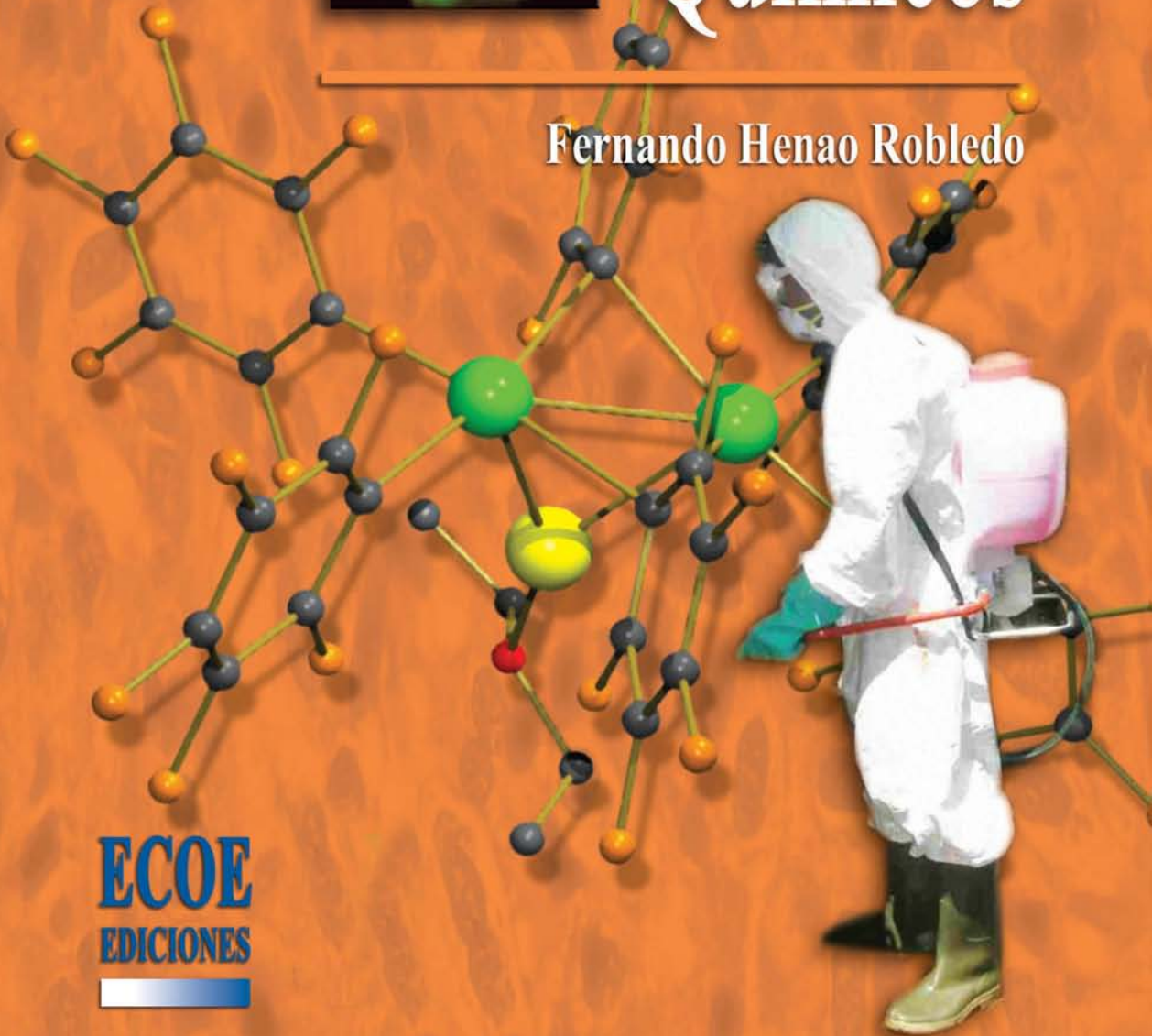




# Riesgos Químicos

Fernando Henao Robledo



**ECOE**  
EDICIONES







# Riesgos Químicos

---

Fernando Henao Robledo

Henao Robledo, Fernando

Riesgos químicos /Fernando Henao Robledo. -- Bogotá  
Ecoe Ediciones, 2008.

214 p. ; 24 cm.

ISBN 978-958-648-523-4

1. Contaminantes químicos - Clasificación 2. Accidentes  
químicos - Clasificación 3. Contaminación química - Prevención 4.  
Riesgos profesionales I.Tít.

