

**COLABORACIÓN ESPECIAL****EL RIESGO DE DESASTRE QUÍMICO COMO  
CUESTIÓN DE SALUD PÚBLICA****Rafael Castro Delgado y Pedro Arcos González.**

Universidad de Oviedo. Departamento de Medicina. Área de Medicina Preventiva y Salud Pública. Unidad de Investigación en Emergencias y Desastres.

**RESUMEN**

En esta revisión se trata de mostrar al personal sanitario, y en especial a aquellos que puedan estar involucrados en la planificación y/o respuesta ante un accidente químico, una visión general del tema de los accidentes industriales mayores. En la introducción se muestran de manera escueta algunos datos de las principales catástrofes industriales de la historia, así como de algunos accidentes ocurridos en nuestro entorno y que podrían haber evolucionado a un accidente mayor. Se hace además una revisión de la legislación española y europea existentes sobre el tema, y se resumen las principales consecuencias que pueden tener las explosiones, fenómenos de tipo térmico y fuga de sustancias peligrosas, haciendo especial hincapié en este último caso. También se sintetizan los principales pasos a seguir para realizar un correcto análisis de riesgos en una determinada área geográfica. Por último se muestra la estructura general de los Planes de Emergencia del Sector Químico y las funciones de los distintos grupos que participan en él, incluidas las principales funciones del grupo sanitario. La planificación y respuesta ante una catástrofe industrial tiene un marcado carácter multidisciplinar, y lo que se pretende en este documento es aportar a los profesionales sanitarios una visión global de sus principales aspectos para así contribuir a un mejor conocimiento de un tema que consideramos importante para el personal sanitario y a una respuesta más integrada, ya que si ocurriera una catástrofe industrial tendríamos que enfrentarnos a un grave problema de salud pública de una manera inmediata.

**Palabras clave:** Desastres químicos. Planificación en desastres. Evaluación de riesgos. Sustancias peligrosas. Legislación.

**ABSTRACT****The Risk of Chemical Disaster as a  
Public Health Question**

This revision is aimed at providing health care personnel, particularly those who may be involved in planning and/or responding to a chemical accident, with an overview of the subject of major industrial accidents. In the introduction, a brief presentation is made of some data concerning the main industrial disasters which have occurred in the past in addition to some accidents which have occurred in our area that could have evolved into a major accident. A review is also provided of Spanish and European laws currently in effect regarding this matter, in addition to summarizing the main consequences which may result from explosions, phenomena of a thermal type and the leakage of hazardous substances, particularly stressing the third of these three cases. A brief summary is also given of the main steps to be taken for a correct risk analysis in a given geographical area. Lastly, the overall organization of the Chemical Industry Emergency Plans and the functions of the different groups taking part therein, including the main functions of the medical team, is provided. Planning and responding to an industrial disaster is markedly multi-disciplinary endeavor, and this document is aimed at providing health care professionals with an overview of the main aspects involved in order to thus contribute to a more in-depth knowledge of a subject which we consider to be of importance for health care personnel and a better-integrated response, given that were an industrial disaster to occur, we would have to deal with a serious public health care problem on the spot.

**Key words:** Chemical disasters. Disaster planning. Risk evaluation. Hazardous substances. Legislation.

**INTRODUCCIÓN**

A la hora de tratar el tema de las emergencias y catástrofes, no podemos dejar de

hablar del riesgo que suponen las instalaciones industriales, cada vez más frecuentes debido al importante desarrollo tecnológico de los últimos tiempos.

Prácticamente todos los objetos de uso cotidiano dependen en mayor o menor medida de la industria química, por lo que renunciar a ella es algo incluso difícil de imaginar. Es más, cada año salen al mercado gran canti-

Correspondencia:  
Rafael Castro Delgado.  
Facultad de Medicina. Área de Medicina Preventiva y Salud Pública.  
C/ Julián Clavería, 6.  
33006 Oviedo. España.

dad de productos químicos nuevos<sup>1,2</sup>, algunos de los cuales precisan para su elaboración sustancias peligrosas<sup>3</sup> que, lógicamente, han de ser transportadas, almacenadas y manipuladas en las plantas industriales. Todos estos procesos suponen un riesgo con potencial catastrófico<sup>4,5,6</sup>. El riesgo existe, y ya que éste no puede ser eliminado del todo, lo que hay que hacer en primer lugar es reducirlo mediante un correcto diseño de las plantas industriales y aplicando las medidas de seguridad correspondientes en cada paso del proceso industrial<sup>7</sup>. Aún así, el riesgo nunca va a ser cero, por lo que será necesario conocerlo a fondo en cada caso concreto para así tratar de planificar la actuación de todas las personas implicadas en el caso de que se produzca una catástrofe industrial.

Cuando el riesgo es muy elevado o está poco controlado puede producirse un accidente mayor, que es «... cualquier suceso tal como una emisión, fuga, vertido, incendio o explosión, que sea consecuencia de un

desarrollo incontrolado de una actividad industrial, que suponga una situación de grave riesgo, catástrofe o calamidad pública, inmediata o diferida, para las personas, el medio ambiente o los bienes, bien sea en el interior o en el exterior de las instalaciones,...»<sup>8</sup>.

La expresión de estas dos labores de prevenir y planificar son los correspondientes estudios de seguridad industriales<sup>9</sup> y los planes de emergencia, tanto internos como externos<sup>10</sup>. Ahora bien, hay que tener en cuenta que por muy bien diseñada que esté una planta química, por muy exhaustivo que sea el análisis de los riesgos y por muy bien coordinado que esté un plan de emergencias, siempre va a haber, y así nos lo demuestra la historia, accidentes químicos de una envergadura considerable<sup>7</sup>. En la tabla 1 podemos ver algunos datos de estos accidentes mayores que por desgracia han hecho historia, si bien es importante recordar que aunque sí son todos los que están, no están, ni mucho menos, todos los que son.

**Tabla 1**  
Accidentes históricos que han involucrado sustancias peligrosas

<i>Accidentes históricos que han involucrado sustancias peligrosas</i>		
<i>Fecha y lugar</i>	<i>Tipo de accidente</i>	<i>Consecuencias</i>
— Flixborough (Gran Bretaña), junio 1976	Ignición de una nube de vapor de ciclohexano	— destrucción de las instalaciones — 28 muertos — cientos de heridos — daños en más de 2000 hogares y 200 edificios comerciales
— Seveso (Italia), julio 1976	Escape de una nube de sustancias tóxicas, de las que la más peligrosa era el tetraclorodibenzoparadióxina	— evacuación de más de 1000 personas — 135 casos de cloracné — importantes daños al medio ambiente
— Camping de Los Alfaques (España), julio 1978	Explosión tipo BLEVE de un camión cargado con 45 m <sup>3</sup> de propileno	— más de 200 muertos
— México D.F., noviembre 1984	Explosión de varios contenedores con G.L.P.	— más de 400 muertos — casi 5000 heridos — 1000 desaparecidos
— Bophal (India), diciembre 1984	Escape de isocianato de metilo que abarca un área de 40 km <sup>2</sup>	— 2500 muertos — 150000 afectados
— Québec (Canadá), agosto 1988	Incendio en un almacén en el que había 6000 piezas con residuos de P.C.B.s (policlorobifenilos)	— evacuación de casi 4000 personas durante 17 días

Tradicionalmente los accidentes de Bhopal y Seveso son los más nombrados en la literatura universal debido al importante número de víctimas y evacuados<sup>7,11</sup>, aunque no es necesario irnos tan lejos en el lugar ni en el tiempo para comprobar cómo en el último año en nuestro país también se han producido situaciones peligrosas e incluso accidentes que han podido desembocar en una catástrofe<sup>12</sup>. Algunos de estos accidentes quedan resumidos en la tabla 2.

El campo de la seguridad industrial, el riesgo químico y la planificación ante emergencias es un campo amplísimo y multidisciplinar<sup>13</sup>, por lo que en esta revisión se esbozará una visión general del tema, para que luego cada profesional implicado en la respuesta ante una catástrofe industrial (fuerzas de seguridad, bomberos, conductores de ambulancias, personal sanitario, etcétera) pueda profundizar más en su campo concreto.

A lo largo de esta revisión veremos las principales normas legislativas españolas y europeas, los conceptos básicos relaciona-

dos con el análisis de riesgo químico en un área industrial así como las consecuencias que puede tener un accidente mayor industrial y la estructura básica de los planes de emergencia, haciendo especial hincapié en las funciones del grupo sanitario. El objetivo es ofrecer al personal sanitario que pueda tener que participar en la respuesta ante una catástrofe industrial una visión general del tema, ya que consideramos que, si bien, su principal función va a ser la asistencia sanitaria a los accidentados, también debería de tener un pequeño conocimiento de otros campos que intervienen para así mejorar el funcionamiento del equipo<sup>14</sup>.

