

# Teoría general de la evaluación de riesgos

Emilio Castejón, Fernando G. Benavides, Salvador Moncada

---

## RESUMEN

La expresión «evaluación del riesgo» se ha hecho habitual desde que, en 1989, la directiva 89/391 la convirtió en una de las principales obligaciones de los empresarios en relación con la seguridad y salud de sus trabajadores. A consecuencia de ello han proliferado las propuestas de metodologías para la evaluación de riesgos, efectuadas por instituciones y empresas especializadas en consultoría sobre seguridad y salud.

En general, sin embargo, dichas metodologías se centran en la «evaluación del riesgo de accidente», es decir, en la producción de lesiones, ignorando los daños que revisten la forma de enfermedad o bien dando a ambos supuestos un tratamiento tan diferenciado que cabría lógicamente inferir que la naturaleza esencial de ambos fenómenos (lesiones y enfermedades de origen profesional) es radicalmente distinta.

Una formulación teórica rigurosa de los procesos de producción de daños a la salud en el trabajo permite poner de manifiesto que lesiones y enfermedades no son más que manifestaciones del mismo proceso, el contacto entre la persona y uno o más de los factores de riesgo presentes en la situación de trabajo, y que la única diferencia importante entre ellos es que en el primer caso la aparición del daño-lesión es tan rápida que cuando el factor de riesgo determinante ha entrado en contacto con el trabajador no cabe ya la posibilidad de adoptar medidas preventivas ni protectoras adicionales. En el segundo caso, en cambio, el daño-enfermedad se instaura lentamente y por tanto es posible actuar para limitarlo o incluso prevenirlo si se llevan a cabo acciones adecuadas.

Esta diferencia temporal implica que la sociedad adopte estrategias preventivas distintas (es más «tolerante» con la enfermedad, que se puede «evitar», que con el accidente, cuyos efectos pueden ser «inevitables») y ello conduce a prácticas de evaluación distintas en la forma pero idénticas en su fondo.

## PALABRAS CLAVE

Accidente de trabajo, enfermedad profesional, evaluación de riesgos.

---

## GENERAL THEORY OF RISK ASSESSMENT

### ABSTRACT

Since 1989, «risk assessment» has become a common expression. The Directive 89/391 has made risk assessment one of the main employers' obligations of the occupational safety and health tasks. As consequence, many risk assessment methodologies have recently been released by institutions and specialized companies.

Generally, these methodologies deal solely with «accident risk assessment» and forget risk assessment for diseases or, in some cases, give to this problem a quite different treatment than that proposed for accidents, suggesting that the very deep natures of both phenomena are quite different.

However, injuries and diseases are different health outcomes from the same process: workers are in contact with one or several risk factors. The only important difference between them is that accidents happen so quickly after the contact, and diseases occur a period later after the contact. Therefore, some form of secondary prevention is possible in relation with diseases, while it is not possible for accidents.

Such timing difference makes the society to adopt different preventive strategies (more «tolerance» is allowed to occupational diseases, that can be «avoided», than to accidents, whose effects can be «unavoidable») and it leads to assessment practices formally different but with identical roots.

### KEY WORDS

Risk assessment, occupational accident, occupational diseases.

---

### Correspondencia:

Emilio Castejón  
Centro Nacional de Condiciones del Trabajo (INSHT)  
Dulcet, 2-10  
08034 Barcelona

Aceptado para publicación el 15 de junio de 1998.

---

## INTRODUCCIÓN

Desde que en 1989 la directiva 89/391 (directiva marco) introdujo por primera vez en un texto legal la expresión «evaluación del riesgo» y consagró ésta como una obligación de los empresarios sin haberla previamente

definido con el rigor necesario, las discusiones sobre lo que es y lo que no es la evaluación de riesgos han ocupado largas horas de empresarios, sindicalistas y técnicos. Fruto de estas discusiones han sido un gran número de publicaciones que en muchos casos han sugerido metodologías prácticas pero que, a falta de un soporte teórico serio, no han podido ir más allá de la pura recomendación<sup>1</sup>.

