equipos eléctricos que se utilizan en los establecimientos.
- **Diseño y Construcción:** Las instalaciones deben ser proyectadas, ejecutadas y mantenidas de acuerdo con normas técnicas reconocidas (implícitamente se refiere a la AEA, aunque no la menciona directamente en su versión original). Se exige que sean realizadas por personal idóneo.
- **Protección contra Contactos Directos:** Detalla la obligatoriedad de aislamientos adecuados, interposición de obstáculos o barreras, o el alejamiento para evitar el contacto accidental con partes con tensión. Esto incluye la necesidad de resguardos y envolventes que impidan el acceso a partes energizadas.
- **Protección contra Contactos Indirectos:** Enfatiza la puesta a tierra de masas metálicas (carcasas de equipos, estructuras), la necesidad de dispositivos de corte automático de la alimentación (disyuntores diferenciales, interruptores termomagnéticos) y la utilización de transformadores de seguridad o de muy baja tensión.
- **Protección contra Sobrecargas y Cortocircuitos:** Exige el uso de fusibles o interruptores automáticos (termomagnéticos) dimensionados adecuadamente para proteger los conductores y los equipos.
- **Conexiones y Empalmes:** Deben ser seguros, evitando el calentamiento y las pérdidas de energía. Se prohíben empalmes sin aislamiento adecuado.
- **Canalizaciones:** Requisitos para la instalación de cables y conductores, incluyendo su protección mecánica y su resistencia al fuego.
- **Aparatos de Corte:** Exige la existencia de medios de corte o seccionamiento para cada circuito o máquina, que permitan desenergizar de forma segura para mantenimiento o emergencia.
- **Identificación y Señalización:** Obliga a señalar los tableros eléctricos, circuitos y equipos, indicando tensiones y advertencias de peligro.
- **Instalaciones Provisorias:** Deben cumplir con los mismos requisitos de seguridad que las instalaciones permanentes.
- **Mantenimiento:** Establece la necesidad de un programa de mantenimiento preventivo y de inspecciones periódicas de las instalaciones eléctricas.
- **Personal Calificado:** Requisitos para el personal que manipula, instala o repara instalaciones eléctricas, enfatizando la necesidad de capacitación y habilitación.

Es crucial para el profesional de Higiene y Seguridad mantenerse actualizado con las últimas resoluciones de la SRT, ya que estas pueden introducir cambios significativos en los requisitos de cumplimiento.

### Reglamentación de la Asociación Electrotécnica Argentina (AEA 90364)

Si bien no es una ley en sí misma, la **Reglamentación para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas en Inmuebles de la Asociación Electrotécnica Argentina (AEA 90364)** es la norma técnica más importante y de mayor reconocimiento en Argentina para el diseño, ejecución y verificación de instalaciones eléctricas.

Aunque la AEA es una asociación civil, sus reglamentaciones son de **aplicación obligatoria** en la mayoría de las provincias y municipios argentinos, y son referenciadas explícitamente en el Decreto 351/79 como el estándar técnico a seguir para garantizar la seguridad. Es el "cómo" construir y verificar una instalación segura.

La AEA 90364 se divide en varias partes, y es esencial consultar las partes relevantes para instalaciones industriales:

- **Parte 770:** Instalaciones en inmuebles.
- **Parte 771:** Locales de uso médico.
- **Parte 777:** Lugares con riesgo de incendio o explosión (zonas ATEX).
- **Parte 790:** Inspección y verificación.

Conceptos Clave de AEA 90364 (aplicables a industria):

- **Clasificación de Locales:** Establece clasificaciones según el riesgo (ej. lugares secos, húmedos, mojados, con riesgo de incendio o explosión) y los requisitos específicos para cada uno.
- **Protecciones Esenciales:** Detalla el diseño y la instalación de protecciones contra sobrecargas, cortocircuitos, contactos directos e indirectos, incluyendo el uso de disyuntores diferenciales y termomagnéticos, y sistemas de puesta a tierra.
- **Dimensionamiento de Conductores y Protecciones:** Proporciona las tablas y fórmulas para el correcto cálculo de secciones de cables y valores de protección, para evitar calentamientos peligrosos.
- **Selección de Equipos:** Criterios para la elección de aparatos y materiales eléctricos según las condiciones ambientales y el riesgo.
- **Instalaciones Especiales:** Normas para locales con riesgo de explosión (zonas ATEX), donde se requiere equipamiento antideflagrante (intrínsecamente seguro, a prueba de explosión, etc.) y técnicas de instalación específicas.
- **Verificación Inicial y Periódica:** Detalla los ensayos y mediciones que deben realizarse para comprobar la seguridad de una instalación (medición de puesta a tierra, resistencia de aislamiento, verificación de funcionamiento de diferenciales).

### Normas IRAM (Instituto Argentino de Normalización y Certificación)

Las Normas IRAM son estándares técnicos desarrollados por consenso y que, si bien no son de cumplimiento obligatorio *per se* (a menos que sean referenciadas en una ley o decreto), representan las mejores prácticas y son cruciales para la certificación de productos y la implementación de sistemas de gestión.

En seguridad eléctrica, algunas normas IRAM importantes son:

- **IRAM 2444:** Extintores de incendio (para riesgos eléctricos si son apropiados, ej. CO2, PQS).
- **IRAM 3517:** Mantenimiento de extintores (fundamental para asegurar que los extintores para riesgos eléctricos estén operativos).
- **IRAM 4001/4004/4005:** Relacionadas con la seguridad de máquinas y equipos eléctricos.
- **IRAM 3710:** Señalización de seguridad (incluyendo señales de peligro eléctrico).
- **Normas sobre EPP:** Especificaciones para guantes aislantes, calzado dieléctrico, etc.

### Otras Normativas Específicas del Sector

Dependiendo de la industria, pueden existir normativas adicionales que regulen aspectos específicos de la seguridad eléctrica. Por ejemplo:

- **Sector Energético:** Regulaciones de ENRE (Ente Nacional Regulador de la Electricidad) o entidades provinciales.
- **Minería:** Normas específicas para instalaciones eléctricas subterráneas o en ambientes explosivos.
- **Petroquímica:** Normas sobre clasificación de áreas peligrosas y equipos antideflagrantes.
- **Construcción:** Resoluciones específicas de la SRT para obras de construcción.

El profesional debe investigar y conocer todas las normativas aplicables a su sector industrial particular.

---

## Conceptos Básicos de Electricidad: Fundamentos para la Seguridad

Para permitir la identificación de peligros, la evaluación de riesgos y la implementación de medidas es necesario entender cómo la electricidad interactúa con el cuerpo humano y los materiales es la clave para la prevención de accidentes y el diseño de entornos seguros.

### DEFINICIONES FUNDAMENTALES

#### Tensión (Voltaje - V):

Es la diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos. Es la "fuerza" o "presión" que impulsa los electrones a través de un circuito. Se mide en Volts (V). Como analogía podríamos decir que es similar a la presión del agua en una tubería. A mayor presión, mayor capacidad de empuje.

La tensión es un factor crítico en el daño por contacto eléctrico. Niveles de tensión más altos implican un mayor riesgo de perforación de la resistencia de la piel y de causar lesiones graves. Se clasifican típicamente en:

- Muy Baja Tensión (MBT): Hasta 50 VCA (corriente alterna) o 120 VCC (corriente continua). Se considera relativamente segura, pero no exenta de riesgo.
- Baja Tensión (BT): Entre 50 V y 1000 VCA o 120 V y 1500 VCC. Es la tensión más común en la industria y en el hogar. Es extremadamente peligrosa.
- Media Tensión (MT): Entre 1 kV y 33 kV.
- Alta Tensión (AT): Superior a 33 kV.

#### Corriente (Intensidad - I):

Es el flujo de electrones a través de un conductor. Es la "cantidad" de electricidad que fluye. Se mide en Amperes (A). Una analogía usual es que se asemeja al caudal de agua en una tubería.

La corriente es el factor más determinante en el daño fisiológico. Son los miliamperes (mA) los que causan efectos graves en el cuerpo humano, no tanto los Volts (la tensión solo impulsa la corriente a través de la resistencia del cuerpo). Unos pocos miliamperes pueden ser letales.

Por medio de estática en un caso doméstico o con un generador Van de Graaff pueden generarse chispas de varios milímetros que son capaces de penetrar la piel (dado su alto voltaje), esto puede sentirse como un pinchazo pero no produce daño al organismo por su baja corriente. Pero si pueden ser suficientes para dañar componentes electrónicos o iniciar combustiones de gases.

#### Resistencia (R):

Es la oposición que presenta un material al paso de la corriente eléctrica. Se mide en Ohms ( $\Omega$ ). El ejemplo usual es que la resistencia que ofrece una tubería angosta o rugosa al paso del agua.

La resistencia del cuerpo humano varía mucho (piel seca, húmeda, heridas). Una alta resistencia reduce la corriente, pero una resistencia baja (ej. piel mojada, herida) permite que una corriente peligrosa fluya con una tensión relativamente baja. Los materiales aislantes tienen alta resistencia, mientras que los conductores tienen baja resistencia.

### **Potencia (P):**

Es la cantidad de energía eléctrica que se consume o se produce por unidad de tiempo. Es la capacidad de realizar un trabajo. Se mide en Watts (W) o kilowatts (kW). La fórmula básica es  $P = V \cdot I$  (Potencia = Tensión \* Corriente).

Indica la energía total disponible en un circuito, relevante para la capacidad de causar daños por sobrecarga o cortocircuito. Permite dimensionar instalaciones y sistemas de protección.

### **Frecuencia (f):**

En corriente alterna, es el número de ciclos completos que la onda de corriente realiza por segundo. Se mide en Hertz (Hz). El estándar en Argentina: 50 Hz.

La frecuencia influye en los efectos fisiológicos de la corriente alterna. Las frecuencias industriales (50-60 Hz) son particularmente peligrosas para el corazón humano, ya que pueden inducir la fibrilación ventricular.

La corriente continua (CC) no tiene frecuencia, pero sus efectos son diferentes y también peligrosos.

### **Ley de Ohm:**

La ley de Ohm es una ley física fundamental en electricidad que establece la relación entre la diferencia de potencial (voltaje, V), la intensidad de corriente (I) que circula por un conductor, y la resistencia eléctrica (R) del mismo. Fue formulada por el físico alemán Georg Simon Ohm.

La ley dice que la diferencia de potencial aplicada entre los extremos de un conductor es directamente proporcional a la corriente que circula por él, y el factor de proporcionalidad es la resistencia eléctrica del conductor.

Matemáticamente se expresa como:  $V = R \cdot I$

### **Leyes de Kirchhoff:**

Las leyes de Kirchhoff son dos principios fundamentales para el análisis de circuitos eléctricos, basados en la conservación de la carga y la energía. Fueron formuladas en 1846 por Gustav Kirchhoff.

- **Primera Ley de Kirchhoff (Ley de Corrientes o Ley de Nodos):** Establece que en cualquier nodo (punto donde convergen tres o más conductores) de un circuito eléctrico, la suma algebraica de todas las corrientes que entran y salen es cero. Esto significa que la cantidad de corriente que llega a un nodo es igual a la cantidad de corriente que sale del nodo, reflejando la conservación de la carga eléctrica.
- **Segunda Ley de Kirchhoff (Ley de Tensiones o Ley de Mallas):** Afirma que en cualquier circuito cerrado (malla), la suma algebraica de todas las diferencias de potencial (voltajes) es igual a cero. Esto significa que la energía suministrada por las fuentes eléctricas en un circuito cerrado se consume completamente en los elementos del circuito, y no hay ganancia ni pérdida neta de energía al recorrer un lazo completo.

Estas leyes son base para analizar circuitos complejos y se utilizan junto con la ley de Ohm para encontrar corrientes y voltajes en distintos puntos del circuito.

Las leyes de Kirchhoff garantizan que:

- La carga eléctrica se conserva en los nodos (corrientes entrantes = corrientes salientes).
- La energía eléctrica se conserva en los circuitos cerrados (suma de voltajes = 0)

## **TIPOS DE CORRIENTE ELÉCTRICA**

### **Corriente Alterna (CA):**

La dirección del flujo de electrones cambia periódicamente. Es el tipo de corriente que se utiliza en la red eléctrica, en hogares e industrias. Entre sus ventajas está que es fácil de transformar a diferentes niveles de tensión y de transmitir a largas distancias con bajas pérdidas.

Es más peligrosa que la CC en las mismas condiciones para el cuerpo humano, especialmente en frecuencias industriales. Causa contracciones musculares (tetanización) que pueden impedir que la víctima se suelte de la fuente de tensión (lo que se le suele decir quedar pegado). Afecta directamente al corazón, pudiendo causar fibrilación ventricular con corrientes muy bajas.

### **Corriente Continua (CC):**

El flujo de electrones se mantiene en una dirección constante. Utilizada en baterías, pilas, sistemas electrónicos, algunos vehículos eléctricos y en la industria en procesos como la electrólisis o fuentes de alimentación. Es ideal para almacenamiento de energía y algunos procesos industriales específicos.

Provoca una contracción muscular única que a menudo lanza a la persona lejos de la fuente (lo que puede causar traumatismos secundarios). A menudo causa más quemaduras profundas que la CA. Si bien el umbral de corriente para la fibrilación ventricular es más alto que en CA, sigue siendo mortal a niveles elevados.

### **EFFECTOS DE LA CORRIENTE ELÉCTRICA EN EL CUERPO**

Los daños no solo dependen de la tensión, sino principalmente de la intensidad de la corriente que atraviesa el cuerpo, el tiempo de contacto, la trayectoria que sigue la corriente y la resistencia del cuerpo.

### **Electrización y Electrocuación:**

- **Electrización:** Cuando una persona recibe una descarga eléctrica, pero no resulta en muerte.
- **Electrocuación:** Cuando la descarga eléctrica es fatal.

### **Quemaduras:**

- **Quemaduras por Contacto:** Causadas por el paso de la corriente a través de los tejidos, generan calor debido a la resistencia del cuerpo. Pueden ser internas y mucho más graves de lo que aparentan externamente.
- **Quemaduras por Arco Eléctrico (Arc Flash):** Ocurren por la energía térmica liberada por un arco eléctrico (destello de arco). Son quemaduras muy severas, a menudo de segundo y tercer grado, que pueden ocurrir a distancias significativas de la fuente. La temperatura del arco puede ser de miles de grados Celsius.
- **Quemaduras por Llama:** La electricidad puede iniciar un incendio, y las quemaduras pueden ser por el fuego.

### **Fibrilación Ventricular:**

Es el efecto más peligroso de la corriente eléctrica, especialmente la CA de 50-60 Hz. La corriente interrumpe la actividad eléctrica normal del corazón, causando que los ventrículos del corazón vibren caóticamente en lugar de bombear sangre. Esto detiene el flujo sanguíneo a los órganos vitales, siendo rápidamente fatal si no se interviene. Puede ocurrir con corrientes tan bajas como 30-50 mA en corriente alterna.

### **Tetanización Muscular:**

La corriente eléctrica provoca una contracción muscular incontrolable. En CA, esta contracción puede ser continua y fuerte, impidiendo que la persona suelte el conductor energizado ("quedarse pegado").

Puede provocar la fractura de huesos (columna vertebral, etc.) o la dislocación de articulaciones debido a la fuerza de la contracción. Si afecta los músculos respiratorios, puede causar asfixia.

### **Paro Respiratorio:**

La corriente puede paralizar el centro de control de la respiración en el cerebro o los músculos torácicos, llevando a la asfixia.

### **Daño Neurológico:**

La corriente puede afectar el sistema nervioso, causando daño cerebral, pérdida de la conciencia, convulsiones y problemas nerviosos a largo plazo.

### **Daño Renal:**

Los productos de la destrucción muscular (rabdomiólisis) liberados en el torrente sanguíneo pueden sobrecargar los riñones, llevando a la insuficiencia renal.

### **Lesiones Secundarias:**

- **Caídas:** La descarga eléctrica puede provocar una caída desde altura, resultando en fracturas, traumatismos craneoencefálicos o lesiones de la columna.
- **Explosiones:** En ambientes con vapores o gases inflamables, una chispa eléctrica puede causar una explosión.

### **FACTORES QUE INFLUYEN EN EL DAÑO ELÉCTRICO**

La severidad de una descarga eléctrica no solo depende de la tensión del circuito, sino de una combinación de factores interrelacionados.

**Intensidad de Corriente (Amperes):** Es el factor más crítico. A mayor corriente, mayor daño. Incluso corrientes muy bajas (miliamperes) pueden ser letales.

**Tiempo de Contacto:** Cuanto más tiempo la corriente atraviesa el cuerpo, mayores son los daños. Los dispositivos de protección (disyuntores diferenciales) están diseñados para operar rápidamente y limitar este tiempo.

**Trayectoria de la Corriente a Través del Cuerpo:** El camino que sigue la corriente determina qué órganos vitales son afectados. Una trayectoria de mano a pie (a través del corazón y pulmones) es más peligrosa que una de dedo a dedo.

