

1 Conceptos generales sobre riesgos laborales y prevención

MF0802_3 Seguridad y minimización de riesgos
en los procesos de control de organismos nocivos

1. Conceptos generales sobre riesgos laborales y prevención

1.1 Conceptos básicos en prevención de riesgos laborales y profesionales

La Prevención de Riesgos Laborales consiste en el conjunto de actividades que se realizan en la empresa con la finalidad de descubrir anticipadamente los riesgos que se producen en cualquier trabajo, con el fin de evitarlos, controlarlos o disminuirlos.

Esta anticipación permite que se puedan planificar y adoptar una serie de medidas preventivas que evitarán que se produzca un accidente laboral.

Para entender la prevención debemos conocer antes algunos conceptos fundamentales.

TRABAJO

Como trabajo entendemos, a aquella actividad social convenientemente organizada, que a través de la combinación de una serie de recursos de materias diferentes, como pueden ser principalmente, los propios trabajadores, los materiales, los productos, equipos, máquinas, energía, tecnología y organización, permite al ser humano alcanzar unos objetivos prefijados y satisfacer unas necesidades.

La realización del trabajo supone una importante modificación o transformación de la propia naturaleza, se lleva a cabo mediante el concurso de dos elementos fundamentales en este ámbito: la tecnificación y la organización del trabajo.

Por tecnificación, se entiende a aquel proceso mediante el cual, el hombre elabora y fabrica todas aquellas herramientas, máquinas y equipos materiales, dirigidos a la realización de una actividad específica, lo que le debe permitir posteriormente realizar el trabajo de una forma mucho más cómoda y rentable.

La organización del trabajo es aquel proceso mediante el cual el hombre, como animal social que es, planifica y distribuye las diferentes actividades a desarrollar, buscando generalmente obtener los mayores beneficios económicos.

La conjunción perfecta de estos elementos, unidos al progreso tecnológico y social, debería comportar una importante mejora a la calidad de vida laboral, eliminando o reduciendo muchos de los problemas o riesgos que pudieran poner en peligro la salud de los trabajadores.

Con independencia de los distintos conceptos de salud, hay que destacar que los términos de trabajo y salud están íntimamente relacionados, y ambos están condicionados por un número importante de factores como pueden ser los relacionados con determinados aspectos de tipo social, económico o cultural, entre otros.

SALUD

“La salud es un estado de bienestar físico, mental y social completo y no meramente la ausencia de daño y enfermedad”.

Es la definición que ha establecido la Organización Mundial de la Salud (O.M.S.), definición que aunque data del año 1948, sigue siendo todavía válida hoy en día.

Como hemos expuesto en el punto anterior, la salud está íntimamente relacionada con el trabajo y con la forma en que éste se lleva a cabo, por lo que resulta conveniente estudiar las condiciones relacionadas con el trabajo que van a incidir directamente sobre la salud de los trabajadores.

CONDICIONES DE TRABAJO

Vamos a definir las **Condiciones de Trabajo** como el conjunto de variables que definen la realización de una tarea concreta y el entorno en que ésta se realiza.

En el caso español tomaremos la definición legal recogida en el artículo 4 apartado 7 de la **Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales**:

“Se entenderá como condición de trabajo cualquier característica del mismo que pueda tener una influencia significativa en la generación de riesgos para la seguridad y la salud del trabajador. Quedando específicamente incluidas en esta definición:

- a) *Las características generales de los locales, instalaciones, equipos, productos y demás útiles existentes en el centro de trabajo.*
- b) *La naturaleza de los agentes físicos, químicos y biológicos presentes en el ambiente de trabajo y sus correspondientes intensidades, concentraciones o niveles de presencia.*
- c) *Los procedimientos para la utilización de los agentes citados anteriormente que influyan en la generación de los riesgos mencionados.*
- d) *Todas aquellas otras características del trabajo, incluidas las relativas a su organización y ordenación, que influyan en la magnitud de los riesgos a que esté expuesto el trabajador.”*

FACTORES DE RIESGO

La **Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales** no sólo modificó los modos de actuación en seguridad y salud en el trabajo, sino que también introdujo cambios en la terminología técnica empleada. En la Ley se definen los siguientes conceptos:

- **Peligro:** *“aquella fuente o situación con capacidad de producir daño en términos de lesiones, daños a la propiedad, daños al medio ambiente o a una combinación de ellos.”*
- **Riesgo:** *“la combinación de la frecuencia y la probabilidad y de las consecuencias que podrían derivarse de la materialización de un peligro.”*

El concepto de riesgo siempre lleva asociado tres elementos clave:

- Frecuencia, es decir, el número de veces que puede materializarse un peligro.
- Probabilidad, es decir, el grado de posibilidad de que pueda materializarse un peligro.

- Consecuencia, es decir, severidad de las repercusiones si el peligro se materializa.

Estos conceptos los desarrollaremos más adelante, puesto que son la base metodológica para realizar evaluaciones y planificaciones de Riesgos Laborales. Estos conceptos son tan importantes que están recogidos en la definición de **riesgo laboral**, que según el artículo 4, punto 2 de la Ley 31/1995 de PRL se establece que:

“Se entenderá como riesgo laboral (o riesgo derivado del trabajo) la posibilidad de que un trabajador sufra un determinado daño derivado del trabajo. Para calificar un riesgo desde el punto de vista de su gravedad se valorarán conjuntamente la probabilidad de que se produzca el daño y la severidad del mismo.”

Los factores de riesgo principales son:

- El factor humano
 - Condiciones personales del trabajador: Edad, estado de salud, nivel de formación, experiencia profesional, aspectos fisiológicos, etc.
 - Actuaciones peligrosas y prácticas inseguras: Aquellas acciones que se llevan a cabo respecto a una determinada tarea y que pueden crear situaciones de riesgo para la salud.
- El factor técnico: las condiciones de trabajo.

Otros conceptos que debemos conocer en relación a la prevención de riesgos laborales son:

ACCIDENTE DE TRABAJO

Definido en el artículo 115 del Texto Refundido de la Ley General de la Seguridad Social, de 20 de junio de 1994 como:

“Toda lesión corporal que sufre el trabajador con ocasión o por consecuencia del trabajo que ejecute por cuenta ajena.”

INCIDENTE O ACCIDENTE EN BLANCO

Es el acontecimiento o hecho no deseado en el que no se producen lesiones en el trabajador. Es un accidente que no llega a producir daño físico.

ENFERMEDAD PROFESIONAL

Definida en el artículo 116 del Texto Refundido de la Ley General de la Seguridad Social, de 20 de junio de 1994 como:

“Se entiende por enfermedad profesional aquella contraída a consecuencia del trabajo ejecutado por cuenta ajena, en las actividades que se especifiquen en el cuadro aprobado por las disposiciones de aplicación y desarrollo de esta ley, y que esta proceda por la acción de elementos o sustancias que en dicho cuadro se indiquen para cada enfermedad profesional.”

1.1.1 Criterios de prevención

El **Real Decreto 843/2011**, de 17 de junio, establece los criterios básicos sobre la organización de recursos para desarrollar la actividad sanitaria de los servicios de prevención.

Viene a dar cumplimiento a la disposición final primera del Real Decreto 337/2010, de 19 de marzo, por el que se modifican, entre otros, el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, (Reglamento de los Servicios de Prevención) que establecía que los Ministerios de Sanidad, política Social e Igualdad y Trabajo e inmigración, aprobarían conjuntamente un real decreto que contuviese el marco jurídico del Acuerdo de Criterios Básicos sobre la organización de recursos para desarrollar la actividad sanitaria de los servicios de prevención.