363.738 cd 21 ed.

A1148774

CEP-Banco de la República-Biblioteca Luis Ángel Arango

Colección: Ingeniería

Área: Salud ocupacional

Primera edición: Bogotá, D.C., septiembre de 2007

Reimpresión: Bogotá, D.C., enero de 2009

Reimpresion: Bogotá, D.C., junio de 2010

Reimpresion: Bogotá, D.C., 2011

ISBN: 978-958-648-523-4

© Fernando Henao Robledo

E-mail: [fernandohenaoster@gmail.com](mailto:fernandohenaoster@gmail.com)

© Ecoe Ediciones Ltda.

E-mail: [correo@ecoeediciones.com](mailto:correo@ecoeediciones.com)

[www.ecoeediciones.com](http://www.ecoeediciones.com)

Coordinación editorial: Alexander Acosta

Autoedición: Yolanda Madero T.

Carátula: Patricia Díaz

Impresión: Xpress Estudio gráfico digital

Av de las Americas No. 39-53, Tel. 6020808

*Impreso y hecho en Colombia*

*A mis hijos Paula Andrea y Juan Felipe*





## Tabla de contenido

Introducción .....	1
Definición de factor de riesgo químico .....	2
Criterios de peligrosidad de las sustancias químicas .....	2
Vías de ingreso de los contaminantes químicos al organismo .....	8
Contaminantes del aire .....	10
Clasificación del factor de riesgo químico .....	11
Clasificación según su estado físico .....	11
Clasificación según su composición química .....	14
Tipos de efectos tóxicos provocados por sustancias químicas industriales	15
Irritantes .....	16
Asfixiantes .....	20
Anestésicos y narcóticos .....	22
Tóxicos .....	22
Tóxicos sistémicos .....	22
Cancerígenos .....	23
Polvos productores de neumoconiosis .....	30
Teratógenos y mutágenos .....	31
Corrosivos .....	33
Sensibilizantes .....	33
Sensibilizantes respiratorios .....	34
Sensibilizantes dérmicos .....	39
Características de la sensibilización .....	42
Intoxicación .....	44
Alergenos .....	45
Polvos molestos .....	45
Partículas no clasificadas como tóxicas sistémicas .....	45
Defensas naturales .....	47
Material particulado .....	48
Factores críticos de exposición .....	51

---

Tipo de polvo .....	52
Duración de la exposición .....	52
Concentración .....	53
Tamaño de las partículas .....	53
Solubilidad .....	55
Composición .....	55
Polvos inorgánicos fibrógenos .....	56
Clasificación de los polvos silíceos .....	56
Acción biológica de los polvos que afectan el aparato respiratorio .....	59
Silicosis .....	62
Asbestosis .....	67
Polvos no fibrógenos .....	77
Polvos inorgánicos .....	77
Neumoconiosis de los trabajadores del carbón .....	78
Antracosis .....	79
Siderosis .....	80
Baritosis .....	81
Enfermedad de Schaver .....	81
Beriliosis .....	82
Solventes .....	83
Solventes industriales .....	84
Clasificaciones de los solventes .....	85
Sistemas acuosos .....	86
Solventes orgánicos .....	86
¿Cómo los disolventes afectan la salud? .....	87
Hidrocarburos alicíclicos .....	91
Hidrocarburos aromáticos .....	93
Hidrocarburos halogenados .....	95
Alcoholes .....	97
Medidas de prevención y control con los solventes .....	109
Gases y vapores .....	125
Gases corrosivos y altamente irritantes .....	134
Gases y vapores anestésicos .....	135
Plaguicidas .....	136
Introducción .....	136
Definición .....	137
Uso de los plaguicidas .....	138
Clases de plaguicidas .....	139