## MARCO LEGAL

España posee una legislación propia (nacional y/o autonómica), si bien es importante recordar la pertenencia de España a la Unión Europea, lo que implica que algunas de las normas legislativas españolas sean adaptaciones de la legislación europea.

Tabla 2

Algunos accidentes industriales o que hayan involucrado sustancias peligrosas en el período febrero-septiembre de 1997

<i>Algunos accidentes industriales o que hayan involucrado sustancias peligrosas febrero-septiembre de 1997</i>		
<i>Fecha y lugar</i>	<i>Tipo de accidente</i>	<i>Consecuencias</i>
— 12-2-97 en la planta Siderúrgica en Avilés	Escape de benzol	— afectación de población susceptible — molestias a la población general
— 16-4-97 en la planta Siderúrgica en Gijón	Incendio en un gasómetro	— sin consecuencias importantes, pero sí con consecuencias potenciales
— 3-7-97 en el puerto de Valencia	Explosión en una zona de un barco en construcción.	— 18 muertos — activación del Plan de Emergencias del puerto
— 12-8-97 en Tarragona	Descarrila un tren de mercancías cargado con benceno.	— no hubo fugas
— 12-8-97 en Huesca	Un camión cisterna vierte 8000 litros de hipoclorito sódico en un accidente de circulación	— falleció el conductor
— 8-9-97 en Baracaldo	Accidente en una planta de pesticidas en la que almacenaban 5000 toneladas de lindane	— 11 personas hospitalizadas
— 8-11-97 en Mieres (Asturias)	Descarrila un tren con 23 cisternas de butano vacías	— escape de restos gaseosos — incendio en una de las cisternas

**Tabla 3**  
**Principales normas legislativas españolas y europeas**

<i>Legislación</i>	<i>Norma</i>	<i>Contenido</i>
<b>Española</b>	— Ley 2/1985, de 21 de enero ( <i>Ley de Protección Civil</i> )	Basada en fundamentos jurídicos establecidos en la Constitución Española, es la ley básica de Protección Civil.
	— Real Decreto 1378/1985	<i>Medidas provisionales</i> para la actuación en situaciones de emergencia en los casos de grave riesgo, catástrofe o calamidad pública.
	— Real Decreto 886/1988, modificado parcialmente por el R.D 952/1990	Normas de <i>prevención de accidentes mayores</i> en determinadas actividades industriales. Es la transcripción a la legislación española de la Directiva Comunitaria 82/501.
	— Resolución de 30 de enero de 1991 por la que se aprueba la <i>Directriz Básica para la elaboración y homologación de los Planes Especiales del Sector Químico</i>	Requisitos mínimos que deberán reunir los Planes de Emergencia Exterior del Sector Químico para ser homologados por la Comisión Nacional de Protección Civil.
	— Real Decreto 407/1992 ( <i>Norma Básica de Protección Civil</i> )	Directrices esenciales para la elaboración de los Planes de Emergencia Territoriales y Especiales.
	— Real Decreto 363/1995	Reglamento sobre notificación de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas.
	— Real decreto 387/1996	Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el riesgo de accidentes en los transportes de mercancías peligrosas por carretera y por ferrocarril.
<b>Europea</b>	— Directiva 67/548	Normas sobre clasificación, embalaje y etiquetado de sustancias peligrosas
	— Directiva 82/501, modificada parcialmente por las Directivas 87/216 y 88/610. ( <i>Directiva Seveso</i> )	Normas sobre prevención de accidentes en determinadas actividades industriales.
	— Directiva 96/82 ( <i>Directiva Seveso II</i> )	Normas sobre el control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas. Deroga la <i>Directiva Seveso</i> , y existe un periodo de dos años para adaptarla a la legislación española.

Aunque existen normas específicas a aplicar en caso de los accidentes mayores en las industrias químicas<sup>8,15</sup>, la organización de los recursos ante una emergencia de cualquier tipo se basa en el Sistema Nacional de Protección Civil<sup>16</sup>, cuya primera referencia en la legislación española es la Ley 2/1985 de 21 de enero sobre Protección Civil. En la tabla 3 se señalan las principales normas legislativas con respecto a la planificación ante emergencias en la industria química. No tendría sentido en un contexto como es el de esta revisión, cuyo objetivo es ofrecer al lector una visión global, co-

mentar otras normativas, aunque sí es recomendable para todas las personas que trabajen en el campo de la planificación o respuesta ante emergencias o catástrofes que las conozcan, ya que en ellas están explicados muchos de los conceptos básicos relacionados con este tema.

## PRINCIPALES RIESGOS INDUSTRIALES

Para poder planificar de una manera correcta la actuación ante un desastre indus-

trial, es necesario conocer qué tipo de accidentes pueden ocurrir en cada industria presente en el área a planificar. El primer paso será, como detallaremos más adelante, realizar un exhaustivo análisis de riesgos<sup>7,17</sup>.

Por regla general, y según lo establecido en las directrices básicas para la elaboración y homologación de los planes especiales del sector químico<sup>10</sup>, los accidentes mayores en las industrias químicas pueden producir tres tipos de fenómenos: a) de tipo mecánico, como ondas de presión y proyectiles, ambos relacionados con las explosiones; b) de tipo térmico, como incendios y radiaciones térmicas; y c) de tipo químico, como fuga o vertido incontrolado de sustancias tóxicas o contaminantes.

Vamos a ver brevemente las consecuencias para las personas e instalaciones que encierra cada uno de estos fenómenos; es lo que se llama el estudio de la vulnerabilidad de personas e instalaciones<sup>7</sup>. Aunque en la práctica el estudio de la vulnerabilidad es la última etapa del análisis de riesgos, ya que es necesario conocer primero qué tipos de accidentes pueden ocurrir en la zona objeto de estudio, para luego saber cómo puede ser aceptado el entorno (personas, medioambiental e instalaciones), en este caso, y por motivos pedagógicos, vamos a estudiar primero la vulnerabilidad, es decir, cómo afectan los fenómenos físicos producidos tras un accidente (temperatura, ondas de presión,...) a las personas e instalaciones.

Para cuantificar la vulnerabilidad de las personas, nos referimos al número de afectados con cierto nivel de daño, y para cuantificar la vulnerabilidad de las instalaciones nos referimos a daños físicos o pérdidas económicas<sup>7</sup>.

### Vulnerabilidad a las explosiones

En una explosión se produce una gran cantidad de energía en un espacio de tiempo muy corto. Estaría fuera de lugar el tratar de hacer una explicación exhaustiva de la fisi-

ca de las explosiones, si bien sí es interesante conocer al menos las dos principales clases de explosiones que hay<sup>7</sup>:

— *explosión física*, en la que la energía necesaria para que se produzca procede de un fenómeno físico. El caso típico es la liberación súbita de la energía presente en un gas comprimido. Es necesario que la sustancia se encuentre en un recipiente hermético.

— *explosión química*, en la que la energía procede de una reacción química y no es necesario que esté confinada.

Las consecuencias inmediatas de una explosión son, por un lado, la generación de ondas de presión que crean compresiones y expansiones alternativas del aire y, por otro lado, la formación de objetos acelerados que actúan como proyectiles<sup>10</sup>. A veces las explosiones pueden ir acompañadas de fenómenos de tipo térmico según sus características (por ejemplo las explosiones físicas pueden originarse por un incendio, y una explosión química puede afectar a un almacenamiento de un gas inflamable), si bien la vulnerabilidad a las radiaciones térmicas la veremos más adelante.

Los daños producidos por una explosión pueden serlo:

a) *Directamente por las ondas de presión:*

— sobre las instalaciones, según la sobrepresión que se origine, puede ocasionar desde rotura de cristales hasta destrucción de edificios. Además se formarán fragmentos acelerados que actuarán como proyectiles.

— sobre las personas, las ondas de presión van a afectar principalmente a los órganos que contienen aire en su interior, como los pulmones, el estómago o en oído medio entre otros. Así, el daño variará desde una ruptura timpánica hasta la muerte por hemorragia pulmonar. También puede producir el desplazamiento de los afectados, proyectándolos contra otros objetos fijos o móviles,

produciéndose de esta manera traumatismos múltiples.

b) *Por los proyectiles.* Éstos se pueden originar directamente en el foco de la explosión o bien al actuar las ondas de presión sobre las instalaciones y edificios. Según el tamaño, peso, forma, velocidad y punto de impacto el daño producido por un proyectil sobre una persona va a ser desde banal hasta poder producir la muerte instantánea.

Así pues, de las lesiones producidas sobre las personas podemos distinguir<sup>10</sup>: lesión primaria (producida directamente por la onda de presión), lesión secundaria (producida por los proyectiles generados) y lesión terciaria (producida por el desplazamiento de los afectados, golpeándose así contra otros objetos).