El objeto de este Real Decreto es establecer los requisitos técnicos y las condiciones mínimas exigidas a los servicios sanitarios de los servicios de prevención de riesgos laborales para su autorización y para el mantenimiento de los estándares de calidad en su funcionamiento.

Será de aplicación a la actividad sanitaria tanto de los servicios de prevención de riesgos laborales ajenos como de las empresas que hayan asumido dicha actividad sanitaria con recursos propios y/o mancomunados.

1.1.2 Normativas básicas

La normativa sobre Prevención de Riesgos Laborales (PRL) se basa en la **Ley 31/1995**, de 8 de noviembre.

Esta ley se estructura en siete capítulos:

- Capítulo I. Objeto, ámbito de aplicación y definiciones.
- Capítulo II. Política en materia de Prevención de Riesgos Laborales.
- Capítulo III. Derechos y obligaciones.
- Capítulo IV. Servicios de Prevención.
- Capítulo V. Consulta y participación de los trabajadores.
- Capítulo VI. Obligaciones de los fabricantes, importadores y suministradores.
- Capítulo VII. Responsabilidades y sanciones.

Esta ley obliga tanto a las empresas privadas como a las Administraciones Públicas a realizar:

- **Evaluación de riesgos**, se determinan los riesgos generales que una determinada actividad entraña para la salud de los trabajadores.
- **Eliminación de riesgos**, los riesgos generales determinados en la evaluación de riesgos se deben eliminar y en el caso de que no se pueda, se evaluarán y se aplicarán las medidas para reducir su impacto en la salud de los trabajadores.
- **Diseño de un plan de prevención**, para afrontar los riesgos que no se hayan podido eliminar. Cada empresa puede optar por contratar los servicios de prevención externamente o poner en marcha su propio servicio de prevención.

Al fin de desarrollar de una forma más detallada la ley de PRL, posteriormente se publica el **Real Decreto 39/1997**, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención. Reglamento que determina los procedimientos de evaluación de los riesgos para la salud de los trabajadores

y las modalidades de organización, funcionamiento y control de los servicios de prevención, así como las capacidades y aptitudes que deben reunir dichos servicios y los trabajadores designados para desarrollar actividades preventivas.

También se aprueba la **Ley 54/2003** de Reforma de la Ley de PRL y, además, se han publicado diversos reglamentos técnicos, destacando entre otros:

- Sobre lugares de trabajo:
 - El Real Decreto 485/1997 sobre señalización y salud en el trabajo.
 - El Real Decreto 486/1997 sobre seguridad y salud en los lugares de trabajo.

- Sobre equipos:
 - El Real Decreto 773/1997 sobre equipos de protección individual.
 - El Real Decreto 1215/1997 sobre utilización de equipos de trabajo.

- Sobre riesgos ambientales:
 - El Real Decreto 664/1997 sobre exposición a agentes biológicos.
 - El Real Decreto 374/2001 sobre exposición a agentes químicos.

- Sobre operaciones y riesgos específicos:
 - El Real Decreto 487/1997 sobre manipulación de cargas.
 - El Real Decreto 488/1997 sobre pantallas de visualización de datos.

1.1.3 Educación en prevención

Es de todos conocida la importancia de la formación a los trabajadores en la prevención de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales. Tanto es así que la Ley de Prevención de Riesgos Laborales le dedica por completo su artículo 19, en cuyo primer párrafo establece que el empresario deberá garantizar que cada trabajador reciba una formación teórica y práctica, suficiente y adecuada, en materia preventiva, tanto en el momento de su contratación, cualquiera que sea la modalidad o duración de ésta, como cuando se produzcan cambios en las funciones que desempeñe o se introduzcan nuevas tecnologías o cambios en los equipos de trabajo.

Se evidencia, por lo tanto, su contenido de deber empresarial, corroborado por Ley de Infracciones y Sanciones del Orden Social, que configura como falta grave (artículo 12.8) por incumplimiento de las obligaciones en materia de formación e información suficiente y adecuada a los trabajadores acerca de los riesgos del puesto de trabajo susceptibles de provocar daños para la seguridad y salud y sobre las medidas preventivas aplicables.

No obstante, en ocasiones se plantea la duda en torno a si la formación es también un deber para los trabajadores o únicamente un derecho que se pone a su disposición.

Para responder a dicha cuestión, debemos analizar el artículo 29 establece de la propia Ley de Prevención de Riesgos Laborales, que establece que los trabajadores deberán cooperar con el empresario para que éste pueda garantizar unas condiciones de trabajo que sean seguras y no entrañen riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores.

Entendemos que esta cooperación alcanza a la adquisición de conocimientos que permitan al empleado desarrollar sus tareas con seguridad, comportando el correlativo deber de formarse sobre los riesgos específicos de su puesto de trabajo y las medidas preventivas a adoptar en cada momento.

Por lo tanto, la formación no solo es un derecho, sino también un deber de los trabajadores, y su negativa injustificada, supondría un incumplimiento laboral, en los términos previstos en el apartado 3 del artículo 29 de la misma Ley.

Para garantizar que sus empleados reciban la oportuna formación, el empresario deberá recurrir si fuera necesario a su facultad disciplinaria, de conformidad con el artículo 58 del Estatuto de los Trabajadores y con sujeción al Convenio Colectivo que sea de aplicación.

No obstante, sí deberemos recordar que de conformidad con los apartados 2 y 3 del artículo 19 de la Ley de Prevención:

- Deberá impartirse, siempre que sea posible, dentro de la jornada de trabajo o, en su defecto, en otras horas pero con el descuento en aquélla del tiempo invertido en la misma. Es decir, el tiempo invertido en formación se considera como tiempo de trabajo.
- Su coste no recaerá en ningún caso sobre los trabajadores. No deberá suponer ningún gasto para el trabajador, ni siquiera los derivados del desplazamiento en caso de impartirse la formación fuera de las instalaciones de la empresa.

1.1.4 Conceptos de toxicidad y peligrosidad (toxicidad a corto, medio y largo plazo, la correcta señalización en la prevención de riesgos)

TOXICIDAD

El posible efecto nocivo de los contaminantes químicos sobre la salud, debido a su presencia en los ambientes laborales, debe ser considerado en el marco de la acción tóxica que en general pueden ejercer las sustancias químicas.

En términos amplios, se entiende por acción tóxica o toxicidad a la capacidad relativa de un compuesto para ocasionar daños mediante efectos biológicos adversos, una vez ha alcanzado un punto susceptible del cuerpo. Esta posible acción tóxica significa que la exposición a los contaminantes comporta un riesgo, el cual se puede definir como la probabilidad de que produzcan los efectos adversos señalados, bajo las circunstancias concretas de la exposición.

La toxicidad es pues uno de los factores que determinan el riesgo, pero éste responde además a otros varios factores, como la intensidad y la duración de la exposición, la volatilidad del compuesto y el tamaño de las partículas. El concepto de toxicidad se refiere a los efectos biológicos adversos que pueden aparecer tras la interacción de la sustancia con el cuerpo, mientras que el concepto del riesgo incluye además la probabilidad de que se produzca una interacción efectiva.