### **Resistencia del Cuerpo Humano:**

- **Piel Seca:** Ofrece alta resistencia (varios cientos de miles de Ohms).
- **Piel Húmeda/Sudorosa:** La resistencia disminuye drásticamente (cientos o miles de Ohms), permitiendo el paso de corrientes más peligrosas a tensiones bajas.
- **Piel Herida/Perforada:** La resistencia es casi nula, aumentando el riesgo.
- **Resistencia Interna:** Una vez que la corriente atraviesa la piel, la resistencia interna de los tejidos y órganos es menor.

**Tipo de Corriente (CA vs. CC):** Como se mencionó, la CA a frecuencias industriales es más peligrosa para el corazón que la CC en condiciones similares.

**Tensión (Voltaje):** Aunque la intensidad es el factor principal del daño, la tensión es la que determina la capacidad de la corriente para superar la resistencia del cuerpo y los aislamientos, y para establecer una corriente peligrosa.

**Estado de Salud de la Persona:** Individuos con afecciones cardíacas preexistentes son más vulnerables.

---

## Identificación y Evaluación de Riesgos Eléctricos

### **FUENTES DE RIESGO ELÉCTRICO**

Los accidentes eléctricos suelen ser el resultado de una combinación de factores que interactúan entre sí.

### **Contacto Directo (con partes activas en tensión):**

Se produce cuando una persona entra en contacto físico con una parte de la instalación o equipo eléctrico que está normalmente bajo tensión. Esto incluye conductores desnudos, terminales expuestos, barras colectoras sin protección o incluso el interior de aparatos eléctricos con la carcasa abierta. La gravedad de una descarga por contacto directo depende (cómo ya dijimos) de varios

factores, como la tensión y la corriente involucradas, la duración del contacto, la resistencia del cuerpo humano y la trayectoria de la corriente a través del cuerpo. Las consecuencias pueden variar desde un calambre leve hasta quemaduras graves, fibrilación ventricular o incluso la muerte.

Para evitar el contacto directo, se implementan medidas de protección como el **aislamiento** de las partes activas, la interposición de **barreras** o **envolventes** que impidan el acceso a las partes con tensión, la colocación de **obstáculos** a una distancia segura o la elevación de las partes activas a una altura donde no puedan ser alcanzadas.

### **Contacto Indirecto (con masas puestas accidentalmente en tensión):**

Ocurre cuando una persona toca una parte metálica de un equipo o instalación (una "masa") que, bajo condiciones normales, no debería estar bajo tensión, pero que se energiza accidentalmente debido a una falla en el aislamiento. Por ejemplo, un cable interno con el aislamiento dañado podría tocar la carcasa metálica de un electrodoméstico, energizándola. Si una persona toca esa carcasa sin que existan protecciones adecuadas, sufrirá una descarga eléctrica.

La principal medida de protección contra el contacto indirecto es la **puesta a tierra** de las masas metálicas. Esta medida desvía la corriente de falla a tierra, haciendo que opere un dispositivo de protección (como un disyuntor o interruptor diferencial) que desconecta automáticamente la alimentación. Otros métodos incluyen el uso de equipos de **doble aislamiento** (clase II), la **separación de circuitos** o la alimentación de equipos a **muy baja tensión de seguridad (MBTS)**.

### **Cortocircuitos y Sobrecargas:**

Son dos de las fallas más comunes en los sistemas eléctricos, y ambas pueden generar riesgos significativos:

- **Cortocircuito:** Ocurre cuando hay una conexión de muy baja resistencia entre dos puntos con diferente potencial, permitiendo que una corriente excesivamente grande fluya a través del circuito. Esto puede ser causado por aislamiento deteriorado, cables dañados, conexiones sueltas, o incluso por la inserción de objetos metálicos en tomas de corriente. La corriente de cortocircuito puede ser miles de veces superior a la corriente de funcionamiento normal, generando un calor intenso que puede provocar incendios, explosiones y daños graves a los equipos.
- **Sobrecarga:** Se produce cuando un circuito eléctrico transporta una corriente mayor de la que está diseñado para soportar de forma segura durante un período prolongado. Esto suele ocurrir al conectar demasiados aparatos a un mismo circuito o al utilizar equipos con una potencia excesiva. Las sobrecargas provocan un sobrecalentamiento de los conductores y componentes, lo que puede degradar el aislamiento, causar daños permanentes y, eventualmente, iniciar un incendio si no se detectan y corrigen a tiempo.

La protección contra cortocircuitos y sobrecargas se logra mediante el uso de dispositivos de protección de sobrecorriente, como fusibles y térmicas (interruptores automáticos). Estos dispositivos están diseñados para interrumpir el flujo de corriente cuando detectan una condición de sobrecorriente, protegiendo así la instalación y los equipos.

### **Fugas a Tierra**

Una fuga a tierra es un flujo de corriente no deseado desde un conductor vivo hacia la tierra (o hacia un conductor conectado a tierra) a través de un camino de baja resistencia, pero no necesariamente nulo. A diferencia de un cortocircuito franco, una fuga a tierra puede no ser lo suficientemente grande como para activar un fusible o un interruptor térmico, pero sigue representando un peligro. Estas fugas pueden deberse a un aislamiento defectuoso, humedad, suciedad o conexiones sueltas.

El principal riesgo de una fuga a tierra es el potencial de contacto indirecto y la posibilidad de que una persona se convierta en parte del camino de la corriente, sufriendo una descarga eléctrica. Además, las fugas continuas pueden generar calor, provocar incendios o dañar equipos.

Los dispositivos de corriente residual, comúnmente conocidos como interruptores diferenciales, disyuntores diferenciales o disyuntores de falla a tierra (GFCI por sus siglas en inglés), son la protección

más efectiva contra fugas a tierra. Estos dispositivos monitorean constantemente la corriente que entra y sale de un circuito, si detectan una diferencia (indicativa de una fuga a tierra), desconectan rápidamente la alimentación.

### Electricidad Estática (generación, acumulación, descarga)

La **electricidad estática** es el resultado de un desequilibrio de cargas eléctricas en la superficie de un material. Se genera por la fricción entre dos materiales diferentes (efecto triboeléctrico), la separación de materiales en contacto, o por inducción. La acumulación de estas cargas puede generar un alto potencial eléctrico.

Los riesgos asociados con la electricidad estática son principalmente dos:

- **Descargas electrostáticas (ESD):** La descarga repentina de la energía estática acumulada puede dañar componentes electrónicos sensibles, provocar fallos en equipos o incluso iniciar incendios y explosiones en entornos con materiales inflamables (gases, vapores, polvos).
- **Ignición de atmósferas explosivas:** En industrias donde se manejan solventes inflamables, gases combustibles o polvos finos (como en la industria química, farmacéutica, alimentaria o de cereales), una chispa de electricidad estática puede tener suficiente energía para encender una atmósfera explosiva.

Las medidas de control incluyen la puesta a tierra y la unión de todos los elementos conductores, el uso de materiales disipadores de estática (antiestáticos), el control de la humedad ambiental para aumentar la conductividad del aire, empleo de pulseras conectadas a tierra o procedimientos de descarga previa al acceso a áreas con riesgo de explosión, y el uso de ropa y calzado antiestático para el personal en áreas de riesgo.

### Rayos (descargas atmosféricas)

Los **rayos** son descargas eléctricas naturales de muy alta energía que ocurren entre nubes, o entre una nube y la tierra. Representan un riesgo significativo debido a su enorme magnitud de corriente y voltaje.

Los peligros asociados a los rayos son:

- **Daños directos:** El impacto directo de un rayo en una estructura puede causar daños estructurales severos, incendios, explosiones y la destrucción de equipos eléctricos y electrónicos.
- **Sobretensiones inducidas:** Un rayo que cae cerca de una instalación puede inducir sobretensiones transitorias en las líneas eléctricas, de comunicación o en las tuberías metálicas, incluso sin un impacto directo. Estas sobretensiones pueden dañar equipos sensibles y representar un riesgo de choque eléctrico.
- **Incendios y lesiones:** La corriente de rayo puede generar un calor intenso, provocando incendios y lesiones graves o mortales a las personas que se encuentren en la trayectoria de la descarga.

La protección contra rayos se logra mediante **sistemas de pararrayos** (externos e internos). Los sistemas externos (Franklin, punta captadora, jaula de Faraday) interceptan el rayo y lo conducen de forma segura a tierra. Los sistemas internos, como los **protectores contra sobretensiones transitorias (SPD)**, protegen los equipos de las sobretensiones inducidas al desviar el exceso de energía a tierra.

El funcionamiento de un SPD se basa en detectar cuando la tensión supera un nivel seguro. En condiciones normales, el dispositivo permanece inactivo y no afecta el sistema, actuando como un circuito abierto. Cuando se produce una sobretensión, el SPD reduce su resistencia y desvía la energía excedente hacia el cable de tierra, evitando que llegue a los equipos conectados y los dañe. Después de esta acción, el dispositivo regresa a su estado normal de alta resistencia.

### Arcos Eléctricos y Destellos de Arco (Arc Flash)

Es una descarga eléctrica sostenida de alta energía que se produce cuando la corriente eléctrica fluye a través de un espacio de aire o gas ionizado, generalmente debido a una falla en el aislamiento o un cortocircuito. Un **destello de arco** o *arc flash* es el fenómeno resultante de un arco eléctrico que libera una enorme cantidad de energía radiante (calor, luz ultravioleta e infrarroja) y presión en un período de tiempo extremadamente corto.

Los riesgos asociados a los arcos eléctricos y destellos de arco son:

- **Quemaduras severas:** El calor radiante de un destello de arco puede causar quemaduras de tercer grado en milisegundos, incluso a distancias considerables.
- **Proyección de metales fundidos:** El calor extremo puede fundir y vaporizar metales, proyectando fragmentos a alta velocidad.
- **Onda de presión (blast):** La expansión rápida del aire debido al calor crea una onda de presión que puede causar lesiones pulmonares, rotura de tímpanos y caídas.
- **Daño auditivo y visual:** El ruido intenso y la luz ultravioleta pueden provocar daños permanentes en la audición y la vista.

### **Ambientes Peligrosos (clasificación de zonas ATEX, riesgos de explosión por gases, vapores o polvos combustibles):**

Los ambientes peligrosos, también conocidos como atmósferas explosivas o zonas ATEX (del francés *ATmosphères EXplosibles*), son áreas donde existe una probabilidad de que una mezcla de aire y sustancias inflamables (gases, vapores, nieblas o polvos combustibles) en forma de gas, vapor, niebla o nube, bajo condiciones atmosféricas, se encienda y la combustión se propague a toda la mezcla no quemada.

La **clasificación de zonas ATEX** se basa en la frecuencia y duración de la presencia de una atmósfera explosiva:

- **Zona 0 (Gases/Vapores) / Zona 20 (Polvos):** Presencia continua, frecuente o por largos periodos.
- **Zona 1 (Gases/Vapores) / Zona 21 (Polvos):** Presencia ocasional.
- **Zona 2 (Gases/Vapores) / Zona 22 (Polvos):** Presencia infrecuente y por periodos cortos.

Los riesgos eléctricos en estos ambientes son críticos, ya que una chispa, un arco eléctrico, el sobrecalentamiento de equipos o incluso la electricidad estática pueden actuar como fuentes de ignición.

La principal medida de protección es el uso de **equipos eléctricos específicamente diseñados y certificados para operar en zonas ATEX**. Estos equipos están contruidos para evitar la generación de chispas, limitar la temperatura superficial, ser a prueba de explosiones o estar intrínsecamente seguros. Otras medidas incluyen el control de la ventilación, la reducción de la concentración de sustancias inflamables y la implementación de estrictos procedimientos de trabajo.

### **TÉCNICAS DE IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS**

La identificación de riesgos eléctricos es un proceso continuo que utiliza diversas técnicas para descubrir peligros potenciales en instalaciones y equipos.

#### **Inspecciones Visuales de Instalaciones y Equipos**

Son la forma más básica y fundamental de identificación de riesgos. Consisten en un examen sistemático de las instalaciones y equipos eléctricos para detectar signos evidentes de deterioro, daño o instalaciones incorrectas. Deben formar parte de los planes de Mantenimiento.

Lo que se busca incluye:

- **Cables y conductores dañados:** Aislamiento agrietado, cortado o expuesto.
- **Conexiones sueltas o corroídas:** Pueden generar puntos calientes y arcos.
- **Equipos sobrecargados:** Evidencia de sobrecalentamiento, como decoloración, olor a quemado o deformación.
- **Falta de cubiertas o tapas de protección:** Exposición de partes activas.
- **Rotura de envoltentes o gabinetes:** Acceso a componentes internos bajo tensión.
- **Ausencia o daño de etiquetas de advertencia:** Información de seguridad faltante.
- **Obstrucción de paneles eléctricos:** Dificultad para acceder a los dispositivos de protección.

- **Evidencia de sobrecargas o cortocircuitos previos:** Marcas de quemaduras, componentes dañados.
- **Estado de los dispositivos de protección:** Fusibles quemados, interruptores automáticos disparados.
- **Condiciones ambientales:** Humedad, polvo excesivo, presencia de líquidos cerca de equipos eléctricos.

Las inspecciones visuales deben ser realizadas regularmente por personal capacitado y complementadas con listas de verificación para asegurar la exhaustividad.

### **Mediciones (puesta a tierra, aislamiento, continuidad)**

Las mediciones eléctricas son técnicas cuantitativas que proporcionan información precisa sobre el estado de la instalación eléctrica y su capacidad para proporcionar protección.

- **Medición de la Resistencia de Puesta a Tierra:** Evalúa la efectividad del sistema de tierra. Una baja resistencia asegura que, en caso de una falla a tierra, la corriente se disipe de manera segura sin generar tensiones peligrosas en las masas metálicas. Se utilizan telurómetros o medidores de resistencia de tierra. Una resistencia de tierra elevada indica un riesgo significativo de contacto indirecto.
- **Medición de la Resistencia de Aislamiento:** Determina la calidad del aislamiento eléctrico de los conductores y equipos. Un buen aislamiento es crucial para prevenir cortocircuitos y fugas a tierra. Se utilizan megóhmetros (medidores de aislamiento) que aplican una tensión de prueba y miden la corriente de fuga. Valores bajos de resistencia de aislamiento indican un aislamiento deteriorado, lo que puede llevar a fallas y descargas eléctricas.
- **Medición de la Continuidad de Conductores de Protección:** Verifica que todos los conductores de protección (PE) y los conductores de unión equipotencial estén conectados de manera efectiva y presenten una baja resistencia. Esto asegura que, en caso de falla, las masas estén correctamente conectadas a tierra y que los dispositivos de protección operen correctamente. Se utiliza un ohmiómetro o un comprobador de continuidad.

Los conductores de unión equipotencial son cables o conductores eléctricos que conectan todas las masas metálicas y elementos conductores accesibles de una instalación para asegurar que todos estén al mismo potencial eléctrico. Esto evita que existan diferencias de potencial peligroso entre ellos, lo cual protege a las personas de descargas eléctricas accidentales.

### **Análisis Termográfico (identificación de puntos calientes)**

La termografía infrarroja es una técnica no invasiva que utiliza cámaras termográficas para detectar radiación infrarroja emitida por objetos y convertirla en imágenes térmicas. Permite identificar anomalías térmicas (puntos calientes o fríos) que no son visibles a simple vista.

En el contexto eléctrico, el análisis termográfico es invaluable para:

- **Identificar conexiones sueltas o corroídas:** La resistencia en estas conexiones genera calor, que es detectado por la cámara.
- **Detectar sobrecargas en circuitos:** Los conductores y componentes sobrecargados se calientan excesivamente.
- **Identificar fallas en fusibles, interruptores y transformadores:** El sobrecalentamiento puede indicar una inminente falla o un funcionamiento ineficiente.
- **Monitorear el rendimiento de motores y cojinetes:** El calor excesivo puede señalar problemas mecánicos.

La termografía permite un mantenimiento predictivo, ayudando a prevenir fallas antes de que ocurran, reducir el tiempo de inactividad y evitar riesgos de incendio o explosión.

### **Análisis de Antecedentes (incidentes, casi accidentes):**

Implica la revisión y estudio de incidentes previos (accidentes con lesiones o daños) e incidentes (casi accidentes). Esta técnica es crucial para aprender de la experiencia y evitar la repetición de errores.

Los datos a analizar incluyen:

- **Informes de accidentes eléctricos:** Causas, lesiones, daños, acciones correctivas tomadas.
- **Registros de incidentes:** Qué falló, por qué, qué lecciones se aprendieron.
- **Investigaciones de fallas de equipos:** Origen y tipo de falla.
- **Auditorías de seguridad anteriores:** Deficiencias identificadas y acciones pendientes.

Al analizar estos antecedentes, se pueden identificar patrones, causas raíz comunes, deficiencias en los procedimientos de seguridad o en el diseño de las instalaciones, y áreas de alto riesgo que requieren atención prioritaria.