Por otra parte, la mayoría de estas metodologías se limita a sugerir sistemas de evaluar el riesgo de accidente, pero en general ignora la evaluación de aquellos riesgos que no son de accidente o, cuando la considera, recurre a formulaciones radicalmente distintas de las empleadas en el caso de los accidentes<sup>2,3</sup>.

En el presente trabajo pretendemos demostrar que una aproximación teórica general al problema de los daños a la salud producidos por el trabajo permite deducir metodologías equivalentes para evaluar los riesgos tanto en el caso de que los daños ocasionados sean lesiones como si se trata de enfermedades.

Pero antes de discutir los principios teóricos de la evaluación de riesgos laborales parece conveniente diferenciar claramente entre la investigación, por primera vez, de un riesgo laboral y su gestión una vez que ya conocemos que una determinada condición de trabajo es un factor de riesgo para la salud del trabajador.

Como observamos de manera simplificada en la figura 1, la investigación trata de descubrir en qué circunstancia una o un conjunto de condiciones de trabajo (estructurales, operacionales, organizacionales, etc.) produce —con una determinada probabilidad— un efecto negativo sobre la salud del trabajador, sea éste una enfermedad o una lesión. La gestión pretende, a partir del conocimiento acumulado en el proceso anterior, identificar y medir la magnitud de los factores de riesgo presentes en la empresa una vez conocemos con detalle

las condiciones de trabajo en aquella, así como la frecuencia y gravedad de los efectos sobre la salud.

En este sentido, al referirnos aquí a la evaluación del riesgo lo entendemos como un proceso de gestión de los factores de riesgo que sabemos que pueden existir en el seno de una empresa determinada. Ello significa que el prevencionista debe conocer la bibliografía disponible y revisarla periódicamente. Todo ello no impide que, dado que el conocimiento científico es por definición provisional, la evaluación de riesgo en una empresa permita identificar por primera vez algún factor de riesgo laboral nuevo, hasta entonces desconocido y que ello suponga el inicio de un proceso de investigación hasta su verificación. Pero entendemos que éste no es el objetivo principal de los profesionales de los Servicios de Prevención, sino de los centros de investigación.

Por otra parte, debe señalarse que la evaluación de riesgos puede (y, en la medida de lo posible, debe) ser abordada desde una doble perspectiva, ambas complementarias. La primera de ellas consistirá en, una vez identificada la presencia del factor de riesgo en la empresa, medir su magnitud (intensidad), así como el número de trabajadores que están expuestos al mismo (prevalencia).

Desde la segunda perspectiva, que complementa a la anterior, la evaluación de riesgos consistirá en medir la frecuencia del efecto o efectos asociados a ese factor de riesgo o, más frecuentemente, a un conjunto de factores de riesgo.

## PRINCIPIOS TEÓRICOS

Llamaremos «situación de trabajo» a todo entorno físico delimitado (aunque no necesariamente conexo) en el que

