



2a edición  
Febrero 2020

# La Última Línea de Defensa de la Seguridad

*Plan de Emergencia y Evacuación*



Material no apto para la venta.



[www.redproteger.com.ar](http://www.redproteger.com.ar)

Ing. Néstor Adolfo BOTTA

ISBN 978-987-4035-15-8

## EL AUTOR



Néstor Adolfo BOTTA es Ingeniero Mecánico recibido en el año 1992 en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de La Plata; Ingeniero Laboral recibido en el año 1995 en la Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional La Plata y Diplomado en Ergonomía recibido en el año 2018 en la Facultad de Química e Ingeniería del Rosario de la Pontificia Universidad Católica Argentina .

Es el Titular de la empresa Red Proteger, empresa dedicada a la Capacitación y Divulgación de conocimientos en materia de seguridad e higiene en el trabajo ([www.redproteger.com.ar](http://www.redproteger.com.ar)).

Desarrolló funciones como Responsable de Higiene y Seguridad en el Trabajo en empresas como SOIME SRL, TRADIGRAIN ARGENTINA SA, AMANCO ARGENTINA SA, MOLINOS RÍO DE LA PLATA SA y SEVEL ARGENTINA SA.

Asesoró a diversas empresas entre las que se destacan AKZO NOBEL SA, CERVECERÍA Y MALTERÍA QUILMES SAICAYG y APACHE ENERGÍA ARGENTINA SRL.

Su extensa actividad docente lo ubica como:

- Profesor en la UCA de Ing. de Rosario para la Carrera de Posgrado de Higiene y Seguridad en el Trabajo en la asignatura de Riesgo y Protección de Incendios y Explosiones.
- Profesor Titular en la Universidad Nacional del Litoral para la Carrera de Técnico en Seguridad Contra Incendios en la asignatura de Seguridad Contra Incendios III. Sistema de educación a distancia.
- Profesor en la Universidad Nacional del Litoral - Sede Rosario, para la Carrera de Lic. en Seguridad y Salud Ocupacional en la asignatura de Práctica Profesional.
- Profesor Titular en el Instituto Superior Federico Grote (Rosario – Santa Fe) para la Carrera de “Técnico Superior en Seguridad e Higiene en el Trabajo” para las asignaturas de Higiene y Seguridad en el Trabajo I, Seminario Profesional, Prevención y Control de Incendios II, y Prevención y Control de Incendios I.
- Profesor Interino Cátedra “Elementos de Mecánica”. Carrera “Técnico Superior en Seguridad e Higiene en el Trabajo”. ISFD Nro. 12 La Plata – 1.996
- Ayudante Alumno Cátedra “Termodinámica”. Universidad Nacional de La Plata - Facultad de Ingeniería.
- Ayudante Alumno Cátedra “Análisis Matemático”. Universidad Nacional de La Plata - Facultad de Ciencia Económicas.

### Datos de Contacto

e-mail: [nestor.botta@redproteger.com.ar](mailto:nestor.botta@redproteger.com.ar)

Botta, Néstor Adolfo

La última línea de defensa de la seguridad : plan de emergencia y evacuación /  
Néstor Adolfo Botta. - 1a ed. - Rosario : Red Proteger, 2020.

Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online

ISBN 978-987-4035-15-8

1. Seguridad. 2. Incendios. I. Título.

CDD 364

®Todos los derechos reservados.

El derecho de propiedad de esta obra comprende para su autor la facultad exclusiva de disponer de ella, publicarla, traducirla, adaptarla o autorizar su traducción y reproducirla en cualquier forma, total o parcial, por medios electrónicos o mecánicos, incluyendo fotocopia, copia xerográfica, grabación magnetofónica y cualquier sistema de almacenamiento de información. Por consiguiente, ninguna persona física o jurídica está facultada para ejercitar los derechos precitados sin permiso escrito del Autor.

Editorial Red Proteger®

Rosario – Argentina

Tel.: (54 341) 445 1251

[info@redproteger.com.ar](mailto:info@redproteger.com.ar)

[www.redproteger.com.ar](http://www.redproteger.com.ar)



**" FRACASAR EN LA  
PREPARACIÓN ES PREPARARSE  
PARA FRACASAR "**

## INTRODUCCION

Si la empresa no se organiza y prepara de antemano para el control de los daños que evolucionan, pone en peligro no sólo las vidas de sus trabajadores y vecinos, sino a la propia empresa y a la continuidad del negocio.

El Plan de Emergencia es la última herramienta que tiene disponible una organización para salvarse, porque si no se prepara, al momento del accidente queda a disposición de la suerte y de la capacidad de un puñado de personas no organizadas para que logran controlar el daño.

En el documental "*Bhopal - La Tragedia Olvidada*", Wally Shafer del Comité de Seguridad del Instituto Unión Carbide dijo en una entrevista:

“¿No existía en Bhopal un plan de emergencia para la gente que vivía en el exterior de la planta?

- *No, no lo había .... bueno tendría que haber existido uno. No creo que nuestra planta pudiera estar en funcionamiento si no tuviéramos un plan organizado de emergencia.*

¿Cree Ud. que eso tiene relación con lo ocurrido el pasado mes de diciembre?

- *Pienso que si se hubiese informado a la gente debidamente, si se les hubiese evacuado a tiempo, no habría habido tantas muertes.”*

¿No es hora de pensar que una empresa no puede ser habilitada para funcionar hasta que tenga y demuestre que funciona un Plan de Emergencia que controle y minimice el daño interno y externo producto de sus accidentes?

La respuesta en cada uno de Uds.

## INDICE

- 1) HACIENDO UN POCO DE HISTORIA
- 2) ¿QUE ES LA MITIGACIÓN?
- 3) PORQUE UN PLAN DE EMERGENCIA
- 4) EVOLUCION DE LA EMERGENCIA
- 5) QUE ES UN PLAN
- 6) DEFINICIONES
  - 6.1) Emergencia
  - 6.2) Evacuación
  - 6.3) Plan de Emergencia
  - 6.4) Plan de Evacuación
- 7) PARTES COMPONENTES DE LOS PLANES DE EMERGENCIA
- 8) ETAPAS DE EJECUCIÓN DE UN PLAN
- 9) RELACIÓN ENTRE LAS EMERGENCIAS Y LA EVACUACIÓN
- 10) EL PROCEDIMIENTO DE LA EVACUACIÓN
  - 10.1) Primera Etapa: Detección
  - 10.2) Segunda Etapa: Alarma
  - 10.3) La Etapa para Analizar ¿Debería Existir?
  - 10.4) Tercera Etapa: Decisión
  - 10.5) Cuarta Etapa: Información
  - 10.6) Quinta Etapa: Preparación
  - 10.7) Sexta Etapa: Salida
  - 10.8) Séptima Etapa: Control
  - 10.9) Octava Etapa: Rescate
  - 10.10) Novena Etapa: Seguimiento Psicológico
- 11) OPTIMIZACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE EVACUACIÓN
- 12) EL MOMENTO DE LA DECISIÓN
- 13) ¿CUAL ES EL MEJOR PLAN DE EVACUACIÓN?
- 14) LA RUTA DE ESCAPE
- 15) LOS LIDERES DE EVACUACIÓN
  - 15.1) Criterios de Selección
  - 15.2) Funciones
  - 15.3) Lo que Debe Hacer los Líderes de Grupo
- 16) DETECCIÓN DE LAS EMERGENCIAS
- 17) COMO ESTABLECER PRIORIDADES
- 18) INFORMACIÓN SOBRE LAS EMERGENCIAS
- 19) ETAPA ADMINISTRATIVA DE LOS PLANES DE EMERGENCIA

- 19.1) Organigrama para la Emergencia
- 19.2) Como Armar un Organigrama
- 19.3) El Director, Jefe, Líder o Responsables de Emergencias
- 19.4) Relaciones Públicas
- 19.5) Coordinación entre las Autoridades
- 19.6) Otras Funciones
- 20) ETAPA OPERATIVA DE LOS PLANES DE EMERGENCIA
  - 20.1) Como Desarrollar la Estrategia
  - 20.2) Determinación de la Necesidad de Recursos
- 21) PLAN DE AYUDA MUTUA
- 22) SIMULACROS
  - 22.1) El Simulacro de Evacuación
  - 22.2) El Simulacro de Emergencia
  - 22.3) Noticias
- 23) ASPECTOS LEGALES
- 24) DISEÑO DEL PLAN DE EMERGENCIA Y EVACUACIÓN
  - 24.1) Premisas para el Diseño del Plan
  - 24.2) Pasos Orientativos para Confeccionar el Plan de Emergencia y Evacuación

## 1) HACIENDO UN POCO DE HISTORIA

Para comprender la importancia de contar con planes de emergencia y evacuación, además, de tener que entender la teoría y su implicancia, es muy importante conocer los principales accidentes ocurridos alrededor del mundo, como se dieron los hechos, que llevaron al accidente, las daños generados y como se pudieron haber evitado.

El siguiente es un listado cronológico de algunos de los más significativos e importantes accidentes y sobre los cuales existe suficiente información para estudiar y analizar.

- Puerta 12 – Ciudad de Buenos Aires - 1968
- FlixBorough – Reino Unido - 1974
- Seveso – Italia - 1976
- Camping de Los Alfaques - España – 1978
- Tocoa - Venezuela - 1982
- San Juanico – México – 1984
- Bhopal – La India - 1984
- Goiana – Brasil - 1987
- Piper Alpha – Mar del Norte - 1988
- Mesa Redonda – Lima, Perú - 2001
- Toulouse – Francia – 2001
- Buncefield - Reino Unido - 2001
- "Ycua Bolaños – Paraguay - 2004

### PUERTA 12: MEMORIAS DEL HORROR<sup>1</sup>

Fue el 23 de junio de 1968. Había terminado un River-Boca. En la Puerta 12 del Monumental hubo una avalancha. Murieron 71 hinchas, la mayoría menores. La Justicia nunca encontró culpables. Clarín reconstruyó esa dolorosa tarde con nuevos testimonios.

Un rato antes de las tres menos cuarto de la tarde se supo cuál era la travesura que había preparado Angel Clemente Rojas: quitarle la gorra al ya legendario Amadeo Carrizo. Pero el arquero se negó a comenzar el partido hasta que le devolvieron la cábala, y más tarde se vengó del delantero. Cuando faltaban diez minutos para el final del partido, Carrizo se sentó en el césped para burlarse de la escasez ofensiva de Boca. Amadeo y Rojitas, que le pusieron unos gramos de alegría a un encuentro empatado 0 a 0 y sin atractivos, jamás imaginaron mientras caminaban hacia el vestuario que aquel clásico se estaba metiendo en la historia de la peor manera. Porque esa tarde de hace 32 años, el 23 de junio de 1968, 71 hinchas encontraron la muerte en una avalancha trágica en la Puerta 12 del Monumental. Fue la más grande catástrofe del fútbol argentino. Pero para la Justicia nunca hubo responsables.

"Me salvé porque tenía la costumbre de quedarme un buen rato en la tribuna después de que terminaba el partido. Estaba con un amigo que hacía la colimba junto conmigo. Cuando bajamos, la Policía cerraba el paso hacia esa puerta, pero no tenía la menor idea de por qué. Era muy confuso" (Hugo Vargas, 52 años, testigo).

<sup>1</sup> <http://www.clarin.com/diario/2000/06/27/d-04201.htm>

Los hinchas visitantes ocuparon la tribuna que da a Figueroa Alcorta. Estaba atestada, como todo el Monumental. La popular valía 300 pesos moneda nacional (1 dólar se cotizaba a 350). Por el frío —la temperatura máxima fue de 12°C— y por el aburrimiento, las 90.000 personas que habían visto el partido querían irse lo antes posible. En el sector visitante comenzaron las avalanchas. Se venía la tragedia.

"El clima era peligroso. Algunos hinchas habían quemado banderas de River. Otros arrojaban cohetes, monedas y vasos con orina a los que estaban en la parte baja de la tribuna. No faltaron trompadas ni pequeñas avalanchas" (de Eduardo Amatucci, testigo, a Clarín en 1968).

El último tramo de las escaleras que bajan a la Puerta 12 —actual sector L de la tribuna alta Centenario, siempre ocupado por los hinchas visitantes— tiene 80 escalones entre el descanso al aire libre del primer piso y la calle. En cada uno caben 15 personas como máximo. Un túnel oscuro y peligroso. Una trampa terrible si los simpatizantes que están abajo no pueden salir y los que están arriba empujan y empujan sin saber qué sucede.

"En un principio era una avalancha normal, pero después se acrecentó. Iba por el aire, sin tocar el piso. Algo empezó a salir mal. La avalancha se detuvo. Cada vez estaba más apretado. Había gritos de pánico, de mucho miedo. La gente que estaba abajo quería subir. Estábamos uno arriba de otro bajo una terrible presión que no dejaba respirar. Me caí y después me desmayé. ¿Cuál fue el motivo de la tragedia? Nunca lo conocí. Yo me salvé de milagro. Quizá gracias a la gente que me ayudó porque era el más joven de todos y porque la avalancha se detuvo cuando yo estaba en un recodo de la escalera. Apenas tenía 14 años. Nunca más fui a ver a Boca" (Miguel Durrieu, 46, sobreviviente).

Fue demasiado tarde cuando los gritos y los gestos desesperados pudieron detener la marea descendente. Setenta y un muertos (más víctimas que en el accidente de hace 10 meses en el Aeroparque, donde perdieron la vida 67 personas) por golpes y por asfixia. Más de sesenta heridos. ¿Por qué? Treinta y dos años después, se sigue sin tener una certeza de la causa. Desde el primer momento, los testigos sobrevivientes daban versiones diferentes. La mayoría vio los portones metálicos cerrados o entornados. Y muchos aseguraron que los molinetes no habían sido retirados.

"Los molinetes estaban colocados en la salida y tenían una barra de hierro que no permitía el paso ni de una persona a la vez" (de Juan Iñiguez a Crónica en 1968).

"Yo puedo asegurar que, diez minutos antes del final del partido, la Puerta 12 estaba cerrada. Mi hijo de 10 años se desmayó y quise salir por ahí, pero me vi obligado a subir con el nene en brazos y buscar otra salida. La puerta estaba cerrada, yo la vi. Y para peor, cuando la abrieron, quienes estábamos en las primeras filas nos encontramos con los molinetes. Fue tremendo, señor" (de Enrique Acuña, sobreviviente, a Clarín en 1968).

Pero otros hinchas afirmaron convencidos que la tragedia fue causada por una brutal represión policial. Según esa hipótesis, que también fue muy reiterada por los testigos, la Montada detuvo al público a puro bastonazo y provocó que muchos hinchas que estaban saliendo del estadio por la Puerta 12 intentaran retroceder. La Policía era temible — gobernaba por la fuerza el dictador Juan Carlos Onganía— en las calles, canchas y universidades.

"Los hinchas hacían sus necesidades en vasos de café y le tiraban orina y excremento a la Policía montada que estaba en la calle. Eso provocó la represión policial y luego, la tragedia" (William Kent, ex presidente de River).

"Hubo agentes que actuaron sobre la gente que se desconcentraba por la escalera de la Puerta 12, mientras era obstruida por la Policía montada. Allí se produjo el desbande y la tragedia. La puerta estaba abierta y los molinetes, retirados. Yo estaba ahí y doy fe de ello. Mi hipótesis es que se quiso poner a cubierto el desempeño de la Fuerza y se inventó el tema de los molinetes" (de Juan Carlos Tabanera, ex inspector general de la Municipalidad, a Domingos Populares en 1988).

En algo coincidieron todos: la iluminación de la escalera era inexistente, el piso estaba resbaladizo y no había pasamanos ni barandas. La mayoría de los hinchas que salían por otras puertas, incluso a pocos metros del desastre, sabían poco y nada de lo que estaba ocurriendo en la Puerta 12. Pero tarde o temprano se enteraron.

"Ese día estuve en la tribuna de River, y salí por la puerta de al lado. Recién me enteré a diez cuerdas del estadio, cuando salían los camiones con los muertos. Los cuerpos estaban violetas" ("Cacho" Burgo, testigo).

La angustia de los familiares de los hinchas que habían asistido a la cancha se hizo intolerable a las pocas horas. "¡Papá está en casa!", gritó desbordado de nervios un muchacho en la comisaría 33 cuando, desde su casa, le avisaron por teléfono que su padre había sobrevivido. Pero los que no tuvieron esa suerte empezaron a peregrinar por hospitales y comisarías para intentar descifrar las cadáveres numerados y aún sin identificación.

"Pensaban que yo había muerto y me escribieron el número 19 en mi pecho, como si ya fuera finado. Recién en el hospital Pirovano se dieron cuenta de que todavía respiraba. Tenía los ojos color morcilla y la piel color carbón. Me estalló un oído y casi pierdo la vista. Me habían dado por muerto. Sólo recuerdo hasta que terminó el partido y me metí en la escalera de la Puerta 12. Después no me acuerdo de nada más, pero mi esposa vio en un video que los molinetes estaban puestos y que la Policía pegaba. Me salvé porque tengo una caja torácica grande" (Juan Carlos Alomo, 57 años, sobreviviente).

"Tenía franco, pero me enteré y al rato llegué al hospital. Era un horror y se pudo hacer muy poco. Recuerdo a los familiares corriendo desesperadamente por los pasillos. Los hospitales no estaban preparados para recibir víctimas en masa. Los que se salvaron fue por su fortaleza física. Hasta llegó el presidente Onganía para hacer rostro" (Jorge Izza, médico, ex jefe del hospital Pirovano).

La mayoría de los muertos eran jóvenes y adolescentes. El promedio de edad, 19 años. Por eso la causa quedó a cargo de un juez de Menores, Oscar Hermelo. Cuando al día siguiente fue al estadio para hacer un reconocimiento visual, todavía había cordones, hebillas de cinturón y peines sobre los escalones. Y manchas de sangre.