---

Características de los plaguicidas más comunes .....	139
Clasificación de los plaguicidas según su efecto y composición .....	142
Piretrinas y piretroides .....	144
Órganos o sistemas que pueden afectar por el manejo inadecuado de los plaguicidas .....	144
Otros riesgos .....	145
Cáncer .....	148
Riesgos de los plaguicidas .....	148
Formulación de los plaguicidas .....	149
Formulaciones sólidas (o secas) .....	151
Formulaciones líquidas .....	153
Microencapsulados .....	154
Otras .....	155
Formas de aplicación de los plaguicidas .....	155
Conceptos básicos de toxicología de los plaguicidas .....	156
Vías de intoxicación .....	156
Efectos sobre la salud .....	158
Efectos en el medio ambiente .....	159
Cómo se determina la toxicidad de un plaguicida .....	162
Identificación de los plaguicidas de cada categoría .....	164
Equipos de protección personal .....	165
Ropa de protección .....	165
Etiqueta de los plaguicidas .....	169
Riesgos para la salud .....	175
Riesgos por inflamabilidad .....	177
Riesgo por reactividad .....	178
Riesgo especial .....	180
Límites máximos permisibles .....	181
TLV-STEL (límite máximo permisible de corta duración) .....	183
Grado de riesgo .....	185
Almacenamiento de productos químicos .....	186
Combinación de frases R .....	194
Sugerencias de seguridad .....	196
Sustancias explosivas .....	197
Sustancias oxidantes .....	197
Sustancias inflamables .....	198
Sustancias tóxicas .....	199
Sustancias corrosivas .....	199

Manipulación de productos de aseo .....	200
Legislación .....	202
Técnicas de muestreo .....	202
Bibliografía .....	203

## INTRODUCCIÓN

Durante el desarrollo de los procesos productivos se presentan múltiples elementos que tienen la potencialidad de afectar al trabajador a través de los accidentes de trabajo o mediante las enfermedades profesionales, causando pérdidas tanto para el propio lesionado, como para el industrial, la sociedad y la familia, haciéndose necesario implementar programas de prevención y control de los riesgos generadores de dichos acontecimientos.

Entre los contaminantes más frecuentes se encuentran los químicos que se generan en distintos procesos industriales. La prevención y el control hacia el uso y manejo adecuado de cada una de estas sustancias es de obligatoriedad para patronos y trabajadores.

La reglamentación nacional exige que los fabricantes, expendedores y usuarios de productos químicos y otros similares protejan la salud de los trabajadores dentro del ambiente laboral.

La aplicación práctica del conocimiento de las sustancias químicas constituye una tarea fundamental de la higiene ocupacional. El control de la exposición se logra por:

- a. La toma de conciencia del peligro potencial.
- b. La evaluación de la exposición.
- c. La eliminación o reducción de la fuente de exposición.
- d. La protección del personal expuesto mediante una vigilancia médica, el uso de ropa protectora y el tratamiento médico para la sobreexposición.

Uno de los principales objetivos de la higiene ocupacional es el de prevenir los efectos adversos para la salud ocasionados por los factores ambientales. Para lograrlo es necesario reconocer el factor de riesgo, valorarlo y llevar a la práctica las medidas correctivas necesarias.

Además de lo anterior es necesario tener conocimiento de las propiedades químicas y físicas y de los efectos fisiológicos de dichos factores así como también de los principios básicos de los procedimientos de Ingeniería de control.

En la actualidad los agentes químicos son muy variados y han adquirido gran peligrosidad debido a combinaciones de sustancias inorgánicas con sustancias orgánicas. Los procesos productivos demandan volúmenes importantes de dichas sustancias y el control de los peligros que representan ha significado un esfuerzo importante en los programas de Salud Ocupacional.

### **DEFINICIÓN DE FACTOR DE RIESGO QUÍMICO**

Toda sustancia orgánica e inorgánica, natural o sintética que durante la fabricación, manejo, transporte, almacenamiento o uso, puede incorporarse al aire ambiente en forma de polvos, humos, gases o vapores, con efectos irritantes, corrosivos, asfixiantes o tóxicos y en cantidades que tengan probabilidades de lesionar la salud de las personas que entran en contacto con ellas.

### **CRITERIOS DE PELIGROSIDAD DE LAS SUSTANCIAS QUÍMICAS**

Dichos criterios son muy variados, pero se pueden considerar los siguientes:

**EXPLOSIVIDAD:** Es la capacidad de una sustancia de expandir sus moléculas en forma brusca y destructiva. Ejemplo: acetileno y sus derivados, peróxidos orgánicos, compuestos nitrosos, etc.

Una sustancia o residuo tiene esta característica cuando:

- 1) Es capaz de detonar o reaccionar explosivamente si es sometido a una acción iniciadora fuerte o si es calentado en condición confinada, es decir en condición de volumen constante.
- 2) Presenta facilidad de detonar, de descomponerse o de reaccionar explosivamente en condiciones normales de temperatura y presión.
- 3) Es explosivo, entendiéndose por tal, si es susceptible de producir en forma súbita una reacción exotérmica con generación de grandes cantidades de gases.