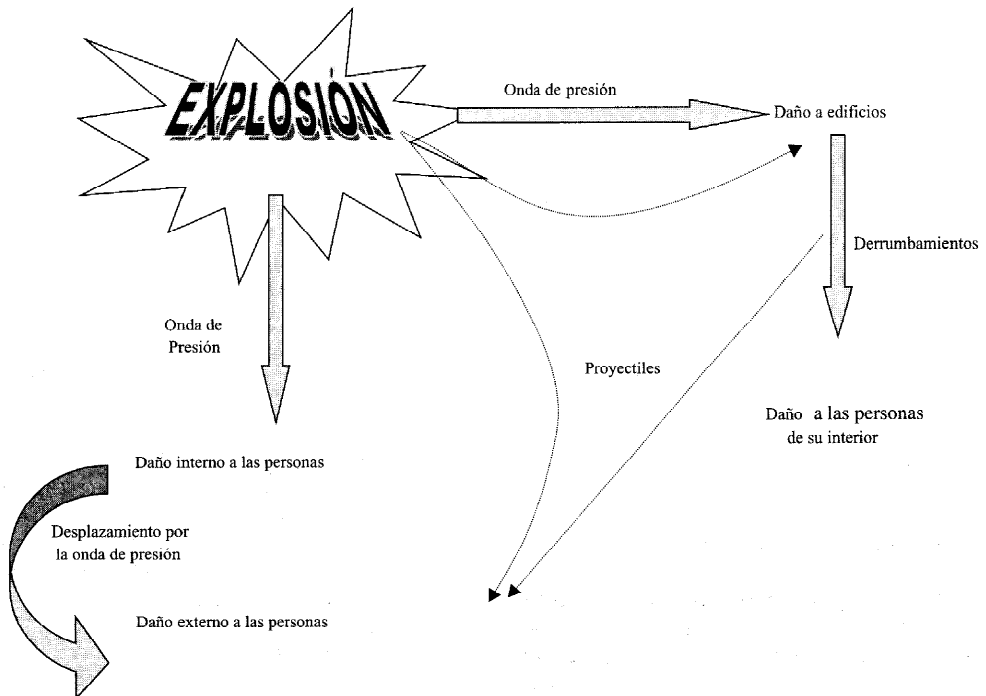
Debido a que la sobrepresión a la que se produce la caída parcial de techos y paredes es menor que la necesaria para producir la ruptura traumática del tímpano, e incluso mucho menor que la necesaria para producir una hemorragia pulmonar, la vulnerabilidad de las personas va a ser mucho mayor en el interior de los edificios que en el exterior<sup>7</sup>.

En la figura 1 podemos ver resumidos cuáles son los principales efectos de las explosiones.

### Vulnerabilidad a los fenómenos de tipo térmico

Tanto las personas como las instalaciones van a sufrir las consecuencias del fuego y de las radiaciones térmicas cuando reciban ca-

Figura 1  
Esquema de los efectos de una explosión



lor a una velocidad mayor de la que lo disipen.

En el punto de origen del calor la transmisión de éste va a ser por conducción, convección y radiación, pero a medida que nos alejamos del foco va a ser principalmente por radiación. El estudio del fuego es un campo complejo, y en la industria se pueden dar distintos tipos de fuegos (incendios de líquido en charco, dardos de fuego, BLEVES (Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion),...), pero en este caso vamos a ver exclusivamente los efectos de las radiaciones térmicas.

a) *Vulnerabilidad de las personas.* Va a variar fuertemente en función de las circunstancias, el tipo de fuego, las protecciones personales, etc. Así, por ejemplo, en un incendio tipo flash la posibilidad de que las personas huyan es mínima, ya que se produce de una manera instantánea. Al final de este apartado veremos alguno de los factores que influyen en la vulnerabilidad. El principal efecto de los fenómenos de tipo térmico sobre las personas será la producción de quemaduras de distinta consideración según sus características, y en ciertos casos puede ser necesario el traslado a un centro especial de quemados.

b) *Vulnerabilidad de las instalaciones.* Las radiaciones térmicas van a tener un efecto sobre las instalaciones, debilitando las estructuras de éstas (principalmente por acción directa de la llama), pudiendo provocar derrumbamientos, por lo que aumentarían así los daños sobre las personas. El tipo de material también puede favorecer la expansión de las llamas. Además, y como ya hemos visto anteriormente, el calor puede debilitar tanques que almacenen productos inflamables a presión, disminuyendo su resistencia y provocando una explosión, que en este caso sería de tipo físico, con el consiguiente daño que ésta va a producir en otras instalaciones y en las personas<sup>7</sup>. En el caso de derrumbe de instalaciones como efecto del calor el patrón

lesional en las personas será el de politraumatizados<sup>18</sup>.

El hecho de que un accidente localizado pueda provocar otros accidentes en instalaciones contiguas se denomina «efecto dominó»<sup>9</sup>, el cual es muy importante tener en cuenta a la hora de planificar la actuación ante un accidente mayor en una zona industrial.

### **Vulnerabilidad ante fugas de sustancias peligrosas**

Son consideradas sustancias peligrosas aquellas que son explosivas, comburentes, extremadamente inflamables, fácilmente inflamables, inflamables, muy tóxicas, tóxicas, nocivas, corrosivas, irritantes, sensibilizantes, carcinogénicas, mutagénicas, tóxicas para la reproducción y las peligrosas para el medio ambiente<sup>3,8,10</sup>. La fuga de sustancias peligrosas, y más concretamente aquellas que puedan afectar a la salud humana por su carácter tóxico, es una de las mayores preocupaciones entre la población residente próxima a industrias químicas<sup>19</sup>, si bien esta preocupación no está del todo justificada porque, como ya se ha comentado en más de una ocasión, aunque el riesgo existe, éste es, por ejemplo, menor que el que asumimos por el simple hecho de realizar ciertos trabajos<sup>7</sup>.

La fuga de sustancias tóxicas es un tipo de accidente industrial que tiene unas **peculiaridades** que lo distinguen de otros tipos de accidentes. Por un lado, tiene mayor probabilidad de afectar a la población en el exterior de las instalaciones, ya que es un tipo de peligro que se propaga a partir del foco de emisión; y por otro, es necesario un tiempo de latencia para que la sustancia se propague y afecte a la población, por lo que las decisiones que se tomen en ese período de tiempo serán determinantes a la hora de paliar los posibles efectos de la fuga. Así, la Autoridad Competente deberá decidir en cada caso entre un eventual confinamiento o una evacua-

ción de la población según las circunstancias del accidente<sup>10</sup>.

En el caso de una fuga de sustancias tóxicas hay una serie de datos que son decisivos a la hora de definir las acciones a tomar<sup>20</sup>. Muchos de estos datos ya se pueden conocer de antemano<sup>21</sup> si en la zona se ha realizado un correcto análisis de los riesgos y se ha elaborado el correspondiente Plan de Emergencias. Algunos de estos datos son:

1. Características físico-químicas y toxicológicas de la sustancia<sup>1</sup>. Es una información importantísima que ya podemos conocer incluso antes de que ocurra el accidente, realizando un inventario exhaustivo de las sustancias tóxicas existentes en un determinado área<sup>22</sup>. Esto nos permitirá clasificarlas por su grado de toxicidad, cantidad almacenada y condiciones de almacenamiento evaluando el riesgo de provocar un accidente mayor. Así los equipos de primera intervención podrán tener preparados los equipos de protección adecuados y el personal sanitario de la zona conocerá los signos y síntomas de la intoxicación así como las posibles complicaciones y el tratamiento. En definitiva, la intervención se realizará de una manera más rápida, efectiva y segura.

2. Cantidad de la sustancia emitida, dato que deberá de ser aportado por los responsables de la empresa.

3. Demografía y principales vías de comunicación de la zona. Este es otro dato que también podemos conocer a priori y que nos servirá para conocer la población afectada y organizar, si así se considera necesario, una eventual evacuación de la población de una manera ordenada y rápida. Lógicamente, en este caso habrá sido necesario realizar previamente una campaña de información a la población.

4. Recursos existentes en la zona, tanto materiales como personales. Es importante conocer la localización y operatividad de los parques de bomberos, ambulancias,

fuerzas de seguridad y personal sanitario que pueda ser movilizado para que su actuación sea lo más rápida posible.

5. Condiciones meteorológicas. Las condiciones meteorológicas existentes en la zona de la fuga pueden hacer que ésta pase desapercibida para la población o que cause una auténtica catástrofe. Todos los factores meteorológicos (nubosidad, proximidad al mar, gradiente de temperaturas en la atmósfera,...) van a influir en la dispersión de la nube tóxica, pero uno de los más importantes va a ser el viento. Su dirección determinará el desplazamiento del tóxico, y a más velocidad éste irá más rápido, pero también se disipará más en el aire y disminuirá su concentración<sup>7</sup>.