Los hechos de la Puerta 12 trascendieron fuera de la Argentina. Unidos por el espanto, el Barcelona de España, la Universidad de Chile y la Liga Paraguaya ofrecieron sus equipos para jugar partidos en Buenos Aires a beneficio de los familiares de las víctimas. En el país se decretó duelo nacional. Ese día, en las páginas de espectáculos de Clarín, se anunciaban películas como "Psexoanálisis", "Turismo de Carretera", "Al maestro con cariño" y "Grand Prix". Pero llamaba mucho la atención un aviso de Teleonce que promocionaba un documental sobre la muerte de Carlos Gardel, de la que se cumplían 33 años: "Crónica de un día triste", se leía en grandes letras. El martes fueron enterrados los restos de la mayoría de las víctimas, pero todavía quedaban dos cadáveres sin identificar. El viernes falleció en el hospital Fernández Julián Fieldman, de 16 años, la víctima 71 de la tragedia. Dos meses después, el juez ordenó la prisión preventiva de Américo Di Vietro y Marcelino Cabrera, intendente y capataz de River, y dispuso un embargo de 200 millones contra ambos y contra el club.

"El suceso se desencadenó y alcanzó la magnitud extraordinaria conocida por la existencia en las bocas de salida de un obstáculo irremovible entre los que cabe mencionar: 1º, la puerta plegadiza total o parcialmente cerrada; 2º, la puerta plegadiza replegada y no rebatida, más el total de molinetes colocados; 3º, la puerta plegadiza replegada y no rebatida, más algunos molinetes colocados" (fragmento del informe de los peritos que intervinieron al juez Oscar Hermelo).

Pero a fines de noviembre, mientras en el teatro Agón se representaba la obra "La puerta 12", de Martha Pensel y Gerald Huillier, la sala VI de la Cámara de Apelaciones en lo Criminal y Correccional, integrada por Raúl Munilla Lacasa, Jorge Quiroga y Ventura Esteves, sobreseyó definitivamente a ambos imputados y les levantó el embargo. Los tres

camaristas consideraron que las pruebas demostraban que, antes de haber terminado el partido, todos los obstáculos habían sido removidos.

"Yo había dispuesto el procesamiento de dos personas pero, cuando la Cámara revocó la medida, la investigación no pudo continuar" (ex juez Oscar Hermelo, 84 años, a Clarín a través de un familiar).

La queja presentada por los damnificados ante la Corte Suprema quedó "dormida" largamente. En agosto de 1969, cansados, los familiares desistieron del recurso.

"(La demora) resulta penosa para quienes recurren a este palacio en demanda de justicia, particularmente para los abogados que no pueden encontrar ya argumentos lógicos para explicar lo inexplicable... Una justicia tardía ya nada repara y resulta carente de sus atributos más precisos y esenciales" (del escrito presentado por los abogados de los familiares de las víctimas, Marcos Hardy y Carmen Palumbo, al desistir del recurso de queja ante la Corte Suprema).

A fines del 68 los clubes y la AFA reunieron 32 millones de pesos (menos de 100.000 dólares) para ofrecerlos a los familiares como resarcimiento. En enero del 69 dispusieron darles 30 días de plazo a los damnificados para que se anotaran para cobrar el resarcimiento, pero en la misma nota el interventor Armando Ramos Ruiz intimaba a quienes querían cobrar esa suma para "renunciar expresamente a cualquier acción legal contra River" para exigir indemnizaciones. Dos años después, la AFA y River fueron condenados a pagarles 140.000 pesos ley (14.000.000 moneda nacional) a Nélida Oneto de Gianolli y Diógenes Zúgaro, familiares de víctimas en la tragedia. Pero el resto jamás reclamó ni cobró un solo peso.

"No había pensado en hacer juicio, pero un abogado de tránsito me convenció y lo ganamos. Mi esposo tenía 35 años. Pero pasó mucho tiempo, yo me volví a casar y tuve hijos. Es un hecho que tengo medio olvidado y prefiero no volver a hablar" (Nélida Oneto de Gianolli, viuda de una de las víctimas).

Hoy, los portones metálicos y los molinetes del Monumental son otros. Pero el último tramo de la escalera sigue siendo un túnel con iluminación deficiente, aunque ahora tenga una baranda central que divide la circulación. Los encargados de controlar las entradas, que no pasan de los 30 años, apenas saben lo que ocurrió aquella tarde. Igual que muchos hinchas jóvenes. Apenas saben que allí se vivió la mayor tragedia del fútbol argentino.

## Accidente de Flixborough<sup>2</sup>

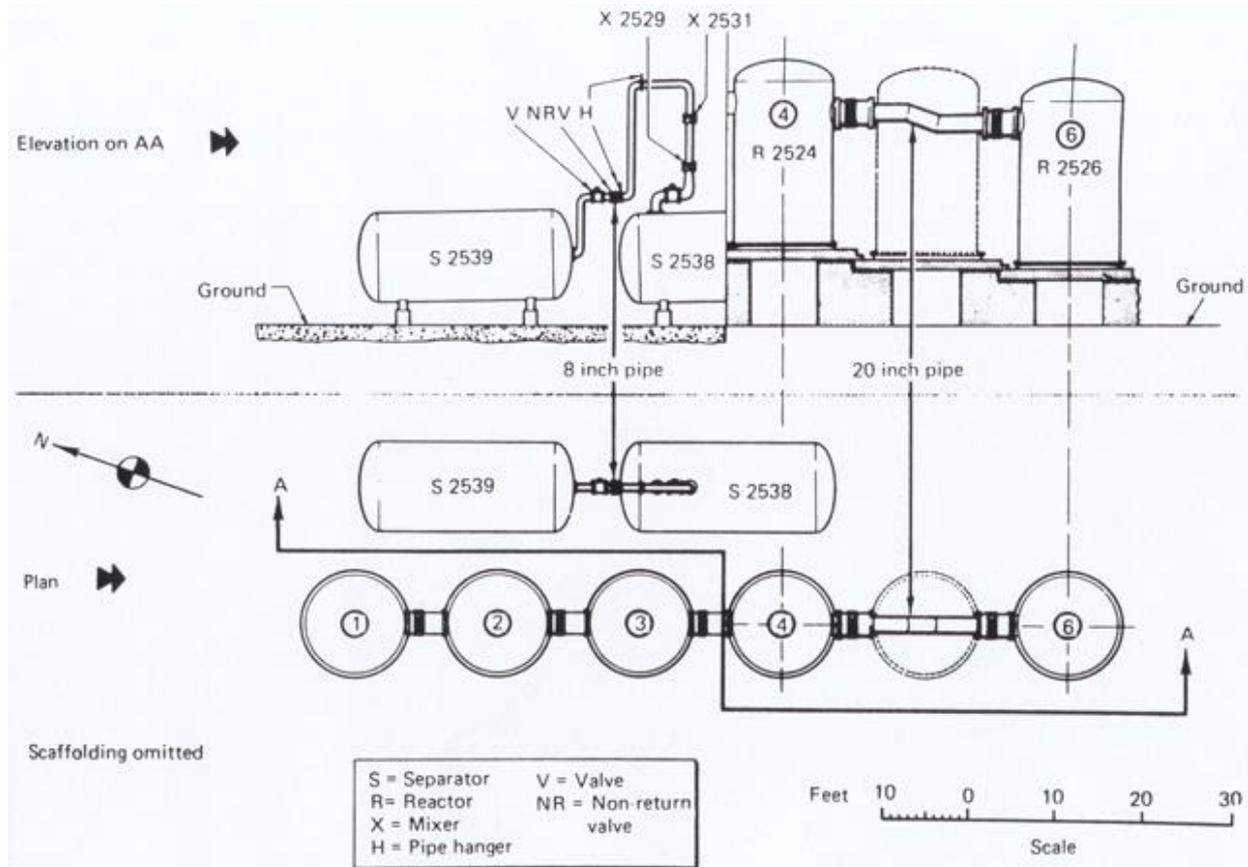
Aproximadamente a las 16:53 hs. del sábado 1º de junio de 1974, la planta de Flixborough Works de Nypro Ltd. fue virtualmente demolida por una explosión de extraordinarias dimensiones. Como consecuencia de la explosión 28 trabajadores resultaron muertos y otros 36 sufrieron heridas graves. Si la explosión hubiera ocurrido en horario laboral normal, las cifras de muertos y heridos habría sido mucho mayor. Otras muchas personas resultaron heridas fuera de las instalaciones y las pérdidas materiales fueron incalculables con la destrucción casi total de la planta.

### Características de las instalaciones

El accidente de Flixborough, ocurrió en la sección de reacción en la planta de producción de caprolactama a partir de la oxidación de ciclohexano que la empresa Nypro tenía en la localidad de Flixborough (Reino Unido). El proceso de producción consistía en un tren de seis reactores en serie en los que el ciclohexano se oxida a ciclohexanona y ciclohexanol por inyección de aire en presencia de un catalizador.

<sup>2</sup> <http://www.unizar.es/guiar/1/Accident/Flix.htm>

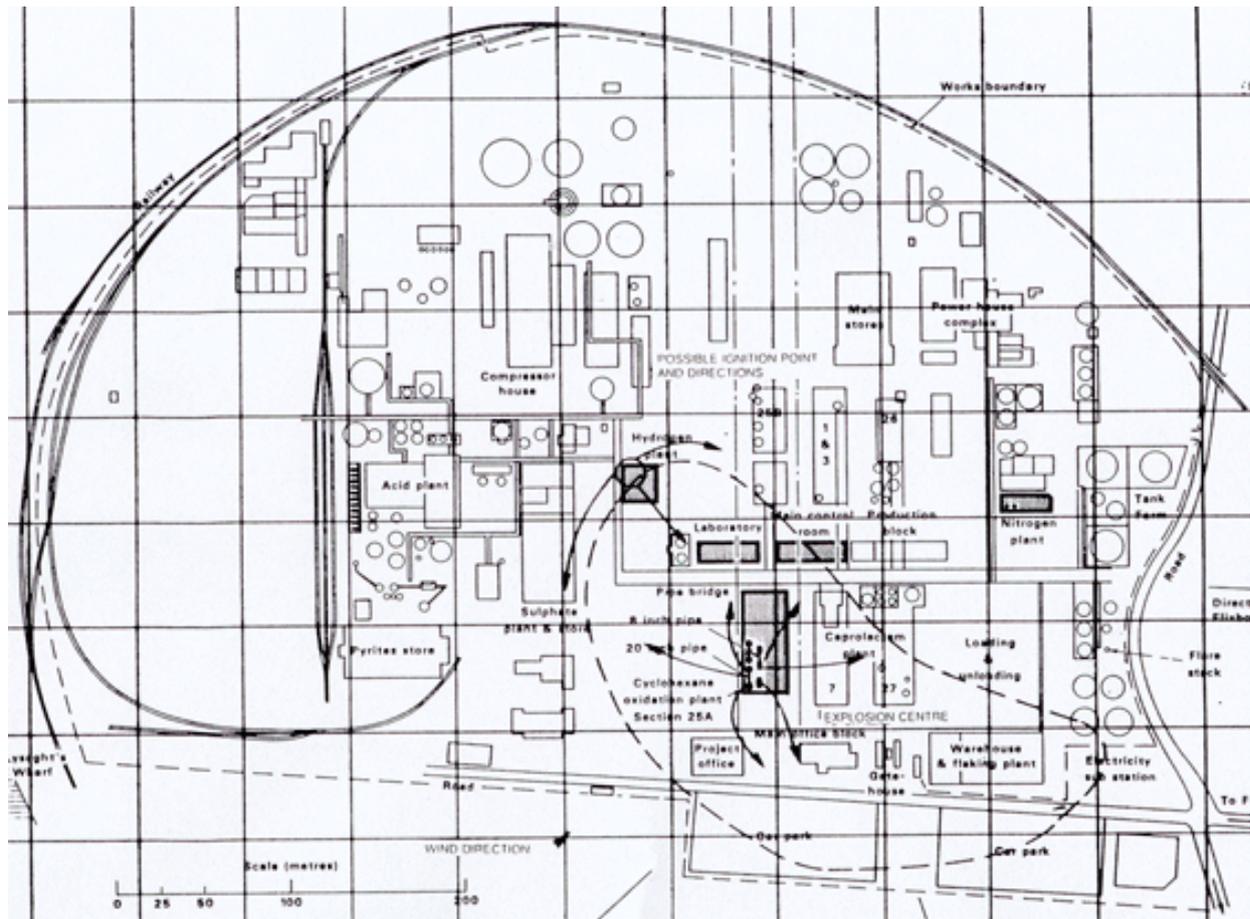
La reacción es fuertemente exotérmica y se realizaba a  $8,8 \text{ kg/cm}^2$  de presión en los reactores y a una temperatura de  $155 \text{ }^\circ\text{C}$ . Por tanto, existía una atmósfera explosiva dentro de los reactores, que se controlaba mediante la inyección de nitrógeno proveniente de unos depósitos de nitrógeno líquido. La temperatura se controlaba mediante la evaporación de parte del ciclohexano de cada reactor.



Algunos días antes de que ocurriera el accidente, se produjo una fuga en el reactor número 5 y una grieta de casi 2 metros, lo que indujo a eliminar dicho reactor en serie y se sustituyó por un conducto o tubería "by-pass" que unía los reactores 4 y 6, según se indica en el dibujo adjunto. Dicha tubería de unión tenía un diseño claramente diferente al resto de uniones entre los diferentes reactores. Además, el agitador del reactor número 4 se había retirado por avería hacía 5 meses.

### Descripción del accidente

El accidente se produjo precisamente por la rotura de esta unión provisional entre los reactores 4 y 6 debido a un aumento de la presión en los mismos (alcanzó aproximadamente  $9,2 \text{ kg/cm}^2$ ). El control de presión se podría haber realizado venteando parte del gas de los reactores a las antorchas inyectando nitrógeno, pero había poca cantidad almacenada y no se podía recibir más nitrógeno hasta la media noche, lo que habría motivado la paralización de la producción. Por tanto se decidió no ventear, lo que evitó el control de la presión en los reactores.



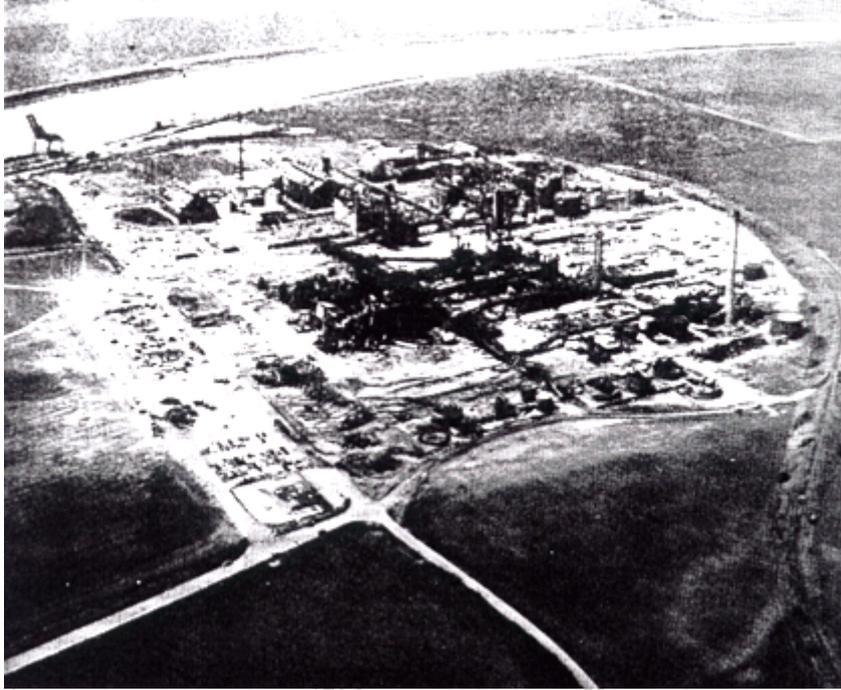
Por la tarde, se produjo un escape de unas 40 Tm de ciclohexano que formó una nube inflamable y casi inmediatamente explotó generando una explosión de vapor no confinada (UVCE). Las consecuencias fueron:

- Destrucción completa de la planta de producción de caprolactama.
- 28 personas muertas, 36 heridos graves y varios centenares de heridos leves.
- Daños graves en 1821 casas y 167 tiendas de las proximidades.
- Extensión de los daños a otras instalaciones próximas.

### **Análisis de las causas del accidente**

Todavía no están del todo claro las causas de la rotura de esta unión provisional o "by-pass". La comisión que investigó el accidente fijó su atención en cuatro posibles causas:

1. Fallo en la tubería provisional de 20" debido a un exceso de presión.
2. Fallo previo en una tubería de 8".
3. Fallo previo en alguna otra parte del sistema.
4. Explosión en la línea de aire de los reactores.



La hipótesis más considerada fue la primera, aunque no quedó del todo claro si la presión que se alcanzó de  $9,2 \text{ kg/cm}^2$  era suficiente para motivar la ruptura de la tubería. No obstante, se produjeron varios fallos de tipo organizativo y de seguridad que agravaron la situación original. Entre estos fallos cabe destacar los siguientes:

1. Inexistencia de proyecto de la modificación realizada, ni planos, salvo un esquema realizado con tiza en un taller próximo.
2. Inexistencia de cálculos de resistencia de materiales para la modificación. Incumplimiento de las normas de diseño aplicables.
3. Inexistencia de un ingeniero de diseño que realizara la modificación.
4. Falta de personal en temas de seguridad para el control de las modificaciones en la planta.
5. Inexistencia de un sistema de gestión de la seguridad en la empresa.
6. Prioridad de la producción sobre la seguridad.
7. La causa directa del accidente fue la introducción, sin los debidos controles de diseño y fabricación, de dos modificaciones: el "by-pass" entre los reactores 4 y 6 y la retirada del agitador en el reactor 4.
8. Falta de rigor en el diseño y control de las modificaciones.

### Lecciones aprendidas

Se han extraído numerosas lecciones procedentes del accidente de Flixborough. Incluyen tanto controles públicos para los establecimientos que presenten riesgos de accidentes graves como sistemas propios de gestión de la seguridad de este tipo de instalaciones.

Se consideran algunas de estas lecciones:

1. Controles públicos de las instalaciones que presenten riesgos de accidentes graves.

Una de las principales consecuencias del accidente de Flixborough fue la toma de conciencia por parte de las autoridades del Reino Unido y Europa para intentar controlar los riesgos de este tipo de instalaciones. Como consecuencia de ello y a raíz del accidente de Seveso se promulgó la primera Directiva Europea relativa al control de los riesgos de accidentes graves en determinadas actividades industriales. Además, las autoridades del Reino Unido promulgaron también su legislación CIMAH similar a la anterior.