En consecuencia, la toxicidad y el riesgo se concretarán en cada circunstancia particular en función de los efectos biológicos y las propiedades fisicoquímicas del compuesto implicado, así como de las características que presente la

exposición al mismo. Estos efectos, propiedades y características constituyen por tanto unos datos cuyo conocimiento será imprescindible para poder efectuar la evaluación del riesgo y establecer una prevención del mismo.

Toxicidad a corto, medio y largo plazo

Los efectos de los agentes químicos sobre el organismo se suelen clasificar en efecto a corto y a largo plazo.

Los efectos a corto plazo se denominan “toxicidad aguda”: por ejemplo la inhalación de cloro provoca irritación respiratoria inmediata. Otros productos actúan como venenos que se propagan por todo el cuerpo a través de la sangre por ejemplo el uso de disolventes en lugares mal ventilados, puede provocar náuseas, vómitos, dolores de cabeza, vértigos, etc.

Los efectos a largo plazo son más lentos, requieren exposiciones repetidas y pueden tardar meses o años en aparecer. Es la llamada “toxicidad crónica”. Entre estos efectos, los más graves son el cáncer, las alteraciones genéticas, las reacciones alérgicas, la alteración hormonal y la toxicidad del sistema nervioso (cerebro y nervios).

Los efectos agudos y crónicos de una determinada sustancia pueden ser muy diferentes y la protección respecto a un sólo tipo de efectos no siempre implica control del riesgo de otros tipos de toxicidad.

El efecto depende, también, de la variación de la respuesta de cada individuo a los tóxicos, del género, de la edad (jóvenes, personas mayores) o del estado de salud previo a la exposición

PELIGROSIDAD

En el contexto laboral se dan situaciones de peligro en las que conviene que el trabajador reciba una determinada información relativa a la seguridad y que denominamos señalización de seguridad.

La señalización de seguridad se deberá utilizar en los siguientes casos:

- Cuando no se puede eliminar el riesgo.
- Cuando no se puede proteger mediante sistemas de protección colectiva.

- Cuando no se puede proteger al trabajador mediante Equipo de Protección Individual.
- Como complemento al resto de actuaciones preventivas.

Su empleo es complementario de las medidas de seguridad adoptadas, tales como el uso de resguardos o dispositivos de seguridad, protecciones personales, salidas de emergencia, etc., y su puesta en práctica no dispensará, en ningún caso, de la adopción de las medidas de prevención que correspondan.

Según su significado, las señales se pueden clasificar en:

- **Prohibición:** Prohíben un comportamiento que pueda producir un peligro.
- **Obligación:** Señalan la obligación de un comportamiento determinado.
- **Advertencia:** Advierten de un riesgo o peligro.
- **Salvamento:** Indicaciones relativas a salidas de socorro o primeros auxilios, o a dispositivos de salvamento.
- **Indicación:** Proporcionan informaciones distintas a las anteriormente indicadas.
- **Señal adicional o auxiliar:** Contienen exclusivamente un texto y se utilizan conjuntamente con una de las señales de seguridad mencionadas. El fondo de la señal será de color blanco y el texto negro, si bien se admite que el fondo sea del color de seguridad de la señal a la que acompaña y el texto en el color de contraste correspondiente. Las señales adicionales o auxiliares serán de forma rectangular con la misma dimensión máxima que la señal a la que acompaña y colocada debajo de ella.

Las señales de seguridad son aquellas que resultan de la combinación de una forma geométrica, un color (color de seguridad) y un símbolo o pictograma, atribuyéndoseles un significado determinado en relación con la información relativa a la seguridad que se quiere comunicar de una forma simple y rápida, y cuya comprensión ha de ser universal.

1.2 Conceptos básicos de riesgos de exposición

AGENTE QUÍMICO

Consideramos como agentes de naturaleza química, a aquellas sustancias y mezclas químicas que al entrar en contacto con un individuo pueden ser absorbidas por las diferentes vías de entrada posibles (inhalatoria, dérmica, digestiva y parenteral), de las que hablaremos más adelante. Los agentes químicos pueden encontrarse en diferentes formas en el entorno laboral, sólido, líquido, gaseoso, determinando en muchas ocasiones su estado, la vía de entrada del agente químico.

SUSTANCIA QUÍMICA

Las sustancias químicas son elementos químicos y sus compuestos naturales o los obtenidos por algún proceso industrial.

EXPOSICIÓN LABORAL

La exposición laboral a estas sustancias se define como aquella situación en la que un trabajador/a puede recibir la acción de un agente químico, así como sufrir sus efectos perjudiciales, lo que puede suponer un daño para su salud.

El concepto de exposición como magnitud, integra dos factores variables diferentes; la concentración o nivel de presencia del contaminante en el medio y el tiempo o duración de la propia exposición.

Ambos factores tienen interés propio, por lo cual se dice que la exposición es más o menos intensa según sea la magnitud de la concentración del contaminante. Las exposiciones se clasifican en agudas, subagudas y crónicas según su duración y frecuencia.

EFFECTO TÓXICO

Los agentes químicos tienen la capacidad de producir efectos biológicos adversos que pueden manifestarse una vez que éstos alcanzan un lugar del cuerpo susceptible a su acción.

La acción tóxica se producirá en algún momento durante el transcurso de la presencia del tóxico en el organismo, siguiendo las fases de exposición, absorción, distribución, biotransformación y eliminación.

DOSIS

Se define como la cantidad de contaminante absorbido o retenido en un organismo durante un intervalo específico de tiempo. Generalmente se refiere al efecto que provoca.

VALORES LÍMITE

Los valores límite permiten establecer criterios sobre los que basar las decisiones en las que se fija, para determinadas sustancias, un nivel de concentración lo suficientemente bajo como para prevenir efectos nocivos para la salud. Se pueden diferenciar valores límite ambientales y biológicos:

- Valores límite ambientales (VLA): valores límite de referencia de concentraciones de los agentes químicos en el aire y que representan condiciones en las que se cree, según los conocimientos actuales, que la mayoría de los trabajadores pueden estar expuestos día tras día, durante toda su vida laboral, sin sufrir efectos adversos para su salud. Se distinguen dos tipos de valores límite ambientales:
- Valor límite ambiental para la exposición diaria (VLA-ED): valor límite de la concentración media, medida o calculada de forma ponderada con respecto al tiempo para la jornada laboral real y referida a una jornada estándar de ocho horas diarias.
- Valor límite ambiental para exposiciones de corta duración (VLA-EC): valor límite de la concentración media, medida o calculada para cualquier período de quince minutos a lo largo de la jornada laboral, excepto para aquellos agentes químicos para los que se especifique un período de referencia inferior.
- Valor límite biológico (VLB): son los valores de referencia para los Indicadores Biológicos asociados a la exposición global a los agentes químicos. Los VLB son aplicables para exposiciones profesionales de 8 horas diarias durante 5 días a la semana. Este límite se mide en un medio biológico adecuado del propio trabajador/a expuesto (aire exhalado, orina, sangre u otros).

1.2.1. Para las personas (tipos, factores influyentes: Propiedades físico-químicas del producto químico, tiempo de exposición, condiciones climáticas durante la exposición, características de la persona, vías de absorción: ingestión, inhalación y contacto, conceptos de absorción, distribución, metabolismo y eliminación: factores físicos, químicos y biológicos que influyen.)