---

## Medidas Preventivas y de Control de Riesgos Eléctricos

### **PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS**

La protección contra contactos directos busca impedir que una persona entre en contacto con partes de una instalación o equipo que normalmente están bajo tensión. Las medidas preventivas se centran en el diseño y la instalación de las redes eléctricas para hacer inaccesibles estas partes.

### **Alejamiento: Mantener Distancias de Seguridad**

El alejamiento es una medida de protección que consiste en situar las partes activas a una distancia tal que impida el contacto accidental con ellas, ya sea directamente o a través de objetos conductores.

Esta técnica es especialmente relevante en instalaciones de alta tensión o en subestaciones eléctricas donde la tensión es demasiado elevada para un aislamiento completo.

Se establecen distancias de seguridad mínimas alrededor de los conductores y equipos energizados, que deben ser respetadas por el personal y los equipos. Estas distancias varían según el nivel de tensión y el tipo de trabajo a realizar (por ejemplo, distancias al aire libre para líneas de alta tensión, o distancias de seguridad en cuartos eléctricos). La eficacia del alejamiento depende de la correcta señalización y de la educación del personal sobre los límites de aproximación segura.

### **Obstáculos: Barreras, Envoltentes (Gabinetes, Cajas)**

Los obstáculos son elementos físicos que impiden el acceso involuntario a las partes activas, pero no evitan necesariamente el acceso deliberado si hay una intención. Se utilizan para limitar el espacio accesible y requieren una acción consciente para ser superados.

- **Barreras:** Son elementos que limitan el acceso a una zona peligrosa. Pueden ser vallas, redes o cualquier otro cerramiento que impida el paso accidental a una zona con partes activas expuestas.
- **Envoltentes (Gabinetes, Cajas):** Son recintos que encierran completamente las partes activas de un equipo o instalación, proporcionando un grado de protección contra el contacto directo desde cualquier dirección. Ejemplos incluyen gabinetes eléctricos, cajas de derivación, tableros de distribución o las carcasas de los electrodomésticos. La eficacia de una envoltente se mide por su grado de protección IP (Ingress Protection), que indica su resistencia a la entrada de objetos sólidos y líquidos. Un grado IP2X, por ejemplo, garantiza que no se pueden introducir los dedos en el interior.

### **Aislamiento: Recubrimiento de Partes Activas**

El aislamiento es la medida de protección más fundamental y ampliamente utilizada contra el contacto directo. Consiste en recubrir las partes activas con un material aislante (plástico, goma, barniz, cerámica, etc.) que tiene una resistencia eléctrica suficientemente alta para impedir el paso de la corriente.

Este recubrimiento debe ser duradero, resistente a factores ambientales (humedad, temperatura, rayos UV) y a los esfuerzos mecánicos a los que pueda ser sometido. Ejemplos comunes incluyen el aislamiento de los cables eléctricos, las cubiertas de bornes y terminales, o los mangos aislados de las

herramientas manuales. El deterioro del aislamiento, ya sea por envejecimiento, daño mecánico o sobrecalentamiento, compromete esta protección y puede generar riesgos.

### INTERRUPTORES DIFERENCIALES (DISYUNTORES)

Su principio de funcionamiento se basa en la ley de Kirchhoff de la corriente: en un circuito cerrado, la suma vectorial de las corrientes que entran y salen de un punto es cero.

Un interruptor diferencial mide la **diferencia** entre la corriente que fluye por el conductor de fase y la que regresa por el conductor neutro. En condiciones normales, estas corrientes son iguales y opuestas, por lo que la suma vectorial es cero. Sin embargo, si hay una **fuga de corriente a tierra** (por ejemplo, porque una persona toca una parte viva o una masa puesta accidentalmente en tensión), parte de la corriente se desvía a tierra y no retorna por el neutro. Esto crea un desequilibrio que el diferencial detecta, disparándose y abriendo el circuito en milisegundos, antes de que la corriente de fuga alcance valores peligrosos para el ser humano.

#### Sensibilidad:

Se refiere al valor de la corriente de fuga a partir del cual el diferencial debe operar.

- **Alta sensibilidad ( $I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$ ):** Se utiliza para la protección de personas contra el contacto directo, ya que una corriente de 30 mA es generalmente considerada el umbral a partir del cual puede haber riesgo de fibrilación ventricular. Obligatorios en circuitos de tomas de corriente y puntos de luz en viviendas y locales de pública concurrencia.
- **Media sensibilidad ( $30 \text{ mA} < I_{\Delta n} \leq 500 \text{ mA}$ ):** Utilizados para la protección contra incendios y contactos indirectos en instalaciones industriales o comerciales.
- **Baja sensibilidad ( $I_{\Delta n} > 500 \text{ mA}$ ):** Empleados en instalaciones donde se requiere una selectividad en la protección o para la protección general de la instalación, no directamente de personas.

Tipos de Interruptores Diferenciales según el tipo de corriente de fuga:

- **Clase AC:** Son los más comunes y económicos. Detectan y protegen solo contra corrientes de fuga sinusoidales alternas puras. Son adecuados para la mayoría de las aplicaciones residenciales y comerciales con cargas resistivas o inductivas estándar. No son aptos para cargas que generen corrientes con componentes de corriente continua (DC).
- **Clase A:** Además de las corrientes alternas puras, también detectan corrientes de fuga alternas con componentes de corriente continua pulsante. Son adecuados para proteger circuitos que alimentan equipos electrónicos con rectificadores, como ordenadores, lavadoras con control de velocidad, microondas o aparatos con reguladores de fase.
- **Clase F (Tipo F):** Diseñados para circuitos con cargas que pueden generar corrientes de fuga con componentes de frecuencia mixta o DC pulsante suavizada, como las generadas por variadores de velocidad de motores monofásicos o aires acondicionados inverter. Ofrecen una mayor inmunidad a disparos intempestivos.
- **Clase B:** Son los más avanzados y caros. Detectan corrientes de fuga alternas puras, corrientes pulsantes, corrientes continuas suaves y corrientes continuas puras. Son esenciales para la protección de circuitos que alimentan equipos con rectificadores trifásicos o inversores, como cargadores de vehículos eléctricos, sistemas fotovoltaicos, ascensores o equipos médicos.

### INTERBLOQUEO Y ENCLAVAMIENTO

El interbloqueo y el enclavamiento son medidas de seguridad que aseguran que ciertas operaciones solo puedan realizarse en una secuencia predefinida, o que impiden una operación si otra condición no se cumple, con el fin de evitar situaciones peligrosas.

- **Interbloqueo (Interlock):** Impide que un dispositivo o un proceso se active si no se cumplen ciertas condiciones. Por ejemplo, una puerta de un armario eléctrico de alta tensión podría estar interbloqueada para que no se pueda abrir si la alimentación eléctrica no ha sido previamente desconectada y puesta a tierra.
- **Enclavamiento (Lockout):** Se refiere a un dispositivo que bloquea físicamente un interruptor o una válvula en una posición segura (generalmente "apagado" o "cerrado") para evitar su activación accidental o no autorizada durante trabajos de mantenimiento o reparación.

Los dispositivos de enclavamiento a menudo se combinan con sistemas de etiquetado (tagout) en el procedimiento conocido como **LOTO (Lockout/Tagout)**.

Ambos conceptos son cruciales para la seguridad en operaciones que involucran acceso a equipos energizados, garantizando que el personal esté protegido contra la energización inesperada.

### **PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS**

La protección contra contactos indirectos se centra en prevenir las descargas eléctricas cuando una persona toca una masa metálica que se ha energizado accidentalmente debido a una falla en el aislamiento.

#### **Puesta a Tierra**

Consiste en conectar todas las masas metálicas de los equipos e instalaciones eléctricas (carcasas, armazones, tuberías, etc.) a un punto común de la tierra (el terreno) mediante un conductor de protección.

Su función principal es proporcionar un camino de muy baja resistencia para la corriente de falla a tierra.

En caso de una falla en el aislamiento que energice una masa, la corriente fluirá a tierra en lugar de pasar a través de una persona, dado que el cable a tierra presenta menos resistencia que el cuerpo humano.

Este flujo de corriente a tierra hará que operen los dispositivos de protección (interruptores diferenciales o protecciones de sobreintensidad), desconectando rápidamente el suministro eléctrico. Esto limita la tensión de contacto (la tensión entre la masa energizada y la tierra) a valores no peligrosos.

#### **Jabalinas, malla de puesta a tierra:**

La conexión a tierra se realiza mediante electrodos de puesta a tierra que se insertan en el terreno.

- **Jabalinas (electrodos verticales):** Son barras metálicas (generalmente de cobre o acero cobreado) que se hincan verticalmente en el terreno. Su cantidad y longitud dependen de la resistividad del suelo y del valor de resistencia de tierra requerido.
- **Malla de puesta a tierra:** En grandes instalaciones o donde se requieren valores de resistencia de tierra muy bajos, se construye una red de conductores enterrados (malla) que cubre un área extensa. Esto reduce la resistencia de tierra y ayuda a distribuir las corrientes de falla, mitigando los gradientes de potencial en la superficie (tensiones de paso y de contacto).

#### **Medición de la resistencia de puesta a tierra:**

Es crucial medir periódicamente la resistencia del sistema de puesta a tierra para asegurar que cumple con los valores requeridos por la normativa y que sigue siendo efectivo. Se utilizan equipos específicos (telurómetros) que inyectan una corriente y miden la caída de tensión resultante para calcular la resistencia. Una resistencia de tierra alta compromete la eficacia de la protección contra contactos indirectos. El terreno puede cambiar sus propiedades resistivas en el tiempo, es importante por lo tanto realizar las mediciones periódicas.

#### **Conexión equipotencial (unión de masas):**

Complementa la puesta a tierra. Consiste en interconectar eléctricamente todas las masas metálicas accesibles y los elementos conductores que pueden introducir un potencial de tierra (tuberías de agua, gas, estructuras metálicas) para que todos estén al mismo potencial. Esto previene la aparición de diferencias de potencial peligrosas entre distintos elementos que una persona pueda tocar simultáneamente, incluso si hay una falla en alguna parte. Existen uniones equipotenciales principales (que conectan todos los elementos a la borne principal de tierra) y suplementarias (en zonas de riesgo especial, como baños).

#### **Corte Automático de Suministro:**

Es la acción de desconectar la alimentación eléctrica del circuito defectuoso en un tiempo lo suficientemente corto para que la tensión de contacto sobre las masas metálicas energizadas no alcance valores peligrosos. Este corte lo realizan los dispositivos de protección.

- **Interruptores Diferenciales:** Como se explicó en la sección de protección contra contactos directos, los diferenciales detectan fugas de corriente a tierra y actúan rápidamente, siendo la protección principal contra contactos indirectos en circuitos finales de baja tensión.
- **Protecciones de Sobreintensidad (Interruptores Termomagnéticos y Fusibles):** Aunque su función principal es proteger contra sobrecargas y cortocircuitos, también pueden proporcionar protección contra contactos indirectos en sistemas correctamente puestos a tierra. En caso de una falla a tierra (contacto indirecto), si la corriente de falla es lo suficientemente grande, la protección de sobreintensidad detectará esta corriente anómala y disparará el circuito. Sin embargo, su tiempo de respuesta puede ser más lento que el de un diferencial para corrientes de fuga de baja magnitud.

### Doble Aislamiento: Equipos Clase II

Es una medida de protección contra contactos indirectos utilizada en equipos eléctricos de Clase II. Estos equipos están diseñados de tal manera que no requieren una conexión a tierra de sus masas metálicas.

Un equipo con doble aislamiento posee:

- **Aislamiento básico:** El aislamiento normal de las partes activas que proporciona la protección fundamental.
- **Aislamiento suplementario:** Una segunda capa de aislamiento independiente que proporciona protección adicional en caso de fallo del aislamiento básico.

La combinación de ambos aislamientos garantiza que, incluso si falla el aislamiento primario, no habrá riesgo de que las partes accesibles se energicen. Los equipos de Clase II se reconocen por un símbolo de dos cuadrados concéntricos. Ejemplos comunes incluyen taladros eléctricos, secadores de pelo o radios portátiles, que no tienen una clavija de conexión a tierra.

### Separación de Circuitos: Transformadores de Aislamiento

La separación de circuitos es una medida de protección que consiste en alimentar un circuito o un equipo individual desde una fuente de tensión que no tiene conexión galvánica con la red de alimentación principal, ni con tierra. Esto se logra mediante un transformador de aislamiento.

El transformador de aislamiento tiene un devanado primario y un secundario eléctricamente separados (aislados entre sí). Si una persona toca un conductor activo del circuito secundario y al mismo tiempo toca tierra, no se cerrará un circuito, ya que el secundario no tiene conexión a tierra. El riesgo solo aparece si se tocan simultáneamente los dos conductores del secundario o si se producen dos fallas en el aislamiento.

Esta medida se utiliza en aplicaciones específicas donde se requiere una protección extrema, como en quirófanos de hospitales, en cuartos de baño, o para la alimentación de herramientas eléctricas portátiles en entornos húmedos o conductores.

### Muy Baja Tensión de Seguridad (MBTS) y de Protección (MBTP):

El uso de muy baja tensión (MBT) es una medida de protección intrínsecamente segura, ya que el nivel de tensión es tan bajo que no representa un riesgo significativo de descarga eléctrica, incluso en caso de contacto directo.

- **Muy Baja Tensión de Seguridad (MBTS - SELV - Safety Extra Low Voltage):** Un sistema MBTS se caracteriza por ser alimentado por una fuente de seguridad (como un transformador de seguridad con aislamiento reforzado entre el primario y el secundario) y por no tener ninguna parte del circuito conectada a tierra. La tensión máxima es de 50 V en corriente alterna o 120 V en corriente continua. Al no tener conexión a tierra, no hay riesgo de contacto indirecto, y el riesgo de contacto directo es mínimo debido a la baja tensión. Se utiliza en juguetes eléctricos, luces de piscinas y entornos donde se manipula agua.
- **Muy Baja Tensión de Protección (MBTP - PELV - Protective Extra Low Voltage):** Similar a la MBTS en cuanto a la tensión, pero en un sistema MBTP, una o varias partes del circuito pueden estar puestas a tierra por razones funcionales o de protección. Esto significa que, si bien la tensión es baja, existe la posibilidad de contacto indirecto si una masa se energiza y una persona toca la masa

y la tierra simultáneamente. La fuente de alimentación también debe ser de seguridad. Se utiliza en algunos sistemas de control industrial y equipos electrónicos.

En ambos casos, los circuitos de MBT deben estar separados físicamente de otros circuitos de mayor tensión y deben tener un aislamiento adecuado para evitar que una falla en un circuito de mayor tensión pueda energizar el circuito de MBT.

### PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS

La protección contra sobrecargas y cortocircuitos es vital para prevenir el sobrecalentamiento de los conductores, los incendios y los daños a los equipos eléctricos. Estos dispositivos están diseñados para detectar corrientes excesivas y desconectar automáticamente el circuito.

#### Fusibles:

Son dispositivos de protección de un solo uso. Consisten en un filamento o lámina metálica calibrada que se funde cuando la corriente excede un valor predeterminado durante un tiempo específico, abriendo así el circuito y protegiendo los equipos aguas abajo. Una vez que el fusible se funde, debe ser reemplazado.

Ventajas de los fusibles:

- **Rapidez de operación:** Especialmente en cortocircuitos, pueden ser muy rápidos.
- **Alta capacidad de interrupción:** Algunos fusibles pueden interrumpir corrientes de cortocircuito extremadamente altas.
- **Simplicidad y bajo costo:** Son dispositivos pasivos y relativamente económicos.

Desventajas:

- **No rearmables:** Deben ser reemplazados después de un disparo.
- **No aptos para sobrecargas frecuentes:** El reemplazo constante es inconveniente.
- **Problemas de selectividad:** Un fusible que opera puede no ser el más cercano a la falla si no hay un buen estudio de selectividad.

Tipos de fusibles: Se clasifican según su curva tiempo-corriente y su capacidad de interrupción:

- **Tipo gG (uso general):** Protegen contra sobrecargas y cortocircuitos. Son los más comunes en aplicaciones residenciales e industriales para la protección de circuitos generales.
- **Tipo aM (acompañamiento de motor):** Protegen solo contra cortocircuitos. Están diseñados para soportar las altas corrientes de arranque de los motores sin fundirse, y se utilizan en combinación con un relé térmico para la protección contra sobrecargas.
- **Tipo gL/gG (antiguos):** Fusibles de fusión lenta o rápida para uso general.
- **Fusibles de alta capacidad de interrupción (HRC):** Diseñados para sistemas con muy altas corrientes de cortocircuito, como en instalaciones industriales de gran potencia.
- **Fusibles especiales:** Para semiconductores, protección de transformadores, etc.

Los fusibles se utilizan en una amplia gama de aplicaciones, desde la protección de pequeños electrodomésticos hasta la protección de líneas de distribución de energía y equipos industriales de gran potencia.