2. Localización de los establecimientos que presenten riesgos de accidentes graves.

La elección correcta de los emplazamientos y, en concreto, la planificación territorial para evitar mayores riesgos en el entorno inmediato de este tipo de establecimientos, es otra de las conclusiones importantes. Este aspecto de la planificación territorial, se ha tenido muy en cuenta en la nueva legislación sobre accidentes graves, el Real Decreto 1254/99.

3. Necesidad de una correcta notificación de todas las sustancias peligrosas que se utilizan.

El almacenamiento y utilización de grandes cantidades de productos químicos peligrosos, es un aspecto que debe estar regulado y controlado por las autoridades. Los almacenamientos que a 1º de junio de 1974 poseía Nypro eran los siguientes:

- 1500 m<sup>3</sup> de ciclohexano.
- 300 m<sup>3</sup> de nafta.
- 50 m<sup>3</sup> de tolueno.
- 120 m<sup>3</sup> de benceno.
- 2000 m<sup>3</sup> de gasolina.

De todos ellos, solamente estaban notificados 32 m<sup>3</sup> de nafta y 7 m<sup>3</sup> de gasolina y el resto de los almacenamientos ni estaba notificados, ni por supuesto tenía licencias de instalación. La situación de Flixborough reveló la necesidad de mejorar los métodos de notificación de todas las sustancias peligrosas a las autoridades.

4. Normativas para sistemas y depósitos presurizados.

El origen del accidente tuvo lugar en una instalación en la que se trabajaba a presiones elevadas. La legislación en esa fecha apenas tenía regulaciones para almacenamientos a presión y no para sistemas y reactores a presión.

5. Sistema de gestión de la seguridad para establecimientos con riesgos de accidentes graves.

El Informe Flixborough hace un enorme hincapié en la inexistencia de un sistema general de gestión de la seguridad en la planta de Nypro. No existían ni procedimientos, ni organización, ni formación del personal, etc. que garantizaran un manejo seguro de las instalaciones.

6. Prioridad de la producción sobre la seguridad.

Los cambios en una instalación sin los debidos controles de seguridad, fueron la causa principal del accidente. El motivo de no realizar dichos controles de seguridad era que en ese momento lo prioritario era la producción y no la seguridad de la planta.

7. Uso de prácticas y códigos de diseño adecuados.

El Informe Flixborough describe que en la modificación de la tubería "by-pass" no se tuvieron en cuenta los mínimos códigos de diseño adecuados para esa modificación.

8. Diseño y control de las modificaciones.

No se tuvieron en cuenta ningún sistema de control ni del diseño de las modificaciones realizadas en el proceso, lo que fue la causa principal del accidente.

9. Otras lecciones.

- Limitaciones en el inventario de sustancias peligrosas existentes.
- Limitaciones de la exposición al personal de planta.
- Diseño y localización de las salas de control y otros edificios auxiliares.
- Control de la instrumentación.
- Planificación de las emergencias.
- Investigación de accidentes.

## EL ACCIDENTE DE SEVESO<sup>3</sup>

### Características de las instalaciones

La planta de Icmesa Chemical Company en Seveso, una población de unos 17.000 habitantes cercana a Milán, se dedicaba a la producción de herbicidas y pesticidas, proceso en el que interviene como producto intermedio el triclorofenol (TCP). La producción había aumentado significativamente en los últimos años, ya que se habían cerrado algunas plantas en otros países debido a problemas de seguridad e higiene con los productos involucrados.

El TCP se producía en un reactor agitado a partir de tetraclorobenceno y soda cáustica en exceso, para producir en principio triclorofenato sódico. La reacción se realiza en presencia de un disolvente y a unos 160-200°C. Durante la reacción, que es fuertemente exotérmica, se retira el calor generado por evaporación del disolvente, que normalmente se condensa y se retorna al reactor. Hacia el final de la reacción se elevaba la temperatura para aumentar la conversión. Una vez que se consideraba terminada la reacción se destilaba una parte del disolvente para reutilizarlo, y se añadían en el mismo reactor agua y ácido clorhídrico para obtener el TCP. La presión de trabajo depende de la volatilidad del disolvente utilizado. En el reactor de Seveso se trabajaba a unos 160°C y presión atmosférica, salvo en la destilación del disolvente (una mezcla de etilenglicol y xileno), que se hacía a vacío. El reactor estaba protegido por un disco de ruptura con una presión de consigna de 3,6 bares relativos, que conducía directamente a la atmósfera. El calentamiento de la mezcla se hacía mediante una camisa, calentada con vapor de media presión, con una temperatura máxima de 190-200°C.

En la reacción se obtiene como subproducto, en cantidades del orden de 25 ppm en condiciones normales, el producto 2-3-7-8-tetraclorodibenzoparadioxina (TCDD), comúnmente conocido como dioxina. Esta reacción es también exotérmica y la cantidad de TCDD producida aumenta con la temperatura. La dioxina es insoluble en agua, muy estable y letal a partir de dosis de 10<sup>-9</sup> veces el peso corporal. Esto la convierte en uno de los productos más tóxicos conocidos. Causa daños al hígado y al riñón y a los fetos, y puede producir cáncer, mutaciones y teratogénesis. Su acción durante el embarazo es especialmente nociva. En intoxicaciones leves produce cloracné.

El sistema de trabajo en la planta de Imecsa era continuo, a turnos durante cinco días a la semana. En principio cada día se iniciaba una nueva reacción a las 6 am, cuando entraba el nuevo turno, que se dejaba terminada por el turno de noche. Sin embargo, debido a pequeños problemas, era frecuente que durante la semana se fuera atrasando la hora de inicio de la reacción. En estos casos, el viernes solía dejarse la mezcla ya reaccionada

<sup>3</sup> Artículo extraído del libro “Análisis y Reducción de Riesgos en la Industria Química”, autores: J. M. Santamaría Ramiro y P.A. Braña Aísa, editorial fundación MAPFRE, edición 1998.

dentro del reactor durante el fin de semana, sin realizar la adición de agua y ácido. El primer turno del lunes tenía que calentar la mezcla, que se había solidificado (el punto de fusión del TCP es de 68°C), hasta poder poner en marcha el agitador y terminar la operación. Para evitar las pérdidas de tiempo que implicaba el tener que volver a calentar la mezcla reaccionada se dieron instrucciones a los trabajadores para que en estas circunstancias cerraran el vapor, pero no abrieran el agua de refrigeración, para que el reactor se enfriara más lentamente y el lunes se pudiera completar la reacción más rápidamente, con el consiguiente ahorro de tiempo.

### **Cronología del accidente**

El viernes 9 de julio de 1976, la reacción se inició por la tarde. El turno de noche sólo tuvo tiempo de iniciar la destilación del disolvente, por lo que se dejó esta operación sin terminar, cerrando el vapor y parando el agitador. A las 12:37 de la mañana siguiente, una reacción exotérmica tipo runaway produjo un aumento de la presión en el reactor, causando la apertura del disco de ruptura y la emisión de una nube tóxica que se estima contenía una concentración de unas 3.500 ppm de TCDD, siendo la cantidad total de TCDD presente en la nube entre 0,5 y 2 kg. Para llegar a la presión de consigna del disco de ruptura se hubiera necesitado normalmente una temperatura de 400°C.

La emisión de la nube fue seguida por la acción inmediata del personal de la planta, dentro de su recinto. Estos intentaron avisar a las autoridades de la peligrosidad del escape, pero fue imposible por ser fin de semana y estar ilocalizables. Durante los días siguientes, la comunicación entre las autoridades y la compañía fue deficiente, se comenzaron a detectar casos de muerte de animales y se secó la vegetación. Las primeras medidas se tomaron cuatro días después, cuando las consecuencias del escape aparecieron en un niño. Al día siguiente se declaró el estado de emergencia y se declaró contaminada una zona de 5 km<sup>2</sup>. Hasta el día 27 de julio no se evacuó al primer grupo de ciudadanos. Más tarde se encontró que el área realmente afectada era más de cinco veces mayor. El total de afectados fue de unas 2.000 personas. El gobierno italiano tuvo que pedir ayuda a expertos internacionales para el tratamiento médico de las intoxicaciones y la limpieza de la zona contaminada.

### **Análisis de las causas del accidente**

El accidente fue causado por una reacción exotérmica incontrolado, debido al hecho de haber dejado el reactor sin refrigeración y sin agitación con una mezcla que es probable que todavía estuviera reaccionando lentamente. Se creía antes del accidente que la temperatura de inicio de la reacción exotérmica era de 230°C, pero en pruebas posteriores con equipos más sensibles, se encontró que la reacción ya comenzaba con una actividad moderada a 180°C. Kletz sugiere que la existencia de una zona caliente en la parte superior de la pared del reactor justo por encima del nivel de líquido, en contacto con fase vapor y, por tanto, con peor transmisión de calor, pudo ser la causa del inicio de la reacción descontrolada, ya que la temperatura de trabajo era de unos 160°C.

Se postulan por diferentes autores otras teorías, que en general parecen menos verosímiles y que van desde la adición intencionada de ácido clorhídrico al reactor el sábado por la mañana, hasta otras reacciones, como la condensación exotérmica de dos moléculas de etilén glicol o la reacción con el oxígeno del aire de algún componente presente en la mezcla reaccionante,

En cualquier caso existen tres causas principales en la raíz del problema y sus consecuencias:

- Dejar una mezcla reactiva y peligrosa durante un fin de semana sin vigilancia ni medida de seguridad alguna es asumir un riesgo innecesario, debido en buena parte

al sistema de trabajo a turnos existente en la planta. Casi todos los fines de semana se dejaban la reacción interrumpida, aunque se solía terminar la destilación y proceder a la adición de agua y ácido clorhídrico.

- Permitir que un dispositivo de alivio de emergencia conduzca directamente a la atmósfera. Parece claro que el disco de ruptura no estaba diseñado para el caso de reacción runaway, ya que en estas circunstancias debiera haber estado conectado a un sistema de tratamiento para evitar la emisión de sustancias tóxicas. La elevada presión de consigna favoreció la difusión de la emisión a mayores distancias y permitió una gran elevación de la temperatura, que aumentó la producción de TCDD.
- La carencia de una organización para la actuación en caso de emergencia y de un plan de emergencia externo fue la causa del importante retraso en reconocer la gravedad del accidente y proceder a la evacuación de los afectados. Existía experiencia previa en otras plantas de producción de la gravedad que podían alcanzar los accidentes en los que estaba involucrada la TCDD.

La naturaleza de estas causas es tal que se puede asegurar, sin lugar a dudas, que se podía haber evitado el accidente o al menos mitigado sus consecuencias mediante un análisis de riesgos y un diseño y operación más cuidadosos del reactor.

### Otros Aspectos

En las instalaciones de la planta no se contaba ni con el equipo de análisis ni con el personal debidamente capacitado para realizar la identificación del compuesto liberado y se tuvo que esperar la llegada de personal especializado de una de sus plantas en Suiza para determinar la evacuación de la población lo cual tuvo lugar hasta seis días después del accidente, lo que provocó que se prolongara la exposición. Como resultado de la exposición a la dioxina, la población afectada manifestó trastornos gastrointestinales que se trataron rápidamente y los niños presentaron irritación de la piel que evolucionó hacia severos casos de cloroacné.

Posteriormente, se informó de una elevación en la incidencia de casos de aborto y de malformaciones congénitas. Se calcula que las pérdidas materiales ascendieron a 72 millones de ECUS (el valor del ECU es muy similar al del dólar americano).

### Lecciones

- Se requiere prever las posibles emisiones tóxicas en caso de accidente.
- Es necesario contar con infraestructura de laboratorios de análisis para verificar las sustancias peligrosas involucradas en una emisión accidental.
- El registro de las causas, consecuencias y forma de respuesta a los accidentes es indispensable para corregir fallas y prepararse para futuros eventos similares.
- Es preciso planear como manejar los materiales contaminados (suelos, cadáveres de animales etc.) y su forma de disposición final.

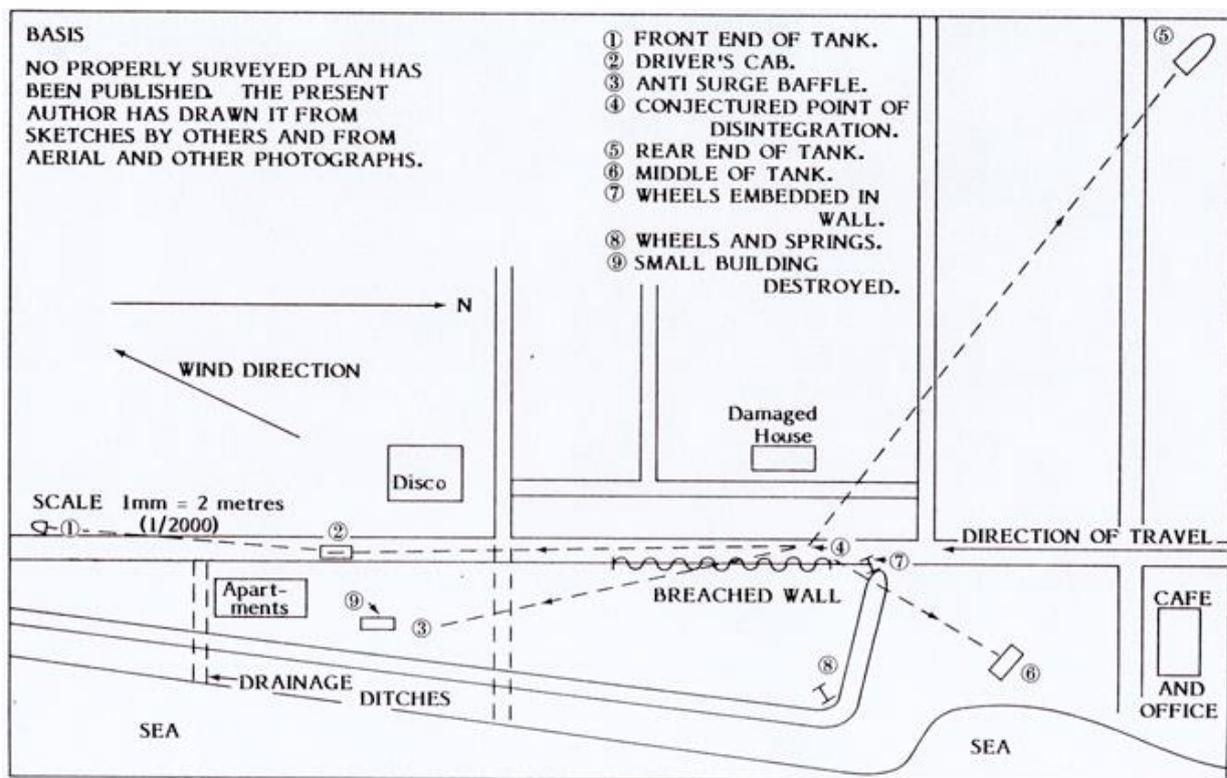
Los servicios de salud necesitan saber a qué tipo de situaciones se pueden enfrentar en caso de accidentes químicos en su vecindad, para dar una atención médica eficaz y oportuna

## Accidente de Los Alfaques, San Carlos de la Rápita, España<sup>4</sup>

El día 11 de julio de 1978, aproximadamente a las 14:30 horas, se produjo un accidente durante el transporte de mercancías peligrosas con una serie de incendios y explosiones que produjeron 215 muertos, numerosos heridos y la destrucción casi completa de parte de un camping situado en sus proximidades.

### Características de las instalaciones

El camping Los Alfaques (Dunas de Arena), situado en la localidad de San Carlos de la Rápita (Tarragona), era un espacio triangular de unos 10.000 m<sup>2</sup>, situado entre el mar y la carretera. Tenía aproximadamente 200 metros de largo por 100 metros de ancho al norte, 60 metros de ancho al sur y unos 60 metros de ancho en la zona del accidente.



El día del accidente había unas 800 personas, pero no todas estaban en la zona afectada. Se estima que habría entre 300 y 400 personas en el área afectada.

A las 12:05 hs. se cargó un camión cisterna con propileno en la refinería de ENPETROL de Tarragona. La cisterna tenía una capacidad aproximada de 45 m<sup>3</sup> y la cantidad cargada era de 25 Tm cuando la máxima cantidad permitida era de 19,35 Tm a una presión de 8 bar y a 4 °C. La cisterna era de acero al carbono T1 A (Fabricado según el código ASTM A 517-72a). La cisterna no tenía ningún sistema de alivio de presión.

<sup>4</sup> <http://www.unizar.es/guiar/1/Accident/Alfaques.htm>  
[http://www.urv.cat/catedres/enresa/es\\_historic\\_catastrofics.html#alfaques](http://www.urv.cat/catedres/enresa/es_historic_catastrofics.html#alfaques)

## Descripción del accidente

El 11 de julio de 1978 ocurrió el accidente más grave en España en el transporte de mercancías peligrosas, con más de 200 muertos, todos ellos, a excepción del chofer del camión cisterna, turistas residentes en el camping de Els Alfacs, en la comarca de Montsià, a unos 70 km al sur de Tarragona.

A las 10:05 hs. una cisterna vacía llega a la Refinería de Repsol Petróleo (antes, Empetrol) de La Pobla de Mafumet. El peso en la báscula: 16.180 kg.

A las 11:00 hs. empieza la operación de carga de propileno que dura 1 h y 5 m. El peso de la cisterna, al salir de la Refinería a las 12:35 hs., fue de 39.650 kg. Descontando el nitrógeno que llevaba la cisterna al llegar al complejo, se cargaron 23.619 kg de propileno. El Reglamento sólo permitía 19.350 kg, es decir, 0,43 kg/litro de cisterna. También incumplía el Código de Circulación al llevar más carga de la permitida. No obstante, la causa directa de la catástrofe no se debió, exclusivamente, al incumplimiento del Reglamento. Podía no haber cumplido el Reglamento y el accidente quizás no se hubiera producido.