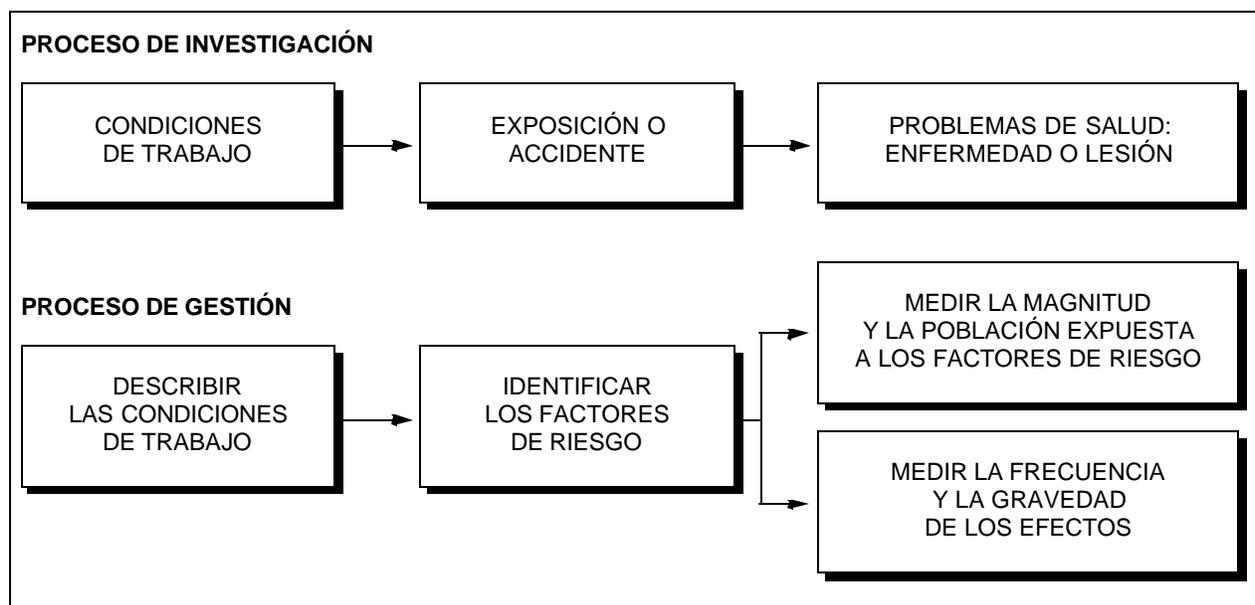


Fig. 1. Procesos de investigación y gestión de los riesgos laborales.

en algún momento se encuentran personas que están trabajando. Así, serían «situaciones de trabajo» una empresa (con uno o más centros de trabajo), un centro de trabajo y cualquier parte del mismo en la que pudiera haber personas trabajando.

La experiencia enseña que en toda situación de trabajo S es posible identificar un conjunto A de variables propias de la situación de trabajo cuyo valor influye en la aparición de problemas de salud:

$$A = \{F_1, F_2, \dots, F_n\}$$

Dichas variables  $F_k$  reciben el nombre de factores de riesgo. Los factores de riesgo pueden ser de carácter material (objetos, sustancias, energías...) o de carácter inmaterial, como los referentes a la organización del trabajo y de la empresa en general. Los factores de riesgo pueden ser externos a las personas que se encuentran en la situación S o, por el contrario, ser de carácter personal (conocimientos, experiencias, actitudes...).

La experiencia enseña también que dentro del conjunto A existen subconjuntos  $a_1, \dots, a_k$  (en general no disjuntos) a cada uno de los cuales es posible asociar la aparición de uno o más problemas de salud en algunas de las N personas que se encuentran en la situación S.

En muchos casos el tipo de problemas de salud asociados a un subconjunto  $a_i$  dado está determinado por uno sólo de los factores de riesgo de  $a_i$ . Así, si un conjunto  $a_i$  de factores de riesgo lo constituye el trabajo con benceno, las condiciones de ventilación, el ritmo de trabajo y el empleo de guantes inadecuados, el posible problema de salud viene determinado por la presencia en el ambiente de benceno (factor de riesgo determinante), actuando los restantes factores de riesgo sólo como modificadores de la gravedad del problema de salud, pero no del tipo del mismo.

Si como hipótesis simplificatoria admitimos que a cada subconjunto  $a_i$  le corresponde un solo problema de salud, sea éste  $P_i$ ; la gravedad de cada problema de salud  $P_i$  puede evaluarse a nivel individual a partir de la probabilidad de que se produzca la muerte o una determinada disminución de la capacidad funcional asociada a  $P_i$ . Aunque en la práctica la gravedad de un problema de salud  $P_i$  suele considerarse una variable discreta, en teoría se trata de una variable continua que llamaremos  $e_i$ .