Aunque realmente lo que más nos interesa sean los datos meteorológicos en el momento del accidente y horas posteriores, es necesario recoger durante un período de tiempo suficiente parámetros atmosféricos de la zona a estudiar para así realizar un correcto análisis de riesgos y estimación de consecuencias ante una hipotética emisión tóxica con una fiabilidad estadística suficientemente alta.

Actualmente existen programas informáticos con modelos de dispersión de una nube tóxica sobre un área determinada en función de la cantidad de sustancia emitida, su concentración y de las condiciones atmosféricas. Estos programas son de gran utilidad para valorar en tiempo real la posible evolución de una nube tóxica y tomar las decisiones adecuadas de cara a mitigar sus consecuencias. A su vez estos mismos programas también son capaces de simular distintas explosiones, delimitando ya de antemano, en la fase de planificación, las zonas de seguridad.

Los efectos que la fuga de una sustancia peligrosa va a tener sobre la población van a variar mucho de unas condiciones a otras<sup>23</sup>. Estos efectos pueden ser agudos o crónicos, si bien, en este caso nos referiremos a los agudos ya que muchas de las actuaciones que se lleven a cabo por los equipos de pri-



mera intervención van a depender de ellos, y sin restar importancia a los efectos crónicos sobre las personas<sup>11</sup> ni a los efectos sobre el medio ambiente, ya que en el primer caso se requerirá un seguimiento por parte de las autoridades sanitarias y en el segundo, en última instancia, también se verá afectada la salud de la población<sup>24</sup>. Además pueden no detectarse efectos agudos pero sí crónicos<sup>11,25</sup>.

Los efectos agudos que se produzcan sobre la población van a depender de la interrelación de una serie de factores entre los que podríamos destacar las características tóxicas de la sustancia, la cantidad emitida, la concentración en el aire, las condiciones atmosféricas, la duración de la exposición, el estado de salud y la susceptibilidad a la sustancia de las personas expuestas.

El último punto de los citados anteriormente es algo que muchas veces pasa desapercibido pero que tiene una gran importancia. Así por ejemplo si se produce una fuga de un gas irritante en una zona donde en la población expuesta tiene una prevalencia alta de patología respiratoria, las consecuencias pueden ser mayores de las teóricamente esperadas debido a que la susceptibilidad de la población será mayor.

Según las características tóxicas de las sustancias, los efectos se van a manifestar de una forma u otra sobre<sup>1,26</sup>:

— Sistema nervioso central: Algunas sustancias y preparados tóxicos pueden producir depresión del mismo, produciéndose dolores de cabeza, mareos, confusión y a veces coma por una parada cardiorrespiratoria. Otros pueden ser estimulantes del sistema nervioso y pueden producir agitación, delirios y convulsiones.

— Aparato respiratorio: Principalmente los gases irritantes producen desde simples molestias respiratorias como puede ser tos o sensación de falta de aire, hasta el fallecimiento por edema de pulmón.

— Aparato cardiovascular: Principalmente arritmias o hipotensión, a veces debido a los efectos producidos sobre otros aparatos o sistemas.

— Riñón: Puede ser afectado por gran cantidad de tóxicos, ya que una vez que éstos pasan a la sangre, muchos de ellos son eliminados por él, pudiéndose producir insuficiencia renal.

— Piel y ojos: también se van a ver afectados por los tóxicos, aunque en el caso de los gases los efectos serán mayores en el caso de estos últimos, pudiéndose producir desde simples molestias oculares con picor y enrojecimiento, hasta quemaduras corneales.

— Aparato gastrointestinal: Náuseas, vómitos, dolor abdominal, diarrea, etc.

Como podemos ver los efectos sobre la salud de la población van a abarcar un amplio rango de signos y síntomas; signos y síntomas que deben de ser conocidos de antemano por el personal sanitario de la zona mediante el conocimiento de las sustancias peligrosas existentes, así como de su localización, para que en el caso de que se produzca una emergencia se puedan determinar con rapidez y eficacia las acciones a tomar, así como un diagnóstico y tratamiento precoz de los afectados. El conocimiento por parte del personal sanitario de las sustancias tóxicas servirá además para realizar una detección y un tratamiento precoz de las posibles secuelas que pueda haber tras una exposición aguda al tóxico<sup>27</sup>.

Por muy exhaustiva que sea la planificación y el análisis de las consecuencias, probablemente ante un accidente los efectos finales de éste sean mayores o menores de los esperados. Esto se debe a que existen factores que modifican la vulnerabilidad como puede ser la época del año (en invierno estamos más protegidos), la hora del accidente (determina la cantidad de trabajadores presentes en la factoría o el que la población

esté durmiendo), la probabilidad de que ocurra un efecto dominó, etc.

## ANÁLISIS DE RIESGOS

Los conceptos básicos a la hora de realizar el análisis de riesgos son<sup>7</sup>:

— *riesgo*, es la posibilidad de sufrir un daño, ya sea éste hacia instalaciones, personas o medio ambiente. Así, de una manera matemática, se puede expresar el riesgo como el producto de la probabilidad de que ocurra un accidente por las consecuencias de dicho accidente.

riesgo = probabilidad consecuencias

— *peligro*, es el origen de un riesgo, es decir, algo que puede desencadenar un accidente. Se puede expresar como un factor físico o químico<sup>10</sup> cuando tratamos de detectar los peligros en los procesos de una determinada factoría (por ejemplo el aumento de presión en un tanque por encima de su límite) o simplemente como la presencia de sustancias o formas de energía peligrosas en un determinado área<sup>6,28</sup> (la presencia de un tanque de amoníaco supone un peligro ya que por sus propiedades intrínsecas tiene la capacidad potencial de causar un daño). Al hablar de peligros no hablamos de probabilidades, ya que éstas entran a formar parte del concepto de riesgo; al hablar de peligros nos referimos a características propias de las sustancias peligrosas, formas de energía o cualquier otra situación con capacidad de causar un daño.

— *objeto de riesgo*, es todo aquello que contiene peligros (muelles, aeropuertos, gasoductos, industrias, ciertos almacenamientos, etc.)<sup>17,28</sup>.

— *análisis de riesgos* sería la identificación y evaluación de los peligros existentes en los objetos de riesgo de un determinado área, así como la estimación de las consecuencias de los posibles accidentes derivados de dichos peligros.

Los pasos a seguir para realizar un correcto análisis de riesgos en un determinado área son:

### 1. Identificación de los objetos de riesgo

Este es el primer paso del proceso y el más crucial, ya que aquellos objetos de riesgo que no hallamos identificado en esta etapa se nos van a escapar en el resto del estudio, por ello es preferible identificar el más mínimo objeto de riesgo, ya que de no existir en él peligros significativos siempre estaremos a tiempo de eliminarlo del estudio<sup>17</sup>. Una vez que hemos realizado el inventario de los riesgos que queremos localizar (instalaciones industriales, puertos, conducciones de sustancias peligrosas, depósitos de almacenamiento de estas sustancias, etc.), debemos identificar sobre un mapa topográfico de la zona de estudio aquellos objetos de riesgo que coincidan con los de dicho inventario, realizando posteriormente una inspección de los mismos. La importancia de localizarlos en el mapa radica no sólo en la mera localización, sino también porque de esta manera podemos conocer también los elementos vulnerables existentes alrededor del objeto de riesgo, es decir, aquellos elementos que se pueden ver afectados ante un accidente en la instalación estudiada (núcleos de población, escuelas, hospitales, etc.). Esto es muy importante ya que como hemos visto anteriormente si las consecuencias son pequeñas, el riesgo también disminuye (por ejemplo si apenas hay población en los alrededores, las consecuencias serán menores y por tanto el riesgo también será menor, y viceversa). Además sobre un mapa podemos conocer las principales vías de transporte existentes, conociendo de antemano las rutas más óptimas para la llegada de los equipos de rescate y de una posible evacuación.

### 2. Identificación de peligros en cada objeto de riesgo

En cada objeto de riesgo que halla en el área debemos de realizar una identificación

de los peligros que en él puedan existir. Cada peligro supondrá un tipo de riesgo, así por ejemplo la presencia de amoniaco supondrá un riesgo de intoxicación, mientras que la presencia de tanques con gas en su interior supondrá un riesgo de incendio o de explosión, cada uno de ellos con unas consecuencias distintas sobre los objetos amenazados.

A la hora de identificar estos peligros podemos simplemente realizar un listado de las sustancias peligrosas (indicando sus características, cantidad y tipo de riesgo) y formas de energía que puedan provocar un accidente mayor<sup>17</sup>, o bien podemos seguir técnicas de identificación de riesgos que proceden del campo de la ingeniería<sup>7,29</sup>. Lógicamente para la aplicación de dichas técnicas es necesario conocer en profundidad el funcionamiento de la factoría y de todos los procesos que en ella se llevan a cabo, por lo que este tipo de análisis suele ser realizado por personal muy cualificado de la propia empresa, y los resultados obtenidos pueden ser utilizados por las personas responsables de la planificación de emergencias en la zona objeto del estudio. Algunas de las principales técnicas de identificación de riesgos son<sup>7</sup>: listas de comprobación, análisis histórico de accidentes, Análisis de Riesgos y Operabilidad (HAZOP), Análisis de Modalidades de Fallos y sus Efectos (FMEA), Análisis de Árbol de Fallos (FTA), Análisis de Árbol de Sucesos (ETA) o el Análisis «What if» entre otros.