El accidente –un estallido de la cisterna– tuvo lugar a las 14:25 hs., justo al pasar delante del camping de Els Alfacs. Al despresurizarse súbitamente, se formó una nube de gas de propileno que por ignición con cualquier fogón del camping, produjo una deflagración y una inmensa y devastadora bola de fuego

La hipótesis más verosímil sobre la causa del accidente es que la cisterna reventó por ir demasiado cargada. Al terminar la operación de carga, la temperatura del producto era de 1°C y la presión de 5,5 atm, la correspondiente a esta temperatura. La temperatura ambiente era, aquél día, muy elevada, aproximadamente unos 27°C al mediodía. Pero incluso con esta temperatura la cisterna no tenía por qué haber estallado. Piénsese que para alcanzar la presión de rotura de la cisterna, de 49,45 kg/cm<sup>2</sup>, la temperatura tenía que ser de 92°C.

La cisterna reventó al condensar todo el vapor por disminución de la densidad del líquido, al aumentar la temperatura. La masa de propileno cargado fue de 23.619 kg. El volumen de la cisterna era de 44,4 m<sup>3</sup>. El peso específico del líquido que haría que todo el vapor desapareciera sería de 532 kg/m<sup>3</sup>. Suponiendo el líquido puro, la temperatura que correspondería a esta densidad sería de sólo 8°C. Después el líquido ocuparía todo el volumen de la cisterna y al aumentar un delta T la temperatura, sin posibilidad de dilatación del líquido, la presión se incrementaría rápidamente. El límite elástico del material de la cisterna era de 70 kg/mm<sup>2</sup>, que se alcanzaría cuando el volumen fuera de 44,54 m<sup>3</sup>, es decir, con un peso específico de 530,25 kg/m<sup>3</sup>. Este valor corresponde a una temperatura de 9°C, fácilmente alcanzable con las condiciones atmosféricas del día del accidente.

Aproximadamente 2 horas y media después de cargar y 102 km recorridos, en el momento de atravesar la zona del camping, se produjo una explosión que prácticamente desintegró la cisterna. Aparecieron partes importantes del camión cisterna a unos 300 metros de distancia y casi en todas direcciones. Se produjeron unos 100 muertos instantáneamente y posteriormente la cifra alcanzó los 217. Además hubo 67 heridos graves y la destrucción casi total de las instalaciones próximas.

**Resumen:** La cantidad máxima de líquido permitido en la cisterna era de 19,35 toneladas a una presión de 8 atmósferas, pero el camión iba sobrecargado. El líquido ocupaba la totalidad del volumen de la cisterna siendo este de 25 toneladas o 45 metros cúbicos. De este modo, la cisterna quedaba llena al 100% del citado elemento, inicialmente muy frío. Debido a la larga exposición al sol, el propileno se fue calentando, aumentando progresivamente de volumen. La cisterna no pudo soportar el aumento de presión y una de las soldaduras que unía dos secciones cilíndricas de la cisterna reventó, dejando libre el líquido que se liberó con inusitada violencia.

## Análisis de las causas del accidente

La causa del accidente, según el tribunal de Tarragona fue: "debida solamente al sobrellenado de la cisterna, lo que impidió la expansión del líquido contenido en su interior a causa del calor que en la época del año en que ocurrió el accidente era elevada...".

Sin embargo, otros autores ofrecen explicaciones alternativas:

### 1. Ruptura hidráulica de la cisterna

Es la versión oficial, suscrita por el tribunal. La posibilidad de la ruptura hidráulica de la cisterna por el sobrellenado depende de la diferencia de temperatura en el interior y de la capacidad de expansión del gas. Se sugirió que la primera explosión fue debida a la ruptura de la cisterna y la posterior se debió a una explosión de gas dentro de un edificio. El incendio posterior afectó a la cisterna y produjo una posible BLEVE.

### 2. Pequeña fuga en la cisterna

Parece que hubo una pequeña fuga de propileno de la cisterna. La nube de gas que se formó tras la fuga, encontró un punto de ignición y las llamas incendiaron toda la cisterna. Esto produjo un gran incendio que envolvió a la cisterna y, posteriormente ocurrió una explosión tipo BLEVE.

### 3. Accidente de tráfico

Esta hipótesis también se ha contemplado. Puede que, por efecto del sobrellenado, el exceso de carga produjo un error de conducción y motivó el accidente de circulación en las inmediaciones del camping. Debido al impacto, se rompió la cisterna y se derramó el contenido. Posteriormente, se produjo una explosión del vapor generado y un incendio del charco. Posiblemente debido a la rapidez de la evaporación por el calor, se produjo también una bola de fuego. Además, tuvieron lugar pequeñas explosiones de botellas de gas de los campistas y también explosiones en edificios colindantes.

## Lecciones aprendidas

1. Equipos, procedimientos, supervisión y entrenamiento del personal en el transporte de mercancías peligrosas.
2. Obligatoriedad de la instalación de válvulas de alivio de presión en las cisternas que transportan determinadas sustancias inflamables. En la actualidad, son obligatorias en la mayoría de los casos para el transporte de gases licuados inflamables.
3. Diseño de rutas adecuadas fuera de núcleos urbanos para el transporte de mercancías peligrosas. En España, actualmente, tanto el TPC, como otras órdenes ministeriales ya lo contemplan.
4. Rápido tratamiento para las víctimas de quemaduras. Los servicios de emergencia y su coordinación son imprescindibles para minimizar la magnitud de accidentes graves de esta naturaleza.

## EL DÍA EN QUE "EL DIABLO" Y "LA MUERTE" BAJARON A LA PLAYA DE TACOA<sup>5</sup>

La mañana del día domingo de Adviento, 19 de diciembre de 1982, "El Diablo" bajo a bañarse a "TACOA", al igual como lo hacen miles de caraqueños en los días festivos previos a la Navidad, época de vacaciones y día ideal para un merecido descanso luego de todo un año de arduo trabajo, pero tan solo ésta vez, éste nefasto individuo se le ocurrió invitar a "La Muerte", tragedia y destrucción era su almuerzo.

Esto sucedió en la vida real, no es un cuento cualquiera, ocurrió más o menos de la siguiente manera, ya que todos los testigos principales del suceso fallecieron en el mismo.

Era una típica mañana decembrina fría y con poco viento, las labores rutinarias de tres obreros de la ELECTRICIDAD DE CARACAS, se desarrollaban en completa normalidad; LUIS NATERA, JOSE MANUEL RODRIGUEZ y ALEXIS ALSAUL, realizaban la misma tarea diaria encomendada de siempre, descargar combustible y trasegar, unos 16.000 litros del denominado FUEL-OIL, en esta oportunidad provenientes del barco tanquero; MURACHÍ al TANQUE N° 8 de almacenamiento del COMPLEJO DE GENERACIÓN ELÉCTRICA, ubicado en TACOA, Arrecifes, Municipio Vargas, Distrito Federal (actualmente Estado Vargas), cuando aproximadamente a las seis y cuarto de la mañana se produjo una explosión que mando por los aires a los tres obreros que supervisaban la descarga, tan solo ALEXIS ALSAUL, quedo con vida, sus dos compañeros fueron lanzados tan lejos que desaparecieron físicamente, se cree cayeron a la mar, ALEXIS aún con graves quemaduras logro correr y activar la alarma de incendio, de inmediato la sección de guardia "A" y "B" de los Hombres de Azul, estos ubicados en La Guaira salieron presurosos a sofocar el incendio que se iniciaba.

Cuarenta y dos (42) abnegados miembros del CUERPO DE BOMBEROS del Municipio Vargas, salieron prestos a combatir el voraz incendio que se desataba en el Tanque N° 8, y que amenazaba los demás depósitos de combustibles cercanos al incendio inicial.

La magnitud de la conflagración tomaba intensidad que resultaba fuera de control, se llamaron más unidades bomberiles de refuerzo, acudieron las secciones de guardia de los BOMBEROS MARINOS del Puerto de La Guaira, y las unidades de Intervención Inmediata de los BOMBEROS AERONAUTICOS del Aeropuerto Internacional "Simón Bolívar", ubicado de Maiquetía.

Ya miles de bañistas bajaban por la autopista a disfrutar de un domingo playero, desde allí ahí se observaba una gran columna de denso humo negro que subía cientos de metros, más no se ubicaba el sitio preciso del incendio, muchos decidieron acercarse a curiosear desviando sus vehículos hacia las playas de Catia La Mar.

Policías Metropolitanos y Guardias Nacionales, fueron enviados a acordonar la zona e evitar que personas curiosas se acercaran al sitio del incendio, más la realidad era otra, cientos de habitantes de una barriada cercana que se levanto con el correr del tiempo en los alrededores de la cerca perimetral de los patios de depósitos de combustibles se dedicaban a observar el incendio en Primera Fila desde sus casas, levantados desde temprano por el ensordecedor ruido de la explosión y el ulular de sirenas de los vehículos de Emergencias.

Muchos de los habitantes se acercaban a pie a curiosear lo que pasaba, ya desde el Aeropuerto de Maiquetía habían enviado un helicóptero perteneciente a la Policía Metropolitana el YV-O-PM-6 como piloto el Cap. (AV-C) GIOVANUCHI, sobrevolaba el área del incendio informando de los pormenores y coordinando por radio a través de la Torre de Control de Maiquetía las operaciones de combate de incendio.

Las primeras emisoras de radio tenían la noticia inicial que se desarrollaba, la misma indicaban con fanfarrias; "EXTRA"... "EXTRA"... "EXTRA"... "ULTIMA HORA", ¡UN VORAZ INCENDIO SE REGISTRA EN TACOA...! anunciaban los locutores con voces estridentes.

---

<sup>5</sup> Este artículo fue recibido de una lista de e-mail sobre temas de seguridad e higiene en el trabajo y en su momento no se tomó nota del autor del mismo, motivo por lo cual es imposible poner adecuadamente la referencia.

Mientras la Radio lanzaban Extras Noticiosos al aire, los Medios de Comunicación Social; Prensa y TV, localizaban a sus reporteros llamándolos a sus casas urgentemente, enviándolos sin saber con sus equipos de fotógrafos y camarógrafos a una cita con "La Muerte".

Gran cantidad de personas curiosas empezaron a bajar de Caracas para La Guaira a ver el incendio, esto origino un fuerte congestionamiento en la autopista, ya a media mañana más de un centenar de hombres combatía el incendio, mientras otros eran enviados como relevos, unidades de las secciones de guardia del CUERPO DE BOMBEROS del Dtto. Federal, BOMBEROS del Dtto. Sucre (actualmente BOMBEROS DEL ESTE), Voluntarios de DEFENSA CIVIL, GUARDIA NACIONAL, POLICÍA METROPOLITANA, TÉCNICOS DE PDVSA, ELECTRICIDAD DE CARACAS así como de otros cuerpos y organismos oficiales se daban cita en Tocoa.

Aproximadamente a medio día el fuego era controlado, numerosas personalidades se dedicaban a rendir declaraciones sobre el suceso a los medios de comunicación social mediante entrevistas en vivo desde el sitio de los acontecimientos y fue cuando "El Diablo" y "La Muerte" decidieron darse un Chapuzón en el TANQUE N° 9, exactamente a las 12 horas con 35 minutos, "EXPLOTO" el referido tanque.

Una unidad del Cuerpo de Bomberos Aeronáuticos que colaboraban en el refrescamiento del tanque voló por los aires junto a su dotación completa de Hombres de Azul al mando del Cap (B) LUIS EDUARDO PÉREZ PÉREZ conocido como el LOCO PÉREZ PÉREZ y todos fallecieron.

"LA MUERTE" llegó de invitada rochelera, su anuncio fue apoteósico, una gigantesca explosión como la de un volcán en erupción derramando combustible hacia todas las direcciones posibles, una lluvia de fuego se acercó al helicóptero YV-O-PM-6 se encontraba posado en ese instante en la playa cercana a Tocoa, su piloto el Cap. GIOVANUCHI vio como se empezaba a derretir el Plexiglás de su parabrisas, se bajo y corrió hacia la mar donde se zambullo, atrás venía una bola de fuego que cayó e incendio todo a su paso, cientos de personas quedaron estupefactas y anonadadas sin reaccionar y fueron alcanzadas por la lluvia de fuego que del cielo llovía.

Ríos de fuego bajaban por las laderas de Tocoa hacia la mar, miles de curiosos y efectivos bomberiles corrían para salvar sus vidas, el fuego acabo con más de 500 viviendas ubicadas en el sector, cientos de vehículos fueron abrazados por las llamas y todos los carros de Bomberos y Policiales incluido el helicóptero se incendiaron quedando totalmente calcinados.

"TAMAKUM", un popular pescador de Tocoa que tenía un pequeño restaurante de pescado frito y un varadero de lanchas, socorrió a muchos que se lanzaron al mar, el con otros pescadores de Arrecife, se hicieron a la mar en sus peñeros, rescatando y trasladando a tierra firme segura a cientos de personas ya que los que sobrevivieron corrieron hacia el mar, en tierra era el infierno todo estaba en llamas, el combustible se mezclo con la aguas leguas de fuego flotaban sobre el mar pero a pesar de esto "TAMAKUM", cumplió como un verdadero HOMBRE DEL MAR y BOMBERO MARINO.

Este 19 de diciembre se cumplirá otro aniversario más de algo que no debió nunca ocurrir, más de 160 personas fueron declaradas oficialmente fallecidas por encontrarse sus restos carbonizados, otros más fallecerían en los diferentes centros hospitalarios víctimas de las graves quemaduras, más de un centenar de desaparecidos reclamados por familiares, un número de personas no determinado resultaron con diversas heridas y quemaduras de primero, segundo y tercer grado, cientos de habitantes quedaron sin viviendas y pertenencias, más de 50 BOMBEROS murieron ese día, otro número superior entre Comunicadores Sociales, Policías y Voluntarios.

Trágico día en que "El Diablo" y "La Muerte" fueron a la playa y decidieron darse un chapuzón.

Lo que quedo de los carros de Bomberos, el resto de las unidades bomberiles se fundió y desintegro con la explosión e incendio.

## **A 28 años de la Tragedia de Tocoa todavía no se conoce cómo se originó el fuego<sup>6</sup>**

Ochenta y cuatro escalones separaban a Alexis Alzaul de sus compañeros Luis Natera (25 años), operador de primera, y José Manuel Rodríguez (19 años), operador auxiliar, en esa fatídica mañana del domingo 19 de diciembre de 1982, cuando no los volvió a ver nunca más.

“Ellos subieron a la cima del tanque número 8 de 17,4 metros de altura, a realizar la medición del combustible descargado, yo estaba abajo, en la fosa. De repente oí un ruido estruendoso, después sucedió la primera explosión. Lo primero que se le vino a la mente es que el mundo se estaba acabando”, relató Alzaul, el único sobreviviente del incendio más trágico de la historia contemporánea venezolana en la planta Tocoa, ubicada en Arrecife, en el estado Vargas.

Después de 28 años de ese fatal accidente, Alzaul relató los hechos con la sapiencia que da el tiempo transcurrido. Entró a trabajar a la Electricidad de Caracas (empresa la a que todavía pertenece ese centro de generación de electricidad) como operador auxiliar y ahora es gerente de operaciones de la rebautizada Planta Josefa Joaquina Sánchez Bastidas.

“La primera explosión ocurrió a un cuarto para las seis de la mañana en el tanque 8. Estábamos recibiendo petróleo del tanquero Murachi, perteneciente a Petróleos de Venezuela, se descargaban entre 110 a 115 mil barriles de fuel oil. Al percatarse del incidente, la tripulación procedió a desconectar la manguera y zarpar”.

“¿Qué hice?, bueno creo que mi mamá, que no la conocí, fue la que me sacó de ahí. Ví una compuerta de desagüe del dique (espacio alrededor del tanque llamado PITÉ que tiene la capacidad de retener el doble del líquido que almacena el tanque), era el único lugar donde no vi fuego, salí corriendo hasta llegar a la planta. Meses más tarde comprendí que el infernal ruido fue provocado por los gases que se estaban quemando y la explosión posterior fue la que voló la tapa de protección y seguridad del tanque”, dijo Alzaul un poco contrariado, como quien no desea volver a recordar ese hecho que ha sido objeto de estudio por las escuelas de seguridad industrial del mundo.

“Yo estaba en la planta de Tocoa, la pequeña. Al sentir la primera explosión salí al área externa. Pensamos que había explotado una cantera de la planta de Ampliación Tocoa, que está al lado. Cuando llegamos a la esquina de la planta y volteamos hacia la montaña en medio de la lluvia de ceniza y humo, junto con el jefe de seguridad atajamos a Alexis que venía corriendo sin camisa y descalzo, en estado de shock. ”, dijo Manuel González gerente de la planta Josefa Joaquina Sánchez Bastidas.

Mientras se avivaban las llamas y pasaban los minutos, los bomberos actuaron muy rápido, más tarde vinieron refuerzos del Aeropuerto de Maiquetía, junto a ellos comenzaron a asomarse otras personas en torno al tanque 8 y 9, cuerpos de seguridad del Estado, policías, voluntarios, periodistas y curiosos fueron aglomerándose en el perímetro del incendio, recordó González, mientras Alzaul observa una foto aérea de todo el complejo termoeléctrico.

“Los bomberos quisieron apagar el fuego del tanque 8, que había explotado, echándole agua. Como el agua tiene más densidad que el petróleo, se fue al fondo y se empezó a calentarse, en la medida que aumentaba la temperatura, se acumuló el vapor en el fondo y se formó lo que los estadounidenses llaman el fenómeno de boil-over (acumulación de vapores calientes). Esto provocó la segunda explosión que generó una onda expansiva de

<sup>6</sup> <http://www.correodelorinoco.gob.ve/tema-dia/a-28-anos-tragedia-tocoa-todavia-no-se-conoce-como-se-origino-fuego>

combustible y fuego por toda Tocoa”, explicó Alzaul señalando la foto colgada en la pared de la sala de conferencias en la planta.

“Eran las once y cuarenta y cinco de la mañana, bomberos, defensa civil, periodistas, policías y curiosos que estaban alrededor del tanque 8 y 9 volaron por los aires. Los gases que se acumularon en el mismo tanque 8 actuaron como una bomba de tiempo. Por falta de experiencia, los bomberos quisieron apagar el fuego echándole agua”, se lamentó González.