Para conocer el efecto que tienen los agentes químicos en las personas dentro del ámbito laboral, deberemos tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Tipos de agentes químicos
- Factores influyentes: propiedades físico-químicas del producto químico
- Tiempo de exposición
- Condiciones climáticas durante la exposición
- Características de la persona
- Vías de absorción
- Y los conceptos de: absorción, distribución, metabolismo y eliminación

Tipos de agentes químicos

EL Reglamento CPL define una nueva clasificación de sustancias y mezclas químicas que se basa en: 3 tipos de peligro, 28 clases y 79 categorías.

1. Peligros físicos (16 clases y 45 categorías):

- Explosivos (7 categorías)
- Inflamables (Gases, Aerosoles, Líquidos y Sólidos) (9 categorías)
- Comburentes (Líquidos, Sólidos y Gases) (7 categorías)
- Gases a presión (Gas comprimido, Gas licuado, Gas refrigerado, Gas disuelto) (4 categorías)

- Sustancias autorreactivas (5 categorías)
- Pirofóricos (Líquidos y Sólidos) (2 categorías)
- Sustancias que experimentan calentamiento espontáneo (2 categorías)
- Sustancias / mezclas que en contacto con el agua desprenden gases inflamables (3 categorías)
- Peróxidos orgánicos (5 categorías)
- Corrosivos para metales (1 categoría)
- Sustancias y mezclas que reaccionan espontáneamente (5 categorías)

2. Peligros para la salud (10 clases y 28 categorías)

- Toxicidad aguda (4 categorías)
- Corrosión / irritación cutánea (4 categorías)
- Lesiones oculares graves /irritación ocular (2 categorías)
- Sensibilización respiratorio /cutánea (2 categorías)
- Mutagenicidad en células germinales (3 categorías)
- Carcinogenicidad (3 categorías)
- Toxicidad para la reproducción / lactancia (3/1 categorías)
- Toxicidad sistemática específica en órganos diana (exposición única) (3 categorías)
- Toxicidad sistemática específica en órganos diana (exposiciones repetidas) (2 categorías)
- Peligro por aspiración (1 categoría)

3. Peligros para el medio ambiente (2 clases y 6 categorías)

- Peligroso para el medio ambiente acuático (5 categorías)
- Peligroso para la capa de ozono (1 categoría)

Factores influyentes: propiedades físico-químicas del producto químico

Es importante la descripción completa del aspecto físico de un producto químico. Su estado físico ayuda a determinar cuál es su comportamiento en el medio y la vía de entrada más probable en el hombre y, consecuentemente, las medidas preventivas más adecuadas tanto colectivas como individuales. El color y el olor sirven para constatar que las condiciones del producto en un momento dado son las adecuadas, es decir que éste no se ha alterado por algún tipo de reacción, normalmente por oxidación.

Estado físico

Los productos químicos se clasifican en: gas, líquido o sólido en función de sus puntos de ebullición y fusión a presión atmosférica, así:

- **GAS:** punto de ebullición en grados centígrados < 15 , y punto de fusión en grados centígrados < 15
- **GAS o LÍQUIDO:** punto de ebullición en grados centígrados entre 15 y 30, y punto de fusión en grados centígrados < 15
- **LÍQUIDO:** punto de ebullición en grados centígrados > 30 , y punto de fusión en grados centígrados < 15
- **LÍQUIDO o SÓLIDO:** punto de ebullición en grados centígrados > 30 , y punto de fusión en grados centígrados entre 15 y 30
- **SÓLIDO:** punto de ebullición en grados centígrados > 30 , y punto de fusión en grados centígrados > 30

Cada uno de estos estados engloba formas de presentación distintas. Los productos sólidos pueden encontrarse en forma de polvo, más o menos fino, granular, más o menos compacto, etc. El tamaño de partícula viene definido en la norma UNE-EN 481:1995. Los productos líquidos pueden presentar un aspecto más o menos viscoso.

Los productos en estado gaseoso son aquellos que, en condiciones normales de presión (1 atmósfera) y temperatura (21 °C), tienen comportamiento como tales. Hay que tener en cuenta que, en condiciones de aumento de presión, los productos gaseosos son licuados, siempre que estemos por debajo de la presión crítica. Pej. el butano es un gas en condiciones normales. Para su almacenamiento, sin embargo, se mantiene a una presión que corresponde a su presión de vapor a 20 °C de 2 bares dkg/cm² a temperatura ambiente. Por tanto, los gases se comercializan en forma comprimida, licuados, refrigerados o disueltos, normalmente a presión superior a la atmosférica.

El estado gaseoso, por su mayor estado energético unido a su capacidad de difusión en el aire puede presentar comportamientos especialmente peligrosos, tanto si se trata de sustancias inflamables como tóxicas. No obstante, los sólidos pulverulentos tienen un notorio riesgo de inflamabilidad, si se trata de sustancias combustibles, que se incrementa cuanto menores sean el tamaño de la partícula y la humedad y mayor el contenido en volátiles. Los gases licuados tienen una especial peligrosidad, ya que al fugarse al medio ambiente multiplican el volumen de gas generado. Por ello, una medida preventiva esencial en el caso de una fuga, sería el procurar que ésta fuera en la fase de gas en vez de ser en la fase líquida.

Estas características tienen un importante impacto en la toxicocinética del producto, es decir, en la forma (vía y tasa de entrada) en que éste ingresa en el organismo, se incorpora al torrente circulatorio, es metabolizado, se une a los depósitos corporales y es excretado, y, por tanto, en la forma de impedir que se produzcan efectos tóxicos durante un posible contacto con el mismo.

Del mismo modo, el estado físico y su presentación son claves en la evolución de la reactividad del mismo con el aire, la humedad, el agua y cualquier soporte físico o sustancia química con la que pueda interactuar.

En este sentido, el conocimiento de estas propiedades permite establecer medidas preventivas higiénicas y de seguridad adecuadas. Por ejemplo, recomendar una ventilación general en el caso de un determinado líquido muy viscoso (y poco tóxico por inhalación) y evitar esa medida en el caso de un polvo (especialmente, si el tamaño de partícula es pequeño y la toxicidad elevada).

Color y olor

El color original del producto en la forma de presentación en cuestión, indica su posible estado de conservación, así como la potencial formación de subproductos de mayor riesgo que el producto original. El calcio, por ejemplo,

es un metal cristalino blanco argénteo que vira a azul grisáceo en contacto con el aire húmedo; el cloruro de etileno es un líquido viscoso, de olor característico, vira a oscuro por exposición al aire, a la humedad y a la luz. Por otra parte, si el olor es perceptible, su breve descripción puede contribuir a la identificación del compuesto. Sin embargo, hay que tener en cuenta que un olor característico nunca debe ser utilizado como señal de alarma ante la presencia de un agente químico, puesto que la variabilidad individual del umbral olfativo es muy grande y las propiedades odoríferas de los productos químicos también. Por ejemplo, el valor de umbral olfativo expresado en ppm para algunas sustancias puede variar desde 0,0081, en el caso del ácido sulfhídrico, hasta 100.000, en el caso del monóxido de carbono. En el caso del primero, además hay que tener en cuenta que altas concentraciones pueden llegar a bloquear la sensibilidad olfativa, generando toxicidad aguda, sirviendo el mecanismo de defensa.