Algunos de estos análisis se pueden realizar ya durante la etapa de diseño de la planta industrial, por lo que ya se pueden aplicar medidas correctoras durante su construcción. La mayoría de ellos se basan en seguir ordenadamente el proceso industrial que se está estudiando e ir analizando las consecuencias de los distintos fallos y desviaciones que se puedan producir, para luego diseñar las medidas de seguridad adecuadas. Asignando probabilidades a los distintos fallos del sistema que se propongan,

se podría incluso realizar un análisis cuantitativo de los riesgos.

### 3. Análisis de las consecuencias

El siguiente paso es el análisis de las consecuencias de los posibles accidentes provocados por los peligros existentes. Una vez más, a la hora de estimar las consecuencias podemos simplemente nombrarlas<sup>17</sup> (intoxicación, contaminación, incendio, explosión,...), con lo que estaríamos diciendo cómo son afectados los objetos amenazados sin entrar a valorar objetivamente la gravedad del accidente, o bien podemos ser más exhaustivos y estimar cuál es la población afectada directamente, delimitar las zonas de riesgo, etc. Para ello se usan programas informáticos que calculan las variables físicas y químicas derivadas de un hipotético accidente<sup>7</sup>, y en función de ellas calcula el perímetro de las zonas de intervención y alerta (en la Directriz Básica para la Elaboración y Homologación de los Planes Especiales del Sector Químico se establecen los valores físicos y químicos umbral para delimitar dichas áreas). Se establece así el *mapa de riesgo*, que es la zona en que las variables físicas y químicas sobrepasan cierto umbral. Si superponemos el mapa de riesgos con el *mapa de vulnerabilidad* (en el que se señalan todos los elementos vulnerables), quedan perfectamente definidas las áreas de intervención y de alerta. (La *zona de intervención* sería aquella en la que las consecuencias del accidente producen un nivel de daños que justifica la aplicación inmediata de medidas de protección. La *zona de alerta* sería aquella en la que las consecuencias del accidente provoca efectos que, aunque perceptibles por la población, no justifican la intervención, excepto para los grupos críticos, que serán, definidos por el responsable del Grupo Sanitario para cada caso concreto<sup>10</sup>).

Una vez que hemos establecido los elementos vulnerables, es necesario hacer una estimación de las consecuencias, es decir, cómo afectan a estos elementos las variables

Tabla 4

Clasificación de las consecuencias de un accidente mayor según el programa APELL (Awareness and Preparedness for Emergencies at Local Level) de la ONU

<i>Consecuencias para la vida y la salud</i>	
<i>Clase</i>	<i>Característica</i>
1. No importante	Pequeña incomodidad temporal
2. Limitado	Algunas heridas, incomodidad por un gran período de tiempo
3. Grave	Algunas heridas graves, incomodidad seria
4. Muy Grave	Algunas (más de 5) muertes, varios heridos de gravedad (20), heridas graves, hasta 500 personas evacuados
5. Catastrófico	Varias muertes (más de 20), cientos de heridos graves, más de 500 personas evacuadas

<i>Consecuencias para el medio ambiente</i>	
<i>Clase</i>	<i>Característica</i>
1. No importante	No hay contaminación, efectos localizados
2. Limitado	Contaminación sencilla, efectos localizados
3. Grave	Contaminación sencilla, efectos dispersos
4. Muy grave	Contaminación severa, efectos localizados
5. Catastrófico	Contaminación muy severa, efectos dispersos

<i>Consecuencias para los bienes materiales</i>	
<i>Clase</i>	<i>Costo total del daño (millones de dólares, toneladas, etc.)</i>
1. No importante	< 0.5
2. Limitado	0.5 - 1
3. Grave	1 - 5
4. Muy Grave	5 - 20
5. Catastrófico	> 20

físicas y químicas originadas por el accidente. Esto es esencial a la hora de determinar las acciones a tomar ante una emergencia. Es importante realizar una clasificación de la gravedad del accidente en función de las consecuencias para las personas, medio ambiente y propiedad. En el programa APELL (Awareness and Preparedness for Emergen-

cies at Local Level) de las Naciones Unidas existen unas tablas para realizar esta clasificación<sup>28</sup> (ver tabla 4).

Para establecer la gravedad de un accidente en función de sus consecuencias, lo primero que se tiene en cuenta son las consecuencias para las personas, a continuación para el medio ambiente y en último lugar para la propiedad<sup>17</sup>.

Hay que tener en cuenta que a la hora de analizar las consecuencias de un hipotético accidente va a haber muchos factores que determinarán la gravedad del accidente<sup>7</sup>. Entre ellos podemos destacar las condiciones meteorológicas; la hora del día, ya que de ella dependerá por ejemplo el número de trabajadores presentes en las proximidades del accidente o si la población está dormida; etc.<sup>6</sup>

Una vez que hemos identificado los objetos de riesgo y sus peligros y estimado las consecuencias y la gravedad de éstas, a veces es necesario conocer la probabilidad de que ocurra un determinado accidente. Para ello podemos recurrir a los datos del análisis cuantitativo de riesgos realizado por la empresa, o bien podemos realizar un análisis histórico de accidentes en industrias del mismo tipo, aunque este método será menos exacto debido a las peculiaridades existentes en cada empresa (entorno, profesionalidad de los trabajadores, situación social,...).

## PLANES DE EMERGENCIA

Se podría definir un Plan de Emergencias como la organización óptima de los recursos adecuados o disponibles, tanto materiales como humanos, de cara a la prevención, preparación y respuesta ante accidentes de envergadura, así como el establecimiento de unos procedimientos de actuación<sup>30</sup> de cara a prevenir o, en su caso, mitigar los efectos de una posible emergencia. Es importante recalcar los tres conceptos que forman parte de dicha definición:

— Con respecto a la *prevención*, se deben de analizar los peligros existentes, de manera que, si el riesgo no es asumible, se tomen las medidas correctoras adecuadas.

— Todos los recursos existentes deben de estar *preparados* para actuar en cualquier momento, por eso es necesario realizar una serie de actuaciones para cumplir este objetivo (comprobaciones periódicas, ejercicios de adiestramiento, simulacros, información a la población, etc.)

— Y por supuesto es importante que la *respuesta* ante una emergencia sea lo más óptima posible<sup>18</sup>, lo que se logra con una buena delimitación de las funciones a realizar por cada grupo involucrado en la emergencia y con una buena preparación.

### Clasificación

La Norma Básica de Protección Civil<sup>31</sup> define tipos de planes de emergencia: 1) *Planes Territoriales* (tienen como función la de hacer frente ante emergencias de ámbito territorial, ya sea de una Comunidad autónoma o inferior (Municipales)), y 2) *Planes Especiales*. (para hacer frente a riesgos cuyas características requieran unos conocimientos científico-técnicos adecuados (emergencias nucleares, seísmos, situacio-

nes bélicas, etc.)). Esta clasificación la podemos ver en la figura 2.

En esta revisión vamos a ver las principales características de los Planes Especiales del Sector Químico, cuyo contenido, como ya hemos visto anteriormente, viene especificado en la Directriz Básica para su elaboración. Nos centraremos principalmente en la estructura y funciones de los grupos de acción, ya que como se ha destacado es importante, entre otras cosas, que cada profesional tenga bien claro cuáles van a ser sus funciones en caso de que se active un Plan de Emergencias. Los Planes de Emergencias del Sector Químico los podemos dividir en dos clases:

— *Plan de Emergencia Interno (PEI)*, que es elaborado por la propia empresa<sup>7</sup> y que se activa en el caso de una emergencia cuyas consecuencias no afecten al exterior de la instalación<sup>8</sup>. La empresa podrá solicitar ayuda externa a otras empresas mediante los Pactos de Ayuda Mutua o incluso a medios del propio Plan de Emergencia Exterior si la hubiera. Una parte muy importante del PEI es lo que se denomina *Interfase*, en la que se definen los casos en que tras una activación del PEI, es necesaria también la activación del Plan de Emergencia Exterior, además de establecer los canales de notificación.