Esa segunda explosión del tanque 8 esparció petróleo y en llamas por la carretera perimetral, por todas las vías de acceso a los tanques y a las plantas generadoras de electricidad. “Estaba en un perímetro muy alto, 30 metros sobre el nivel de mar. La primera explosión comenzó a regar el combustible en llamas al tanque 9 y al perímetro cercano, pero la segunda explosión encendió dos tanques más (el uno y dos) ubicados más abajo, aunque ninguno de estos explotó como reseñaron los medios de comunicación”, explicó Alzaul.

Las paredes del tanque 9 se derritieron, estuvo prendido entre 20 a treinta días mientras se agotó el combustible por completo. La onda expansiva y el combustible en llamas provocó el incendio de las casas que estaban en los alrededores de la planta y la mayoría de sus habitantes murieron. También dañó una parte de la subestación de la Ampliación Tocoa y la de Arrecife totalmente. La planta Tocoa y Ampliación no se afectó porque existe un muro perimetral que contuvo el río de combustible, explicó González en el lugar de los hechos.

Transcurría el quinquenio presidencial de Luis Herrera Campins. La tragedia enlutó al país. Aunque a ciencia cierta no se conocen el total de víctimas, las pesquisas indican que allí fallecieron más de 160 personas, entre ellas 9 comunicadoras y comunicadores sociales; así como 50 bomberos, miembros de la antigua Defensa Civil, además de brigadas de voluntarios y policías.

## LAS AVERIGUACIONES

“El suceso que ocasionó la pérdida de tantas vidas humanas no tiene parangón. El compañero más joven (Rodríguez) se desintegró. Tres meses después de la explosión los forenses lograron identificar restos de Natera”, recordó Alzaul, quien estuvo detenido por dos meses, para rendir declaraciones en medio del shock que le había producido la tragedia.

Todos los días lo llevaban a su casa a dormir y en la mañana los buscaban para las indagatorias policiales. “Le hicieron la experticia a toda la vestimenta que me encontraron. Un muchacho de 22 años era un potencial sospechoso. En mi ropa no consiguieron restos de petróleo. Fue un milagro. Se comprobó, porque el Jeep CJ-7 de 1982 que manejaba, se derritió por completo, solo quedó el chasis”.

La posibilidad de un sabotaje estaba latente, se manejó la hipótesis de que el incendio fue provocado y muchas más conjeturas que se tejieron en ese entonces. “En algunos medios divulgaron una gran mentira, dijeron que el tercer hombre había prendido un fósforo y había provocado el incendio. Los periódicos decían que el sobreviviente (yo) estaba gravemente quemado en el Hospital Militar y no era así, lo que estaba era detenido como te dije”, expresó Alzaul.

A los tres días del suceso, una comisión de Policía Técnica Judicial (PTJ) trajo a Alzaul al lugar a reconstruir los hechos. “Fue tal la tragedia que el entonces presidente de la República, Luis Herrera Campins, nombró una comisión para investigar los hechos y atender las familias de las víctimas.

Me incorporé al trabajo después de tres meses, acepté que había sido un accidente. Después de largas conversaciones con expertos, fui asimilando lo que había pasando”, confesó.

Está convencido, al igual que González, de que si los bomberos hubieran hecho caso de lo planteado por el entonces presidente la Electricidad de Caracas después de la primera

explosión, otra hubiera sido la historia. “El entonces presidente de la empresa dijo que se debía refrescar el área perimetral y adyacente con agua, pero planteó que se dejara que las llamas consumieran el combustible, sin echarle agua al tanque 8. Si le hubieran hecho caso, no hubiera evitado una desgracia mayor, los muertos hubieran sido nada más, mis dos compañeros”.

Si algo le quedó claro a Alzaul es que “si oye tiros se va y si ve fuego se va. Al suceder la segunda explosión los medios de seguridad del Estado no tomaron las previsiones necesarias. Una era no permitir gente en el sitio, solamente los bomberos. Algunos hasta se pusieron a jugar dominó en la orilla de la playa, disfrutando del incendio”.

Aunque en un principio se trataron de silenciar los hechos, la presión de la opinión, permitió que la EDC asumiera su responsabilidad. La empresa indemnizó a todos los familiares de los trabajadores y las víctimas, según indican noticias de la época, aunque el caso estuvo unos años parado en los tribunales.

Las investigaciones no avanzaron y las decisión de los jueces tampoco, hasta que se reabrió nuevamente para establecer responsabilidades. “A ciencia cierta no sé como quedó el caso, creo que debieron cerrarlo, porque de lo contrario yo no hubiera podido ejercer esta responsabilidad en la empresa”. Alzaul se formó e hizo toda su carrera en la EDC.

Con el tiempo el caso quedó cerrado, aunque nadie sabe después de 28 años, como se originó el fuego, los que podía decir qué fue lo que originó el fuego se desintegraron. Natera y Rodríguez murieron en el acto. “ Yo salí corriendo. Mamá salvó mi vida”, reiteró Alzaul dirigiendo su mirada al cielo.

## MITOS ALREDEDOR DE UN INCENDIO

En torno a la tragedia de Tocoa se han levantado mucho mitos. En 1982 no había tanta información sobre los sistemas de seguridad, pero por muy paradójico que parezca, esa enorme explosión sirvió como insumo para enriquecer los protocolos mundiales de seguridad, hubo un cambio sustancial en este tipo de instalaciones.

“Se aprendió de un error bien costoso, Hoy en día el efecto boil-over es materia obligada en todas las dependencias del mundo donde dictan técnicas bomberiles”, dijo González.

“En esa época las autoridades venezolanas no se habían enfrentado a un fuego de esa magnitud. Hubo mucho desorden, llegó mucha gente que no tenía por qué estar en el lugar de la tragedia. Hay un gran error en cuanto a las versiones que se dan. El tanque 9 que estaba un poco más abajo del 8, nunca explotó, se desintegró”, precisó Alzaul.

No es que no existían técnicas de seguridad, los tanques cumplían con las normas, y tenían los anillos de seguridad, “pero los bomberos cometieron un error de echarle agua al tanque”, comentó el único sobreviviente que estaba en el tanque 8 al momento de la primera explosión.

“El tanque 8 que explotó, tenía una capacidad de 49 mil toneladas, quedó la mitad y ahora es un depósito de agua desmineralizada”, agregó Alzaul.

Las plantas no sufrieron averías de importancia. La que se afectó más fue la de Arrecife, que estuvo un año parada, mientras le realizaban reparaciones. “Las plantas de Tocoa y la Ampliación,, donde están las tres grandes chimeneas, al mes del suceso ya estaban en funcionamiento. A las tuberías de gas tampoco le pasó nada”, describió González,

La tragedia de Tocoa fue como el prelude de otro acontecimiento que marcó la historia económica del país, el viernes negro, en febrero de 1983, cuando el Gobierno venezolano se vio en la necesidad de devaluar el bolívar y decretar un control de cambio, después de decenios de estabilidad cambiaria.

## La BLEVE en San Juan de Ixhuatepec, México<sup>7</sup>

La mañana del 19 de noviembre de 1984, se produjeron en la terminal de almacenamiento de productos petrolíferos GLP de la planta de Petróleos Mexicanos PEMEX en San Juan de Ixhuatepec una serie de explosiones e incendios que produjeron aproximadamente 500 muertos y la destrucción casi total de la instalación de almacenamiento.



### Características de las instalaciones

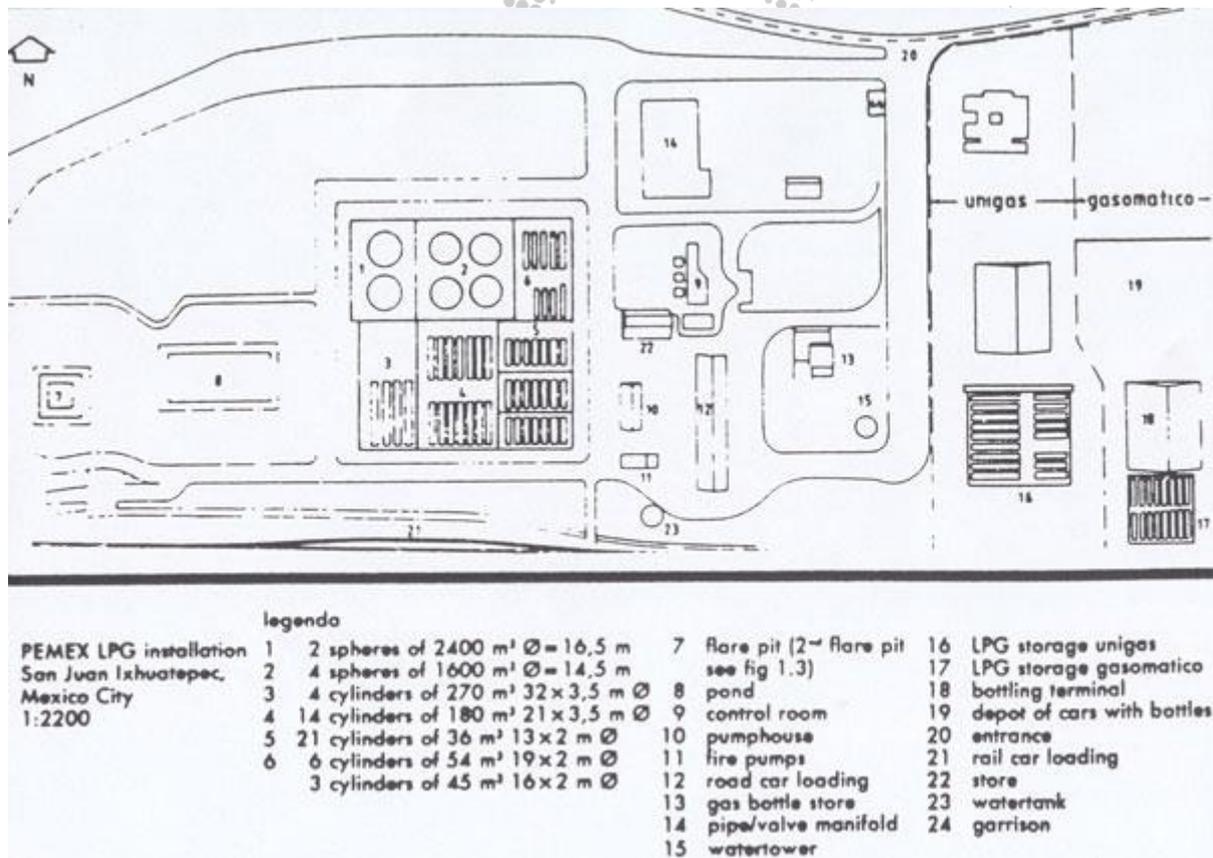
La planta de Petróleos Mexicanos (PEMEX) instalada en la localidad de San Juan de Ixhuatepec (San Juanico) en México City, era una instalación de almacenamiento de GLP (Gases Licuados de Petróleo), propano y butano principalmente. Se usaba para la distribución de estos GLP que se recibían por gasoductos procedentes de tres diferentes refinerías. La capacidad total de almacenamiento era de 16.000 m<sup>3</sup> aproximadamente distribuidos en 6 esferas y 48 cilindros de diferentes capacidades. En la tabla adjunta se presentan todos los almacenamientos.

Teniendo en cuenta una densidad media del producto de 560 kg/m<sup>3</sup>, las cantidades de GLP que podrían estar en un momento dado almacenadas en la planta eran de aproximadamente 6.500 Tn. La superficie de la planta era de 13.000 m<sup>2</sup>. La planta había sido construida según los códigos API (American Petroleum Institute) de diseño de recipientes y depósitos a presión y muchos de los equipos instalados habían sido enviados directamente desde los Estados Unidos de América.

<sup>7</sup> [http://www.unizar.es/guiar/1/Accident/San\\_Juan.htm](http://www.unizar.es/guiar/1/Accident/San_Juan.htm)

En las inmediaciones de la planta se había ido creando una auténtica ciudad, a distancias de entre 100 y 300 metros. Las edificaciones eran apenas chabolas en las que había de media 5 personas viviendo en cada una de ellas.

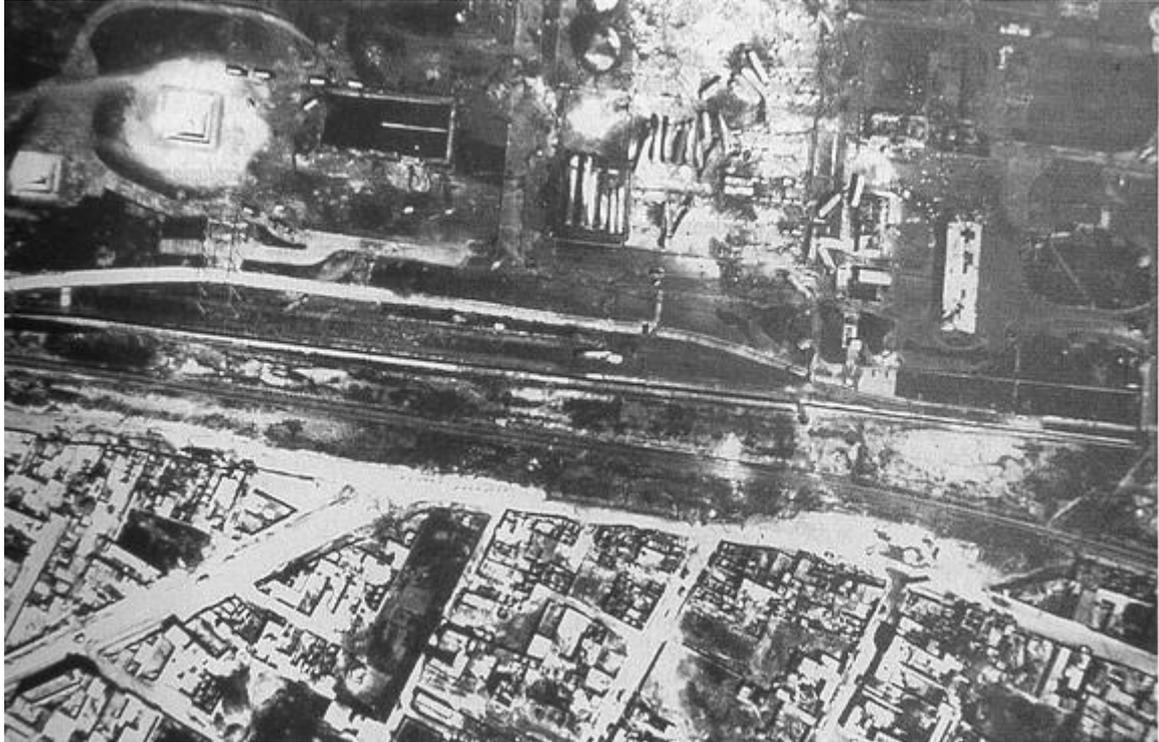
	Capacidad nominal individual (m <sup>3</sup> )	Capacidad total (m <sup>3</sup> )	Contenido real (m <sup>3</sup> )
2 esferas	2.400	4.800	4.320
4 esferas	1.500	6.000	3.000
4 cilindros	270	1.080	972
14 cilindros	180	2.520	2.268
6 cilindros	54	324	292
3 cilindros	45	135	121
21 cilindros	36	756	680
<b>54 depósitos</b>		<b>15.615</b>	<b>13.653</b>



### Descripción del accidente

El inicio del accidente se debió a la ruptura de una tubería de 20 centímetros de diámetro que transportaba GLP desde las refinерías hasta la planta de almacenamiento cerca de uno de los parques de tanques, probablemente debido al sobrellenado de uno de los depósitos y sobrepresión en la línea de transporte por retorno. No está aclarado por qué no funcionaron las válvulas de alivio del depósito sobrellenado. La fuga de GLP continuó durante 5-10

minutos. Se formó una gran nube de vapor inflamable de unos 200 metros por 150 metros que entró en ignición alrededor de 100 metros del punto de fuga, probablemente debido a alguna antorcha encendida a nivel del suelo. El viento en la zona era débil de 0,4 m/s en dirección suroeste. La explosión se registró, junto con otras ocho más en el sismógrafo de la Universidad de Ciudad de México a 30 km de distancia.



La UVCE generó un incendio de grandes proporciones que afectó primeramente a 10 viviendas y, al cabo de 12 minutos, una pequeña esfera se incendió generando una bola de fuego de unos 300 metros de diámetro. Posteriormente, otras 4 esferas y 15 cilindros generaron sucesivas BLEVEs durante aproximadamente hora y media. Todas las explosiones se registraron en el sismógrafo de la Universidad de Ciudad de México.

La tabla de abajo presenta la cronología de los sucesos que tuvieron lugar aquella mañana.

Cronología	Cadena de sucesos
05:30	Ruptura de la tubería de 20 cm diámetro. Caída de presión en la sala de control.
05:40	Ignición de la nube de gas. Explosión, combustión violenta e incendio grave.
05:45	Primera BLEVE de una esfera pequeña registrada en el sismógrafo. Llamada al servicio de extinción de incendios.
05:46	Segunda BLEVE, una de las más violentas.
06:00	Alertada la policía, se procedió a cortar los accesos y el tráfico.
06:30	Caos de tráfico.
07:01	Última explosión registrada en el sismógrafo.
07:30	Continúan las explosiones BLEVE de depósitos cilíndricos.
08:00-10:00	Se inician los trabajos de rescate.

11:00	Última explosión registrada de un depósito.
12:00-18:00	Continúan los trabajos de los equipos de rescate.
23:00	Extinción del último incendio en la última esfera grande.