#### Interruptores Termomagnéticos:

Los interruptores termomagnéticos, comúnmente conocidos como térmicas, son dispositivos de protección reutilizables que combinan dos mecanismos para detectar y proteger contra sobrecorrientes:

- **Protección térmica (contra sobrecargas):** Utiliza una lámina bimetálica que se calienta y se deforma con el paso de una corriente excesiva durante un tiempo determinado. Si la sobrecarga persiste, la deformación de la lámina activa un mecanismo que dispara el interruptor. Este mecanismo es sensible a la corriente y al tiempo, reflejando el calentamiento del cableado.
- **Protección magnética (contra cortocircuitos):** Consiste en una bobina que genera un campo magnético. Cuando ocurre un cortocircuito, la corriente aumenta instantáneamente a valores muy

altos, el campo magnético de la bobina se vuelve lo suficientemente fuerte como para atraer un émbolo que dispara el interruptor de forma casi inmediata (en milisegundos).

Los interruptores termomagnéticos se caracterizan por sus **curvas de disparo**, que describen la relación entre la corriente que los atraviesa y el tiempo que tardan en dispararse. Las curvas más comunes son:

- **Curva B:** Disparo instantáneo entre 3 y 5 veces la corriente nominal ( $I_n$ ). Adecuados para la protección de circuitos de iluminación y tomacorrientes en aplicaciones residenciales y comerciales con cargas resistivas o ligeramente inductivas.
- **Curva C:** Disparo instantáneo entre 5 y 10 veces la corriente nominal ( $I_n$ ). Son los más utilizados en instalaciones generales, para la protección de circuitos de motores pequeños, transformadores y cargas con corrientes de arranque moderadas.
- **Curva D:** Disparo instantáneo entre 10 y 20 veces la corriente nominal ( $I_n$ ). Se usan para cargas con altas corrientes de arranque o picos de corriente muy elevados, como motores grandes, transformadores de potencia, máquinas de soldar o cargas con reactancia capacitiva.
- **Curva Z:** Disparo instantáneo entre 2 y 3 veces la corriente nominal ( $I_n$ ). Son más sensibles que las curvas B, C y D. Se utilizan para la protección de circuitos con componentes electrónicos sensibles o equipos que requieren una protección muy rápida.
- **Curva K:** Disparo instantáneo entre 8 y 12 veces la corriente nominal ( $I_n$ ). Tienen características de disparo más estrechas que la curva D, optimizadas para proteger motores.

Para el dimensionamiento de un interruptor termomagnético se debe considerar:

- **Corriente nominal del circuito:** El interruptor debe ser capaz de soportar la corriente de funcionamiento normal del circuito.
- **Sección del conductor:** El interruptor debe proteger el conductor de la sobrecarga. La corriente nominal del disyuntor debe ser menor o igual que la corriente admisible del conductor. (El cuello de botella debe estar en el elemento de protección y no en los cables)
- **Características de la carga:** La curva de disparo debe seleccionarse en función de las corrientes de arranque o los picos de corriente esperados de los equipos conectados.
- **Corriente de cortocircuito máxima esperada:** Debe tener una capacidad de interrupción (poder de corte) superior a la máxima corriente de cortocircuito que puede producirse en el punto de instalación.

### Selectividad de Protecciones

La selectividad de protecciones es un principio fundamental en el diseño de sistemas eléctricos. Se refiere a la capacidad de los dispositivos de protección de un sistema para aislar la falla más cercana al punto de origen de la falla, sin afectar a otros circuitos o partes de la instalación que no están involucradas en la falla.

Una buena selectividad asegura que solo el dispositivo de protección aguas abajo del punto de falla se dispare, dejando el resto de la instalación operativa. Esto minimiza el impacto de la falla, reduciendo el tiempo de inactividad, mejorando la continuidad del servicio y facilitando la localización y reparación de la falla.

Existen varios tipos de selectividad:

- **Selectividad amperimétrica (corriente):** Se logra dimensionando los dispositivos de protección de manera que el que está más cercano a la falla tenga una corriente de disparo más baja que el que está aguas arriba.
- **Selectividad cromométrica (tiempo):** Se logra ajustando los tiempos de retardo de disparo de los dispositivos. El dispositivo aguas abajo tiene un tiempo de disparo más rápido que el dispositivo aguas arriba.
- **Selectividad lógica (o de zona):** Utiliza comunicación entre los dispositivos de protección para coordinar su actuación. Un dispositivo puede retardar su disparo si recibe una señal de que un dispositivo aguas abajo ya está actuando.

- **Selectividad energética:** Considera la energía pasante ( $I^2t$ ) que soporta un dispositivo antes de dispararse, asegurando que el dispositivo aguas abajo despeje la falla antes de que el dispositivo aguas arriba comience a operar.

Esto a menudo implica el uso de software de cálculo y simulación eléctrica. Sin una selectividad adecuada, una falla pequeña en un punto de la instalación podría causar un apagón en una sección mucho mayor o incluso en toda la planta, lo que resulta en pérdidas económicas y operativas significativas.

### PROTECCIÓN CONTRA ELECTRICIDAD ESTÁTICA

La electricidad estática es un fenómeno que a menudo se subestima, pero que puede tener consecuencias devastadoras, especialmente en entornos industriales donde se manejan materiales inflamables. Se genera por el contacto y la separación de dos materiales diferentes, lo que provoca un desequilibrio de cargas eléctricas. Esta acumulación de carga puede generar una descarga electrostática (ESD) en forma de chispa, con suficiente energía para encender vapores, gases o polvos combustibles, o dañar componentes electrónicos sensibles.

Las medidas de protección contra la electricidad estática buscan prevenir la acumulación de cargas o disiparlas de forma segura antes de que alcancen niveles peligrosos.

### Puesta a Tierra y Equipotencialidad de Elementos Conductores

La puesta a tierra y la equipotencialidad son las medidas más fundamentales y efectivas para controlar la electricidad estática en entornos industriales.

Ambas medidas deben ser implementadas de forma robusta, con conexiones de baja resistencia y revisiones periódicas para asegurar su integridad.

### Control de la Humedad Ambiental

La humedad en el aire actúa como un conductor natural. Las moléculas de agua pueden absorber y disipar las cargas estáticas de las superficies. El control de humedad ambiental es importante en ambientes donde la generación de estática es inevitable o donde los materiales involucrados son altamente sensibles.

- **Humidificación:** Mantener la humedad relativa del aire por encima de un cierto umbral (generalmente entre el 50% y el 60%) aumenta la conductividad de las superficies y del aire, permitiendo que las cargas estáticas se disipen de forma natural. Sin embargo, en algunas industrias, una humedad excesiva puede afectar la calidad de los productos o el funcionamiento de la maquinaria, por lo que se debe encontrar un equilibrio.
- **Monitoreo:** Es importante monitorear continuamente los niveles de humedad con higrómetros y ajustarlos según sea necesario.

Esta medida es particularmente útil en industrias como la electrónica (para proteger componentes sensibles) y en la fabricación de papel o textiles.

### Ionizadores de Aire

Son dispositivos activos que se utilizan para neutralizar cargas estáticas en superficies no conductoras o en objetos que no pueden ser puestos a tierra (como plásticos, textiles, o materiales en movimiento).

Estos dispositivos emiten una corriente de iones positivos y negativos al ambiente. Las cargas estáticas presentes en los objetos atraerán iones de polaridad opuesta, neutralizando así la carga. Los ionizadores son efectivos para:

- Eliminar la atracción de polvo y suciedad en productos.
- Prevenir descargas en procesos de fabricación.
- Controlar la electricidad estática en líneas de producción donde los materiales se mueven a alta velocidad.

Existen diferentes tipos de ionizadores, como barras ionizadoras, boquillas de aire ionizado o ventiladores ionizadores, que se seleccionan según la aplicación específica.

## Calzado y Vestimenta Disipativa

El personal que trabaja en áreas donde la electricidad estática representa un riesgo (especialmente en zonas ATEX o en la manipulación de componentes electrónicos sensibles) también puede generar y acumular cargas. Por ello, el uso de **calzado y vestimenta disipativa** es una medida de control importante.

- **Calzado Disipativo/Conductor:** Este tipo de calzado tiene suelas fabricadas con materiales que permiten que las cargas estáticas del cuerpo del usuario se disipen de forma segura a través del suelo conductor o antiestático. Es esencial que se utilice en combinación con pisos conductores o disipativos para que la disipación sea efectiva.
- **Vestimenta Antiestática/Disipativa:** Las prendas de vestir fabricadas con fibras conductoras o disipativas evitan la acumulación de carga en la ropa, que podría descargarse a través del cuerpo o hacia los equipos. Esto es crucial para prevenir chispas que puedan encender atmósferas explosivas o dañar componentes electrónicos.
- **Pulseras Antiestáticas:** suelen emplearse cuando se manipulan componentes electrónicos delicados, asegurando que el cuerpo del operario esté permanentemente al mismo potencial que el equipo.

## Procedimientos Seguros de Transferencia de Líquidos Inflamables

La transferencia de líquidos inflamables (como combustibles, solventes o productos químicos) es una operación de alto riesgo debido a la generación de electricidad estática por el flujo del líquido. Las chispas resultantes pueden encender los vapores inflamables.

Los procedimientos seguros de transferencia incluyen:

- **Puesta a Tierra y Unión:** Es la medida más crítica. Antes de iniciar la transferencia, todos los contenedores (camiones cisterna, bidones, tanques, etc.) y la tubería de transferencia deben estar conectados eléctricamente y puestos a tierra para asegurar la equipotencialidad y disipar cualquier carga generada.
- **Velocidad de Flujo Controlada:** Reducir la velocidad de flujo del líquido, especialmente al inicio de la transferencia, minimiza la generación de cargas estáticas.
- **Diseño de Tuberías:** Utilizar tuberías y boquillas conductoras, y evitar caídas libres o salpicaduras que aumenten la agitación y la generación de estática.
- **Aditivos Antiestáticos:** En algunos casos, se pueden añadir aditivos a los líquidos para aumentar su conductividad y reducir la acumulación de carga.
- **Personal Capacitado:** Asegurar que el personal esté formado en los riesgos de la electricidad estática y en los procedimientos de seguridad para la transferencia de líquidos.

## PROTECCIÓN CONTRA RAYOS

La protección contra rayos se divide en dos categorías principales: protección externa e interna.

### Sistemas de Protección Externa

Están diseñados para interceptar la descarga directa de un rayo y conducirla de forma segura a tierra, protegiendo la estructura física de un edificio.

- **Pararrayos (Punta Franklin):** Es el tipo más conocido. Consiste en una o varias puntas metálicas elevadas instaladas en los puntos más altos de una estructura. Su función es capturar el rayo y desviarlo a través de un conductor de bajada de alta capacidad hacia el sistema de tierra. La altura y ubicación de los pararrayos se calculan en función del "ángulo de protección" o "volumen de protección" que ofrecen.
- **Jaula de Faraday:** Es un sistema de protección más integral, especialmente para estructuras grandes o complejas. Consiste en una red de conductores de bajada y conductores horizontales interconectados que cubren toda la estructura, creando un "blindaje" alrededor del edificio. Esta jaula distribuye la corriente del rayo sobre un área grande y la conduce a tierra de manera dispersa, minimizando los daños en el punto de impacto. Se utiliza comúnmente en edificios con alto valor de contenido, estructuras con riesgo de explosión o donde se requiere una alta fiabilidad.

Ambos sistemas requieren un sistema de toma de tierra de baja resistencia y una correcta conexión a tierra para asegurar que la energía del rayo se disipe de forma segura sin causar daños. La continuidad

de los conductores de bajada y las conexiones equipotenciales con otras estructuras metálicas también son cruciales.

### **Sistemas de Protección Interna (Supresores de Sobretensión)**

Mientras que los sistemas externos protegen contra el impacto directo del rayo, los sistemas de protección interna se centran en proteger los equipos eléctricos y electrónicos de los efectos de las sobretensiones transitorias. Las sobretensiones pueden ser inducidas por un rayo cercano (incluso sin impacto directo) o por conmutaciones en la red eléctrica.

**Supresores de Sobretensión Transitoria (SPD - Surge Protective Devices):** Son dispositivos que se instalan en paralelo con la línea eléctrica (o de datos) para desviar los picos de tensión transitorios a tierra, limitando la tensión que llega a los equipos a un nivel seguro. Actúan como "válvulas de seguridad" para el exceso de energía.

- **SPD Tipo 1:** Se instalan en la entrada de servicio de la instalación, antes del contador, para proteger contra la corriente de rayo directa o muy cercana. Deben tener una alta capacidad de descarga.
- **SPD Tipo 2:** Se instalan en los tableros de distribución principales y secundarios. Protegen contra sobretensiones inducidas y las residuales del Tipo 1.
- **SPD Tipo 3:** Se instalan lo más cerca posible del equipo sensible que se desea proteger (por ejemplo, en tomas de corriente o en el propio equipo). Ofrecen una protección fina contra sobretensiones residuales.

Es posible la coordinación de los SPD de diferentes tipos (cascada de protección) para una protección efectiva de toda la instalación. También existen SPD para líneas de datos, telefonía y redes, ya que estos también son susceptibles a las sobretensiones inducidas.

### **PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO SEGURO**

Los riesgos eléctricos pueden materializarse de diversas formas, y cada una requiere un enfoque de seguridad específico. Los procedimientos de trabajo seguro están diseñados para abordar estas particularidades, proporcionando un marco estructurado para la planificación y ejecución de las tareas.

#### **Procedimiento de Bloqueo y Etiquetado (LOTO - Lockout/Tagout)**

Su objetivo es asegurar que las máquinas, equipos o circuitos eléctricos estén desenergizados, aislados de cualquier fuente de energía y no puedan ser energizados accidentalmente mientras se realizan trabajos de mantenimiento, limpieza, ajuste o reparación.

Sin LOTO, un arranque accidental o la energización de un circuito podría provocar descargas eléctricas, aplastamientos, amputaciones, quemaduras y otros accidentes catastróficos.

**Pasos del Procedimiento LOTO:** Aunque los detalles pueden variar según la normativa y el equipo, los pasos generales del procedimiento LOTO son los siguientes:

1. **Notificación (Preparación para la Parada):**
  - El personal autorizado debe identificar todas las fuentes de energía del equipo o circuito (eléctrica, hidráulica, neumática, mecánica, térmica, etc.).
  - Se debe notificar a todos los operadores afectados que el equipo será desconectado y que se realizarán trabajos. Esto previene interrupciones inesperadas en la producción y asegura que nadie intente energizar el equipo.
  - Reunir todas las herramientas y equipos necesarios para el bloqueo y la reparación.
2. **Parada (Apagado del Equipo):**
  - El equipo o maquinaria debe ser apagado de forma ordenada utilizando los controles operativos normales. Esto puede implicar presionar botones de parada, apagar interruptores o seguir una secuencia de apagado específica.
  - Se debe verificar que el equipo se ha detenido completamente y que todos sus movimientos han cesado.
3. **Aislamiento de Energía:**

- Se deben aislar todas las fuentes de energía del equipo. Para la energía eléctrica, esto significa abrir interruptores, desconectar disyuntores o retirar fusibles en el punto más cercano a la fuente de alimentación del equipo que se está trabajando.
  - En el caso de otras energías, puede implicar cerrar válvulas, ventilar tuberías o bloquear componentes mecánicos.
  - Es crucial identificar y aislar **todas** las fuentes de energía, no solo la principal.
4. Bloqueo de las Fuentes de Energía:
- Después de aislar las fuentes de energía, se deben aplicar dispositivos de bloqueo físicos a los puntos de aislamiento. Estos dispositivos impiden que el equipo sea energizado accidentalmente.
  - Cada trabajador involucrado en la tarea debe aplicar su propio candado personal en el dispositivo de bloqueo. Esto garantiza que nadie pueda energizar el equipo sin el conocimiento y la autorización de todos los que están trabajando en él. Si hay varios trabajadores, se usa un dispositivo de bloqueo múltiple (caja de bloqueo o pinza de bloqueo).
5. Etiquetado de los Puntos de Bloqueo:
- Junto con cada dispositivo de bloqueo, se debe colocar una **etiqueta (Tagout)**. La etiqueta debe ser clara, legible y duradera, e indicar:
    - **Por qué** se ha bloqueado el equipo (ej., "Mantenimiento", "Reparación").
    - **Quién** lo ha bloqueado (nombre del trabajador).
    - **Cuándo** se bloqueó (fecha y hora).
    - Información de **contacto** si es necesario.
  - La etiqueta sirve como advertencia visible para cualquier persona que pueda intentar energizar el equipo.
6. Verificación de Energía Cero (Prueba de Energía Cero):
- Este es un paso crítico y a menudo subestimado. Después de bloquear y etiquetar, el personal autorizado debe verificar que la energía ha sido completamente disipada y que no hay riesgo de energización.
  - Para la energía eléctrica, esto implica el uso de probadores de tensión y multímetros calibrados para confirmar que no hay tensión en las partes donde se va a trabajar. Se debe probar el probador antes y después de la medición para asegurar su correcto funcionamiento.
  - Para otras energías, se debe intentar operar los controles del equipo para confirmar que no arranca o que no hay movimiento.
7. Liberación (Restauración del Servicio):
- Una vez que el trabajo está completo, todos los trabajadores deben retirar sus candados y etiquetas personales del dispositivo de bloqueo. Nadie debe retirar el candado o la etiqueta de otra persona, salvo en situaciones de emergencia y bajo un procedimiento estrictamente controlado.
  - Verificar que todas las herramientas y el personal han sido retirados del área de trabajo.
  - Notificar a los operadores que el equipo está listo para ser energizado.
  - Retirar los dispositivos de bloqueo.
  - Energizar el equipo de forma segura y ordenada.