— *Plan de Emergencia Externo (PEE)*, que es elaborado por la Comunidad Autóno-

Figura 2

Clasificación de los planes de emergencia según la Norma Básica de Protección Civil<sup>31</sup>

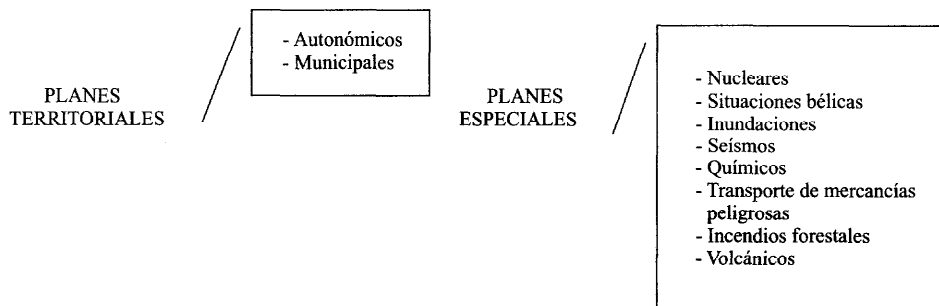
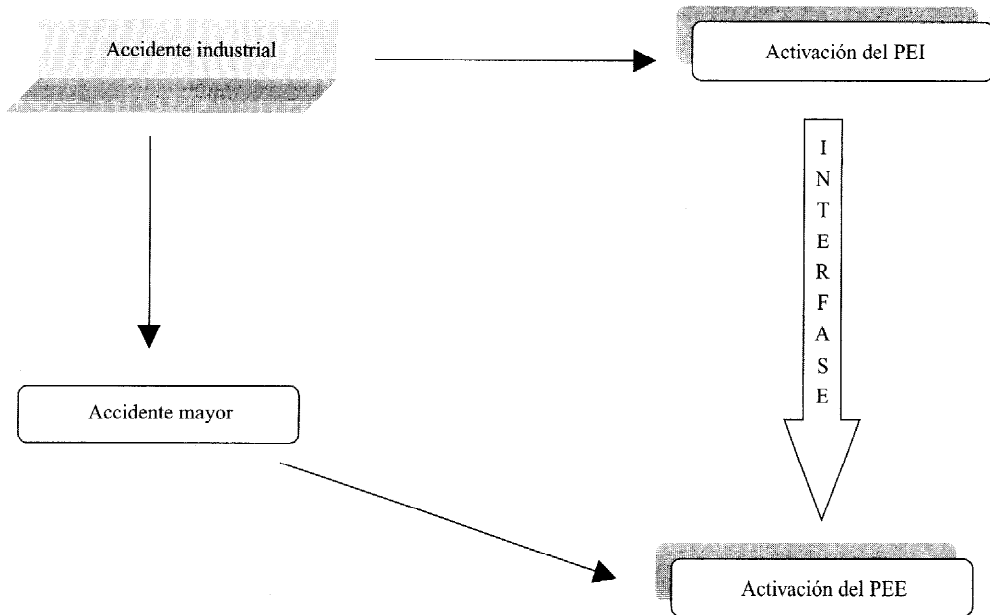


Figura 3

Relación entre el plan de emergencia interior y exterior



ma en base a las informaciones aportadas por las industrias afectadas por el R.D. sobre prevención de accidentes mayores<sup>8</sup>. El PEE se activará en caso de producirse un accidente mayor, o en caso de que un accidente de categoría 1 pueda pasar a ser un accidente mayor.

En la figura 3 podemos ver la cadena de activación.

### 1. Plan de emergencia interior

Comprende todas las acciones realizadas en el interior de la empresa de cara a la prevención, preparación y respuesta ante un accidente circunscrito al interior de las instalaciones y del que no se esperen consecuencias en el exterior<sup>7</sup>. Además incluye los canales y criterios de notificación a la autoridad competente para definir en qué casos es necesaria la activación del PEE.

En la Directriz Básica para la elaboración y homologación de los Planes Especiales del Sector Químico<sup>10</sup> se detalla el contenido mínimo que debe de contemplar el PEI: 1) identificación de los accidentes que justifiquen su activación, en base al estudio de seguridad o al análisis cuantitativo de riesgos; 2) procedimientos de actuación en caso de, como mínimo, incendio, explosión y fuga o vertido incontrolado de sustancias peligrosas; 3) establecer la relación jerárquica de las personas responsables en caso de una emergencia; 4) acciones que debe de realizar cada grupo de personas involucrado en la respuesta; 5) describir la interfase con el PEE; 6) condiciones bajo las que se considera que ha acabado la emergencia; 7) inventario de medios disponibles; y 8) programa de mantenimiento del PEI.

El PEI debe de ser muy bien conocido por todos los trabajadores de la empresa, así como desarrollar las habilidades necesarias

para una correcta respuesta. Es función de la empresa ofrecer a sus trabajadores el programa formativo adecuado para una buena actuación ante una emergencia que se produzca en el interior de la factoría. Es de destacar que en el caso de que sean necesarios medios externos, éstos deberán de seguir las instrucciones de los expertos de la instalación, ya que son los que mejor van a conocer los peligros y riesgos existentes, así como los procedimientos de actuación más adecuados.

## 2. Plan de emergencia exterior

Es un documento elaborado por el organismo correspondiente de la Comunidad Autónoma en base a la información aportada por la empresa afectada<sup>8</sup>. Como ya se ha comentado anteriormente, el PEE se activa en caso de producirse un accidente mayor o que un accidente de grado I pueda evolucionar a un accidente mayor. La estructura de un Plan de Emergencia Exterior es, de manera resumida, como sigue:

*Volumen 1: Plan Director.* Recoge la estructura y operatividad del PEE, además de la identificación de la actividad industrial. Tiene tres anexos con el directorio telefónico, plan de transmisiones y cartografía.

*Volumen 2: Bases y criterios.* Contiene los fundamentos científicos y técnicos en que se basa el PEE y la justificación de los criterios de planificación. La información contenida en este volumen es: 1) identificación del riesgo; 2) descripción de la metodología seguida; 3) análisis de consecuencias; 4) definición de las zonas objeto de planificación; y 5) definición y planificación de las medidas de protección

*Volumen 3: Guía de respuesta.* Condensa la operatividad del PEE para los principales accidentes que puedan tener repercusiones en el exterior de la instalación. Cada accidente postulado tendrá su correspondiente guía de respuesta. La guía nos proporciona información sobre las zonas objeto de pla-

nificación y evaluación de las consecuencias; la operatividad del PEE, control de accesos y actuaciones de cada grupo de acción; las medidas de protección recomendadas; los medios necesarios y las características peligrosas de las sustancias involucradas en el accidente

*Volumen 4: Manual de operación.* Es un programa informático que evalúa en tiempo real las consecuencias de un accidente.

La estructura y organización general del PEE la podemos ver en la figura 4.

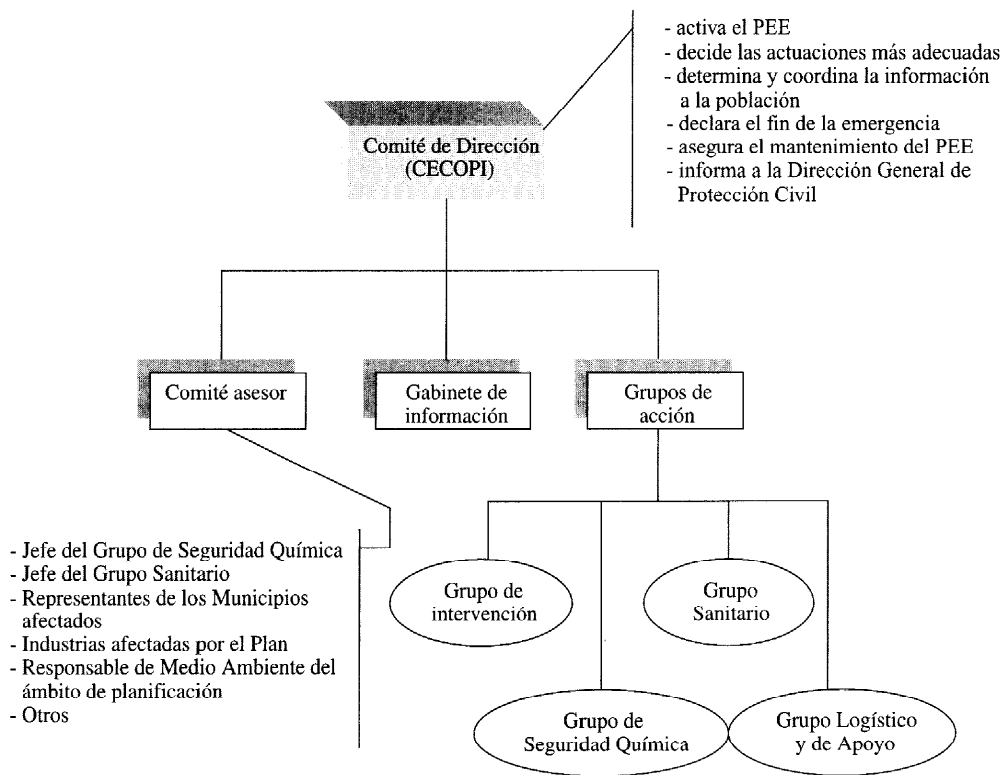
Es de destacar que el Comité de Dirección estará formado por un representante del Ministerio del Interior y un representante de la Comunidad Autónoma, el cual dirigirá el PEE en coordinación con la Administración del Estado y con las autoridades locales.