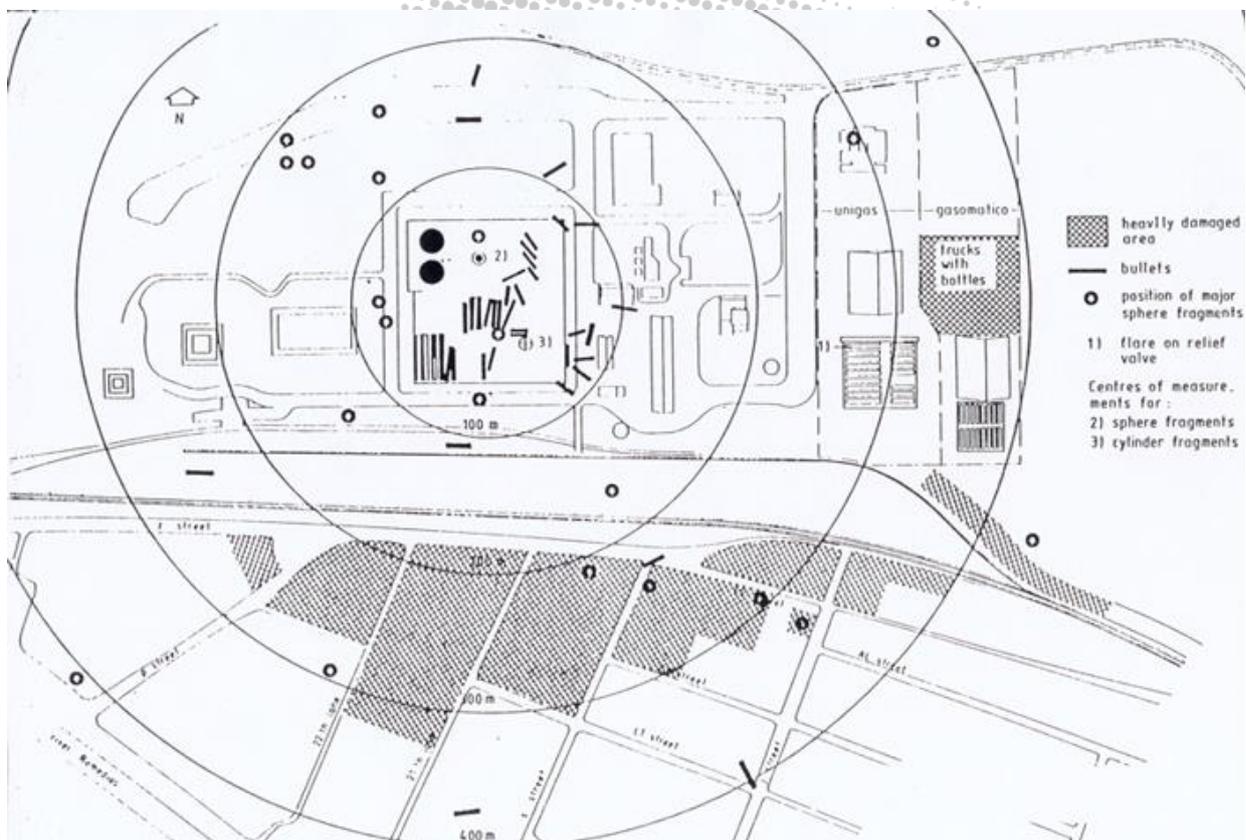
Sólo cuatro de los depósitos originales permanecieron en pie. Uno de los cilindros viajó hasta 1.200 metros de distancia y 11 más fueron desplazados más de 100 metros. Aparecieron fragmentos de las cuatro pequeñas esferas a más de 400 metros de distancia.

Los daños en las edificaciones del exterior alcanzaron grandes proporciones y prácticamente quedaron destruidas en un radio de 300 metros. Hubo además explosiones dentro de las casas y muchas personas sufrieron daños y quemaduras graves por gotas incandescentes de GLP. Más de 500 personas murieron, más de 7.000 heridos y la planta quedó prácticamente destruida.

### Análisis de las causas del accidente

Parece que la causa principal del accidente fue la ruptura de una tubería de 20 cm de diámetro que suministraba GLP a los depósitos de almacenamiento. La causa de la ruptura no está clara, pero parece ser debida a la sobrepresión en la tubería por sobrellenado de uno de los depósitos. Las válvulas de alivio y corte no funcionaron.

El informe oficial estimó los daños por sobrepresión procedente de la primera BLEVE. Se concluyó que los daños por las ondas de presión no fueron muy graves; que los daños de la primera UVCE no fueron la causa principal de los daños más graves; que la segunda BLEVE fue la principal causa de los daños más graves en edificios; que la peor explosión se produjo probablemente por acumulación de gases dentro de los edificios y que la mayoría de los daños se produjeron por los incendios.



## Lecciones aprendidas

### 1. Localización de los establecimientos que presenten riesgos de accidentes graves.

La gran cantidad de muertos y heridos tuvo su origen en la proximidad de las viviendas a la planta de almacenamiento. A la vez que se construía y desarrollaban las instalaciones, iba creciendo sin control el número de viviendas en las proximidades.

### 2. Distribución y sistemas de protección de grandes parques de almacenamiento de GLP.

La destrucción casi total de las instalaciones ocurrió debido a fallos en los sistemas de protección de los depósitos, lo que incluye una distribución correcta, aislamientos de emergencia y sistemas de cortinas de agua de refrigeración. Por otra parte, los soportes de las esferas y cilindros no estaban protegidos térmicamente contra el fuego.

### 3. Sistemas de detección de gases y aislamientos de emergencia.

Un hecho que podría haber limitado las consecuencias podría haber sido la detección de gases y la posibilidad de aislar térmicamente los depósitos. La planta no disponía de sistemas de detección de gases y como consecuencia de ello, las medidas de protección se tomaron demasiado tarde.

### 4. Planificación de las emergencias.

Un aspecto muy significativo que agravó todavía más las consecuencias fue el caos de tráfico que se produjo y que impidió el correcto acceso al área de emergencia de los equipos de salvamento. Otro riesgo añadido fue la gran cantidad de bomberos que quedaron atrapados por la BLEVE de una de las esferas grandes.

### 5. Extinción de incendios en situaciones de riesgo de explosiones BLEVE.

Los servicios de extinción de incendios estuvieron en muchas ocasiones en situación de grave riesgo debido a la posibilidad de explosiones BLEVE de los depósitos, sobre todo de las esferas. El riesgo de muerte es muy elevado en las inmediaciones de esferas con peligro de explosión.

### 6. Explosiones por expansión explosiva del vapor de un líquido en ebullición, BLEVE.

Después del accidente de Flixborough, las explosiones de vapor no confinadas UVCE, fueron ampliamente estudiadas. San Juanico, demostró que las explosiones BLEVE también presentan un grave riesgo de daños a las personas, instalaciones y el medio ambiente. Este accidente representa la serie más grande de toda la historia de BLEVEs y proporciona una valiosa información para su estudio.

## LA CATÁSTROFE QUÍMICA DE BHOPAL. HISTORIA SOBRE LA GESTACIÓN DE LAS MÁS GRANDE TRAGEDIA QUÍMICA<sup>8</sup>

### Introducción

El 19 de noviembre de 1984, un gravísimo accidente químico ocurrido en una planta de almacenamiento y distribución de gas licuado (GLP) en San Juanico (Méjico) causa entre 500 y 600 víctimas mortales y unos 5.000 heridos, según fuentes oficiales. La violenta explosión de estas instalaciones de Pemex (Petróleos Mejicanos) provocó un gigantesco incendio, con llamas de hasta 300 metros de altura, y una radiación térmica tal que sólo el 2% de los cadáveres pudieron ser reconocidos. Dos semanas después, otro accidente químico estremece al mundo, esta vez en Bhopal, en el corazón de la India.

<sup>8</sup> Artículo del Sr. José Antonio Aparicio Florido (aparicioflorido@proteccioncivil-andalucia.org) extraído de la web <http://www.proteccioncivil-andalucia.org/Documentos/Bhopal.htm> (edic. Enero 2002).

La ciudad de Bhopal, considerada como "la Bagdad de la India", es la capital del estado de Madhya Pradesh, uno de los más pobres de la India. En la madrugada del 3 de diciembre de ese mismo año, una fábrica de pesticidas propiedad de Union Carbide sufrió un escape de 42 toneladas de isocianato de metilo, provocando la muerte de miles de personas y dejando un reguero de más de medio millón de afectados.

La envergadura de ambos accidentes y su proximidad en el tiempo despiertan la lógica alarma social y la conciencia de los gobiernos de los países más industrializados de todo el mundo sobre la carencia de medidas de seguridad en las fábricas de producción química. Como resultado de esta concienciación y de la implicación en materia de seguridad de las administraciones públicas nace en el seno de la Unión Europea, por poner un ejemplo, la Directiva Seveso I, posteriormente modificada y sustituida por la Seveso II, sobre la adopción de planes de seguridad y emergencia en la industria química.

## Union Carbide

La multinacional norteamericana Union Carbide se crea a principios del siglo XX por medio de la fusión de varias empresas para dedicarse a la fabricación de material eléctrico. Pero a mediados de siglo, tras una importante expansión empresarial de ámbito internacional, deja de producir sólo pilas, linternas y otros componentes eléctricos complejos para dedicarse además a la industria química y, en concreto, a la fabricación de herbicidas, pesticidas y otros productos para la agricultura. Con ello, Union Carbide se suma al fulgurante avance tecnológico del sector químico, con 130 filiales repartidas por 40 países y una plantilla de 120.000 empleados de todas las categorías, convirtiéndose así en la tercera empresa química de Estados Unidos.

Hasta mediados de los años 50, las plagas devoradoras de cosechas hacían estragos en cualquier latitud del mundo. Uno de los pocos mecanismos eficaces de defensa con que contaban los agricultores era el DDT, potente contra los pulgones y otros parásitos pero nocivo para el hombre, ya que el DDT era altamente tóxico tanto por ingestión como por contacto. De hecho había comenzado a ser prohibido en numerosos países, aunque continuaba empleándose en los más subdesarrollados por la falta de un sustituto igualmente eficaz, barato e inocuo. Había una verdadera necesidad de encontrar ese producto milagroso que, además de conseguir los mismos resultados que el DDT, fuera barato, no afectara a la salud pública y fuera respetuoso con el medio ambiente. En esta línea de trabajo, Union Carbide crea el SEVIN en 1957.

## Un milagro llamado SEVIN

Los entomólogos Harry Haynes y Herbert Moorefield, junto con el químico Joseph Lambrech, contratados por Union Carbide, fueron los creadores del proyecto experimental "77" (Seven-Seven), que luego pasaría a denominarse SEVIN. Este pesticida cumplía con todos los requisitos anteriores: económico, eficaz contra las plagas más comunes y completamente inocuo para el hombre y el medio natural. Sin embargo, el proceso de fabricación implicaba el empleo de unas sustancias altamente tóxicas como la monometilamina (o metilamina anhidra) e incluso potencialmente letales como el gas fosgeno. La reacción de estos gases entre sí forman el isocianato de metilo (MIC), que es la base de la producción del SEVIN y una de las sustancias más inestables y peligrosas de la industria química.

Como cualquier otro producto químico de nueva creación, la toxicidad del isocianato de metilo fue probada sobre cobayas. Fue entonces cuando se descubrió que dosis mínimas de esta sustancia destruían por completo el aparato respiratorio de estos animales, causaban ceguera irreversible y producían quemaduras químicas en la piel. El MIC resultaba tan peligroso que en países como Francia o Alemania estaba totalmente prohibido por las autoridades otro tipo de almacenamiento que no fuera en barriles de 200 litros y sólo para su utilización inmediata, en función de las necesidades. A pesar de ello, Union Carbide llegó

a construir una planta de elaboración de MIC en Virginia Occidental con tanques de almacenamiento de hasta 270 toneladas de MIC con capacidad para producir hasta 30.000 toneladas de SEVIN anuales.

<b>Empresas que elaboraban MIC en el mundo</b>	
<b>Empresa</b>	<b>Grupo</b>
<b>South Charleston</b> (Virginia Occidental)	Union Carbide
<b>Woodbine</b> (Georgia)	Union Carbide
<b>Texas</b>	Dupont La Place
<b>FMC Corporation</b> (Nueva York)	Dupont La Place
<b>Amberes</b> (Bélgica)	Bayer
<b>Dormagen</b> (Alemania)	Bayer
<b>Mitshubishi</b> (Japón)	Bayer
<b>Israel</b>	
<b>Corea del Sur</b>	
<b>Taiwan</b>	

Con esta nueva fórmula, Union Carbide se dispone a conquistar y monopolizar los mercados internacionales. Para ello contrata a Edward A. Muñoz, un gran experto en la rama comercial, al que coloca al frente de la división de productos agrícolas, de la que llegó a ser director ejecutivo. Fue Edward A. Muñoz quien consideró viable la expansión de la compañía en la India y estableció allí hasta 14 plantas en todo el territorio; una de ellas fue la de Bhopal. Lamentablemente, nadie le escuchó cuando expuso los riesgos de almacenar MIC en grandes cantidades y de construir una fábrica excesivamente grande.

### **Fosgeno (oxicloruro de carbono)**

Número ONU: 1076

Gas licuado comprimido, no inflamable y extremadamente tóxico.

Usado en otros tiempos como gas venenoso para fines militares.

El vapor es más pesado que el aire.

Reacciona con el agua formando cloruro de hidrógeno o ácido clorhídrico.

Se debe considerar la evacuación de la zona situada en la dirección del viento.

Olor fuerte, sofocante y dulce como la hierba recién cortada.

SALUD: provoca irritación de la piel, daños en la córnea, pérdida de visión y ceguera, tos, dolor al respirar, dolor de cabeza, náusea, vértigo, sed, esputos espesos o espumosos, neumonía y muerte por fallo respiratorio o cardíaco (los efectos graves pueden aparecer horas después de la exposición).

### **Monometilamina (metilamina anhidra)**

Número ONU: 1061

Gas inflamable incoloro.

Puede inflamarse bajo virtualmente todas las condiciones de temperatura ambiente.

El vapor es algo más pesado que el aire.

No reacciona con el agua.

Se debe considerar la evacuación en la zona situada en la dirección del viento.

Olor sofocante, a pescado, parecido al amoníaco.

SALUD: produce quemaduras químicas, posible congelación, pérdida de visión, irritación de pulmones, nariz, garganta y ojos, respiración dificultosa y asfixia.

### **Isocianato de Metilo (MIC)**

Número ONU: 2480

Líquido inflamable altamente tóxico.

Puede inflamarse bajo virtualmente todas las condiciones de temperatura ambiente.

El vapor es más pesado que el aire.

Reacciona de forma violenta en contacto con el agua o con ciertos metales como zinc, hierro, estaño, cobre, sales de otros metales y otros catalizadores, formando monometilamina.

Su descomposición química puede producir cianuro de hidrógeno.

Los fabricantes sugieren una evacuación rápida en un radio de 3.000 m para descargas insignificantes.

Olor agudo, sofocante, que provoca lagrimeo, similar al de la col hervida.

SALUD: las concentraciones altas pueden causar dolor de cabeza, náusea, vómito, tos, dificultad al respirar, incremento de secreciones, dolor torácico, edema pulmonar, de la laringe y bronquios, espasmos y muerte.

### **Acido Cianhídrico (cianuro)**

Número ONU: 1613

Líquido incoloro inflamable y extremadamente tóxico.

El vapor es algo más pesado que el aire.

Se debe considerar la evacuación en la zona situada en la dirección del viento.

Olor dulce, a almendras amargas.

SALUD: provoca debilidad, dolor de cabeza, confusión, náusea, vómitos ocasionales, dificultad respiratoria, convulsiones y, en dosis altas, inconsciencia rápida y muerte.

## **Union Carbide en la India**

En la década de los años sesenta, India era un mercado potencial de 400 millones de campesinos. El gobierno de este país tenía intención de aumentar el rendimiento de la producción agrícola y los plaguicidas eran parte fundamental de este objetivo. Establecer una fábrica de pesticidas en la India ofrecía una doble ventaja: abastecer rápidamente a la demanda y contribuir al desarrollo tecnológico y económico de la nación. Es así como Union Carbide se introduce en el mercado indio, construyendo en 1967 una pequeña fábrica en Bhopal para la formulación del concentrado de SEVIN, que se importaba de Estados Unidos. Esta fábrica estaría controlada por la subsidiaria Union Carbide India Ltd., que ostentaría el 49% de las acciones de la empresa.

La buena acogida del producto hace necesario incrementar la producción, lo cual anima a la multinacional americana con el apoyo del gobierno indio a ampliar considerablemente las instalaciones de Bhopal, que llegaría a ocupar 7 hectáreas de terreno; Edward A. Muñoz, director de la división de productos agrícolas y de su estrategia comercial, es el encargado de diseñar esa ampliación. Teniendo en cuenta las características climatológicas de la India, con beneficiosos monzones pero también persistentes sequías, 2.000 toneladas de SEVIN serían suficientes. Sin embargo, el Ministerio de Agricultura indio les otorga un permiso para

fabricar hasta 5.000 toneladas de pesticida, y Union Carbide las aprovecha para evitar la competencia futura de otras empresas como Bayer o FMC Corporation. En contra de la opinión de Edward A. Muñoz, la fábrica de Bhopal contaría para ello con tres cisternas de MIC con capacidad total para 120 toneladas.

En 1975 culminan los trabajos de ampliación de la planta, pero hasta 1980 no empieza a producir el isocianato de metilo. En esos seis años, el MIC se importa en barriles de 200 litros (55 galones), que son transportados en camiones desde el puerto de Bombay en ínfimas condiciones de seguridad.

Aunque la fábrica no contaría con todas las medidas de seguridad previstas en el proyecto inicial, su primer director, Warren Woome, se había encargado de que las existentes se cumplieran estrictamente, con la ayuda de unos técnicos expertos como Kamal Pareek y Shekil Qureshi. A pesar de ello, entre 1976 y 1982, año en que Warren Woome abandona su cargo de director de la planta, se producen en ella varios **accidentes importantes**. En 1976, las aguas residuales de Union Carbide contaminan las aguas de unos pozos cercanos provocando la muerte de varios animales que abrevaban en ellos. Dos años después, en 1978, un incendio calcina la unidad de alfa-naftol, provocando la alarma de la población, que había observado desde el exterior las altas columnas de humo oscuro. En 1981 fallece un obrero por inhalación de gas fosgeno, después de haber ignorado una de las medidas de seguridad durante el proceso de descontaminación y desprenderse de la máscara protectora antes de que el gas se disipara; el trabajador había resultado impregnado de este gas por una fuga en una válvula. Por último, en 1982, en plena crisis de ventas, 25 obreros resultan intoxicados al inhalar también gas fosgeno tras una avería en una bomba. En este caso, los obreros deambulaban por las instalaciones sin ningún tipo de medidas de autoprotección. En ese mismo año, la abrazadera de una canalización de MIC se rompe y provoca una pequeña nube tóxica, de un volumen muy inferior a la causante de la catástrofe de 1984, que por fortuna no causa víctimas.