**INFLAMABILIDAD:** Es la capacidad de una sustancia para producir combustión de sí misma con desprendimiento de calor.

Con esta característica se identifican a aquellas sustancias o residuos que presenten riesgo de ignición, siendo inflamable bajo las condiciones normales de almacenamiento, transporte, manipulación y disposición, o bien sean capaces de agravar severamente una combustión una vez iniciada, o sean capaces de originar tóxicos y crear corrientes convectivas que pueden transportar tóxicos a áreas circundantes. Una sustancia o residuo exhibe la característica de inflamabilidad, si una muestra representativa del mismo, cumple alguna de las siguientes condiciones:

- 1) Es un líquido inflamable
- 2) Es un sólido inflamable.
- 3) Es un material que presenta inflamabilidad espontánea y un sólido que en contacto con agua o humedad despiden gases inflamables.
- 4) Es un gas inflamable.

**TOXICIDAD:** Es la capacidad de una sustancia para producir daños a la salud de las personas que están en contacto con ella.

Esta característica identifica a aquellas sustancias o residuos o sus productos metabólicos que poseen la capacidad de a determinadas dosis, y luego de haber estado en contacto con la piel o las mucosas o de haber penetrado en el organismo por cualquier vía, provocar por acción química o químico-físico un daño en la salud, funcional u orgánica, reversible o irreversible.

Se debe diferenciar entre:

- Toxicidad aguda: el efecto se manifiesta luego de una única administración.
- Toxicidad subaguda o subcrónica: el efecto se manifiesta luego de la administración o contacto con el material durante un período limitado (ejemplo 1 a 3 meses).
- Toxicidad crónica: El efecto tóxico se manifiesta luego de una administración o contacto durante períodos mucho más prolongados.

Las determinaciones de toxicidad se pueden subdividir en dos grandes categorías:

- a) Toxicidad Humana:

- Toxicidad oral.
- Toxicidad por inhalación.
- Toxicidad por penetración dérmica.
- Toxicidad por irritación dérmica.

b) Ecotoxicidad:

- Ambiente acuático.
- Ambiente terrestre.

Con el fin de cuantificar resultados de toxicidad, se emplea el índice DL 50 (Dosis letal 50 o dosis letal media).

En experimentos con animales, la DL 50 indica la dosis para la cual el 50% de la población de animales bajo experimento, mueren por efecto de la sustancia administrada.

CL 50: indica concentración letal media, es decir la concentración en el ambiente que mata al 50% de los animales en experimentación, en un tiempo definido.

Una sustancia o residuo presenta esta característica si:

- a) Se ha determinado que es letal para el ser humano en bajas dosis, o bien en ausencia de datos sobre toxicidad humana en estudio con animales se ha determinado que presenta:
- DL 50 (absorción oral en ratas) < 50 mg/ kg de peso del cuerpo.
  - DL 50 (penetración dérmica en ratas o conejos) < 200 mg/Kg de peso del cuerpo.
  - CL 50 (absorbido por inhalación en ratas) < 2 mg/l de aire del ambiente.
- b) Si es capaz de otra manera de causar o contribuir significativamente a un aumento de enfermedades graves irreversibles o enfermedades incapacitantes reversibles.

*Teratogenicidad:*

Esta característica identifica a aquellas sustancias o residuos que por su composición producen efectos sobre el feto, pudiendo provocar la muerte del embrión, u ocasionar deformaciones, o conducir a una disminución del desarrollo intelectual o corporal.



*Carcinogenicidad:*

Con esta característica se identifica: a aquellas sustancias o residuos capaces de originar cáncer.

*Mutagenicidad:*

Esta característica de riesgo, identifica a aquellas sustancias o residuos que por su composición provocan mutaciones en el material genético de las células somáticas o de las células germinales. Las mutaciones en las células corporales pueden ser causantes de cáncer mientras que las mutaciones en las células germinales (embrionarias y esperma) se pueden transmitir hereditariamente.

**REACTIVIDAD:** Capacidad de una sustancia para combinarse con otra y producir un compuesto de alto riesgo, ya sea inflamable, explosivo, tóxico o corrosivo.