Sea un subconjunto  $a_i$  de A del que sabemos que tiene asociado un problema de salud  $P_i$  de gravedad  $e_i$ ; llamaremos  $n_i$  al número de personas de entre las N que es razonablemente previsible que puedan verse afectadas por los factores de riesgo de  $a_i$  (expuestos). La gravedad del problema de salud  $P_i$  mostrará valores distintos para cada uno de los  $n_i$  sujetos expuestos, siendo estas diferencias causadas por las distintas magnitudes de los factores de riesgo para cada uno de dichos sujetos. Sea  $e_{ij}$  el valor de  $e_i$  para el sujeto j a causa de la actuación, durante un tiempo t cualquiera, de los factores de riesgo que pertenecen al subconjunto  $a_i$ .

La experiencia enseña que  $e_{ij}$  es una variable

aleatoria, lo que implica que en distintos períodos de duración t encontraremos diferentes valores de  $e_{ij}$ . Sea  $em_{ij}$  el valor medio de  $e_{ij}$  para el sujeto j en los distintos períodos de duración t.

En la tabla 1 se muestra un ejemplo numérico de lo anterior. Cada uno de los  $n_i$  sujetos expuestos experimentará, en cada uno de los posibles períodos de duración t un cierto valor de la gravedad de  $P_i$ ; así, el sujeto 1 experimentará una gravedad de magnitud 2 en el período 1 ( $e_{11} = 1$  en dicho período); de magnitud 4 en el período 2 ( $e_{12} = 2$  en dicho período) y de magnitud 0 en el período 3 ( $e_{13} = 0$  en dicho período). Dicho «nivel de gravedad» puede ser debido a la ocurrencia de ningún, uno o varios eventos no deseados y representa la «suma» de las gravedades individuales inducidas por cada uno de los eventos respectivos.

El valor de  $em_{ij}$  es el promedio de los distintos valores de  $e_{ij}$  en las líneas horizontales; así, para el sujeto 1, y suponiendo que nos limitamos a los períodos 1, 2 y 3 el valor de  $em_{1j}$  sería:

$$em_{1j} = (2 + 4 + 0)/3 = 2$$

Para el conjunto de n individuos implicados en la situación S podemos definir un «indicador»  $I_g$  de la gravedad colectiva del problema de salud asociado al subcon-

**Tabla 1.** Ejemplo de una distribución hipotética de los valores de la gravedad  $e_{ij}$  para los  $n_i$  individuos expuestos y distintos períodos de tiempo

		Períodos de duración t				$em_{ij}$
		1	2	3	...	
INDIVIDUOS	1	2	4	0	...	2
	2	1	0	1	...	
	3	0	2	0	...	
	4	0	2	3	...	
	5	1	2	0	...	
	6	0	0	1	...	
	...	...	...	...	...	
	$n_i$	2	1	0		

junto  $a_i$ , como el promedio de los valores individuales de  $e_{ij}$ :

$$I_{g_i} = (\sum e_{ij})/n_i \quad (1)$$

El indicador  $I_{g_i}$  es una medida de la gravedad del problema de salud que, en promedio, el subconjunto  $a_i$  provocará en el colectivo de trabajadores de S en distintos períodos de duración  $t$  y por ello puede considerarse un indicador de la «relevancia sanitaria» de  $a_i$ .

De lo anterior se deduce que si «evaluar riesgos» es (como dice el Reglamento de los Servicios de Prevención) «un proceso dirigido a estimar la magnitud de aquellos riesgos que no hayan podido evitarse» a fin de que «el empresario esté en condiciones de tomar una decisión apropiada sobre la necesidad de adoptar medidas preventivas», el valor de  $I_{g_i}$  puede ser un estimador razonablemente adecuado de dicha magnitud.

## LOS FACTORES DE RIESGO Y SUS FORMAS DE ACTUACIÓN

Para que un subconjunto  $a_i$  pueda dar lugar a un problema de salud  $P_i$  en el sujeto  $j$  es condición necesaria que dicho sujeto esté efectivamente expuesto a los factores de riesgo de  $a_i$ . En el caso de factores de riesgo de carácter material dicha exposición implica un contacto físico entre el factor de riesgo y el sujeto, contacto que no puede obviamente producirse en el caso de factores de riesgo inmateriales.

Para que la exposición a los factores de riesgo produzca un problema de salud detectable es necesario que desde el comienzo de aquella transcurra un tiempo que llamamos *período de latencia*.