Parámetros

- **Acidez (pH)**

El pH es un valor numérico que representa la acidez o alcalinidad de una solución acuosa. Se define como el logaritmo del valor recíproco de la concentración de ion hidrógeno en una solución.

Los productos ácidos tienen un pH inferior a 7, los alcalinos tienen un pH superior a 7 y los neutros igual a 7.

Los productos, o su disolución en agua, cuyo pH sea extremo (< 3 o > 10) están asociados a efectos irritativos sobre tejidos humanos, básicamente piel y mucosas (inflamación cutánea importante) o corrosivos (destrucción de los tejidos en todo el espesor de la piel) y soportes materiales.

El intervalo de pH 4 a 9 se considera, en general, exento de este tipo de peligro.

El pH de un producto condiciona, por otra parte, su absorción en distintos tejidos.

Desde el punto de vista de la seguridad, es sabida la importancia de las reacciones de neutralización ante derrames de sustancias de valores extremos del pH. No obstante, ello tiene que realizarse con sustancias de carácter débil, ya que, de lo contrario, la reactividad asociada a un factor de exotermia constituiría un nuevo factor de riesgo.

- **Punto/intervalo de fusión – congelación (A1)**

La temperatura de fusión o congelación de una sustancia pura es la temperatura a la que sus cristales están en equilibrio con la fase líquida a presión atmosférica. Cuando la temperatura de equilibrio se consigue por calentamiento del sólido, se hace referencia al punto de fusión; mientras que si la temperatura de equilibrio se consigue por enfriamiento del líquido, se hace referencia al punto de congelación. Al igual que el punto de ebullición, el punto de fusión - congelación puede variar significativamente de una sustancia a otra, pudiéndose dar también un intervalo en el caso de mezclas o valores distintos para el caso de sustancias puras o de grado técnico. Son ejemplos de esta variabilidad: p-diclorobenceno (53 °C); etilendiamina (11 °C); hidracina (1,5 °C); aguarrás (-50 a -60 °C); cloruro de hidrógeno (-114 °C), mezcla de isómeros del trimetilbenceno (-25 a 45 °C), endosulfán grado técnico (70-100 °C), endosulfán puro (106 °C).

Para las sustancias que contienen agua de cristalización se suele dar el “punto de fusión aparente”. La precisión en los puntos de fusión muy inferiores a 0°C suele ser baja, pero su interés, desde el punto de vista de la seguridad química, es mínimo, por lo que estos valores a menudo se omiten.

Algunas sustancias se descomponen al alcanzar el punto de fusión o antes de alcanzarlo; en este último caso, es importante conocer cuál es esa temperatura y, en ambos, cuáles son los productos resultantes de la descomposición.

- **Punto / intervalo de ebullición (A2)**

La temperatura de ebullición de un líquido se define como la temperatura a la cual la presión de vapor del líquido iguala a la presión atmosférica. Para el agua a nivel del mar es 100°C. Este parámetro contribuye, junto con la temperatura de inflamación y el poder calorífico, al riesgo de inflamabilidad.

Igual que ocurre con el punto de fusión, algunas sustancias se descomponen al alcanzar el punto de ebullición o antes de alcanzarlo; en este último caso, es importante conocer cuál es esa temperatura y, en ambos, cuáles son los productos resultantes de la descomposición.

El punto de ebullición (PE.) puede variar significativamente de una sustancia a otra. Son ejemplos de esta variabilidad: 3,4- dicloroanilina (272 °C), dibromuro de etileno (132 °C); ciclohexano (81 °C); n-pentano (36 °C), butadieno (-4 °C); cloruro de hidrógeno (- 85 °C). Cuando se trata de productos químicos de composición variable, este parámetro se suele expresar mediante un intervalo; por ejemplo, aguarrás (150-180 °C).

- **Punto de sublimación**

Es la temperatura a la cual la sustancia pasa directamente de la fase sólida a la fase gaseosa al calentar suavemente a presión atmosférica.

Punto de inflamación o de destello (flash point) (A9) Es la temperatura mínima, a presión de una atmósfera (101,3 kPa), a la que una sustancia combustible, en contacto con el aire, desprende la cantidad suficiente de vapor para que se produzca la inflamación de la mezcla vapor - aire mediante el aporte a la misma de una energía de activación externa, ya sea de origen térmico (llama), mecánico (fricción), eléctrico (chispa) o químico (reacción exotérmica).

Al valor se suele añadir "v.a", vaso abierto o "v. c", vaso cerrado, para indicar el método de determinación del parámetro ("o.c", open cup, y "c.c", closed cup, en la nomenclatura inglesa). En bastantes documentos este parámetro aparece como "punto de ignición", como ocurre en la Norma UNE-EN 1127-1:1998.

La temperatura o punto de inflamación es un parámetro definido que tiene especial interés para líquidos inflamables. Para sólidos se puede determinar su temperatura de inflamación en estado pulverulento, mientras que en gases inflamables tal parámetro tiene un mínimo interés, ya que se trata de temperaturas por debajo de 0 °C. El punto de inflamación indica si un producto arde con facilidad o no a temperatura ambiente, al entrar en contacto con una fuente o foco de ignición.

Cuanto menor sea este valor para un líquido, mayor es el peligro de incendio. Son ejemplos de puntos de inflamación (P1) para algunas sustancias: Éter etílico (-45 °C); acrilonitrilo (-5 °C); tolueno (4 °C); estireno (31 °C); antraceno, (121 °C).

Las sustancias y preparados gaseosos que sean inflamables en contacto con el aire a temperatura y presión normales reciben también la indicación de peligro "extremadamente inflamable" (R12) y de "fácilmente inflamables"(R11), las sustancias y preparados sólidos susceptibles de inflamarse fácilmente después de un breve contacto con una fuente de ignición y que continúan ardiendo o consumiéndose después de la eliminación de dicha fuente.

Una cantidad de oxígeno en aire superior a la normal o el efecto catalítico de metales u otros contaminantes puede provocar un descenso en el punto de inflamación. Ello debe ser tenido en cuenta, especialmente al seleccionar equipo eléctrico para áreas en las que se pueden generar mezclas de aire/vapor explosivas.

- **Límites de inflamabilidad – explosividad (A10, 11, 12 y 14)**

Delimitan los porcentajes de concentración mínimos (límite inferior) y máximos (límite superior) en aire de un gas o vapor inflamable (% de volumen) entre los que la sustancia puede arder o explotar en contacto con un punto de ignición. Por debajo o por encima de estos límites no tiene lugar la ignición de la mezcla vapor - aire (oxígeno). En caso de no conocer uno de los límites de inflamabilidad, se suele indicar con un interrogante.

En todas aquellas operaciones en las que se liberen vapores inflamables de un producto deben tenerse en cuenta cuál es su límite inferior de inflamabilidad, adecuando la ventilación o la utilización de atmósferas inertes por debajo de este límite. Cuando ello no es posible, se debe recurrir a la utilización de instalaciones antideflagrantes.

- **Presión de vapor (A4)**

La presión de vapor es la presión característica a una temperatura dada de un vapor en equilibrio con sus formas líquida o sólida y aporta información sobre la facilidad que tienen las sustancias para pasar al estado de vapor a una temperatura determinada.

A mayor presión de vapor, mayor evaporación y, por consiguiente mayor riesgo de inhalación. Su relación con el riesgo de incendio y explosión ha quedado patente en los apartados anteriores.

La unidad del Sistema Internacional (SI) es el Pascal (Pa) o su múltiplo el kiloPascal (kPa).