Esta característica identifica sustancias que debido a su extrema inestabilidad y tendencia a reaccionar violentamente o explotar, y plantean un problema para todas las etapas de su manejo.

Se considera que una sustancia o residuo presenta características reactivas si cumple con alguna de las siguientes condiciones:

- 1) Es normalmente inestable y sufre cambios fácilmente sin detonación.
- 2) Reacciona violentamente con el agua.
- 3) Forma mezclas potencialmente explosivas con agua.
- 4) Cuando se mezcla con agua genera gases tóxicos, vapores o humos en cantidad suficiente como para presentar un peligro para la salud o el ambiente.
- 5) Es un portador de cianuros o sulfuros y puede generar gases, vapores o emanaciones tóxicas en cantidad suficiente como para representar un peligro para la salud o el ambiente.

**CORROSIVIDAD:** Sustancias con propiedades ácidas o alcalinas. Por ejemplo ácido clorhídrico, hidróxido de sodio, etc.

Con base en esta característica se identifica a aquellas sustancias o residuos que presentan un riesgo para la salud y el medio ambiente debido a:

- En caso de ser depositados directamente en un relleno de seguridad y al

- entrar en contacto con otros residuos, pueden movilizar metales tóxicos.
- Requieren un equipamiento especial (recipientes, contenedores, dispositivos de conducción) para su manejo, almacenamiento y transporte, lo cual exige el empleo de materiales resistentes seleccionados.
  - Pueden destruir tejido vivo en caso de contacto inadvertido.

Se considera entonces, que un material o un residuo presentan la característica de corrosividad, si cumple con alguna de las siguientes condiciones:

- Es un residuo acuoso y tiene  $\text{pH} < 2$  o  $\text{pH} > 12.5$
- Es un líquido y corroe el acero SAE 1020 en una proporción superior a 6.35 mm por año a una temperatura de  $55^\circ \text{C}$ , de acuerdo al método identificado en NACE (National Association Engineers).

**LIXIVIABILIDAD:** Un residuo exhibe la característica de lixiviabilidad si posee la capacidad de movilizar sustancias tóxicas al medio. Esta característica se mide por un procedimiento de extracción o ensayo de lixiviabilidad. Si el extracto de una muestra representativa del residuo contiene alguno de los contaminantes de las tablas que siguen a continuación, en concentraciones superiores a las indicadas, posee tal característica.

Este método también puede ser usado para simular el proceso de lixiviación que puede sufrir un residuo el depositarse en un relleno sanitario.

## A- CONTAMINANTES INORGÁNICOS EN LIXIVIADO

CONTAMINANTE	Nº cas	LÍMITE MÁXIMO (mg/l)
ARSÉNICO	7440-38-2	10
BARIO	7440-39-3	100
CADMIO	7440-43-9	0.5
CROMO	7440-47-3	5
PLOMO	7439-92-1	5
MERCURIO	7439-97-6	0.1
PLATA	7440-22-4	5
SELENIO	7782-49-2	1

El número registrado CAS es una identificación numérica única para compuestos químicos, *polímeros*, secuencias biológicas, preparados y *aleaciones*. Referenciado también como CAS RNs (en inglés *CAS registry number*). *Chemical Abstracts Service* (CAS), es una división de la *Sociedad Química Americana*, asigna estos identificadores a cada compuesto químico que ha sido descrito en la literatura. CAS también mantiene una base de datos de los compuestos químicos, conocida como *registro CAS*. Algo más de 23 millones de compuestos están numerados y catalogados, con alrededor de 4.000 nuevos cada día. La intención es realizar una búsqueda en la base de datos unificada, dado que a menudo se asignan distintos nombres para el mismo compuesto. Casi todas las moléculas actuales permiten una búsqueda por el número CAS.