### Dispositivos de Bloqueo:

Los dispositivos de bloqueo son herramientas diseñadas específicamente para asegurar el aislamiento de energía. Incluyen:

- **Candados de seguridad:** Personales, con llaves únicas para cada trabajador.
- **Pinzas de bloqueo (hasps):** Permiten que varios candados se coloquen en un solo punto de aislamiento.
- **Cajas de bloqueo:** Para bloquear interruptores o disyuntores de panel.
- **Cubiertas para válvulas:** Para bloquear válvulas de bola, compuerta, etc.
- **Bloqueos de enchufes:** Para impedir la conexión de cables.
- **Bloqueos de disyuntores:** Dispositivos que se ajustan sobre los disyuntores para impedir su activación.

### Responsabilidades:

El éxito del LOTO depende de la clara asignación de responsabilidades:

- **Empleador/Empresa:** Establecer un programa LOTO por escrito, proporcionar los dispositivos y la formación necesaria, y auditar el cumplimiento.
- **Personal Autorizado:** Trabajadores que están calificados para realizar el LOTO, aplicar los dispositivos, verificar la energía cero y realizar el trabajo.
- **Personal Afectado:** Trabajadores que operan el equipo y deben ser informados del LOTO.

### Trabajos con Tensión (Trabajos en vivo)

Son aquellas operaciones realizadas en equipos o instalaciones eléctricas que se encuentran energizadas. Por su naturaleza, son actividades de muy alto riesgo y solo deben realizarse cuando la desenergización es inviable o presenta un riesgo mayor (por ejemplo, interrupción de servicios críticos como hospitales, o sistemas de protección contra incendios).

La realización de trabajos con tensión requiere una **justificación rigurosa y una autorización expresa** de la dirección o de una autoridad competente. Esto implica un análisis exhaustivo de riesgos que demuestre que el trabajo no puede realizarse sin tensión, que el riesgo de desenergizar es mayor que el de trabajar en vivo, y que se han tomado todas las medidas de control necesarias. Nunca debe ser una opción por comodidad o para ahorrar tiempo.

Métodos de Trabajo con Tensión:

- **Método a Distancia:** El trabajador mantiene una distancia de seguridad del equipo energizado, utilizando pértigas aislantes y herramientas aisladas de longitud adecuada. La protección contra el choque eléctrico se basa en el aislamiento de las herramientas y la distancia. Se utiliza en líneas aéreas o subestaciones de alta tensión.
- **Método a Potencial:** El trabajador (usando un traje conductivo especial y guantes aislantes) se conecta eléctricamente al mismo potencial que la parte energizada en la que está trabajando. Esto elimina la diferencia de potencial entre el trabajador y el conductor, evitando el paso de corriente a través de su cuerpo. Se utiliza principalmente en líneas de transmisión de muy alta tensión.
- **Método en Contacto:** El trabajador toca directamente las partes activas, pero siempre se encuentra aislado de tierra y de otras partes con diferente potencial. Se utiliza en baja tensión, mediante el uso de guantes aislantes, herramientas aisladas y alfombras o plataformas aislantes.

**EPP y Herramientas Aisladas Específicas:** El uso de EPP y herramientas aisladas es absolutamente crítico para los trabajos con tensión:

- **EPP para Arc Flash:** Ropa ignífuga, protectores faciales o capuchas, guantes dieléctricos con protectores de cuero, calzado de seguridad y protección auditiva.
- **Guantes Dieléctricos:** Son la primera línea de defensa para el contacto directo. Deben ser de la clase de aislamiento adecuada para el voltaje del trabajo y ser inspeccionados regularmente.
- **Herramientas Aisladas:** Todas las herramientas manuales (alicates, destornilladores, llaves) deben tener mangos aislados certificados para el voltaje de trabajo.
- **Pértigas Aislantes:** Para el método a distancia, pértigas diseñadas para alta tensión.
- **Alfombras y Plataformas Aislantes:** Para aislar al trabajador de tierra.

Los trabajos con tensión requieren supervisión constante, un plan de trabajo detallado, comunicación clara entre el equipo y protocolos de emergencia específicos en caso de accidente.

### Trabajos en Proximidad de Partes en Tensión: Distancias de Seguridad

Son aquellos que no implican un contacto directo intencional, pero se realizan tan cerca de partes activas que existe un riesgo de contacto accidental o de descarga por arco eléctrico. Esto incluye trabajos como pintura, limpieza, movimiento de materiales, construcción cerca de líneas aéreas, etc.

- **Distancias de Seguridad:** Se establecen distancias mínimas a las que el personal o las herramientas pueden aproximarse a partes en tensión, sin invadir la zona de riesgo. Estas distancias varían según el nivel de tensión y la normativa local. Es fundamental que todos los trabajadores (calificados o no) sean conscientes de estos límites.
- Medidas de Control:
  - **Delimitación de Zonas:** Señalización clara y barreras físicas para marcar las zonas de riesgo.

- **Observadores de Seguridad:** Personal calificado cuya única función es monitorear la distancia entre los trabajadores y las partes en tensión, alertando ante cualquier violación.
- **Aislamiento Temporal:** Si es posible, cubrir temporalmente las partes activas expuestas con material aislante adecuado.
- **Planificación:** Antes de iniciar el trabajo, se debe evaluar si es posible desenergizar o, si no, establecer un plan que garantice el mantenimiento de las distancias de seguridad.
- **Prohibición de Acciones Peligrosas:** Prohibir el uso de herramientas o equipos que puedan extenderse o balancearse e invadir las distancias de seguridad.

### **Permisos de Trabajo Seguro o APR: Específicos para Trabajos Eléctricos Peligrosos**

Son documentos formales que autorizan la realización de tareas específicas en un lugar y momento determinados, y bajo condiciones de seguridad predefinidas. Para trabajos eléctricos peligrosos, son una herramienta administrativa esencial para controlar los riesgos.

Un permiso de trabajo eléctrico peligroso debe incluir:

- **Descripción detallada del trabajo:** Qué se va a hacer.
- **Ubicación y hora:** Dónde y cuándo se realizará.
- **Riesgos identificados:** Todos los peligros eléctricos y no eléctricos.
- **Medidas de control requeridas:** EPP específico, LOTO, herramientas aisladas, procedimientos de emergencia, etc.
- **Nombres y firmas:** Del personal autorizado que emite el permiso y del personal que lo recibe y realizará el trabajo.
- **Vigencia del permiso:** Generalmente por un turno de trabajo.
- **Procedimiento de comunicación:** Cómo se coordinará el equipo.

Los permisos de trabajo aseguran que se ha realizado una evaluación de riesgos previa, que se han implementado las medidas de control adecuadas y que todo el personal involucrado está consciente de los peligros y las precauciones necesarias.

### **Uso Seguro de Herramientas y Equipos Portátiles:**

Las herramientas y equipos portátiles son una causa común de accidentes eléctricos si no se usan o mantienen correctamente.

- **Inspección Regular:** Antes de cada uso, se debe realizar una inspección visual para detectar:
  - Cables dañados, cortados o con aislamiento deteriorado.
  - Enchufes rotos o clavijas dobladas.
  - Carcasas o cubiertas rotas.
  - Signos de sobrecalentamiento o chispas.
  - Funcionamiento incorrecto del interruptor de encendido/apagado.
- **Mantenimiento Preventivo:** Realizar mantenimiento regular por personal calificado, incluyendo pruebas de aislamiento y continuidad. Los equipos defectuosos deben ser retirados de servicio y etiquetados.
- **Uso Adecuado:**
  - Utilizar la herramienta correcta para la tarea.
  - No sobrecargar las herramientas o extensiones.
  - No tirar de los cables para desconectar.
  - Mantener las herramientas limpias y secas.
  - Utilizar solo herramientas con doble aislamiento (Clase II) o con puesta a tierra efectiva (Clase I).
  - Conectar a tomas de corriente protegidas por interruptores diferenciales.
- **Almacenamiento:** Guardar las herramientas en un lugar seguro, seco y protegido cuando no estén en uso.

### **Espacios Confinados: Riesgos Eléctricos Específicos en Estos Entornos**

Los espacios confinados son lugares con medios limitados de entrada y salida, no diseñados para la ocupación continua de personas, y que presentan riesgos atmosféricos (falta de oxígeno, gases tóxicos/inflamables) o físicos. En estos entornos, los riesgos eléctricos se magnifican.

#### Riesgos Eléctricos en Espacios Confinados:

- **Falta de Espacio:** Dificultad para maniobrar, lo que aumenta el riesgo de contacto accidental con partes activas o de daños a los cables.
- **Humedad:** Mayor probabilidad de presencia de humedad, que reduce la resistencia del cuerpo humano y aumenta el riesgo de choque.
- **Atmósferas Explosivas:** Si hay gases, vapores o polvos inflamables, cualquier chispa eléctrica (incluso de un equipo no apto) puede causar una explosión.
- **Visibilidad Limitada:** Dificultad para ver y evitar peligros eléctricos.
- **Escape Restringido:** En caso de descarga o incendio, la evacuación es muy difícil.

#### Medidas de Control Específicas:

- **Permiso de Entrada:** Obligatorio para trabajar en espacios confinados, detallando los riesgos eléctricos y las medidas de control.
- **LOTO:** Desenergizar y bloquear todo el equipo antes de la entrada.
- **Ventilación:** Mantener una ventilación adecuada para eliminar gases inflamables y asegurar oxígeno.
- **Iluminación de Seguridad:** Uso de iluminación intrínsecamente segura o con protección contra explosiones.
- **Equipos Intrínsecamente Seguros:** Utilizar herramientas y equipos eléctricos certificados para ambientes peligrosos (ATEX).
- **MBTS:** Si es posible, utilizar equipos alimentados por muy baja tensión de seguridad.
- **Vigilante de Entrada:** Persona exterior que monitorea al trabajador y puede iniciar un rescate.

#### **Trabajo en Altura: Riesgos Eléctricos en Plataformas, Andamios, Escaleras**

El trabajo en altura (en plataformas elevadoras, andamios, escaleras, tejados) introduce riesgos adicionales al manipular electricidad. La combinación de la altura con los peligros eléctricos puede resultar en accidentes graves por caída o por choque eléctrico.

#### Riesgos Eléctricos en Altura:

- **Líneas Aéreas:** Riesgo de contacto directo con líneas eléctricas aéreas no aisladas al levantar herramientas, materiales, o al mover andamios y plataformas.
- **Caídas por Choque Eléctrico:** Una descarga eléctrica puede provocar una pérdida de equilibrio y una caída desde altura, con consecuencias mortales.
- **Interferencia con el Aislamiento:** El movimiento en altura puede dañar el aislamiento de cables o equipos.
- **Condiciones Climáticas:** Viento, lluvia o hielo pueden afectar la estabilidad y aumentar el riesgo eléctrico.

#### Medidas de Control Específicas:

- **Evaluación Previa:** Identificar la ubicación de todas las líneas eléctricas aéreas y equipos energizados antes de iniciar el trabajo.
- **Mantenimiento de Distancias de Seguridad:** Respetar estrictamente las distancias de seguridad con respecto a las líneas eléctricas aéreas. Si no se pueden mantener, se debe solicitar a la compañía eléctrica la desenergización o el aislamiento temporal de las líneas.
- **LOTO para Equipos Internos:** Si se trabaja en altura sobre equipos internos (ej. luminarias en techos altos), aplicar el LOTO para asegurar la desenergización.
- **Uso de Andamios y Plataformas Aislantes:** Si es necesario, utilizar andamios o plataformas con componentes aislantes para reducir el riesgo de puesta a tierra accidental.
- **EPP para Caídas:** Uso obligatorio de arneses de seguridad, líneas de vida y sistemas anticaídas.
- **Supervisión y Señalización:** Monitorear continuamente el trabajo y señalar claramente los riesgos eléctricos.
- **Herramientas Aisladas:** Uso de herramientas con aislamiento certificado para trabajos en altura donde haya riesgo eléctrico.

## Equipos de Protección Personal (EPP) Eléctricos

### TIPOS DE EPP Y SU SELECCIÓN

#### Guantes Aislantes

Están diseñados para proteger las manos del usuario contra descargas eléctricas al proporcionar una barrera dieléctrica entre el trabajador y las partes energizadas. Están fabricados generalmente de goma (látex) o materiales sintéticos que ofrecen una alta resistencia eléctrica.

Los guantes aislantes se clasifican según el nivel de tensión para el que están diseñados, de acuerdo con estándares internacionales como la norma ASTM D120 o la IEC 60903. Esta clasificación emplea colores para facilitar su selección:

Clase	Tensión Máx. de Uso (CA)	Tensión Máx. de Prueba (CA)	Código de Color
0	500 V	2.500 V	Beige
0	1.000 V (1 kV)	5.000 V (5 kV)	Rojo
1	7.500 V (7.5 kV)	10.000 V (10 kV)	Blanco
2	17.000 V (17 kV)	20.000 V (20 kV)	Amarillo
3	26.500 V (26.5 kV)	30.000 V (30 kV)	Verde
4	36.000 V (36 kV)	40.000 V (40 kV)	Naranja

Consideraciones para la Selección:

- **Tensión de Trabajo:** Los guantes deben ser de una clase igual o superior a la máxima tensión nominal a la que el trabajador estará expuesto.
- **Guantes Protectores de Cuero:** Siempre deben usarse sobre los guantes aislantes de goma. No solo protegen la goma del daño físico (cortes, abrasiones, perforaciones) que podría comprometer su aislamiento, sino que también proporcionan agarre. **Nunca se deben usar los guantes de goma sin los protectores de cuero** (salvo que se empleen guantes especiales para este propósito).
- **Longitud:** La longitud del guante debe ser suficiente para cubrir el brazo más allá de la manga de la ropa, especialmente en trabajos donde hay riesgo de contacto accidental con el antebrazo.
- **Comodidad y Ajuste:** Un ajuste adecuado permite la destreza necesaria para manipular herramientas.
- **Tipo de Guante:** Existen guantes aislantes de tipo "regular" y guantes "compuestos" que combinan la protección dieléctrica con la mecánica, eliminando la necesidad de un guante de cuero exterior para ciertas aplicaciones.

#### Calzado Dieléctrico

El calzado dieléctrico está diseñado para proteger al trabajador de descargas eléctricas al aislarlo del suelo, interrumpiendo el circuito que la corriente podría tomar a través del cuerpo hacia la tierra.

Características Clave:

- **Suela Aislante:** Fabricada con materiales no conductores (goma o polímeros sintéticos) que ofrecen una alta resistencia eléctrica.
- **Sin Componentes Metálicos Conductores:** Si bien la mayoría del calzado de seguridad tiene punteras y/o plantillas metálicas, el calzado dieléctrico para riesgos eléctricos específicos debe tener punteras no metálicas (compuestas) y estar libre de cualquier componente metálico que pueda conducir electricidad a través de la suela.
- **Clasificación:** Suelen estar clasificados según su resistencia eléctrica, a menudo identificados con el símbolo de un rayo en un triángulo verde o similar, y probados a tensiones específicas (ej., 18 kV a 60 Hz durante 1 minuto).

Consideraciones para la Selección:

- **Entorno de Trabajo:** Si el suelo es húmedo, las propiedades aislantes del calzado se vuelven aún más críticas.
- **Riesgos Adicionales:** Además de la protección eléctrica, el calzado debe ofrecer protección contra otros riesgos del lugar de trabajo, como objetos punzantes, aplastamientos o resbalones.

### Cascos Dieléctricos

Los cascos dieléctricos (o cascos de seguridad de clase E - Eléctrico) están diseñados para proteger la cabeza del usuario contra impactos, penetraciones y, crucialmente, contra descargas eléctricas. Están fabricados con materiales no conductores y no deben tener partes metálicas expuestas.

Características Clave:

- **Clase E (Eléctrico):** Proporcionan protección contra caídas de objetos y descargas eléctricas de hasta 20.000 voltios (20 kV) reduciendo la corriente de fuga a 9 mA o menos.
- **Material No Conductor:** Generalmente fabricados de polietileno de alta densidad (HDPE) u otros polímeros.
- **Sin Partes Metálicas:** No tienen componentes metálicos que puedan conducir electricidad.