Cuando el período de latencia es tan breve que mientras dura la exposición no es posible adoptar medidas preventivas o de protección se dice que la exposición ha dado lugar a un *accidente*.

Cuando, por el contrario, el período de latencia es tal que mientras dura la actuación de los factores de riesgo es posible adoptar medidas de prevención o protección es común referirse a dichas situaciones llamándolas simplemente (quizá de forma un tanto impropia) *exposiciones*. Así, se habla de exposición al amianto, al ruido o a un ritmo de trabajo muy intenso. Las exposiciones siempre provocan enfermedades.

La forma más típica de accidente es la que conlleva un aporte energético superior a lo que el organismo humano es capaz de resistir sin lesionarse. Existen sin embargo abundantes excepciones a esta regla, en forma de accidentes que no implican un intercambio energético significativo.

Así, las asfixias por falta de oxígeno típicas de los espacios confinados, las intoxicaciones agudas por inhalación de sustancias químicas en concentraciones elevadas o un ataque de asma de una persona previamente sensibilizada son accidentes (la actuación es muy rápida) en los que el aporte energético es irrelevante.

Aunque normalmente los accidentes (caídas, golpes, sobreesfuerzos, contactos eléctricos...) producen sus efectos dañinos de manera inmediata y en forma de lesiones, esta regla no es universal. Así, un pinchazo con una aguja contaminada con sangre infectada con el virus de la hepatitis o la inhalación ocasional de aire contaminado con una sustancia cancerígena son técnicamente accidentes (se producen de forma muy rápida) pero los efectos no se ponen de manifiesto hasta transcurrido un tiempo que puede ser muy largo y en forma de una enfermedad.

Un caso particular de exposición es el que se produce cuando todos los factores de riesgo de  $a_i$  son de carácter no material (factores psicosociales). Los factores psicosociales en el trabajo afectan a las personas a través de procesos psicológicos complejos e influyen sobre su salud por medio de mecanismos emocionales (sentimientos de ansiedad, depresión, alienación, apatía, etc.), cognitivos (restricción de la percepción, de la capacidad para la concentración, la creatividad o la toma de decisiones, etc.) y fisiológicos (reacciones neuroendocrinas) estrechamente relacionados, que tendrían sus bases en la interacción entre las oportunidades y demandas ambientales y las necesidades, capacidades y expectativas individuales. Bajo ciertas circunstancias de intensidad, frecuencia y duración, y ante la presencia o ausencia de otras interacciones, estos mecanismos pueden ser precursores de enfermedad.

Estas enfermedades o efectos de los factores psicosociales sobre la salud son de carácter no específico, es decir, en nada se diferencian de los mismos efectos de etiologías diferentes, fenómeno que no es, por cierto, patrimonio de los trastornos de salud relacionados con los factores psicosociales, sino que se observa cada vez más para el conjunto de la patología relacionada con el trabajo.

Lo que diferencia de forma importante la evaluación de los riesgos cuando nos referimos a los factores psicosociales es la dificultad de la medida de factores complejos y frecuentemente intangibles. En este sentido existen en la actualidad pocos modelos teóricos contrastados y pocos instrumentos de medida validados en comparación con otras disciplinas dentro del ámbito de la seguridad y la salud en el trabajo y, por ello, no incluiremos este tipo de factores en nuestro análisis.

Dadas las diferencias intrínsecas existentes entre accidentes y exposiciones es aconsejable aplicar separadamente los principios generales que acabamos de ver a la evaluación de riesgos en uno y otro caso.

## EVALUACIÓN DEL RIESGO DE ACCIDENTE

Sea un subconjunto  $a_i$  al cual está asociada la producción de accidentes, en cuyo caso el problema de salud  $P_i$  serán las lesiones producidas por dichos accidentes de trabajo. Supongamos que disponemos de información suficiente para predecir que en distintos períodos de duración  $t$  el sujeto  $j$  se verá afectado *en promedio* por  $f_{ij}$  accidentes. Cada uno de ellos producirá unas lesiones de gravedad (daño)  $d_{ij}$  que la experiencia enseña que es una variable

aleatoria; supongamos que en promedio cada uno de esos accidentes produzca al sujeto  $j$  un daño  $dm_{ij}$ .