A continuación veremos la estructura de cada grupo de acción y las funciones que tienen asignadas cada uno, por considerar que es muy importante que cada persona involucrada en la respuesta ante una emergencia sepa cuál es su misión. En la Directriz Básica también viene especificado cuál va a ser la estructura y funciones del Comité de Dirección, Comité asesor y Gabinete de información, si bien debido a la orientación de este libro es más interesante dedicar más tiempo a los grupos de acción<sup>10</sup>.

### Grupo de intervención

El grupo de intervención es el primero en acudir al lugar de la emergencia, y entre sus funciones están: a) recibir la notificación de la emergencia; b) evaluar y combatir el accidente, además de auxiliar a las víctimas; c) establecer el puesto de mando avanzado, desde donde se coordinará a los grupos de acción; d) el jefe del grupo de intervención canalizará la información entre el lugar de la emergencia y el CECOPI (Centro de Coordinación Operativa Integrada); e) en un principio este grupo realizará funciones y agru-

Figura 4  
Organización general del PEE<sup>10</sup>



para componentes de todos los grupos de acción.

Una vez que en el lugar de la emergencia se han organizado el resto de los grupos de acción<sup>24</sup>, principalmente el grupo sanitario, la función principal de grupo de intervención será la de mitigar los efectos del accidente, y formarán parte de él bomberos y personal de Protección Civil sobre todo. Aún así, este grupo de intervención muchas veces tendrá que realizar funciones de rescate y primeros auxilios<sup>32</sup> en el caso de que personal sanitario no pueda entrar en el lugar del accidente debido a la peligrosidad del mismo, algo que es muy importante tener en cuenta sobre todo en el caso de accidentes de sustancias peligrosas. Si fuera ne-

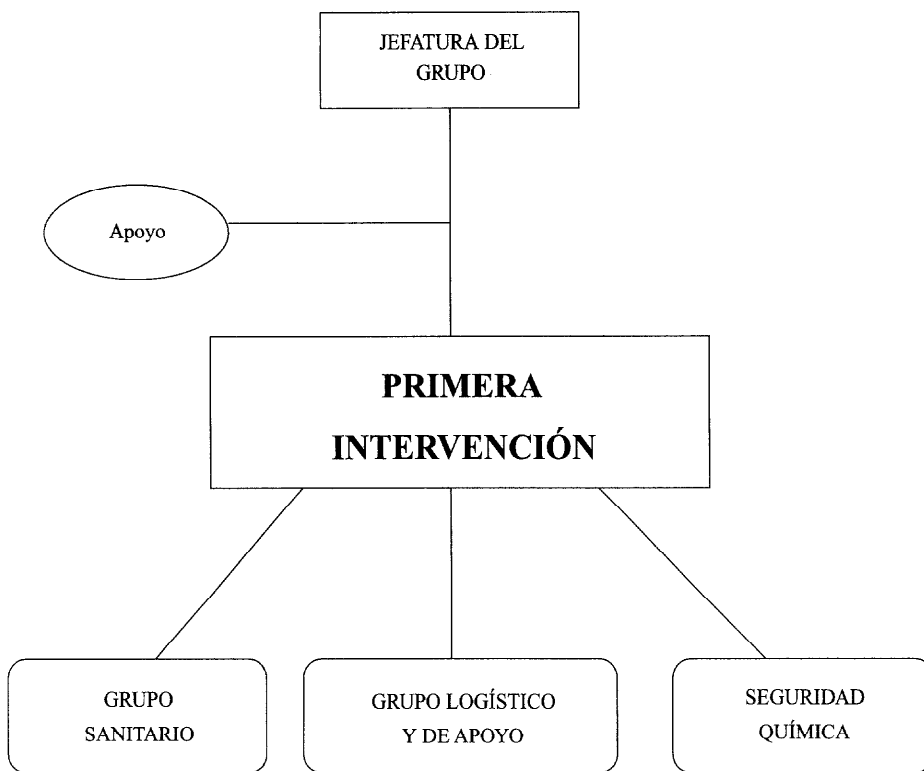
cesario que personal sanitario entrase en el lugar del accidente, éste deberá de llevar los equipos de protección adecuados<sup>23</sup>, por lo que es necesario que haya una familiarización previa con los mismos. En la Figura 5 podemos ver la organización del grupo de intervención.

### Grupo de Seguridad Química

Las funciones del grupo de seguridad química serán: a) evaluar y notificar la situación real del accidente en cada momento; b) seguimiento de la evolución del accidente y de las condiciones medioambientales; c) recomendar las medidas de protección más idóneas en cada momento.



**Figura 5**  
**Grupo de primera intervención**



Podrán formar parte de este grupo, entre otros, el Centro de Seguridad e Higiene en el Trabajo, la Asociación de Empresas Químicas de la zona y el Químico municipal.

realizan tres funciones principales que quedan reflejadas en la Figura 6, por lo que es conveniente que cada una de ellas se coordine de una manera adecuada<sup>18,24</sup>.

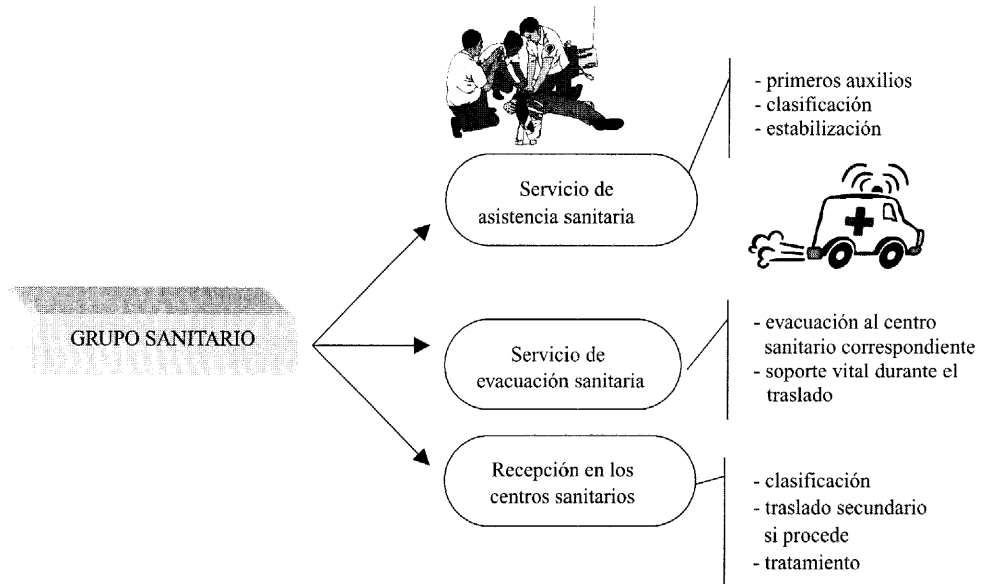
### Grupo sanitario

Las funciones del grupo sanitario serán: a) prestar asistencia sanitaria de urgencia en la zona de intervención<sup>23</sup>; b) realizar la clasificación, estabilización y evacuación de los heridos que así lo requieran; c) coordinar el traslado a centros hospitalarios; d) organizar la infraestructura de recepción hospitalaria<sup>33</sup>. Formarán parte de este grupo el organismo sanitario competente en la zona (INSALUD, SAS, etc.), Cruz Roja y centros hospitalarios de la zona. En este grupo se

### Grupo logístico y de apoyo

Las funciones del grupo logístico y de apoyo serán: a) garantizar la seguridad ciudadana; b) controlar los accesos al lugar del accidente; c) coordinar el servicio de abastecimiento y transporte; d) asegurar el correcto funcionamiento del servicio de transmisiones; d) transmitir los avisos a la población. Para realizar todas estas funciones, formarán parte del este grupo los Cuerpos y Fuerzas de Seguridad del Estado (Policía, Guardia Civil, Ejército, etc.), Cruz Roja (principal-

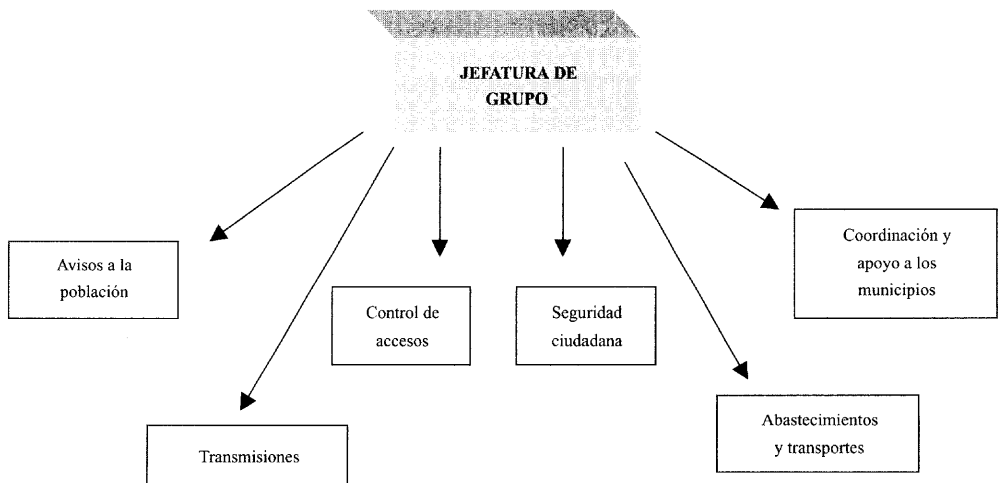
**Figura 6**  
**Estructura del grupo sanitario**



mente servicio de abastecimiento), técnicos municipales y de Protección Civil y los organismos competentes en materia de Obras

Públicas y Transportes. Un ejemplo de estructura y organización del grupo logístico queda reflejado en la figura 7.