**Protección Facial Integrada:** En muchos casos, los cascos dieléctricos se combinan con protectores faciales integrados (visores o pantallas) que ofrecen protección contra arcos eléctricos. Estos visores están hechos de policarbonato u otros materiales resistentes al calor y a los impactos, y tienen un valor ATPV (Arc Thermal Performance Value) que indica su capacidad para proteger contra la energía incidente de un arco eléctrico. La integración asegura que la protección facial esté siempre disponible cuando se use el casco.

Consideraciones para la Selección:

- **Riesgo Eléctrico:** Asegurar que el casco sea de Clase E para protección eléctrica.
- **Riesgo de Impacto/Penetración:** Que cumpla con las normas de protección mecánica (ANSI Z89.1 o EN 397).
- **Compatibilidad con Otros EPP:** Que permita el uso simultáneo de protectores auditivos, respiradores y protección facial de arco.
- **Comodidad y Ajuste:** Un casco bien ajustado es más seguro y cómodo para el uso prolongado.

### Ropa Resistente al Arco Eléctrico

La ropa resistente al arco eléctrico (también conocida como ropa ignífuga o FR - Flame Resistant) es un componente crítico del EPP para proteger a los trabajadores de las quemaduras causadas por la energía térmica de un arco eléctrico. A diferencia de la ropa común, que puede quemarse, fundirse o pegarse a la piel, la ropa FR está diseñada para autoextinguirse y no se funde, lo que minimiza la extensión y gravedad de las quemaduras.

**Concepto de ATPV/EBT:** La capacidad protectora de la ropa FR se mide por su **ATPV (Arc Thermal Performance Value)** o **EBT (Energy Breakopen Threshold)**, expresado en cal/cm<sup>2</sup>. Estos valores indican la máxima energía incidente a la que la prenda puede ser expuesta antes de que el usuario sufra quemaduras de segundo grado (ATPV) o antes de que el material se rompa (EBT). Se elige la ropa con un ATPV/EBT superior a la energía incidente calculada para el riesgo de arco eléctrico.

Consideraciones para la Selección y Uso:

- **Evaluación de Riesgos:** El ATPV/EBT de la ropa debe ser igual o superior a la energía incidente calculada en el análisis de arc flash.
- **Sistema de Capas:** A menudo, se utilizan múltiples capas de ropa FR para alcanzar el nivel de protección requerido. Las capas subyacentes deben ser también FR o de materiales 100% naturales como algodón o lana (nunca sintéticos que puedan fundirse).
- **Cobertura Completa:** Toda la piel expuesta debe estar cubierta por ropa FR.
- **Ajuste Adecuado:** La ropa debe quedar bien para permitir la movilidad y la ventilación, pero sin ser demasiado holgada.

## Protectores Oculares y Faciales

Los protectores oculares y faciales son fundamentales para resguardar los ojos y la cara de chispas, arcos eléctricos, destellos de luz intensa, proyección de partículas calientes y explosiones.

- **Gafas de Seguridad:** Protegen los ojos de partículas voladoras. Deben ser resistentes a impactos y cumplir con las normas pertinentes (ANSI Z87.1).
- **Protectores Faciales (Pantallas Faciales):** Ofrecen una protección más amplia para toda la cara. Para riesgo de arco eléctrico, deben tener un valor ATPV y ser resistentes al calor y al impacto. Generalmente se usan sobre las gafas de seguridad.
- **Capuchas de Arc Flash:** Cuando el riesgo de energía incidente es alto, se requiere una capucha completa que cubra toda la cabeza y el cuello, con una lente integrada que proporciona la protección ocular y facial necesaria para la energía incidente.

Consideraciones para la Selección:

- **Riesgo Específico:** Evaluar si el riesgo es solo de partículas o también de arco eléctrico.
- **ATPV/EBT:** Si hay riesgo de arc flash, la protección facial debe tener el ATPV/EBT adecuado.
- **Tono del Visor:** Para arcos eléctricos, los visores suelen tener un tinte oscuro para reducir la intensidad de la luz y proteger la vista.

## Alfombras y Banquetas Aislantes

Las alfombras y banquetas aislantes son medidas de protección de ingeniería y EPP complementarias que se utilizan para aislar al trabajador del suelo, impidiendo que la corriente eléctrica siga un camino a tierra a través de su cuerpo en caso de contacto con una parte energizada.

- **Alfombras Aislantes:** Se colocan en el suelo frente a tableros eléctricos, aparatos o equipos de alta tensión. Están fabricadas de goma dieléctrica y se clasifican según el nivel de tensión que pueden soportar (similar a los guantes). Proporcionan una superficie de trabajo aislada.
- **Banquetas Aislantes (Plataformas Aislantes):** Son plataformas elevadas y portátiles, fabricadas con materiales aislantes, que proporcionan una superficie de trabajo segura y aislada para el personal que necesita acceder a equipos energizados.

Consideraciones para la Selección:

- **Clase de Tensión:** La alfombra o banqueta debe ser de la clase de aislamiento adecuada para la tensión máxima del equipo que se está operando.
- **Estado:** Deben estar limpias, secas y libres de cualquier daño (grietas, perforaciones) que pueda comprometer su integridad dieléctrica.

## Vainas Aislantes, Mantas, Pértigas

Estos elementos son herramientas de protección aislante utilizadas para aislar o cubrir partes energizadas y asegurar el área de trabajo, especialmente en instalaciones de media y alta tensión.

- **Vainas Aislantes (Fundas Aislantes/Cubiertas):** Son tubos o cubiertas flexibles de material aislante que se colocan sobre conductores desnudos o conexiones energizadas para proteger al trabajador de contactos accidentales. Vienen en diferentes tamaños y diámetros.
- **Mantas Aislantes:** Láminas flexibles de goma dieléctrica que se utilizan para cubrir equipos o partes energizadas de forma temporal, creando una barrera aislante. Son muy versátiles y se pueden moldear alrededor de diferentes formas.
- **Pértigas Aislantes (Hot Sticks):** Son varillas largas, rígidas y aislantes, diseñadas para manipular equipos energizados a distancia. Se utilizan para abrir/cerrar seccionadores, verificar tensión o instalar dispositivos de puesta a tierra temporales. Vienen en diferentes longitudes y tensiones de clasificación.
- **Pinzas de Puesta a Tierra (con Pértiga):** Utilizadas para aplicar o retirar dispositivos de puesta a tierra temporales en circuitos desenergizados, pero que podrían ser energizados accidentalmente.

Consideraciones para la Selección:

- **Tensión de Clasificación:** Todos estos equipos deben estar clasificados para la tensión más alta a la que se utilizarán.
- **Inspección Pre-uso:** Es fundamental inspeccionarlos antes de cada uso para detectar cualquier daño que pueda comprometer su aislamiento.

### MANTENIMIENTO, INSPECCIÓN Y ALMACENAMIENTO DEL EPP

El EPP eléctrico es eficaz solo si se mantiene en óptimas condiciones. Un EPP dañado o mal almacenado puede ser tan peligroso como no usar EPP en absoluto. O más aún por que el operario puede confiar en determinada protección cuando esta no está en condiciones.

### Inspecciones Pre-uso

La inspección pre-uso es una verificación rápida pero minuciosa que el trabajador debe realizar antes de cada uso del EPP. Su objetivo es detectar cualquier daño evidente que pueda comprometer la protección.

- **Guantes Aislantes:**
  - **Inspección Visual:** Buscar cortes, rasgaduras, perforaciones, abrasiones, signos de endurecimiento, pegajosidad, hinchazón o cualquier decoloración que indique deterioro.
  - **Prueba de Aire (Rodado):** Enrollar el guante desde el puño hacia los dedos para atrapar aire. Luego, sujetar la abertura y presionar para inflar el guante. Escuchar y sentir cualquier fuga de aire que indique un agujero o perforación.
- **Calzado Dieléctrico:** Revisar suelas y parte superior en busca de cortes, perforaciones o desgaste excesivo que pueda reducir el aislamiento.
- **Cascos y Protección Facial:** Inspeccionar el casco en busca de grietas, abolladuras o decoloración. Verificar la visera en busca de rayones profundos o deformaciones que afecten la visibilidad o la protección.
- **Ropa Resistente al Arco Eléctrico:** Buscar rasgaduras, agujeros, manchas de grasa o productos químicos que puedan comprometer las propiedades ignífugas.
- **Alfombras, Mantas y Vainas Aislantes:** Buscar cortes, grietas, perforaciones, signos de quemaduras o envejecimiento.
- **Pértigas Aislantes:** Verificar la limpieza, ausencia de humedad, grietas o roturas, especialmente en las uniones.

Cualquier EPP que presente un daño, por mínimo que sea, **debe ser inmediatamente retirado de servicio**, etiquetado como "defectuoso" y puesto fuera de uso para su reparación o descarte.

### Pruebas Periódicas de los Guantes Dieléctricos

Además de las inspecciones pre-uso, los guantes dieléctricos requieren pruebas dieléctricas periódicas realizadas por laboratorios especializados. Estas pruebas aseguran que el aislamiento del guante no ha sido comprometido a nivel microscópico por el uso, el envejecimiento o la exposición a químicos.

- **Frecuencia de las Pruebas:** La frecuencia varía según la normativa y el uso, pero generalmente es de 6 a 12 meses para guantes en uso, y antes de su primer uso si ha pasado un cierto tiempo desde su fecha de fabricación o la última prueba (generalmente 12 meses).
- **Proceso de Prueba:** Los guantes se inflan y se sumergen en un tanque de agua, mientras se aplica una tensión específica. Se mide la corriente de fuga; si excede un límite, el guante es rechazado. También se realizan inspecciones visuales detalladas y pruebas mecánicas.

El registro de estas pruebas y la fecha de la próxima prueba deben estar claramente marcados en cada guante o en su embalaje. Un guante sin una prueba válida es un guante no seguro.

La organización deberá evaluar el costo beneficio de realizar pruebas dieléctricas o simplemente realizar un descarte y recambio al vencimiento de los plazos.

## Limpieza y Almacenamiento Adecuado

La limpieza y el almacenamiento adecuado son fundamentales para prolongar la vida útil del EPP y asegurar que mantenga sus propiedades protectoras.

- Limpieza:
  - **Guantes Aislantes:** Deben limpiarse con agua tibia y jabón suave, o con soluciones limpiadoras específicas recomendadas por el fabricante. Nunca usar solventes o productos abrasivos. Deben secarse completamente antes de guardarse.
  - **Ropa FR:** Seguir estrictamente las instrucciones de lavado del fabricante. El lavado inadecuado puede reducir sus propiedades ignífugas. Evitar el uso de suavizantes de telas o blanqueadores a base de cloro.
  - **Cascos y Protectores Faciales:** Limpiar con agua y jabón suave. Evitar el uso de abrasivos que puedan rayar las viseras.
- Almacenamiento:
  - **Ambiente Controlado:** El EPP debe almacenarse en un lugar fresco, seco, limpio y oscuro, lejos de la luz solar directa, temperaturas extremas, humedad, ozono, solventes, químicos y objetos punzantes o abrasivos.
  - **Guantes Aislantes:** Deben guardarse en sus bolsas o cajas específicas, sin doblarlos bruscamente o apretarlos, para evitar pliegues que puedan dañar la goma.
  - **Ropa FR:** Limpia y colgada para evitar arrugas que puedan afectar las fibras.
  - **Cascos y Visores:** Guardar en un lugar donde no puedan ser aplastados o rayados.
  - **Mantas y Vainas Aislantes:** Enrolladas o dobladas suavemente según las indicaciones del fabricante.

El almacenamiento incorrecto puede provocar el envejecimiento prematuro, la degradación de los materiales y la pérdida de las propiedades aislantes o ignífugas.

## Vida Útil del EPP

Todo EPP tiene una vida útil limitada, incluso si se mantiene y se prueba correctamente. Los materiales se degradan con el tiempo debido a la exposición a la luz UV, el ozono, la temperatura, el uso y los ciclos de limpieza.

- **Fechas de Fabricación y Prueba:** Es crucial llevar un registro de la fecha de fabricación y la fecha de la última prueba de cada pieza de EPP, especialmente para los guantes dieléctricos y otros elementos aislantes.
- **Períodos de Caducidad:** Algunos fabricantes especifican un período de caducidad máximo (por ejemplo, 12 o 24 meses desde la fecha de fabricación para guantes aislantes, incluso si no han sido usados), después del cual el EPP debe ser retirado de servicio, independientemente de su apariencia o el número de pruebas.
- **Criterios de Reemplazo:** El EPP debe ser reemplazado si:
  - Presenta cualquier signo de daño durante la inspección pre-uso o periódica.
  - Falla una prueba dieléctrica.
  - Ha excedido su fecha de caducidad o vida útil recomendada por el fabricante.
  - Ha sido expuesto a un evento de riesgo (por ejemplo, un arco eléctrico, incluso si no hay daño visible).

---

## Mantenimiento de Instalaciones Eléctricas

### IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO

- **Mantenimiento Preventivo:** Se realiza de manera programada y sistemática con el objetivo de prevenir fallas y deterioros en la instalación. Implica inspecciones regulares, pruebas y limpiezas, buscando identificar y corregir pequeños problemas antes de que se conviertan en fallas mayores.

- **Mantenimiento Correctivo:** Se ejecuta después de que una falla ha ocurrido. Su objetivo es restaurar el funcionamiento normal del equipo o sistema.

El mantenimiento preventivo reduce la frecuencia y la gravedad de las fallas, mientras que el correctivo asegura una respuesta rápida y efectiva cuando estas fallas inevitablemente ocurren.

### Inspecciones Periódicas

Las inspecciones periódicas son el primer escalón del mantenimiento preventivo. Son exámenes visuales y funcionales programados de los componentes de la instalación eléctrica.

Buscan detectar signos tempranos de desgaste, daño, sobrecalentamiento, conexiones sueltas, corrosión o cualquier otra anomalía que pueda comprometer la seguridad o el rendimiento.

Aspectos a Inspeccionar:

- **Tableros y Gabinetes:** Buscar puertas o cubiertas dañadas, oxidadas o faltantes; obstrucciones al acceso; etiquetas ilegibles o ausentes.
- **Dispositivos de Protección:** Verificar el estado de fusibles (no fundidos), interruptores automáticos (en posición correcta, sin signos de sobrecalentamiento), interruptores diferenciales (probar el botón de testeó).
- **Cableado y Canalizaciones:** Identificar aislamiento deteriorado, cables expuestos, sobrecarga visual (cables calientes al tacto), fijaciones sueltas, roedores, canalizaciones dañadas o incorrectas.
- **Conexiones y Bornes:** Buscar signos de sobrecalentamiento (decoloración, olor a quemado), suciedad, polvo, humedad.
- **Tomacorrientes e Interruptores:** Verificar su integridad física, si están rotos, flojos o si hay chispas al conectar/desconectar.
- **Equipos Eléctricos:** Revisar carcasas, cables de alimentación, ventilación, limpieza.
- **Sistemas de Puesta a Tierra:** Asegurarse de que los conductores de tierra estén conectados y que no haya corrosión visible en los puntos de unión.
- **Iluminación:** Funcionamiento correcto de luminarias, balastos y cableado asociado.

Las inspecciones pueden ser realizadas por personal de mantenimiento interno o por contratistas especializados, y deben seguir una lista de verificación predefinida para asegurar la exhaustividad. La frecuencia dependerá del tipo de instalación, su uso y el entorno operativo.

### Pruebas de Continuidad, Aislamiento, Puesta a Tierra

Las pruebas eléctricas proporcionan datos cuantitativos precisos sobre el estado de la instalación. Estas pruebas son esenciales para verificar la integridad del sistema y la efectividad de sus protecciones.

**Pruebas de Continuidad:** Sirven para verificar que los conductores, especialmente los de protección (tierra) y los de unión equipotencial, tienen una baja resistencia y están conectados correctamente en todo el sistema.

Se utiliza un óhmetro o un equipo multifunción para medir la resistencia entre el conductor de protección y todas las masas metálicas accesibles. Una alta resistencia indica una conexión deficiente que comprometería la seguridad en caso de falla.

Asegura que la corriente de falla fluirá a tierra de manera efectiva para disparar los dispositivos de protección.

**Pruebas de Resistencia de Aislamiento:** Sirven para evaluar la calidad del material aislante entre conductores y entre conductores y tierra. Un aislamiento deficiente puede provocar fugas de corriente, cortocircuitos o incendios.

Se utiliza un megóhmetro (medidor de aislamiento) que aplica una alta tensión de prueba (por ejemplo, 500 V, 1000 V o más, dependiendo de la tensión nominal del circuito) y mide la corriente de fuga resultante. La resistencia de aislamiento debe ser superior a un valor mínimo especificado por las normativas.

Previene descargas eléctricas, cortocircuitos y fallas que pueden dañar equipos o iniciar incendios. Es crucial para cables, motores, transformadores y cualquier componente con aislamiento.

**Pruebas de Resistencia de Puesta a Tierra:** Medir la resistencia del sistema de puesta a tierra al terreno. Un valor bajo es fundamental para la seguridad contra contactos indirectos y para la correcta operación de los dispositivos de protección.