El conjunto de los  $f_{ij}$  accidentes (sufridos en promedio por el sujeto  $j$  durante los distintos períodos de duración  $t$ ) le producirá un daño cuyo promedio para los distintos períodos  $t$  valdrá:

$$E_{ij} = f_{ij} \times dm_{ij}$$

Para el conjunto de los  $n$  individuos el valor medio del daño producido en los distintos períodos de duración  $t$  valdrá, volviendo a la notación utilizada en la expresión (1):

$$Ig_i = (\sum E_{ij})/n_i = (\sum f_{ij} \times dm_{ij})/n_i$$

Si se admite que  $f_{ij}$  y  $dm_{ij}$  son idénticos para todos los individuos y sus valores respectivos son  $f_i$  y  $dmi$  se tiene:

$$Ig_i = f_i \times dmi \quad (2)$$

Expresión que es equivalente a la empleada por Fine<sup>4</sup> y otros muchos<sup>5,7</sup> para calcular el «nivel de riesgo» (risk score, en la terminología de Fine). En otras palabras, la magnitud que calculan Fine y su legión de seguidores cuando «evalúan el riesgo» no es otra que  $Ig_i$  o, en algunos casos,  $Ig_i$  multiplicada por  $n_i$ .

Como ya hemos dicho, el hecho de que los subconjuntos  $a_i$  susceptibles de producir accidentes actúen de forma súbita no permite adoptar medidas correctoras mientras están actuando; por otra parte, la experiencia demuestra que la desviación estándar de  $d_{ij}$  es elevada, lo cual quiere decir que, aún siendo su valor medio relativamente pequeño, existe una probabilidad apreciable de que se den valores elevados de  $d_{ij}$  (daño individual).

El conjunto de estas dos circunstancias hace que los legisladores establezcan normas que fuerzan que el daño medio por persona  $Ig_i$  sea muy bajo, a fin de minimizar la probabilidad de que se den valores altos del daño individual  $d_{ij}$ . Ejemplo: como al caerse por una escalera es factible aunque no muy probable lesionarse gravemente (en cuyo caso  $e_{ij}$  sería elevado), se minimiza la probabilidad de que ello ocurra forzando que el daño medio sea muy bajo a base de obligar a poner barandillas incluso en escaleras por las que no pasa nunca nadie, en vez de ponerlas en función del número y de la destreza de los usuarios, como en general sugeriría un análisis estrictamente monetario del problema.

## LA EVALUACIÓN DE RIESGOS EN EL CASO DE EXPOSICIONES

Supongamos ahora que el conjunto  $a_i$  es tal que el problema de salud  $P_i$  asociado al mismo se manifiesta en forma de enfermedades. Puesto que los subconjuntos  $a_i$  susceptibles de producir enfermedades actúan invariablemente de una forma lenta y por tanto es posible adoptar medidas paliativas cuando  $a_i$  ya ha empezado a actuar, la sociedad suele limitar el valor de  $Ig_i$  adoptando normas basadas en una estrategia distinta.

En primer lugar, se admite que no hay problema de salud si  $e_{ij} < e_o$ , donde  $e_o$  es un valor fijado en base a las características propias del problema de salud  $P_i$ ; en cambio,

se dice que el individuo está «enfermo» si  $e_{ij} > e_o$ . (El valor de  $e_o$  no es fijo e inmutable, sino que depende del conocimiento científico y de la valoración social del daño asociado a él).