## B- CONTAMINANTES ORGÁNICOS EN LIXIVIADOS

PARÁMETRO	Nº CAS	LÍMITE MÁXIMO (mg/L)
BENCENO	71-43-2	0.5
TETRACLORURO DE CARBONO	56-23-5	0.5
CLORDANO	57-74-9	0.03
CLOROBENCENO	108-90-7	100
CLOROFORMO	67-66-3	6
o- CRESOL	95-48-7	200
m- CRESOL	108-39-4	200
p- CRESOL	106-44-5	200
CRESOL TOTAL		200
2,4-D	94-75-7	10
1,4 DICLOROBENCENO	106-46-7	7.5
1,2 DICLOROETANO	107-06-2	0.5
1,1 DICLOROETILENO	75-35-4	0.7
2,4 DINITROTOLUENO	121-14-2	0.13
ENDRÍN	72-20-8	0.02
HEPTACLORO (Y SU EPÓXIDO)	46-44-8 (1024-57-3)	0.008
HEXACLOROBENCENO	118-74-1	0.1
HEXACLOROBUTADIENO	87-68-3	0.5
HEXACLOROETANO	67-72-1	3
LINDANO	58-89-9	0.4
METOXICLOR	72-43-5	10
METIL ETIL CETONA	78-93-3	200
NITROBENCENO	98-95-3	2
PENTAFLOROFENOL	87-86-5	100
PIRIDINA	110-86-1	5
TETRAFLOROETILENO	127-18-4	0.7
TOXAFENO	8001-35-2	0.5
TRICLOROETILENO	79-01-6	0.5
2,4,5-TRICLOROFENOL	95-95-4	400
2,4,6-TRICLOROFENOL	88-06-2	2
2,4,5 -TP (SILVEX)	93-72-1	1
CLORURO E VINILO	75-01-4	0.2
POLINUCLEARES AROMÁTICOS		0.02

## VÍAS DE INGRESO DE LOS CONTAMINANTES QUÍMICOS AL ORGANISMO

Para que un agente nocivo ejerza su efecto tóxico debe ponerse en contacto con una célula del organismo, por lo cual la entrada a dicho organismo debe realizarse mediante una de las principales vías.

Las principales vías por las cuales un contaminante químico o biológico puede penetrar en el organismo son: respiratoria, dérmica, digestiva, absorción mucosa, parenteral.

Para los contaminantes físicos, no existen vías de entrada específicas, debido a que sus efectos son consecuencias de cambios energéticos que afectan a órganos muy concretos.

**Vía respiratoria:** se entiende como tal todo el sistema respiratorio. Es la vía de entrada más importante para la mayoría de los contaminantes.

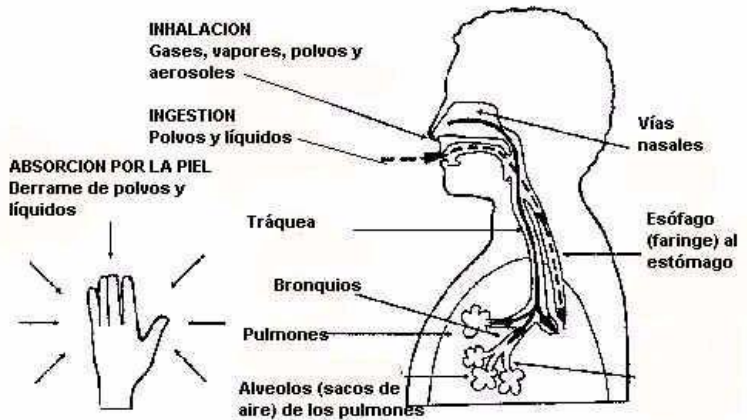
Los compuestos químicos en forma de gases, líquido, nieblas, polvos, humos y vapores pueden causar problemas por inhalación (respiración), por absorción (mediante contacto con la piel) o por ingestión (a través de comidas y bebidas). Es importante estudiar todas las áreas de penetración cuando se realiza una evaluación del ambiente de trabajo.

El control de los agentes químicos contaminantes del aire, en relación con la protección de la salud en el trabajo, requiere el conocimiento de la forma de contacto de dichos agentes con el organismo, su modo de acción y la forma en que son o pueden ser eliminados.

Para comprender los procesos de absorción por el aparato respiratorio es necesario conocer los mecanismos de la respiración y la circulación y su papel en el ingreso y eliminación de los agentes contaminantes. Deben estudiarse las características físicas y químicas de estos agentes, su acción específica sobre el organismo y los diferentes tipos y grados de la respuesta biológica.

**Vía dérmica:** comprende toda la superficie epidérmica que envuelve el cuerpo humano. Los contaminantes pueden entrar en el organismo a través de esta vía, bien directamente o vehiculizada por otras sustancias. El contacto con la piel es el que afecta al mayor número de personas en el trabajo.

**Vías de penetración de los productos químicos en el organismo humano.**



**Órganos y tejidos que pueden resultar afectados por determinados productos químicos industriales tóxicos**