Se utiliza un telurómetro que inyecta una corriente al terreno a través del electrodo de puesta a tierra y mide la caída de tensión resultante. Se utilizan electrodos auxiliares para este propósito.

Un sistema de tierra con alta resistencia no podrá desviar las corrientes de falla eficazmente, manteniendo las masas metálicas energizadas a un potencial peligroso.

Estas pruebas deben ser realizadas por personal calificado utilizando equipos calibrados y siguiendo los procedimientos normativos. La frecuencia dependerá de la instalación, pero generalmente se realizan anualmente o cada pocos años, dependiendo de la criticidad y el ambiente.

### Termografía

El análisis termográfico es una técnica de mantenimiento predictivo no invasiva que utiliza cámaras infrarrojas para detectar el calor (radiación infrarroja) emitido por los equipos eléctricos. El calor excesivo es a menudo un síntoma de un problema subyacente que no es visible a simple vista.

Busca identificar "puntos calientes" en la instalación eléctrica que pueden implicar:

- **Conexiones Sueltas o Corroídas:** Uniones defectuosas aumentan la resistencia y, por lo tanto, la temperatura.
- **Sobrecargas en Circuitos o Componentes:** Cables, interruptores o transformadores operando por encima de su capacidad nominal.
- **Contactos Defectuosos en Interruptores o Seccionadores:** Mayor resistencia al paso de la corriente.
- **Desequilibrio de Cargas:** Puede llevar al sobrecalentamiento en sistemas trifásicos.
- **Fallas en Rodamientos o Cojinetes de Motores:** Fricción excesiva genera calor.
- **Aislamiento Degradado:** El deterioro del aislamiento puede generar corrientes de fuga y calor.

Ventajas de la Termografía:

- **No Invasiva:** No requiere la interrupción del servicio eléctrico, lo que minimiza el tiempo de inactividad.
- **Detección Temprana:** Permite identificar problemas en etapas iniciales, antes de que se produzca una falla catastrófica, un incendio o una interrupción.
- **Seguridad:** Reduce la necesidad de interactuar directamente con equipos energizados para la detección de problemas.
- **Ahorro de Costos:** Permite programar reparaciones en momentos oportunos, evitando costos de emergencia y pérdidas por inactividad.

### Limpieza de Tableros y Componentes

La limpieza regular de tableros y componentes eléctricos es una tarea de mantenimiento preventivo fundamental. La acumulación de polvo, suciedad, humedad, residuos o plagas puede:

- **Reducir el Aislamiento:** El polvo mezclado con humedad puede volverse conductor, creando caminos de fuga y cortocircuitos.
- **Dificultar la Disipación del Calor:** La suciedad actúa como aislante térmico, atrapando el calor y provocando el sobrecalentamiento de los componentes.
- **Aumentar la Corrosión:** La humedad y los contaminantes pueden acelerar la corrosión de las conexiones y terminales.
- **Atraer Plagas:** Roedores o insectos pueden anidar en los tableros, masticar cables y causar cortocircuitos.

Procedimientos de Limpieza:

- **Desenergización:** Siempre que sea posible, los tableros y componentes deben desenergizarse y bloquearse (LOTO) antes de la limpieza.
- **Uso de Equipos Adecuados:** Aspiradoras industriales con filtros HEPA para polvo fino, sopladores de aire comprimido (limpio y seco), brochas no conductoras.

- **Productos de Limpieza:** Utilizar solo limpiadores dieléctricos específicos para equipos eléctricos, que no sean corrosivos ni dejen residuos conductores. Nunca usar agua u otros líquidos conductores.
- **Ventilación:** Asegurar una buena ventilación para evitar la acumulación de vapores de limpieza.

Una limpieza periódica y adecuada mejora la fiabilidad del sistema, reduce los riesgos de incendio y prolonga la vida útil de los equipos.

### **Reemplazo de Componentes Deteriorados**

Una parte crucial del mantenimiento preventivo y correctivo es el reemplazo proactivo o reactivo de componentes deteriorados. Los componentes eléctricos tienen una vida útil y están sujetos a desgaste, fatiga, estrés térmico o daño físico.

- **Cables:** Reemplazar cables con aislamiento agrietado, endurecido, derretido, corroído o con signos de sobrecarga. Los empalmes improvisados o dañados también deben ser corregidos profesionalmente.
- **Tomacorrientes y Enchufes:** Reemplazar tomas y enchufes rotos, sueltos, quemados o que no retienen correctamente las clavijas. Un mal contacto puede generar arcos y calor.
- **Interruptores (Disyuntores, Interruptores Diferenciales):** Reemplazar interruptores que se disparan frecuentemente sin causa aparente, que no se mantienen en la posición "ON", o que presentan signos de sobrecalentamiento o daño físico. Los interruptores diferenciales deben probarse regularmente con su botón de test y, si no funcionan, deben ser reemplazados.
- **Fusibles:** Reemplazar los fusibles fundidos con el tipo y amperaje correctos. Nunca intentar reparar un fusible o reemplazarlo con un conductor inadecuado.
- **Componentes Internos del Tablero:** Relés, contactores, terminales, borneras, que muestren signos de desgaste, corrosión, sobrecalentamiento o fallas intermitentes.

El reemplazo de componentes deteriorados por piezas nuevas y adecuadas asegura que el sistema eléctrico continúe operando dentro de sus parámetros de diseño y seguridad. Esta tarea debe ser realizada por personal calificado.

### **REGISTRO Y DOCUMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO**

Una sólida documentación y registro del mantenimiento no es solo una buena práctica, es un requisito normativo y una herramienta gerencial indispensable. Proporciona un historial completo de la instalación, facilita la planificación, permite la trazabilidad, mejora la toma de decisiones y es crucial en caso de una investigación de incidentes. Y delimita responsabilidades ante un siniestro.

### **Planos Actualizados de la Instalación Eléctrica**

Los planos eléctricos (diagramas unifilares, planos de distribución, diagramas de control) son el "mapa" de la instalación.

Permiten localizar rápidamente circuitos, componentes, puntos de aislamiento y trayectorias de cableado, lo cual es vital para el mantenimiento, las reparaciones y las emergencias. Son fundamentales para la planificación del LOTO, la identificación de fuentes de energía y la evaluación de riesgos.

Cualquier modificación, ampliación o reparación en la instalación debe ser reflejada de inmediato en los planos. Los cambios no documentados pueden generar riesgos graves e impedir una respuesta eficaz ante una falla. Deben estar disponibles en el sitio y ser accesibles para el personal autorizado.

### **Protocolos de Medición de Puesta a Tierra**

Los protocolos de medición de puesta a tierra son los registros de las pruebas periódicas realizadas al sistema de tierra.

Deben incluir:

- Fecha de la medición.
- Identificación del electrodo o sistema de tierra medido.
- Método de medición utilizado (ej., método de caída de potencial, pinza amperimétrica).
- Valor de la resistencia de tierra obtenido (en ohmios).

- Condiciones del terreno (humedad, temperatura, tipo de suelo) si son relevantes.
- Nombre y firma del técnico que realizó la prueba.
- Resultados de pruebas anteriores para seguimiento de tendencias.
- Evidencia del estado de calibración del telurómetro.

### **Registros de Inspecciones y Pruebas**

Todos los resultados de las inspecciones visuales y las pruebas eléctricas (continuidad, aislamiento, termografía) deben ser sistemáticamente registrados.

El contenido suele incluir (sin limitarse a):

- Fecha de la inspección/prueba.
- Identificación del equipo o circuito inspeccionado/probado.
- Resultados de la inspección (observaciones, anomalías encontradas).
- Valores de las mediciones (resistencia, corriente de fuga, temperaturas).
- Acciones correctivas recomendadas o implementadas.
- Estado del elemento (aprobado, pendiente de reparación, rechazado).
- Nombre del inspector/técnico.
- Elementos de medición empleados
- Referencia a la evidencia del estado de calibración de los elementos de medición empleados.

---

## **Primeros Auxilios en Accidentes Eléctricos**

Un accidente eléctrico, ya sea por un electrochoque, una descarga o un arco, puede causar daños severos e inmediatos al cuerpo humano, afectando el sistema nervioso, el corazón, los músculos y provocando quemaduras. La clave en la respuesta inicial es actuar con rapidez, pero siempre priorizando la seguridad.

### **PROCEDIMIENTO DE RESCATE SEGURO**

La primera y más crítica regla en cualquier accidente eléctrico es asegurar la escena. Un rescatista no puede ayudar si él mismo se convierte en una víctima.

Siempre que sea posible mientras que se asiste a el/los accidentados se debe activar el sistema de emergencias médicas.

### **Prioridad: Desconectar la Corriente**

Esta es la acción más importante y urgente. El objetivo principal es interrumpir el flujo de electricidad que está afectando a la víctima.

- **Identificar la fuente de energía:** Busca el interruptor principal, el disyuntor, el enchufe, la palanca de corte o cualquier mecanismo que controle la electricidad en la zona.
- **Actuar con rapidez:** Cada segundo que la víctima permanece en contacto con la corriente aumenta el daño.
- **Asegurar que la desconexión sea total:** Si el interruptor controla solo una parte del circuito, busca un corte más general. En sistemas industriales, el Bloqueo y Etiquetado (LOTO) debe ser aplicado si el rescatista está entrenado y dispone de los medios para hacerlo de forma segura. Sin embargo, en una emergencia inmediata, la prioridad es la desconexión rápida.
- **Si es en el exterior:** En caso de cables de alta tensión caídos, la situación es extremadamente peligrosa. Mantén una distancia segura (al menos 6 a 10 metros o más, dependiendo de la tensión) y prohíbe a otros acercarse. **No intentes desconectar estos cables ni tocar nada en las proximidades.** Llama inmediatamente a la compañía eléctrica y a los servicios de emergencia, y espera su llegada.

### **Nunca Tocar a la Víctima Directamente si Sigue en Contacto con la Energía**

Si la víctima todavía está en contacto con la fuente de energía, está energizada y tocarla te convertirá en una segunda víctima.

- **Evitar el contacto directo:** No intentes arrastrar a la víctima con tus manos desnudas. El cuerpo de la víctima, el suelo o cualquier objeto cercano a ella pueden estar energizados.
- **Advertir a otros:** Si hay testigos, adviérteles para que no se acerquen ni toquen a la víctima.
- **Riesgo de arco eléctrico:** En situaciones de alta tensión, incluso acercarse demasiado a la víctima o a los cables puede generar un arco eléctrico, poniendo en riesgo al rescatista. Mantén una distancia de seguridad hasta que la corriente esté completamente desconectada.

### Uso de Elementos Aislantes para Separar a la Víctima de la Fuente

Si no es posible desconectar la corriente de forma inmediata y segura, y solo si se está absolutamente seguro de la propia seguridad, se puede intentar separar a la víctima de la fuente de energía utilizando un **elemento no conductor y seco**.

Materiales adecuados:

- **Madera seca:** Una tabla, un palo de escoba, una rama gruesa.
- **Goma:** Una alfombra de goma, un neumático.
- **Plástico:** Un tubo de PVC, una silla de plástico.
- **Cuerda seca:** Si está completamente seca y es lo suficientemente robusta.

Forma de uso:

- Usa el objeto aislante para empujar o tirar de la víctima, o para apartar el cable de ella.
- Asegúrate de que tus manos estén protegidas (idealmente con guantes aislantes si están disponibles y son adecuados para la tensión) y de que tus pies estén sobre una superficie seca y aislante (como una alfombra de goma o un periódico grueso doblado).
- Mantente firme en tu decisión de no tocar a la víctima directamente. La prioridad es tu seguridad.

**Riesgo Remanente:** Este método siempre conlleva un riesgo para el rescatista y debe ser un último recurso solo cuando no hay otra opción de desconexión y se tiene la certeza de que el objeto es completamente aislante y seco. Es preferible esperar la llegada de los servicios de emergencia si el riesgo es alto.

### EVALUACIÓN DE LA VÍCTIMA

Una vez que la víctima ha sido separada de la fuente de energía y la escena es segura, el siguiente paso es realizar una evaluación rápida de su estado para determinar la gravedad de las lesiones y las prioridades de atención.

### Conciencia, Respiración, Pulso

Estos son los tres signos vitales básicos a evaluar inmediatamente.

Conciencia (Nivel de Respuesta):

- Habla en voz alta a la víctima: "¿Estás bien? ¿Me escuchas?".
- Observa si hay movimientos, apertura de ojos o si responde a estímulos verbales o dolorosos.
- Una persona inconsciente requiere atención médica inmediata.

Respiración:

- Ver, Escuchar, Sentir (VES): Acerca tu oído a la boca y nariz de la víctima, observa el movimiento del tórax y el abdomen, y siente el aire exhalado en tu mejilla.
- Haz esto durante 5-10 segundos.
- La respiración puede estar ausente, ser superficial o irregular.
- Si no respira o la respiración es agónica (gaspings), inicia la reanimación cardiopulmonar (RCP) inmediatamente.

Pulso (Circulación):

- Siente el pulso carotídeo (en el cuello, al lado de la tráquea) o el pulso femoral (en la ingle) durante 5-10 segundos.
- En adultos, el pulso carotídeo es el más fiable para verificar rápidamente la circulación.
- Si no hay pulso, inicia la RCP inmediatamente.

## Signos de Quemaduras (Internas y Externas)

Las quemaduras son una de las lesiones más comunes y graves en los accidentes eléctricos. La corriente eléctrica puede causar quemaduras tanto en el punto de entrada y salida de la corriente (externas) como en los tejidos internos.

### Quemaduras Externas:

- **Punto de Entrada y Salida:** Busca pequeñas áreas quemadas (a menudo redondas u ovaladas), que pueden parecer blanquecinas, carbonizadas o con ampollas. No subestimes el daño basándote solo en el tamaño de estas quemaduras; el daño interno suele ser mucho mayor.
- **Quemaduras por Arco Eléctrico (Flash):** Pueden ser extensas, afectando la piel expuesta, la cara y los ojos. Suelen ser superficiales (primer o segundo grado) pero dolorosas. La ropa puede estar quemada o carbonizada.
- **Quemaduras por Llama:** Si la ropa de la víctima se incendió, habrá quemaduras térmicas adicionales.

### Signos de Quemaduras Internas (y otros daños a Tejidos Profundos):

La corriente eléctrica viaja a través del cuerpo, calentando y dañando los tejidos internos (músculos, nervios, vasos sanguíneos, órganos).

- **Dolor Muscular:** La víctima puede quejarse de dolor intenso en los músculos.
- **Calambres o Contorsiones:** La corriente puede provocar contracciones musculares severas.
- **Deterioro del Tejido:** La destrucción de células musculares puede liberar sustancias que dañan los riñones, lo que puede manifestarse con orina oscura o disminución de la producción de orina.
- **Daño Nervioso:** Puede haber debilidad, hormigueo, entumecimiento o parálisis.
- **Daño Cardíaco:** Arritmias o paro cardíaco.
- **Fracturas:** Las contracciones musculares violentas pueden causar fracturas de huesos, o la víctima pudo haber caído.

### Acciones con las Quemaduras:

- No tocar las quemaduras con las manos desnudas.
- No aplicar pomadas, ungüentos, hielo o remedios caseros.
- Cubrir las quemaduras con apósitos limpios y secos (preferiblemente estériles) para protegerlas de infecciones. Si no hay apósitos estériles, usa un paño limpio.
- No retirar la ropa quemada que esté adherida a la piel.
- Mantener a la víctima abrigada para prevenir la hipotermia, ya que las quemaduras pueden causar una pérdida significativa de calor corporal.

## ACTIVACIÓN DEL SISTEMA DE EMERGENCIAS MÉDICAS

La activación del sistema de emergencia debe realizarse inmediatamente después del accidente y de asegurar la escena, de ser posible mientras que se activa el sistema de emergencia se debe evaluar la/s víctima/s.

### Cómo activar:

- **Llamar al número de emergencias local:** En Argentina, es generalmente el **911** (emergencias generales) o **107** (Servicio de Atención Médica de Emergencias).
- Proporcionar información clara y concisa:
  - **Ubicación exacta:** Dirección, referencias, punto de acceso.
  - **Tipo de incidente:** "Accidente eléctrico".
  - Número de víctimas.
  - **Estado de la víctima/s:** ¿Consciente? ¿Respira? ¿Tiene pulso? ¿Qué tipo de lesiones aparentes (quemaduras, traumatismos)?
  - Medidas de primeros auxilios que se están realizando: (ej., "Estamos realizando RCP").
  - **Peligros persistentes:** ¿Hay cables energizados? ¿Riesgo de explosión?
  - Tu nombre y un número de teléfono de contacto.
- No colgar hasta que el operador de emergencias te lo indique. Podría necesitar información adicional o darte instrucciones.

Preparación para la llegada de los servicios de emergencia:

- Si es posible, designa a alguien para que espere y guíe a los servicios de emergencia desde la entrada hasta el lugar del incidente.
- Asegura el acceso.
- Ten a mano cualquier información relevante sobre el historial médico de la víctima, si la conoces.