En términos matemáticos ello equivale a efectuar un cambio de variable, sustituyendo  $e_{ij}$  por una variable  $c_{ij}$  que llamaremos «daño convencional», definida del siguiente modo:

$$c_{ij} = 0 \quad \text{si } e_{ij} < e_o$$

$$c_{ij} = 1 \quad \text{si } e_{ij} > e_o$$

Al ser  $c_{ij}$  una variable aleatoria discontinua, su valor medio (equivalente al valor  $em_{ij}$  que hemos definido en el apartado de principios teóricos) vale:

$$cm_{ij} = \sum p(c_{ij}) c_{ij}$$

donde el sumatorio se refiere a los distintos valores posibles de  $c_{ij}$  y  $p(c_{ij})$  a sus respectivos valores de probabilidad. Puesto que en nuestro caso  $c_{ij}$  sólo puede valer 0 y 1, tenemos:

$$cm_{ij} = p(0) \times 0 + p(1) \times 1 = p(1)$$

Que nos indica que el valor de  $cm_{ij}$  es justamente la probabilidad de «enfermar» que, expresado en porcentaje, suele llamarse la «respuesta» de una población expuesta.

Igual que antes, puede ser de interés definir para el conjunto de  $n$  individuos implicados un indicador de la gravedad colectiva del problema de salud como el promedio de los valores  $cm_{ij}$ ; empleando de nuevo la notación de la expresión (1) tendremos:

$$Ig_i = (\sum cm_{ij})/n_i = p^1$$

expresión que es formalmente igual a la (2) anterior salvo en que ha «desaparecido» el daño medio  $em_{ij}$  como consecuencia de que  $c_{ij}$  ha dejado de ser una variable continua para convertirse en discontinua y con 0 y 1 como únicos valores posibles.

A efectos prácticos, pues, la «evaluación de riesgos» (es decir, el cálculo de  $Ig_i$ ) puede reducirse a calcular  $p(1)$ ; dado que no hemos establecido ningún gradiente de gravedad del efecto, al indicador  $Ig_i$  a partir de ahora le llamaremos  $R$  (de respuesta en la terminología habitual de los higienistas y de riesgo en la de los sanitarios).

Por otra parte cualquier metodología de «evaluación de riesgos» debe tener en cuenta que en la práctica las normas legales a las cuales tiene forzosamente que referirse no se adoptan solamente atendiendo a los aspectos sanitarios, sino que también se tienen en cuenta consideraciones de carácter socioeconómico. Ello conduce al establecimiento de normas diseñadas de forma que, aún siendo respetadas, un cierto porcentaje  $R_o$  de personas expuestas se encontrará en una situación tal que  $e_{ij} > e_o$ , lo que implica  $c_{ij} = 1$ , es decir, enfermarán.

Al respecto es particularmente ilustrativo el penúltimo de los considerandos del preámbulo de la directiva del Consejo de 12 de mayo de 1986 relativa a la protección de los trabajadores contra los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo que dice: «Conside-

rando que la situación actualmente existente en los Estados miembros no permite fijar un valor de exposición al ruido por debajo del cual no se presente riesgo alguno para el oído de los trabajadores». Que obviamente emplea el término «situación» refiriéndose a las circunstancias sociales, económicas y políticas que, por supuesto, incluyen las actuaciones interesadas de múltiples grupos de presión<sup>8</sup>.

Se admite pues que, cumpliéndose la norma, aparezca un cierto porcentaje de «enfermos», porcentaje que supongamos valdrá  $R_0$  si la exposición se sitúa al límite de lo admitido por la norma.

Lógicamente, si la exposición se encuentra por encima de dicho límite la respuesta  $R$  será superior a  $R_0$ . La diferencia  $R-R_0$  indica en qué medida la respuesta que se da en una población supera a lo socialmente aceptado. Empleando el lenguaje epidemiológico se diría que  $R-R_0$  es el riesgo atribuible a la «sobreexposición» por encima de lo tolerado por la norma.

Cuando el factor de riesgo determinante es de carácter químico (para los agentes físicos o energías puede hacerse un tratamiento muy parecido), si se admite que la gravedad del problema de salud  $e_i$  sólo depende de la dosis inhalada de la sustancia  $i$  (hipótesis razonablemente aceptable en muchos casos), puede trazarse la relación dosis-respuesta. Sean  $D_{lim}$  el valor de la dosis inhalada al que corresponde una respuesta  $R_0$  y  $D_r$  otra dosis (supuesta superior) a la que corresponde una respuesta  $R$ .