- **Solubilidad en agua (A6)**

Facultad o tendencia de una sustancia a mezclarse uniformemente con el agua. Generalmente, se expresa en g/100ml de agua a 20 °C. Cuando la solubilidad no se conoce con exactitud, puede indicarse con anotaciones como: ninguna, poca, moderada, buena, muy buena.

Debe tenerse en cuenta que la hidrosolubilidad puede variar por la presencia de impurezas. La solubilidad en agua es determinante en la toxicidad de una sustancia, tanto por lo que afecta a la vía de entrada como a su distribución en el organismo. También es determinante en la ecotoxicidad por cuanto afecta a la gestión de derrames y residuos.

- **Densidad relativa respecto al agua (A3)**

Expresa el número de veces que un producto es más pesado que el agua. En realidad, este valor es equivalente a la densidad absoluta expresada en g/ml, ya que en estas unidades, la densidad del agua a 4 °C es 1.

Si se trata de sustancias no solubles en agua (no miscibles) indica si flotan o se hunden en ésta. Este parámetro es importante en la elección de estrategias para la extinción de incendios, ya que las sustancias que tienen un valor de densidad relativa inferior a la unidad, flotan en el agua, quedando expuestas al oxígeno del aire. En caso de incendio, el agua puede contribuir a su propagación como ocurre con muchos compuestos orgánicos volátiles.

Si su densidad relativa es superior a la unidad, el agua puede ser un buen agente extintor. La densidad relativa $D(4)_{20}$, indica la densidad absoluta del producto problema (sólido o líquido) a temperatura ambiente (20°), respecto a la densidad absoluta del agua a 4 °C.

Son ejemplos de densidades relativas respecto al agua para algunas sustancias: Mercurio (13,6); Fluoruro potásico (2,5); Cloroacetato de etilo (1,15); Dimetilformamida (0,95); Tolueno (0,9); Acrilonitrilo (0,8).

- **Coefficiente de reparto: n – octanol / agua (A8)**

Se define como la relación entre las concentraciones de una sustancia en octanol y agua, cuando la sustancia se disuelve en un sistema bifásico de octanol y agua. Por conveniencia, se utiliza el logaritmo del coeficiente de reparto octanol / agua $\log P_o/w$.

Son ejemplos de coeficientes de reparto n-octanol/agua para diferentes sustancias: bencenosulfonamida (0,31), anilina (0,90), fenol (1,46), tolueno (2,80), difenilo (3,6).

Tiempo de exposición

La regulación de los límites de exposición de los trabajadores se basa en muchos países en un conjunto de valores límite, tales como los Thres-hold Limit Values (TLV) en Estados Unidos o los límites de exposición profesional para agentes químicos en España (VLA), que publica anualmente el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Con frecuencia los valores límite se fijan tanto para exposiciones pico (VLA-EC) como para exposiciones promedio de 8 horas (VLA-ED).

La mayoría de estos valores se refieren a concentraciones en el ambiente laboral, y representan las condiciones bajo las cuales se cree, basándose en los conocimientos actuales, que casi todos los trabajadores pueden estar expuestos repetidamente día tras día sin sufrir efectos adversos para su salud.

Los valores límites han sido criticados ampliamente en muchos países, cuestionándose la validez de las bases científicas sobre las que se apoyan. Además hay que tener en cuenta las presiones de las empresas a la hora de establecer estos límites. Para muchas exposiciones de origen químico o físico en el ambiente laboral no hay datos epidemiológicos disponibles, y en muchos casos los valores límite se basan en datos toxicológicos o experimentales. Los valores límite son, en muchos casos, un mero reflejo de los niveles de exposición en el lugar de trabajo.

El Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo reconoce que no existen niveles seguros de exposición. Así, y según la guía de límites de exposición profesional para agentes químicos en España: “los límites de exposición profesional son valores de referencia y no constituyen una barrera definida de separación entre situaciones seguras y peligrosas”.

Todos estos valores tienen limitaciones e inconvenientes importantes:

- No están todas las sustancias, sólo hay límites establecidos para un pequeño grupo de sustancias, menos del 10 por ciento de las que se utilizan habitualmente.
- Los límites no garantizan la protección de todos los trabajadores y trabajadoras, no tienen en cuenta la variabilidad individual, no consideran todas las vías de exposición (sólo la respiratoria) y, muchas veces, no contemplan todos los posibles efectos.

- No hay certeza completa, la información en la que se basan no está suficientemente contrastada (de hecho, cada año hay revisiones “a la baja”). Los límites no están basados en la salud de los trabajadores, sino en costes de la industria para controlar los procesos.
- Los límites se fijan individualmente para cada sustancia, pero muchos trabajadores están habitualmente expuestos a pequeñas dosis de muchos contaminantes a la vez, lo cual puede crear situaciones de riesgo sinérgico, aunque cada uno de los contaminantes esté por debajo de su límite.
- No tienen en cuenta que diversos factores físicos pueden potenciar la toxicidad; por ejemplo, las altas temperaturas, el esfuerzo físico...

Aunque menos difundidos y utilizados, existen también los BEI ´s (Índices Biológicos de Exposición), o los Valores Límites Biológicos de exposición profesional para agentes químicos en España (VLB), que son los valores de referencia para los indicadores biológicos asociados a la exposición global a los agentes químicos, entendiendo por indicador biológico la presencia del toxico o sus metabolitos en sangre, orina, aire expirado u otros fluidos corporales.

El control biológico de la exposición laboral a compuestos químicos proporciona una evaluación del riesgo para la salud más ajustada que el control ambiental ya que refleja la dosis interna y por tanto, está más relacionado con los efectos biológicos tóxicos que una medición de la concentración ambiental.

La utilización de los BEI ´s tiene una serie de ventajas:

- Evalúa la exposición total al tóxico (integra todas las vías de entrada).
- Pone de manifiesto aspectos concretos de la exposición, como variaciones individuales en la velocidad de absorción de un compuesto químico, el efecto de la carga de trabajo del individuo expuesto o el tamaño o solubilidad de las partículas del agente contaminante.
- Permite reflejar la influencia de los hábitos higiénicos personales, tales como la limpieza de manos o comer y fumar en el puesto de trabajo.
- Se puede conocer la dosis absorbida y su correlación con los niveles de contaminación ambiental y el tiempo de exposición.

Una de las limitaciones de los BEI 's es que el número de sustancias químicas que contiene es bastante limitado; pero, a pesar de ello, es un instrumento muy importante a conocer y manejar.

Tanto los Indicadores Biológicos como los Valores Limite Biológicos son publicados anualmente por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo en el documento sobre Límites de exposición profesional para agentes químicos en España.

Vías de absorción

Las sustancias químicas presentes en el ambiente de trabajo pueden ser absorbidas por el organismo a través de cuatro vías de entrada:

Vía respiratoria:

Es la más importante, todas las sustancias que se encuentran en forma de gases, vapores, humos, polvos, fibras... pueden ser inhaladas. Dependiendo del tamaño y de la forma de sus partículas, llegarán más o menos lejos en el sistema respiratorio y podrán llegar al torrente circulatorio. La cantidad de tóxico inhalada va a depender fundamentalmente de la concentración ambiental, del tiempo de exposición y del esfuerzo físico realizado.