### Plan de viabilidad de la fábrica

La euforia comercial de Union Carbide se empieza a esfumar a finales de los setenta, cuando la perseverancia de un período seco arruina las cosechas de numerosos campesinos. En 1976, la producción de SEVIN se reduce a la mitad y durante 1982 Union Carbide India Ltd. deja de vender 2.308 toneladas, lo que significa menos de la mitad de su capacidad de producción. Con el paso de los años, la filial continúa acumulando pérdidas, hasta que la situación se torna tan insostenible que la empresa matriz se ve obligada a reducir los costes de la fábrica de Bhopal y a diseñar un plan de viabilidad.

La regulación de empleo, como primera medida prevista para superar la crisis, supuso una reducción progresiva de los puestos de trabajo. Más de la mitad de los empleados son despedidos y en mayor proporción los técnicos y obreros especializados, con contratos más elevados. Sus funciones son asignadas a obreros no especializados y con poco o ningún conocimiento de química y seguridad. Por otro lado, se plantea la reducción de los costes de mantenimiento de las instalaciones con el consiguiente recorte en el presupuesto para la compra de material. Con ello disminuye la calidad de los elementos, aumentando al mismo tiempo su período de explotación hasta su aprovechamiento máximo, en detrimento de la seguridad.

Por último se toma una tercera decisión importante que es la parada de la planta. A partir de 1983, la fábrica de Bhopal sólo se pondría en funcionamiento en la medida en que así lo requiriese la demanda del mercado. Con las paradas de la planta se paraban también los sistemas de seguridad: se apaga el sistema de refrigeración de las cisternas de MIC, se desactiva la torre de descontaminación y se apaga la llama de la torre incineradora. Se unen por tanto tres factores que desencadenan la tragedia del 3 de diciembre de 1984:

- Carencia de personal técnico especializado.

- Corrosión de los materiales y equipos.
- Desactivación e inutilización de las medidas de seguridad.

El ambicioso y costoso proyecto de Union Carbide se desmorona paulatinamente hasta que se decreta el cierre de la fábrica en el verano de 1984. Del plan de viabilidad se pasa al plan de desmantelamiento y se comienzan a barajar los posibles países destinatarios de los equipos de la fábrica que aún se encuentran en un estado aceptable. Cuando sucedió la catástrofe aún no se había concretado esta operación.

### **El día de la catástrofe**

Era un 3 de diciembre de 1984; sólo había transcurrido una media hora desde medianoche. Muchas familias bhopalíes habían elegido esta noche por sus buenos augurios para celebrar los esponsales de sus hijos. Coincidió con la celebración de un importante concurso poético al que acudía un numeroso público procedente de toda la región e incluso de lugares más lejanos. Por este motivo, toda la ciudad estaba engalanada y mucha gente disfrutaba de la noche fuera de su hogar. Más de un millón de personas se hallaban en Bhopal aquel fatídico día.

La fábrica de Bhopal estaba parada. Uno de los escasos movimientos era el de unos obreros que realizaban tareas de limpieza con agua a presión en el interior de unas canalizaciones de trasiego de isocianato de metilo. Fuera de las instalaciones y pegadas a sus muros dormían miles de personas en chabolas, organizadas en populosos barrios peligrosamente próximos. Las autoridades civiles no habían tenido la valentía política de reubicarlos en otro lugar sino que, por el contrario, les habían concedido escrituras de propiedad de los terrenos donde se asentaban. Actos demagógicos como éste sumados al abominable reciente asesinato de la Primera Ministra, Indira Gandhi, posibilitaron la aplastante victoria del gobierno de su hijo, Rajiv Gandhi, en las elecciones generales celebradas a finales de este mismo mes de diciembre. El Partido del Congreso consiguió la mayoría absoluta con 368 escaños sobre los 508 posibles.

En el interior de los muros de la Carbide continuaban las maniobras de limpieza, sin tomar las debidas medidas preventivas. El agua inyectada en las tuberías de MIC circulaba con fuerza arrastrando impurezas adosadas a las paredes del tubo así como cristales de cloruro de sodio y restos metálicos. Pero los operarios habían ignorado la precaución de estancar el conducto con el empleo de unos discos especiales y el agua junto con los desechos arrancados se filtraron al interior de la cisterna E-610, que contenía 42 toneladas de MIC. Conectadas a ella había otras dos cisternas de MIC, la E-611 y la E-619, que contenían respectivamente otras 20 y 1 toneladas de la misma sustancia. El agua, los cristales de cloruro de sodio y los restos metálicos en contacto con el MIC provocaron una violenta reacción exotérmica del líquido, que pasa rápidamente al estado gaseoso con desprendimiento de calor. En cuestión de segundos, la presión en el interior de la cisterna pasa de 2 a 55 libras por pulgada, o, lo que es lo mismo, de 0,4 a 10,8 kilogramos por centímetro. El acero de alta resistencia con que está construida la cisterna aguanta bien la presión, pero el gas intenta buscar salida por alguna parte y la encuentra en las válvulas de seguridad, que estallan por efecto de la sobrepresión. A partir de entonces la fuga tóxica es inevitable.

Dos altas columnas de gas, a modo de géisers, se proyectan hacia el cielo de Bhopal. Los bomberos de la fábrica son incapaces de abatir la nube con agua pulverizada, ya que el chorro de las mangueras no cobra suficiente altura, y los sistemas de seguridad de la fábrica están apagados o inutilizados. Sin posibilidad de hacer nada, la nube tóxica se va haciendo cada vez mayor y un ligero viento del norte la impulsa en dirección contraria, hacia el sur... hacia la ciudad. Shekil Qureshi, supervisor del turno de noche, ordena la evacuación general de la fábrica en la dirección contraria al viento y ninguno de los empleados, salvo él mismo, resulta afectado por la emanación de los gases.

Debido al aumento de temperatura y la violenta reacción del MIC, éste comienza a descomponerse en varios gases muy tóxicos e incluso letales: fosgeno, monometilamina y ácido cianhídrico (cianuro). Todos ellos tienen una densidad superior a la del aire, por lo que se mantienen prácticamente a nivel del suelo. El viento empuja suavemente esta nube tóxica y la dirige hacia el sur, hacia los barrios de chabolas, la estación de ferrocarril, una fábrica de cartonaje, la estación de autobuses, la central eléctrica y la ciudad vieja de Bhopal; según algunos medios de comunicación, la nube sobrevoló unos 40 kms<sup>2</sup> de la ciudad. De inmediato sucumben a centenares las especies animales: gatos, perros, vacas, búfalos y pájaros. En cuanto a las personas, los primeros en morir son los habitantes más imposibilitados: ancianos, inválidos y niños. Las calles de Bhopal se cubren de cadáveres y de gente desesperada por huir, intentando respirar. Uno de los gases más letales liberados en el accidente fue el ácido cianhídrico; el cianuro bloquea de forma inmediata la acción de las enzimas que transportan el oxígeno hasta el cerebro, provocando la muerte por insuficiencia respiratoria. La gente cayó fulminada y así se puede observar en imágenes grabadas de la época, con las calles verdaderamente alfombradas de cuerpos sin vida.

## Los daños a la salud y al medio ambiente

### Salud

Según el director de la fábrica, el escape de MIC tuvo una duración de una hora, frente a las tres horas y media que defienden los afectados. Lo cierto es que la cantidad fugada fue tal que personas que vivían a 10 kms. del foco emisor se despertaron en medio de violentos ataques de tos y principios de asfixia, con los ojos hinchados y vomitando. Y es que, en efecto, como posteriormente informara el Responsable de Salud de Bhopal, N. Nago, el isocianato de metilo ataca a los sistemas respiratorio y circulatorio, con síntomas similares a los de un ataque de asma. Según expertos franceses del centro antitóxico Fernand Vidal, la inhalación continuada durante unos minutos del isocianato de metilo provoca la muerte por quemadura química de los pulmones del que lo inhala (muchas víctimas de Bhopal se quejaban de que les ardía el pecho).



En dos días ya habían sido hospitalizadas entre 2.000 y 3.000 víctimas en situación crítica; entre 500 personas, según fuentes policiales, y 1.200, según fuentes médicas, habían resultado muertas, y otros 200.000 habitantes habían resultado afectados de consideración. Ante tremendo colapso, 200 médicos junto con cinco toneladas de material sanitario procedentes de Bombay y Nueva Delhi habían sido enviados a la ciudad.

En las primeras horas, más de 20.000 personas abandonaron la ciudad. Esta huida a la desesperada y en desbandada provocó numerosos heridos en accidentes de tráfico.

Desde los primeros momentos, el hospital Hamidia, de Bhopal, se convirtió en el principal centro receptor de víctimas, pero quedó inmediatamente colapsado. Los afectados por la inhalación de los gases llegaban a los centros hospitalarios echando espuma por la boca y retorciéndose de dolor. Los médicos de guardia del Hamidia activan rápidamente a los forenses y las autoridades movilizan a todos los estudiantes de medicina, a voluntarios y a otros médicos de la región. En total 3.700 médicos según fuentes gubernamentales llegaron a atender a las víctimas durante los primeros días y semanas.

Mientras se atiende a los afectados con aplicación de oxígeno y enjuagues con agua, las primeras autopsias revelan que uno de los agentes agresores es el cianuro, uno de los gases en que puede descomponerse el MIC. Los daños a la salud inmediatos y posteriores generados por esta sustancia fueron muy severos.

Se ha calculado que la toxicidad de la nube era 500 veces superior al empleado por los alemanes en las cámaras de gas y 150 veces superior al gas mostaza. Esto provocó que, además de las afecciones respiratorias, se observaran también otro tipo de daños muy graves. Muchos quedaron ciegos o sufrieron la destrucción del olfato, oído o tacto. Otros sucumbieron a efectos secundarios neurológicos, inmunológicos, cancerígenos, etc. Por otra parte, muchas mujeres en estado de gestación sufrieron dolorosos abortos espontáneos y otras que dieron a luz en los meses siguientes, o incluso generaciones después, alumbraron hijos con malformaciones congénitas, lo que quiere decir que el accidente de Bhopal provocó también daños genéticos y hormonales. En este sentido, muchas mujeres siguen sufriendo hoy, 17 años después, alteraciones en los períodos menstruales con patologías tales como metrorragias, menorragias y amenorreas.

Hay mujeres que nunca han tenido la regla y por el contrario, mujeres que, habiendo tenido la regla anteriormente, dejaron de tenerla (amenorreas); otras sufrieron menstruaciones profusas y prolongadas en sus períodos habituales (menorragias); otras llegaban a tener hasta cuatro y cinco reglas en el mismo ciclo menstrual (metrorragias). Estas disfunciones menstruales no están necesariamente asociadas a la inhalación de gases tóxicos sino más bien, como explica el doctor Fernando Muñoz Ferrer en su libro *"Patología de la mujer gaditana durante la catástrofe"*, al trauma psíquico y la ansiedad que han sufrido al atravesar por una situación de catástrofe repentina.

La nube tóxica de Bhopal provocó también daños en los pulmones, hígado, riñones y aparato digestivo. La catástrofe se cobrará entre 16.000 y 30.000 muertos y más de medio millón de afectados. Sólo en la primera semana murieron entre 6.000 y 8.000 personas. Una cuarta parte de la población expuesta a los gases venenosos se ha convertido hoy en enfermos crónicos, de los cuales 50.000 han quedado con incapacidad laboral absoluta para el desempeño de cualquier tipo de trabajo.

## Medio Ambiente

Igual que el escape de isocianato de metilo de la fábrica de Carbide produjo daños a la salud de las personas, también la vida animal y el medio ambiente sufrieron un serio y prolongado castigo. Animales domésticos de todo tipo perecieron en la catástrofe: caballos, perros, gatos, vacas, búfalos, aves, etc. Como animales domésticos que son, convivían en los mismos espacios que el ser humano, por lo que centenares de cadáveres de estas especies quedaron esparcidos por las calles de Bhopal. Horas y días más tarde, sus cuerpos se descomponían a la intemperie, lo que suponía un doble riesgo para la población superviviente: la posible aparición de una epidemia de cólera y el consumo de carne animal infectada. Por ello, el nueve de diciembre el alcalde de Bhopal, M. K. Bisariya, prohibió la venta de pescado y carne en toda la ciudad.

El medio ambiente también recibió un severo impacto. Según Greenpeace, en 1999 siguen contaminadas las aguas de los pozos y la tierra por metales pesados y contaminantes

orgánicos persistentes (COPs) y, sin embargo, 5.000 familias siguen bebiendo agua contaminada sin ningún tipo de control o prohibición. La presencia de sustancias tóxicas es 682 veces mayor que la dosis máxima aceptable. Dada la situación, las autoridades indias distribuyen periódicamente agua potable a la población, pero no en cantidad suficiente como para evitar el consumo indiscriminado de los pozos contaminados. Incluso los fondos destinados a la rehabilitación del medio ambiente, fueron desviados por el gobierno de la India para la construcción de caminos, alumbrado de calles y otras infraestructuras fuera de la zona afectada.

### La responsabilidad del accidente

En la conferencia de prensa convocada por Union Carbide en Danbury (Conneticut), Jackson Browning, Responsable de Seguridad e Higiene de la multinacional, agregó que la fábrica de pesticidas sería reabierta una vez que las causas del escape de gas fueran precisadas con exactitud. Pero, nada más lejos de la realidad; la fábrica jamás sería reabierta, entre otras cosas, por la firme oposición del gobierno indio tras el accidente. Las declaraciones de Browning eran en realidad una cortina de humo para minimizar la catástrofe e inyectar una esperanza de futuro, cuando era conocido que la planta tenía los días contados.

Como primera medida legal, las fuerzas de seguridad arrestan a seis altos directivos de la fábrica de Bhopal, entre ellas a su Director, Jagannathan Mukund, el Presidente de Union Carbide India Ltd., Keshub Mahindra y al Director General de esta filial, V. P. Gokhale. Cinco días más tarde también es arrestado su Presidente, Warren Anderson, que había viajado hasta la India para comprobar la magnitud de la catástrofe. Anderson, debido a las presiones diplomáticas y al temor a provocar un conflicto político internacional, es puesto en libertad a las pocas horas bajo una ridícula fianza de 25.000 rupias, es decir, 70.000 pesetas. A todos ellos se les acusa de homicidio por negligencia, homicidio involuntario, responsabilidad solidaria y otros delitos que suman más de siete en total, pero de los que aún no han sido juzgados.

Poco después de producirse la fuga tóxica, la autoridades ordenaron **precintar las instalaciones** de la fábrica y la policía se incauta de los archivos administrativos de la planta. No mucho después, el Primer Ministro de Madhya Pradesh, Arjun Singh, anuncia que la fábrica no volverá a abrirse. Fue en esos primeros días cuando Warren Anderson intentó visitar la fábrica, impidiéndoselo el gobierno indio. Con objeto de que no se "extravíe" o falsifique ningún documento revelador, la planta seguirá precintada mientras duren las investigaciones.

Rápidamente se van conociendo algunos detalles que propiciaron la tragedia. En las conferencias de prensa de Danbury, Union Carbide reconoce que la fábrica de Bhopal no contaba con las sofisticadas medidas de seguridad de su homóloga de Virginia. También sale a la luz pública que las labores de limpieza causantes del fatal accidente la llevó a cabo personal sin cualificar, en ausencia de los responsables técnicos.

La responsabilidad del accidente quedó claro desde el primer momento. No obstante, Carbide intentó culpar a uno de sus empleados indios de sabotaje e incluso un dirigente Sij exiliado en el Reino Unido llegó a acusar al KGB soviético de acto de sabotaje. Ninguna de ambas inculpaciones prosperaron y Union Carbide aceptó finalmente su responsabilidad.

### La "Operación Fe"

El accidente químico de Bhopal liberó a la atmósfera 42 toneladas de isocianato de metilo contenidas en una de las tres cisternas de la fábrica, pero aún quedaban intactas otras dos cisternas conteniendo 10 y 1 toneladas de MIC respectivamente, las cisternas E-611 y E-619. Esta cantidad continuaba siendo un serio peligro, como desgraciadamente había quedado demostrado, y había que deshacerse de ellas. Se estudian varias formas como el almacenamiento en los habituales bidones de 55 galones, la inertización con sales, la

incineración... Pero la única manera segura era transformándolo en otra sustancia inocua, es decir, produciendo SEVIN. Sería la última vez que la fábrica de Bhopal fabricaría pesticidas, pero para ello hubo que someter a la instalación a profundas reparaciones y una meticulosa puesta a punto que apenas dura cinco días.

Mientras las agencias de información india UNI y TPI publican los últimos datos de la tragedia (2.500 muertos, oficialmente 1.600, 200.000 afectados, 4.000 enfermos graves...) se hacen público el objetivo y los preparativos de la "Operación Fe". Ello genera una alarma social de tal magnitud que más de 250.000 personas abandonaron la ciudad a bordo de cualquier cosa que pudiera llamarse medio de transporte. Hasta los techos de los vagones de los trenes estaban atestados de personas que huían de un peligro potencial, aunque más bien lo hacían de un recuerdo catastrófico imborrable. Múltiples rostros humanos se asomaban por cada una de las ventanillas de los autobuses para tomar aire y saludar a sus familiares y a los medios de comunicación que estaban allí apostados. Miedo y éxodo; Bhopal se convierte en una ciudad fantasma.

Entre impresionantes medidas de seguridad y multitud de observadores, el 16 de diciembre comienza la operación. Helicópteros del ejército equipados con depósitos de agua y numerosos efectivos de bomberos provocan una lluvia artificial en torno a la fábrica. Este procedimiento contribuiría a abatir la nube tóxica en caso de que se produjera alguna fuga. Pero no ocurrió. La conversión del MIC en SEVIN es todo un éxito y el primer día se generan 3 toneladas de pesticida sin ningún tipo de contratiempo. El resto del operativo se prolonga sólo dos días más; el 19 de diciembre se da por concluida la "Operación Fe" y 200.000 habitantes comienzan a regresar a sus hogares. La fábrica de Bhopal ha quedado lista para su desmantelamiento total.