Si admitimos que para diferencias pequeñas la relación puede considerarse recta (figura 2), tendremos:

$$R-R_0 = k(D_r - D_{lim})$$

de donde se deduce que:

$$R-R_0 = k' (\%DMP - 100)$$

siendo:

$$\%DMP = 100 D_r / D_{lim}$$

y

$$k' = k D_{lim} / 100$$

Expresión que demuestra que el %DMP, expresión habitualmente empleada por los higienistas industriales para «evaluar el riesgo» es efectivamente un estimador adecuado, pues su valor está biunívocamente relacionado con  $R-R_0$  si se cumple la hipótesis de linealidad de la relación dosis-respuesta, lo que no es aventurado suponer para exposiciones no muy alejadas de la dosis límite.

Si se efectúan otras hipótesis más restrictivas, como por ejemplo que  $e_i$  es proporcional a la dosis recibida<sup>9</sup>, se obtienen resultados parecidos pero, lógicamente, más elegantes.

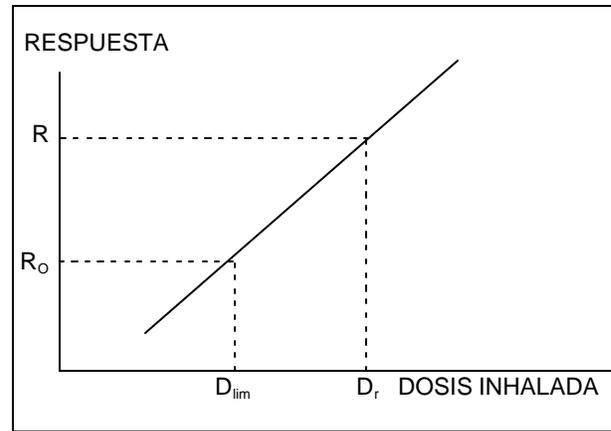


Fig. 2. Linealización de la relación dosis-respuesta.

## CONCLUSIÓN

Las consideraciones expuestas hasta aquí demuestran que cualesquiera que sean los factores de riesgo presentes en una situación de trabajo es posible «evaluar el riesgo» a partir de un único esquema conceptual, superando la dualidad tradicionalmente establecida entre la evaluación de riesgos en el caso de accidentes y en el de exposiciones.

Las diferencias prácticas en la evaluación entre uno y otro caso no nacen sólo de aspectos intrínsecos, sino también de las distintas estrategias normativas adoptadas por la sociedad para limitar los efectos indeseados de los factores de riesgo en las situaciones de trabajo.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Mossink, JC, De Gier, HG. Assessing Working Conditions - The European Practice. Dublin: European Foundation for Improvement of Living and Working Conditions, 1996.
2. Gómez-Cano, M, González, E López, G, Rodríguez de Prada, A. Evaluación de riesgos laborales. Madrid: INSHT, 1996.
3. Marí, V. Guia d'avaluació de riscos per a petites i mitjanes empreses. Barcelona: Generalitat de Catalunya, Departament de Treball, 1996.
4. Fine, WT. Mathematical Evaluation for Controlling Hazards. Journal of Safety Research. 1971;40: 157-66.
5. Steel, C. Risk Estimation. The Safety and Health Practitioner. 1990; June:20-1.
6. Strohm PF. Mission-oriented Risk Assessment. Professional Safety. 1993; June:38-43.
7. Bestratén, M, Pareja, F. Sistema simplificado de evaluación de riesgos de accidente. NTP-330. Barcelona: INSHT, 1994.
8. Vogel, L. La evaluación de los riesgos en los centros de trabajo y la participación de los trabajadores. Cuadernos de relaciones laborales, 1995;7:13-43.
9. Castellá, JL. Teoría para el establecimiento de criterios de valoración. Informe ITB 3883.79. Barcelona: Servicio Social de Higiene y Seguridad en el Trabajo, 1979.