Vía dérmica:

La facilidad con que una sustancia se absorbe a través de la piel depende fundamentalmente de sus propiedades químicas (capacidad de disolverse en agua o en grasas) y del estado más o menos estropeado de la propia piel. Depende también de los hábitos higiénicos de los trabajadores (trapo lleno de aceite o disolvente en los talleres, metido en el pantalón, que poco a poco se va impregnando y atravesando la piel).

Hay que evitar dañar la piel con disolventes orgánicos que eliminan la capa sebácea natural que sirve de barrera contra sustancias corrosivas e irritantes.

Reseñar la importancia de esta vía de penetración de tóxicos en el organismo. A igual cantidad de contaminante, el recorrido que hace por el cuerpo, si ha penetrado por vía cutánea, es sustancialmente mayor que si lo ha hecho por cualquier otra vía.

Vía digestiva:

Ligada fundamentalmente a hábitos o prácticas incorrectas, tales como comer, beber y fumar en el puesto de trabajo.

Vía parenteral:

Debe tenerse en cuenta cuando existen heridas en la piel o en aquellos casos en los que es posible la inoculación directa del tóxico; por ejemplo, la utilización de agujas hipodérmicas en laboratorios.

Tras su absorción por cualquiera de estas vías, el tóxico, se distribuye en el organismo según sus afinidades y provoca lesiones en los órganos diana. Así, los productos químicos se localizan preferentemente en ciertos tejidos; por ejemplo, los pesticidas organoclorados muy liposolubles se concentran en el tejido adiposo; el plomo y la tetraciclina, en los huesos, y el cadmio en los hematíes.

Conceptos de absorción, distribución, metabolismo y eliminación

Cuando el organismo entra en contacto con los agentes químicos tienen lugar una serie de procesos, que de forma resumida son:

- **Absorción:** es el proceso de transferencia del compuesto químico desde la puerta de entrada a la sangre, y de aquí a los tejidos. Las vías de exposición principales son la pulmonar, por inhalación; la cutánea, por contacto con la piel, y la oral, por ingestión.
- **Distribución:** es el movimiento de los químicos dentro del organismo desde el lugar de absorción hasta los diferentes tejidos. Esta distribución se realiza a través de la sangre. Hay sustancias que se pueden almacenar de manera preferente en ciertos tejidos que no serán su lugar principal de acción tóxica.
- **Acumulación:** Los tóxicos distribuidos por la sangre se pueden acumular en los órganos con los que tengan más afinidad, con frecuencia los que son ricos en lípidos (grasas). Las consecuencias pueden ser un efecto local nocivo y/o una liberación prolongada que hace que perduren los efectos del tóxico en el tiempo.

- **Metabolismo o metabolización:** son las transformaciones del compuesto dentro del organismo antes de ser eliminado. Muchos de los compuestos químicos han de ser transformados (metabolizados) primero por una o varias reacciones a productos más solubles para facilitar así su eliminación por el organismo. Pero en ocasiones la biotransformación puede generar la formación de un derivado o metabolito más tóxico que el original; por ejemplo, el n-hexano da lugar a la 2,5 hexanidiona, que es un neurotóxico.
- **Eliminación:** la vía de eliminación de los tóxicos más importante es la orina seguida de la bilis. También se pueden eliminar por el aire espirado, el sudor, las uñas, la saliva, la secreción gastrointestinal, las lágrimas y el semen. Es importante tener en cuenta que algunos tóxicos se excretan por la leche materna, pudiendo producirse una posible transferencia al recién nacido.

1.2.2 Para el medio ambiente (tipos: residualidad, fitotoxicidad, resistencia en los organismos, desequilibrios ecológicos, acumulación de residuos en suelos y aguas, otros)

El problema de la contaminación por plaguicidas es cada vez más grave tanto por la cantidad y diversidad como por la resistencia a ellos que adquieren algunas especies, lo que ocasiona que se requiera cada vez mayor cantidad del plaguicida para obtener el efecto deseado en las plagas. Sin embargo, la flora y fauna oriundas es afectada cada vez más destruyendo la diversidad natural de las regiones en que se usan. Además pueden penetrar en el hombre a través de plantas y animales que consume como alimento. El hombre ha utilizado sustancias o compuestos para controlar plagas desde hace muchos años, pero en los últimos tiempos han alcanzado un alto grado de eficiencia, la mayoría de ellos como fruto de una síntesis química. Con la demanda creciente de alimentos para atender a una población humana que se multiplica rápidamente, los plaguicidas han reportado beneficios innegables.

La salud también ha sido beneficiada por ellos. Con el gran desarrollo de la tecnología de síntesis, éstos pueden usarse prácticamente en cualquier sitio, por cualquier persona y a precios no muy altos. Si acaban con las plagas es porque son sustancias tóxicas, y su uso excesivo e inapropiado puede causar contaminación, tanto del ambiente como de los mismos alimentos y, en algunos casos, daños en la salud de los agricultores o de otras personas. El

plaguicida ideal debería tener lo que se llama “acción restringida”, es decir ser un producto que matara al organismo que forma la plaga sin dañar a las otras especies. También debería ser de rápida descomposición, química o biológica, de forma que, cuanto antes, originara compuestos no peligrosos del tipo de agua, dióxido de carbono y oxígeno. Para terminar, tendría que permanecer en el sitio en el que se aplica, sin desplazarse a otros lugares. Un efecto adverso adicional proviene de los envases y contenedores vacíos, cuya eliminación se realiza frecuentemente por incineración a cielo abierto sin tener en cuenta que algunos productos al ser expuestos al calor desprenden dioxinas cuya toxicidad es ampliamente mayor que el agrotóxico original.

En resumen los efectos adversos que producen los plaguicidas en el medio ambiente serían:

- Matan muchos más organismos de otras especies que de aquéllas que se quiere combatir.
- Después de varias aplicaciones van seleccionando a la población nociva, dejando sólo a los más fuertes y resistentes, por lo que después de un tiempo parecen ineficaces, pues la población a la que se quiere atacar ya no es sensible a dicho plaguicida.
- Al disminuir la eficacia de un plaguicida, hay la tendencia usarlo en mayores cantidades con lo cual aumentan sus efectos contaminantes.
- Los “enemigos” naturales de las plagas siempre se encuentran en menor número que ellas, y al ser atacados por los plaguicidas, tienden a desaparecer rápidamente, desequilibrando los ecosistemas.
- Los plaguicidas más eficientes son generalmente muy estables, es decir, no se degradan en el medio de manera fácil ni rápida. Así, permanecen en el ambiente largos períodos de tiempo y sus efectos son también de largo plazo.
- No pueden ser metabolizados y, por el contrario, al ser solubles en grasas, se almacenan en el tejido adiposo de muchos otros organismos produciendo lo que se conoce como “ampliación biológica” o “bioacumulación”:
 - En las aves se han encontrado hasta 25 ppm de insecticida
 - En los grandes peces: 2 ppm

- En los peces pequeños: 0,5 ppm - En el agua: 0,003 ppm
- En el zooplancton: 0,04 ppm

a) Fitotoxicidad

El continuo uso de productos fitosanitarios para combatir las cada vez más numerosas plagas que atacan a los cultivos, pone continuamente en riesgo a la agricultura. Un mal uso de estos productos puede provocar problemas como la fitotoxicidad (daño en el cultivo causado por una incorrecta aplicación de un producto fitosanitario) y la resistencia (selección de individuos menos susceptibles al efecto de los plaguicidas). Para disminuir el riesgo de fitotoxicidad así como para reducir la aparición de resistencias, se deben seguir una serie de recomendaciones:

Reducción del riesgo de fitotoxicidad:

- Utilizar en todo momento el producto autorizado para el cultivo sobre el que se aplique (obtener información de la etiqueta).
- No mezclar productos incompatibles al preparar el caldo de tratamiento
- Tratar únicamente cuando las condiciones meteorológicas (temperatura, viento, humedad relativa) sean adecuadas
- Lavar adecuadamente el equipo una vez realizado el tratamiento, de modo que no queden residuos
- Mantener al cultivo en unas condiciones adecuadas en cuanto al riego y la fertilización
- Intentar ajustar al máximo las dosis empleadas

b) Resistencia en los organismos

La llamada resistencia se produce porque entre los muchos individuos que componen la población de una plaga algunos poseen genes que hacen que el pesticida no sea tóxico para ellos y estos individuos aguantan la acción del pesticida sin morir. Son precisamente estos que no han muerto los que tienen descendencia y forman las nuevas poblaciones de la plaga que heredan el gen de resistencia y la acción del pesticida contra ellas será mucho menor.

Como en los insectos y, en general en los organismos de las plagas, las generaciones se suceden unas a otras con rapidez y el tamaño de las poblaciones es muy grande, la resistencia genética se extiende en unos pocos años.

El Real Decreto 1311/2012 de 14 de septiembre, trasposición de la Directiva 2009/128/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, establece el marco de actuación para conseguir un uso sostenible de los productos fitosanitarios. El objetivo es el uso responsable de los fitosanitarios que reduzca los riesgos y los efectos en la salud humana y el medio ambiente, y el fomento de la gestión integrada de plagas. Ésta se orienta claramente a la obtención de cultivos sanos con bajo impacto en los agroecosistemas y en el impulso de los métodos biológicos de control de plagas. En los principios generales de la gestión integrada de plagas (GIP) que se establecen en el anexo I, se especifica, en dos de los ocho puntos, que los usuarios deberán utilizar los productos fitosanitarios de manera que “no incrementen el riesgo de desarrollo de resistencias en las poblaciones de organismos nocivos” y que “deberán aplicarse las estrategias disponibles contra la resistencia, con el fin de mantener la eficacia de los productos”.

Para conseguir una reducción de la aparición de la resistencia es conveniente reducir el número de tratamientos químicos, efectuando sólo los imprescindibles, es decir, cuando la población de patógeno sea lo suficientemente alta como para causar importantes pérdidas económicas (umbral económico de daños), y además el estado del patógeno sea el más sensible al producto.

c) Desequilibrios ecológicos

Otro de los problemas asociados al uso de pesticidas es que estos matan no solo a la plaga, sino también a otros insectos beneficiosos como abejas o mariquitas. De esta forma pueden hacer desaparecer a los enemigos naturales de la plaga o provocar que estos se trasladen a otros lugares porque ya no encuentran alimento en ese campo y, después de un breve periodo, la población de la plaga rebrota y además en mayor cantidad que antes al no tener enemigos naturales.

Así, por ejemplo, en una investigación en la que se usó el insecticida dieldrin para matar a los escarabajos japoneses, los científicos encontraron que este insecticida provocaba además la muerte de un gran número de organismos como pájaros, conejos, ardillas, gatos e insectos beneficiosos. Desde entonces el uso de dieldrin ha sido suprimido en algunos países

Estas alteraciones en el ecosistema han provocado, en algunas ocasiones, que organismos que hasta ese momento no eran plagas, al desaparecer otras especies que mantenían controlado su número, se hayan convertido en nuevas plagas.

Así, por ejemplo, cuando se usó DDT para controlar unos insectos que destruían los limoneros, como consecuencia indirecta se originó una plaga nueva con un insecto chupador que ataca a las plantas y que no era problemático antes del tratamiento con DDT.

d) Acumulación de residuos en suelos y aguas

La contaminación del suelo consiste en la acumulación de sustancias a unos niveles tales que repercuten negativamente en el comportamiento de los suelos.

Las sustancias, a esos niveles de concentración, se vuelven tóxicas para los organismos del suelo.

Se habla de contaminación del suelo cuando a este se introducen sustancias o elementos de tipo sólido, líquido o gaseoso que ocasionan que se afecte la biota edáfica, las plantas, la vida animal y la salud humana.

El suelo generalmente se contamina cuando se rompen tanques de almacenamiento subterráneo, aplicación de pesticidas, filtraciones del alcantarillado y pozos ciegos, o acumulación directa de productos industriales o radioactivos, la cual produce que los suelos se hagan infértiles.

Un suelo se puede degradar al acumularse en él sustancias a unos niveles tales que repercuten negativamente en el comportamiento de los suelos.

Los productos químicos más comunes incluyen derivados del petróleo, solventes, pesticidas y otros metales pesados. Este fenómeno está estrechamente relacionado con el grado de industrialización e intensidad del uso de productos químicos.

En lo concerniente a la contaminación de suelos su riesgo es primariamente de salud, de forma directa y al entrar en contacto con fuentes de agua potable. La delimitación de las zonas contaminadas y la resultante limpieza de esta son tareas que consumen mucho tiempo y dinero, requiriendo extensas habilidades de geología, hidrografía, química y modelos a computadora. Las principales causas son: plásticos, materia orgánica, solventes, plaguicidas (insecticidas, herbicidas, fungicidas) o sustancias radioactivas que contaminan el suelo natural o artificial.

En cuanto a las aguas, un riesgo derivado de la utilización de productos fitosanitarios es la contaminación de las aguas tanto superficiales como subterráneas. La contaminación de ríos, arroyos y sobre todo acuíferos con productos fitosanitarios ha sido y es actualmente una afección muy común. Normalmente se ocasiona como consecuencia de vertidos directos accidentales, operaciones de limpieza de los equipos de aplicación, deriva ocasionada por el viento durante las aplicaciones o arrastre de tierra agrícola donde se han aplicado productos fitosanitarios.

El desconocimiento sobre los efectos del uso incontrolado de productos fitosanitarios se ha ido reduciendo con los años. La legislación en esta materia se ha ido haciendo más restrictiva, potenciando de esta manera un uso más racional y respetuoso con el medio ambiente.

Como conclusión, diremos que los insecticidas pueden mantenerse 10 años o más en los suelos y no se descomponen. Se ha demostrado que los insecticidas organoclorados, como es el caso del DDT, se introducen en las cadenas alimenticias y se concentran en el tejido graso de los animales. Cuanto más alto se encuentre en la cadena, es decir, más lejos de los vegetales, más concentrados estará el insecticida. Aparte de los anteriores efectos comentados de forma general, hay otros efectos inducidos por un suelo contaminado:

- Degradación paisajística: la presencia de vertidos y acumulación de residuos en lugares no acondicionados, generan una pérdida de calidad del paisaje, a la que se añadiría en los casos más graves el deterioro de la vegetación, el abandono de la actividad agropecuaria y la desaparición de la fauna. Pérdida de valor del suelo: económicamente, y sin considerar los costes de la recuperación de un suelo, la presencia de contaminantes en un área supone la desvalorización de la misma, derivada de las restricciones de usos que se impongan a este suelo, y por tanto, una pérdida económica para sus propietarios.
- Alteración de los ciclos biogeoquímicos.