### MANIOBRAS DE PRIMEROS AUXILIOS

Una vez evaluada la víctima, se inician las maniobras de primeros auxilios según las necesidades detectadas y las capacidades disponibles dentro del personal presente.

### Reanimación Cardiopulmonar (RCP)

La **RCP** es la maniobra más crítica si la víctima no respira y no tiene pulso. Un choque eléctrico puede detener el corazón o la respiración de forma inmediata.

**Activación Previa:** Antes de iniciar la RCP, o mientras la inicias si estás solo, debes haber activado el sistema de emergencias médicas.

Secuencia C-A-B (Circulación, Vía Aérea, Respiración):

- **C** - Compresiones Torácicas:
  - Coloca a la víctima de espaldas sobre una superficie dura.
  - Coloca el talón de una mano en el centro del pecho de la víctima (en la mitad inferior del esternón), y la otra mano encima.
  - Mantén los brazos rectos y los hombros alineados sobre las manos.
  - Comprime el pecho fuertemente (al menos 5 cm, no más de 6 cm) a una velocidad de 100 a 120 compresiones por minuto.
  - Permite que el pecho se expanda completamente después de cada compresión.
  - Minimiza las interrupciones.
- **A** - Apertura de la Vía Aérea:
  - Después de 30 compresiones, inclina la cabeza de la víctima hacia atrás y levanta ligeramente el mentón para abrir la vía aérea.
- **B** - Ventilaciones de Rescate:
  - Con la vía aérea abierta, pinza la nariz de la víctima.
  - Realiza dos respiraciones boca a boca, asegurándote de que el pecho se eleve visiblemente con cada respiración. Cada ventilación debe durar aproximadamente 1 segundo.

**Ciclo de RCP:** Continúa con ciclos de 30 compresiones y 2 ventilaciones hasta que:

- Llegue el personal de emergencia calificado y tome el control.
- La víctima comience a respirar y moverse.
- Un desfibrilador externo automático (DEA) esté disponible y sea necesario.
- Estés físicamente agotado y no puedas continuar.

**DEA (Desfibrilador Externo Automático):** Si hay un DEA disponible y la víctima está inconsciente, no respira y no tiene pulso, úsalo lo antes posible. Sigue las instrucciones de voz del dispositivo. El DEA puede ser crucial para revertir una fibrilación ventricular inducida por un choque eléctrico.

### Tratamiento de Quemaduras

Una vez que la RCP ha sido iniciada (si es necesaria) y los servicios de emergencia están en camino, el manejo de las quemaduras es la siguiente prioridad.

Quemaduras por Contacto (punto de entrada/salida):

- Enfría el área si la piel no está rota y el tiempo de contacto fue corto, usando agua fría (no helada) por unos minutos. **No hacer esto si el daño es extenso o si el paciente está hipotérmico.**
- Cubre las quemaduras con apósitos estériles o paños limpios y secos.
- No aplicar cremas, ungüentos o hielo.
- No reventar ampollas.

Quemaduras por Arco Eléctrico o por Llama:

- **Detener el proceso de quemado:** Si la ropa está en llamas, hacer que la víctima ruede por el suelo o usar una manta ignífuga para apagar el fuego.
- **Enfriar** (solo si la quemadura es superficial y localizada): No enfriar quemaduras extensas por riesgo de hipotermia.
- **Cubrir:** Usar sábanas limpias o apósitos estériles grandes para cubrir las quemaduras extensas. Esto ayuda a prevenir infecciones y a mantener la temperatura corporal.
- **Mantener a la víctima abrigada:** Las quemaduras extensas pueden causar pérdida de calor.
- Monitorear signos vitales.

### **Manejo de Traumatismos Asociados (Caídas y Golpes)**

Los accidentes eléctricos a menudo van acompañados de traumatismos. La contracción muscular violenta puede causar fracturas, el electrochoque puede “patear” o proyectar a la persona impactando en paredes, maquinarias u otras obstáculos y una descarga puede provocar una caída desde altura.

- **Inmovilización:** Si sospechas una lesión en la columna vertebral (por una caída significativa o impacto), **no muevas a la víctima** a menos que sea absolutamente necesario para evitar un peligro inminente (como un incendio o un cable energizado). Mantén la cabeza, el cuello y la columna en línea recta.
- **Evaluación de Fracturas:** Busca deformidades, hinchazón, dolor intenso o incapacidad para mover una extremidad. Inmoviliza la extremidad lesionada si es posible, sin intentar realinearla.
- **Control de Hemorragias:** Si hay sangrado, aplica presión directa con un paño limpio.
- **Monitoreo Continuo:** Sigue observando el nivel de conciencia, la respiración y el pulso de la víctima mientras esperas la llegada de los servicios de emergencia.

## Marco Legal Base

Cuando se establece un Sistema de Gestión de la Higiene y Seguridad es vital identificar y listar los requisitos legales que aplican a la organización.

Si bien existen requisitos que aplican a todas las organizaciones, hay requisitos exclusivos para determinados rubros, procesos, productos o insumos.

Suele ser una buena práctica establecer un Registro de Requisitos Legales y Normativos donde se explicita:

- Alcance: Internacional, Nacional, Provincial, Municipal
- Tipo: Ley, Decreto, Resolución, Ordenanza, Disposición, etc.
- Número: Las disposiciones legales y normativas suelen tener un número para la identificación unívoca.
- Fecha de Aprobación
- Ente: Pueden variar en gran medida, desde entidades internacionales, p.e.: ISO, ONU-OIT, PEN (Poder Ejecutivo Nacional), etc.
- Descripción: Es recomendable incluir un breve resumen del requisito y sobre todo de las partes que pueden ser de interés para la organización.
- Aplica: Indicar si es informativo o aplica a la organización de forma directa.
- Cumplimiento: Indicar si la organización cumple o no con el requisito.
- Forma de Cumplimiento / Comentarios: En este campo puede indicarse de que manera o en que documentación puede encontrarse la forma en que se cumple con el requisito. Este campo es de especial utilidad al momento de afrontar inspecciones y auditorías.

A continuación un listado de los principales requisitos legales que aplican a todas las organizaciones.

---

### Ley 19.587 (1972) – Ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo

Cuando se promulgó fue una norma pionera en América Latina en establecer la prevención como eje central del sistema de protección laboral.

Como objetivo busca establecer condiciones mínimas de higiene y seguridad en los lugares de trabajo para prevenir enfermedades profesionales y accidentes laborales.

Su ámbito de Aplicación es toda actividad donde haya trabajadores bajo relación de dependencia, sin importar el tipo de actividad (industrial, comercial, rural, servicios, administración pública, etc.).

Podemos identificar los siguientes aspectos clave:

- Condiciones edilicias adecuadas.
- Ventilación, iluminación, temperatura y confort ambiental.
- Instalaciones eléctricas, maquinaria segura y señalización.
- Uso obligatorio de Elementos de Protección Personal (EPP).
- Capacitación y formación en seguridad e higiene.
- Evaluación de riesgos laborales.

---

### Ley 24.557 (1995) – Ley sobre Riesgos del Trabajo (LRT)

La LRT le da un sistema financiero y asegurador al riesgo laboral, y formaliza el rol de las ART en la prevención y gestión de siniestros.

Cómo objetivo busca establecer un sistema integral de cobertura de riesgos del trabajo a través de aseguradoras (ART), garantizando asistencia médica, rehabilitación y compensación económica.

Sus ejes principales son:

- Afiliación obligatoria del empleador a una Aseguradora de Riesgos del Trabajo. Con la salvedad de las empresas auto aseguradas.
- Prestaciones dinerarias (salario durante inactividad, indemnizaciones).
- Prestaciones médicas y rehabilitación.
- Reubicación y reinserción laboral del trabajador accidentado.
- Acciones preventivas por parte de las ART.

Esta ley se ve complementada por la Ley 26.773 (2012) que establece la mejora en indemnizaciones y acuerdos extrajudiciales. Y por la Ley 27.348 (2017) que crea el paso obligatorio por Comisiones Médicas Jurisdiccionales antes de judicializar un caso.

---

## Ley 25.212 (1999) – Pacto Federal del Trabajo

La Ley 25.212, sancionada en 1999, aprueba el Pacto Federal del Trabajo, un acuerdo entre la Nación y las provincias argentinas para coordinar acciones y políticas relacionadas con el trabajo y la seguridad social.

Los principales temas que aborda son:

- Crea el Consejo Federal del Trabajo, un organismo que reúne representantes nacionales y provinciales para discutir y consensuar políticas laborales.
- Busca garantizar condiciones dignas de trabajo en todo el país, respetando las autonomías provinciales pero asegurando principios comunes.
- Promueve la armonización de las normas laborales y mejoras en la higiene y seguridad en el trabajo.
- Fomenta la capacitación, la prevención de riesgos laborales y la protección del empleo.

La Ley 25.212 impulsa que la protección de la salud de los trabajadores sea una política pública nacional coordinada entre Nación y Provincias, haciendo que los temas de higiene y seguridad no dependan solo de la voluntad individual de cada empleador o jurisdicción.

---

## Decreto 351/79 – Reglamento de la Ley 19.587

Es una guía fundamental para técnicos, ingenieros, higienistas y profesionales del área. Sirve como herramienta normativa de fiscalización.

Cómo objetivo busca establecer la reglamentación técnica de la Ley 19.587. Detalla cómo deben aplicarse sus artículos en distintos entornos de trabajo.

Entre sus contenidos podemos destacar:

- Define límites de exposición a ruido, radiaciones, agentes químicos y biológicos.
- Establece medidas para el control de iluminación, temperatura, ventilación y condiciones ergonómicas.
- Regula instalaciones sanitarias, comedores, vestuarios y descansos.
- Incluye definiciones específicas de factores de riesgo físicos, químicos, biológicos, mecánicos y ergonómicos.

---

## Resolución SRT 295/2003 – Evaluación y Auditoría

Establece un reglamento para la realización de auditorías y evaluaciones de riesgos en empresas, por parte de las ART o la SRT.

Entre sus contenidos podemos identificar:

- Criterios para auditar sistemas de gestión de seguridad.
- Definición de indicadores de cumplimiento normativo.

- Obligación de implementar acciones correctivas si se detectan desvíos.

---

## Resolución SRT 700/2000 – Evaluación General de Riesgos

Esta Resolución promueve una prevención sistematizada y planificada, con compromiso de las ART y del empleador.

Cómo objetivo esta resolución busca regular cómo deben las ART realizar un diagnóstico integral de riesgos en cada establecimiento asegurado.

Establece una serie de pasos:

- Evaluación técnica de riesgos en el lugar de trabajo.
- Emisión de un Informe de Evaluación General de Riesgos.
- Elaboración de un Plan de Mejoras obligatorio.

Esta resolución establecía el programa de Empresas Testigo para empleadores que excedían el promedio de siniestralidad de su rubro. Esto fue derogado y reemplazado por la **Resolución 559/2009** de la SRT. Es usual encontrarse profesionales y material que aún hagan referencia a esta Resolución para referirse a las Empresas Testigo pero la normativa vigente es la Resolución 559/2009.

---

## Resolución SRT 559/2009 – Programa de Alta Siniestralidad

Actúa como una medida de intervención correctiva, especialmente en sectores o empresas de riesgo elevado. Reemplaza el programa de Empresas Testigo presente en la Resolución 700/2000.

Esta Resolución busca establecer un programa de asistencia técnica a empresas que registren índices elevados de accidentes.

Entre las principales características podemos destacar:

- Obligación de la ART de elaborar un Plan de Acción correctivo.
- Seguimiento periódico por la SRT.
- Plazos para la implementación de mejoras.

---

## Comparativa entre programa Empresas Testigo (Resolución 700/2000) y lo establecido en la Resolución 559/2009

El programa de las llamadas empresas Testigo fue reemplazado por el "Programa de Rehabilitación para Empresas con Establecimientos que Registren Alta Siniestralidad"

Este programa aplica a:

- A empresas con 50 o más trabajadores.
- Que tengan índices de siniestralidad mayores al promedio del rubro o actividad que les corresponda.

Este programa tiene las siguientes implicancias para las empresas:

- Obligación de implementar un plan de mejoras en higiene y seguridad en el trabajo.
- Este plan debe ser elaborado por la ART (Aseguradora de Riesgos del Trabajo) en conjunto con la empresa.
- La SRT controla y supervisa que se cumplan los compromisos.
- Se hacen auditorías y seguimientos periódicos.

Consecuencias previstas en la resolución:

- La empresa puede recibir sanciones o multas.
- La ART también puede ser sancionada si no colabora adecuadamente.

Una comparación entre lo planteado en ambas resoluciones sobre la temática:

Aspecto	Resolución 700/2000	Resolución 559/2009
Nombre del Programa	“Trabajo Seguro para Todos” (T.S.T.)	“Programa de Rehabilitación para Empresas con Alta Siniestralidad”
Motivación	Primera estrategia masiva para atacar la siniestralidad en empresas grandes con altos índices.	Modernización y actualización del enfoque, con más control, seguimiento y exigencias.
Objetivo de Aplicación	Empresas con 50+ trabajadores y siniestralidad >10% por encima del promedio de su sector.	Empresas con 50+ trabajadores que presenten alta siniestralidad relativa, sin un % fijo: la SRT lo define comparando con el promedio sectorial.
Intervención de la ART	Obligatoria, pero el rol era más pasivo.	La ART debe elaborar y ejecutar un plan de acción específico con la empresa.
Duración del Plan	Un año, prorrogable según resultados.	Variable, según evolución; con seguimiento periódico obligatorio por parte de la SRT.
Medición y Seguimiento	Menos detallado, sin estructura de seguimiento estandarizada.	Incluye auditorías, informes obligatorios, y sistema de monitoreo continuo.
Sanciones	No muy claras ni específicas.	Sí: se prevén sanciones a empresas y ART por incumplimiento.
Estado Actual	Derogada por la 559/2009.	Vigente

# Cambios y Versiones

Fecha	Versión	Comentarios
23/08/2025	1.2	Primera versión publicada.

# Bibliografía y fuentes de información empleadas

- Congreso de la Nación Argentina. (1972). Ley 19.587 de Higiene y Seguridad en el Trabajo. Boletín Oficial de la República Argentina.
- Congreso de la Nación Argentina. (1995). Ley 24.557 sobre Riesgos del Trabajo. Boletín Oficial de la República Argentina.
- Presidencia de la Nación Argentina. (1979). Decreto 351/79. Reglamentación de la Ley 19.587 de Higiene y Seguridad en el Trabajo. Boletín Oficial de la República Argentina.
- Superintendencia de Riesgos del Trabajo. (2003). Resolución 295/2003. Reglamento para la realización de evaluaciones de riesgo y auditorías del sistema de gestión de salud y seguridad en el trabajo. Boletín Oficial de la República Argentina.
- Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM). (2012). IRAM 11603: Iluminación de interiores: Niveles de iluminación. IRAM.
- International Organization for Standardization (ISO). (1997). ISO 2631-1: Mechanical vibration and shock – Evaluation of human exposure to whole-body vibration – Part 1: General requirements. ISO.
- Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea. (2002). Directiva 2002/44/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre las disposiciones mínimas de seguridad y de salud relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de los agentes físicos (vibraciones). Diario Oficial de las Comunidades Europeas, L 177, 13–19.
- Congreso de la Nación Argentina. (2012). Ley 26.773: Régimen de ordenamiento de la reparación de los daños derivados de los accidentes de trabajo y enfermedades profesionales. Boletín Oficial de la República Argentina.
- Congreso de la Nación Argentina. (2017). Ley 27.348: Complementaria de la Ley sobre Riesgos del Trabajo. Boletín Oficial de la República Argentina.
- International Organization for Standardization. (2018). ISO 45001:2018: Occupational health and safety management systems — Requirements with guidance for use. ISO.
- Congreso de la Nación Argentina. (1996). Decreto 658/1996: Enfermedades profesionales. Listado de agentes de riesgo. Boletín Oficial de la República Argentina.
- Congreso de la Nación Argentina. (1999). Ley 25.212: Pacto Federal del Trabajo. Boletín Oficial de la República Argentina.
- Congreso de la Nación Argentina. (1996). Decreto 1338/1996: Régimen de matriculación y habilitación de los profesionales de higiene y seguridad en el trabajo. Boletín Oficial de la República Argentina.
- Organización Mundial de la Salud. (2019). Clasificación Internacional de Enfermedades para estadísticas de mortalidad y morbilidad, 11.ª revisión (CIE-11).
- Superintendencia de Riesgos del Trabajo (SRT). (2003). Guía para la Evaluación de Riesgos Laborales. Método BS 8800. Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social.
- International Organization for Standardization. (2018). ISO 31000:2018, Risk management – Guidelines.
- National Fire Protection Association. (2022). NFPA 10: Standard for portable fire extinguishers (2022 ed.). NFPA.
- Asociación Electrotécnica Argentina. (2006). Reglamentación para la ejecución de instalaciones eléctricas en inmuebles (AEA 90364). Ciudad Autónoma de Buenos Aires