**Figura 7**  
**Estructura del grupo logístico**



## COMENTARIOS FINALES

El desarrollo industrial debe de ir acompañado paralelamente de un avance en el grado de preparación de los distintos estamentos relacionados con la respuesta ante desastres. Si bien el riesgo que supone la industria puede ser equiparado a otros de la vida diaria, sí es cierto que este riesgo tiene sus peculiaridades, lo que hace que requiera una preparación específica. El personal sanitario juega un papel fundamental en la respuesta ante un accidente industrial, algo que podría traer consigo un grave problema de salud pública de una manera inmediata. Por ello, los profesionales de la salud debemos de conocer al menos los aspectos más relevantes relacionados con la prevención, preparación y respuesta ante el riesgo químico e industrial, y de manera más específica lo relacionado con la asistencia sanitaria ante desastres industriales, algo que se sale de los objetivos de esta revisión, aunque no por ello menos importante.

## BIBLIOGRAFÍA

1. International Programme on Chemical Safety (IPCS). User's manual for the IPCS health and safety guides. Ginebra: World Health Organization; 1996.
2. Vargas Marcos F. Prevención y control del riesgo de los productos químicos. *Rev Esp Salud Pública* 1996; 70: 409-420.
3. Boletín Oficial del Estado. Real Decreto 363/1995 por el que se aprueba el Reglamento sobre notificación de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas. BOE núm 133 (suplemento), 5/6/1995.
4. Binder S. Deaths, Injuries and Evacuations from Acute Hazardous Materials Releases. *Am J Public Health* 1989; 79: 1042-1044.
5. Hall HI, Dhara VR, Price-Green PA, Kaye WE. Surveillance for Emergency Events Involving Hazardous Substances- United States, 1990-1992. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* Nov 1994; 43 (SS-3): 1-6.
6. Hall HI, Haugh GS, Price-Green PA, Dhara VR, Kaye WE. Risk Factors for Hazardous Substances Releases that Result in Injuries and Evacuations: Data from 9 States. *Am J Public Health* 1996; 86: 855-857.
7. Santamaría Ramiro JM, Braña Aísa PA. Análisis y reducción de riesgos en la industria química. 10 ed. Madrid: editorial MAPFRE; 1994.
8. Boletín Oficial del Estado. Real Decreto 886/1988 sobre prevención de accidentes mayores en determinadas actividades industriales. BOE núm 187, 5/8/1988.
9. Diario Oficial de la Comunidades Europeas. Directiva 96/82/CE relativa al control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas. DOCE núm L 10/13, 4/1/1997.
10. Boletín Oficial del Estado. Resolución de 30 de enero de 1991 de la Subsecretaría del Ministerio del Interior por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros por el que se aprueba la Directriz Básica para la elaboración y homologación de los Planes Especiales del Sector Químico. BOE núm 32, 6/2/1991.
11. Robertson JS. Chemical Disasters, Real and Suspected. *Public Health* 1993; 107: 277-286.
12. Arcos González P., González Carril F., Huerta González M, Cueto Espinar A. El concepto de desastre y su aplicación en Asturias. *Rev San Hig Pública* 1994; 68: 573-578.
13. Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD). Guiding Principles for Chemical Accident Prevention, Preparedness and Response: Guidance for Public Authorities, Industry, Labour and Others for the establishment of Programmes and Policies related to Prevention of, Preparedness for, and Response to Accidents Involving Hazardous Substances. OECD Environmental Monograph núm 51, Paris, 1992.
14. Waeckerle JF, Lillibridge SR, Noji EK, Burkle FM. Disaster Medicine: Challenges for today. *Ann Emerg Med* 1994; 23: 715-718.
15. Boletín Oficial del Estado. Real Decreto 952/1990 por el que se modifican los anexos y se complementan las disposiciones del Real Decreto 886/1988 sobre prevención de accidentes mayores en determinadas actividades industriales. BOE núm 174, 21/7/1990.
16. Boletín Oficial del Estado. Ley de Protección Civil, 1547/1985. BOE núm 22, 25/1/1985.
17. Zagal J. Método de evaluación de riesgos en accidentes químicos. Memoria del Simposio Regional sobre Preparativos para Emergencias y Desastres Químicos: Un reto para el siglo XXI; 1996 Oct 30 - Nov 1; México DF: Organización Panamericana de la Salud; 1996.
18. Márquez Flores E. Respuesta sanitaria a situaciones de catástrofes en Huelva: propuestas para un

- plan de catástrofes [Tesis doctoral]. Universidad de Sevilla; 1990.
19. Nelkin D. Communicating Technological Risk: The Social Construction of Risk Perception. *Annu Rev Public Health* 1989; 10: 95-113.
  20. Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD). Health Aspects of Chemical Accidents: Guidance on Chemical Accident Awareness, Preparedness and Response for Health Professionals and Emergency Responders. OECD Environmental Monograph núm 81. Paris; 1994.
  21. González D. Fuentes de información en accidentes químicos. Biblioteca básica. Memoria del Simposio Regional sobre Preparativos para Emergencias y Desastres Químicos: Un reto para el siglo XXI; 1996 Oct 30 - Nov 1; México DF: Organización Panamericana de la Salud; 1996.
  22. Heilman L, Bravo E. Metodología e instrumentos de apoyo en la preparación y respuesta a accidentes químicos. Memoria del Simposio Regional sobre Preparativos para Emergencias y Desastres Químicos: Un reto para el siglo XXI; 1996 Oct 30 - Nov 1; México DF: Organización Panamericana de la Salud; 1996.
  23. Agency for Toxic Substances and Disease Registry, United States Department of Health and Human Services, Public Health Services. Emergency medical services: a planning guide for the management of contaminated patients (Managing Hazardous Substances Incidents, Vol.1). Atlanta; 1992.
  24. Waeckerle JF. Disaster Planning and Response (Review article). *N Engl J Med* 1991; 324 (2): 815-21.
  25. Baxter PJ. Responding to Major Toxic Releases. *Ann Occup Hyg* 1990; 34 (6): 615-620.
  26. Agency for Toxic Substances and Disease Registry, United States Department of Health and Human Services, Public Health Services. Hospital emergency departments: a planning guide for the management of contaminated patients (Managing Hazardous Substances Incidents, Vol.2). Atlanta; 1992.
  27. Organisation for Economic Cooperation and Development. Guidance concerning Health Aspects of Chemical Accidents. Paris: Organisation for Economic Cooperation and Development; 1996.
  28. United Nations Environmental Programme Industry and Environment Centre. Hazard Identification and Evaluation in a Local Community. Technical Report Series n1 12. Paris: United Nations Environmental Programme Industry and Environment Centre; 1992.
  29. Gressel MG, Gideon JA. An Overview of Process Hazard Evaluation Techniques. *Am Ind Hyg Assoc J* 1991; 52 (4): 158-163.
  30. Boletín Oficial del Estado. Real Decreto 1378/1985 sobre medidas provisionales para la actuación en situaciones de emergencia en los casos de grave riesgo, catástrofe o calamidad pública. BOE núm 191, 10/8/1985.
  31. Boletín Oficial del Estado. Real Decreto 407/1992 por el que se aprueba la Norma Básica de Protección Civil. BOE núm 105, 1/5/1992.
  32. Agency for Toxic Substances and Disease Registry, United States Department of Health and Human Services, Public Health Services. Medical management guidelines for acute chemical exposures (Managing Hazardous Substances Incidents, Vol.3). Atlanta: Agency for Toxic Substances and Disease Registry, United States Department of Health and Human Services, Public Health Services; 1992.
  33. Cox RD. Decontamination and Management of Hazardous Materials Exposure Victims in the Emergency Department. *Ann Emerg Med* 1994; 23: 761-770.