

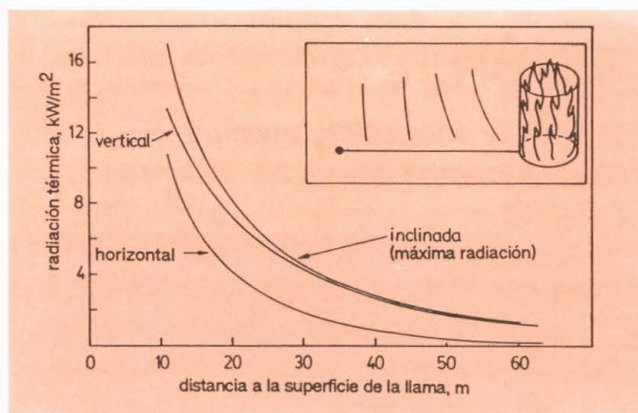


Fig. 3. Estimación de la radiación procedente de un incendio.

Una vez conocida la masa equivalente, se calcula la distancia normalizada o cociente entre la distancia desde el epicentro de la explosión y la raíz cúbica de la masa de TNT equivalente. A continuación se acude a un gráfico que da directamente la sobrepresión. Este modelo, muy simple, permite efectuar estimaciones bastante buenas de los efectos de una explosión.

BLEVE/bola de fuego

Este accidente, que puede presentar una gran severidad, tiene las características simultáneamente de una explosión y un incendio. Sus efectos, de mayor a menor gravedad, son los siguientes:

- radiación térmica
- fragmentos lanzados por la explosión
- onda de choque
- lluvia de combustible.

En el momento inicial hay una explosión, con el consiguiente efecto mecánico de sobrepresión; los diversos fragmentos en que se divide el depósito salen despedidos, con una estela de fuego, pudiendo recorrer grandes distancias; una parte del combustible puede ser lanzado en forma de lluvia a los alrededores —gracias a la falta de oxígeno en los primeros instantes— ardiendo o deflagrando posteriormente; finalmente, la mayor parte del combustible contenido inicialmente en el depósito (aunque no todo, lo cual introduce una cierta imprecisión) pasa a formar una gran bola de fuego, que quema durante un tiempo relativamente corto (uno o dos minutos), aumentando de tamaño y desprendiendo una fortísima radiación.

Existen diversos modelos para predecir el tamaño, la altura, el tiempo de duración y la radiación de estas bolas de fuego. En general, todos ellos utilizan expresiones del tipo exponencial:

$$D_{\max} = aM^b$$

siendo $D_{\max}$ el diámetro máximo alcanzado por la esfera de fuego, y M la masa contenida inicialmente en la misma. La Fig. 4 muestra la predicción de las diversas características de un BLEVE de propano, calculadas mediante uno de estos modelos.

Estimación de consecuencias: modelos de vulnerabilidad

Una vez conocidos los efectos del accidente (radiación, onda de presión, etc.) hay que establecer cuáles serán las consecuencias sobre la población, las instalaciones y el medio ambiente. Para ello se utilizan los modelos de vulnerabilidad, bien sea en forma de tablas o en ecuaciones.

Las consecuencias sobre personas de radiación térmica, onda de presión y productos tóxicos suelen estimarse mediante expresiones basadas en la función Probit:

$$Y = k_1 + k_2 \ln I$$

en las que Y representa indirectamente la fracción de la población expuesta que recibirá un determinado daño (por ejemplo, muerte por hemorragia pulmonar, quemaduras de primer grado, etc.) e I es una expresión, simple o compleja, de la intensidad del

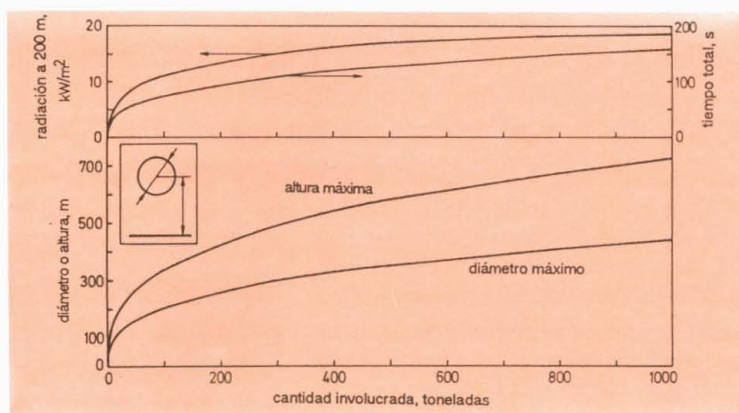


Fig. 4. Predicción de las características de una bola de fuego.

fenómeno (dosis de producto tóxico inhalado, dosis de radiación térmica recibida, sobrepresión, etc.)

Las consecuencias sobre el equipo pueden deducirse de valores tabulados (caso de las ondas de choque) o de determinados modelos semiempíricos (caso de la radiación térmica).

Utilidad de los resultados

La estimación de los efectos y las consecuencias de los diversos accidentes que pueden ocurrir en una planta tiene diversas aplicaciones, entre las que podemos citar como más importantes las siguientes:

- protección de personas, equipos y medio ambiente
- establecimiento de distancias de seguridad
- elaboración de planes de emergencia.

Sin embargo, como en tantos otros campos de la ingeniería, la información obtenida debe utilizarse con criterio, teniendo en cuenta determinados aspectos (como por ejemplo el factor de exposición, en lo concerniente a las consecuencias sobre personas) que podrían conducir a resultados excesivamente alarmistas o demasiado optimistas en caso de ser sobrevalorados o de prescindirse de ellos.

También hay que ser consciente de que prácticamente todos los modelos dejan bastante que desear y presentan una considerable imprecisión, relacionada unas veces con su propia esencia y otras con la de los parámetros que utilizan. Hay que tener en cuenta que lo que proporcionan estos modelos son realmente órdenes de magnitud, y que su aplicación debe efectuarse con prudencia. Sin embargo, bien utilizados son herramientas extraordinariamente útiles para llevar a cabo el análisis de riesgos.

Los accidentes de gran magnitud que pueden tener lugar en una industria están casi siempre asociados a la pérdida de contención de un producto tóxico