## Reclamaciones e indemnizaciones

Como es práctica común en este tipo de siniestros y en aras de evitar un largo proceso judicial, con el consiguiente perjuicio de los afectados, Union Carbide Corporation acordó con el gobierno indio una compensación por los daños que ascendió a 470 millones de dólares, unos 80.000 millones de pesetas. Esta cifra, seis veces inferior a la exigida por los demandantes, tomó como referencia los 3.828 fallecidos oficiales, cuando los forenses de Bhopal habían practicado 4.950 autopsias en los primeros 5 ó 6 meses siguientes al accidente. El pago se efectuó directamente al gobierno, que sería el encargado de tramitar las reclamaciones y distribuir las indemnizaciones. Esta "liquidación" llevaba implícita la renuncia del gobierno a cualquier otra reclamación futura por vía judicial.

La malversación del dinero aportado por Union Carbide tuvo dos consecuencias: que los afectados recibieran una cantidad irrisoria como indemnización y que parte de los fondos se derivaran para obras públicas e infraestructuras que nada tenían que ver con la catástrofe. Alrededor del 30% de las demandas por lesiones y el 20% de las demandas por muerte (3.891 de 15.158) han sido rechazadas.

Los beneficiarios de las reclamaciones cobraron tarde y mal. En los casos de fallecimiento de la víctima, los damnificados cobraron como compensación unas 67.267 rupias de media (cerca de 300.000 pesetas) por 11.267 muertes contabilizadas; el importe para los casos de lesiones se redujo a algo menos de la mitad. Los daños causados a la salud mental de los supervivientes no fueron considerados motivo de resarcimiento económico así como tampoco los hijos de las mujeres expuestas a los gases y que sufren retardo en el crecimiento físico y mental.

## El libro "Era medianoche en Bhopal"

En 2001, cuando se cumplen 17 años del accidente químico de Bhopal, el escritor Dominique Lapierre y el periodista Javier Moro publican el libro Era medianoche en Bhopal (Editorial Planeta, 1ª ed. marzo de 2001), un minucioso relato de la tragedia, empleando

como eje a una de las familias de chabolistas afectadas por la nube tóxica que acabó con la vida de miles de seres humanos el 3 de diciembre de 1984. Era medianoche en Bhopal es el producto de un magnífico, profundo y dificultoso trabajo de investigación que tiene en cuenta el desarrollo cronológico de los acontecimientos que derivaron en la catástrofe, el entorno social y cultural en que ésta se produce y las consecuencias inmediatas y posteriores que representó para una comunidad de un millón de habitantes en un país como la India.

Esta obra es, por otra parte, un grito de alarma y una ejemplificada advertencia de lo que representan los avances industriales y sus potenciales efectos perniciosos sobre las personas y el medio ambiente, en un mundo donde no en todas partes la vida humana y el entorno natural no tienen, al parecer, el mismo valor.

Por último, *Era medianoche en Bhopal* es una reclamación moral de justicia en nombre de los cientos de miles de afectados por la fuga de un gas mortal originada por las antiguas instalaciones de Union Carbide en Bhopal. Como lección magistral de solidaridad, los autores se han implicado en la reparación de los daños y financian con el fruto de su trabajo varias acciones humanitarias en Bhopal. Al comprar este libro, el lector colabora en la financiación de una clínica ginecológica que Dominique Lapierre creó para las víctimas más necesitadas.

## LA TRAGEDIA DE BHOPAL<sup>9</sup>

En la noche del 2 al 3 de diciembre de 1984 en Bhopal, India, una fuga de isocianato de metilo (MIC) desde una industria fabricante de pesticidas causó la muerte de alrededor de 2.500 personas y afectó a más de 100.000 (un 20% de la población total de la ciudad). Algunos periódicos reportaron la muerte de 5.000 a 8.000 personas como consecuencia del accidente.

### Características y propiedades físico-químicas del isocianato de metilo

El isocianato de metilo (MIC) es un líquido incoloro de muy bajo punto de ebullición (39°C). Tiene un olor muy penetrante y es un compuesto con alta reactividad química. Sus usos incluyen la fabricación de resinas poliuretánicas y de pesticidas (carbamatos).

- Las temperaturas elevadas facilitan la descomposición por polimerización, reventando los contenedores.
- Reacciona con agua, más rápido en presencia de ácidos, aminas o álcalis.
- El contacto con hierro, cobre, estaño o sus sales y con otros compuestos puede desencadenar una polimerización violenta. Son seguros el acero inoxidable, níquel o vidrio/cerámica.
- La combustión de MIC puede generar gases tóxicos como HCN, óxidos de nitrógeno y monóxido de carbono.

<sup>9</sup> Resumen del artículo “BHOPAL, UN ALERTA AL USO DE SUSTANCIAS QUIMICAS PELIGROSAS EN ESCALA INDUSTRIAL” de Gerardo D. Castro, Centro de Investigaciones Toxicológicas, CEITOX (CITEFA-CONICET). Contacto: CEITOX (CITEFA-CONICET). Juan B. de La Salle 4397, 1603 Villa Martelli, Buenos Aires, Argentina. Tel.: 54 11 4709 0031, int. 1139, Fax: 54 11 4709 5911, e-mail: ceitox@dd.com.ar o postmast@ceitox.edu.ar

Como es de esperar, también es una sustancia con gran reactividad en medios biológicos; aún en muy pequeñas cantidades resulta agresivo para la mucosa ocular. Si es inhalado, reaccionará intensamente con los fluidos que recubren los conductos aéreos pulmonares. Los gases producidos por la reacción son pesados, expulsando así al oxígeno y produciendo ahogo y eventualmente la muerte.

La toxicidad de MIC en humanos puede resumirse en dos tipos generales: a) la absorción accidental de dosis masivas, que resulta en toxicidad aguda; b) la exposición prolongada a bajas concentraciones del vapor en el aire, conduciendo a toxicidad crónica o sensibilización de las personas expuestas. Su extrema peligrosidad se debe esencialmente a su alta volatilidad y reactividad, baja solubilidad y gran capacidad de penetración. MIC es un electrófilo potente y reaccionan prácticamente con cualquier biomolécula en el organismo tales como proteínas, ácidos nucleicos, etc., inactivándolos en su función biológica.

Es una sustancia extremadamente irritante para las membranas mucosas y tiene una toxicidad aguda altísima. Los síntomas que acompañan la exposición a MIC son tos, irritación del tracto respiratorio superior, salivación abundante, lagrimeo y dificultad para mantener los ojos abiertos (actúa como lacrimógeno).

A mayores concentraciones, aparecen dificultades para respirar, con presión sobre el pecho y dolor al inhalar. La exposición a cantidades muy grandes puede llevar al edema pulmonar. En Bhopal, se notó una capacidad pulmonar reducida en 40.000 personas hasta tres meses después del accidente. MIC también tiene un efecto irritante sobre la piel húmeda y puede causar lesiones en la córnea del ojo. Los isocianatos son sustancias que producen sensibilización, o sea, que la gente puede tornarse excesivamente sensible a ellos. La exposición repetida conduce a síntomas similares a los del asma.

Está documentado que humanos expuestos a 0,4 ppm de MIC por períodos de hasta 5 minutos no pudieron detectar su olor. Aún a concentraciones de 2 ppm, el olor no se percibía.

A la concentración de 0,4 ppm, no hay irritación de ojos, nariz o garganta en 5 minutos de exposición. A 2 ppm (5 mg/m<sup>3</sup>) se presenta lacrimación e irritación pero no se puede oler. A 4 ppm los síntomas son más marcados y son intolerables a 21 ppm.

Puesto que los límites de olor e irritabilidad no están dentro de 3 veces el límite permitido de exposición, se considera a MIC como una sustancia con poco margen de seguridad.

Como si fuera poco, prácticamente todas las sustancias involucradas en la síntesis de MIC son también muy tóxicas (ver Tabla II), haciendo al proceso en sí muy riesgoso.

**Tabla II. Peligrosidad de las sustancias involucradas en la síntesis de MIC (escala: 4=máximo)**

	TOXICIDAD	INFLAMABIL.	ESTABILIDAD	TLV (ppm)
MONOXIDO DE CARBONO	4	4	1	50
CLOROFORMO	3	0	1	25
MIC	4	4	3	0.02
FOSGENO	4	0	2	0.01
METILAMINA	4	4	1	10

fuentes: Ramaseshan (1984). TLV = valor límite umbral permitido.

## Proceso de fabricación y manipuleo

La síntesis en escala industrial del isocianato de metilo es intrínsecamente un proceso peligroso, que involucra la participación de varios intermediarios químicos de toxicidad aguda elevada. Tanto el monóxido de carbono como el fosgeno se utilizan inmediatamente después de su síntesis. Fosgeno y metilamina reaccionan en fase gaseosa para dar cloruro de Nmetil carbamoilo (MCC). Los productos de reacción son luego atrapados en cloroformo y pasados a un separador, de donde se separa y recicla el fosgeno excedente. La cola de esta destilación alimenta un pirolisador, donde MCC se descompone para dar MIC y HCl, que es separado. En el último paso, MIC es separado del cloroformo por destilación y transferido directamente a los tanques de almacenamiento. La cola de esta destilación es reciclada al proceso. El HCl formado es extraído desde el cloroformo con agua. Luego es neutralizado y eliminado.

MIC es almacenado en tanques de acero inoxidable, bajo atmósfera de nitrógeno de alta pureza. En la planta de UCI existían tres tanques de 57 m<sup>3</sup>, de los cuales uno se utilizaba para almacenar temporalmente el producto de baja calidad, que luego podía ser reprocesado o descartado. Estos tanques llevan un control de temperatura.

MIC polimeriza en presencia de otras sustancias y también reacciona con agua. Para inhibir la polimerización se agrega fosgeno en el sitio de almacenamiento. La causa primaria del accidente ocurrido en Bhopal posiblemente haya sido la entrada de agua en el tanque de almacenamiento de MIC. Las cañerías habían sido lavadas poco tiempo antes de suceder la fuga. Cuando MIC polimeriza se libera una enorme cantidad de calor, la polimerización es más rápida a 25°C (200 veces) que a 0°C y por lo tanto la refrigeración es una precaución clave en la seguridad del proceso industrial. La polimerización es catalizada por ácido clorhídrico; la entrada accidental de agua pudo haber causado la descomposición del fosgeno agregado como estabilizante produciendo este ácido. La entrada de agua en el tanque de almacenamiento resultó entonces no sólo en la remoción parcial del inhibidor de polimerización sino también en la producción in situ de su catalizador.

## ¿Qué sucedió en Bhopal?

Unión Carbide de India (UCI) comenzó a operar en ese país en 1969. La fabricación del pesticida carbaryl fue planeada desde 1977. Debido a algunos problemas de diseño, la producción del pesticida comenzó recién en 1979. La demanda, sin embargo, fue menor que la prevista y la compañía no encontraron un beneficio de lucro con la operación. Como consecuencia, hubo una reticencia a hacer inversiones adicionales para seguridad o modernización del proceso industrial. Cuando la planta fue inaugurada, una de las condiciones estipuladas por la Unión Carbide Corporation de USA (UCC) fue que la misma debía tener su propio superintendente (y entrenado). Luego, con el objetivo de reducir costos, este cargo fue transferido a otra filial (Madras) y la planta de MIC quedó bajo la órbita de otro superintendente que ya tenía la responsabilidad adicional de otras unidades. Esto seguramente influyó en la menor infraestructura de seguridad en Bhopal.

La información completa sobre los sucesos ocurridos esa noche del 2 al 3 de diciembre aún hoy es fuente de controversias pero la descripción que sigue está constituida de todo lo publicado y de reportes confiables sobre el incidente. En la planta de Bhopal había tres tanques de almacenamiento de MIC, los tanques nos. 610, 611 y 619. Alrededor de las 23 la presión en el tanque 610 comenzó a subir rápidamente desde su valor normal de 3 psi hasta los 10 psi. Inmediatamente antes de esto, las cañerías por donde circulaba MIC habían sido lavadas con mangueras, sin tomar las precauciones adecuadas. Los operarios que presurizaron el tanque 611 para desplazar el MIC hacia el reactor, no consideraron ese aumento de presión en el tanque 610 como algo para preocuparse. Al cabo de un tiempo comenzaron a sentir ardor en los ojos. Como las pequeñas pérdidas se consideraban algo normal, sólo reportaron esta cuando la irritación se prolongó más allá de lo usual. A medianoche los operarios reportaron la fuga al asistente de producción. La sala de control

de MIC también reportó que la presión en el tanque 610 era anormalmente elevada. Unos pocos minutos después el asistente de producción comprobó que el disco de ruptura en el tanque 610, mecanismo de seguridad que enviaba MIC al venteo cuando la presión sobrepasaba 40 psi, había saltado. MIC ya estaba escapando a través del tubo de venteo de 33 metros de altura.

La población fue alertada a la una de la madrugada por medio de una sirena, que al cabo de un tiempo fue desactivada. Se repitió la señal de alerta sólo una hora después. Se sabe que algunas personas trataron de comunicarse con la planta pero encontraron que los teléfonos no funcionaban. Para ese tiempo ya estaba muriendo gente en las villas de emergencia vecinas a la planta y en otros sectores de la ciudad. La policía había recibido noticias acerca de la fuga de MIC, pero al tratar de confirmarlo con personal de la planta no recibieron información. El encargado de la planta fue notificado del problema por las autoridades a la 1:45. El sistema de intercomunicadores (walkie-talkie) en la planta jamás fue utilizado. La fuga de MIC recién pudo ser controlada a las 3 de la mañana, cuando ya había escapado a la atmósfera casi todo de las 40 toneladas contenidas en el tanque 610.

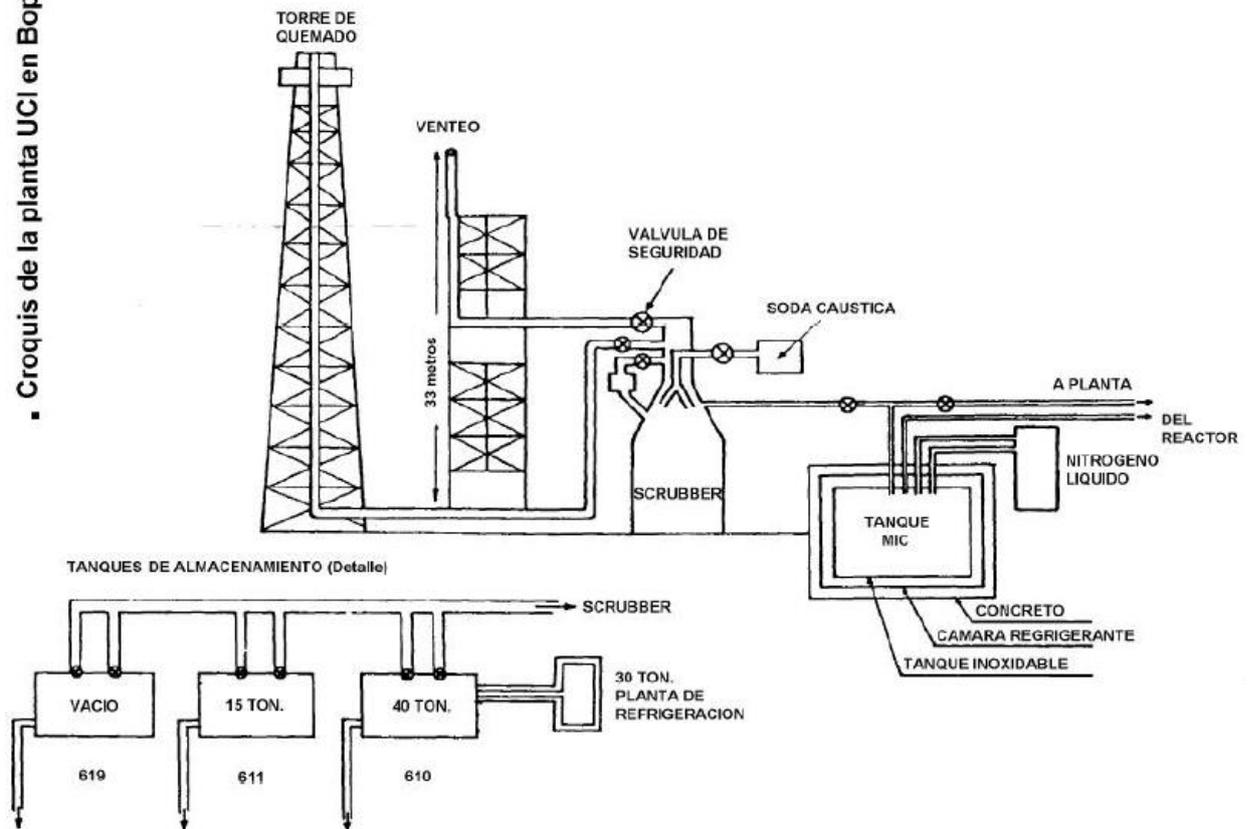
Aproximadamente unas 100.000 personas huyeron de sus casas. Si bien la prensa denunció unos 5.000 muertos, los confirmados oficialmente fueron 1.437. Además, pereció una gran cantidad de animales de valor económico. No se organizó ninguna estructura de gestión de la emergencia hasta el día 4. Hubo obviamente una saturación de los recursos de salud, materiales y humanos. La enorme afluencia de pacientes, junto con el desconocimiento de la causa primaria de la intoxicación, llevó a los médicos a aplicar esencialmente tratamientos sintomáticos. Se denunció que ni la UCI ni la UCC divulgaron el plan de tratamiento adecuado.

Al contrario que con fosgeno, la ventilación por sí sola no ayuda en el caso de envenenamiento por MIC, ya que, además, han ocurrido reacciones con enzimas en sangre.

Los sistemas de seguridad en la planta de Bhopal no funcionaron cuando se los necesitó y muchas de las precauciones fueron ignoradas por negligencia. El diagrama de flujo de la Figura resume los principales sucesos y sus consecuencias. En cada estadio, una acción posible podría haber reducido los efectos negativos del accidente. Las principales fallas en los sistemas de seguridad se resumen a continuación.

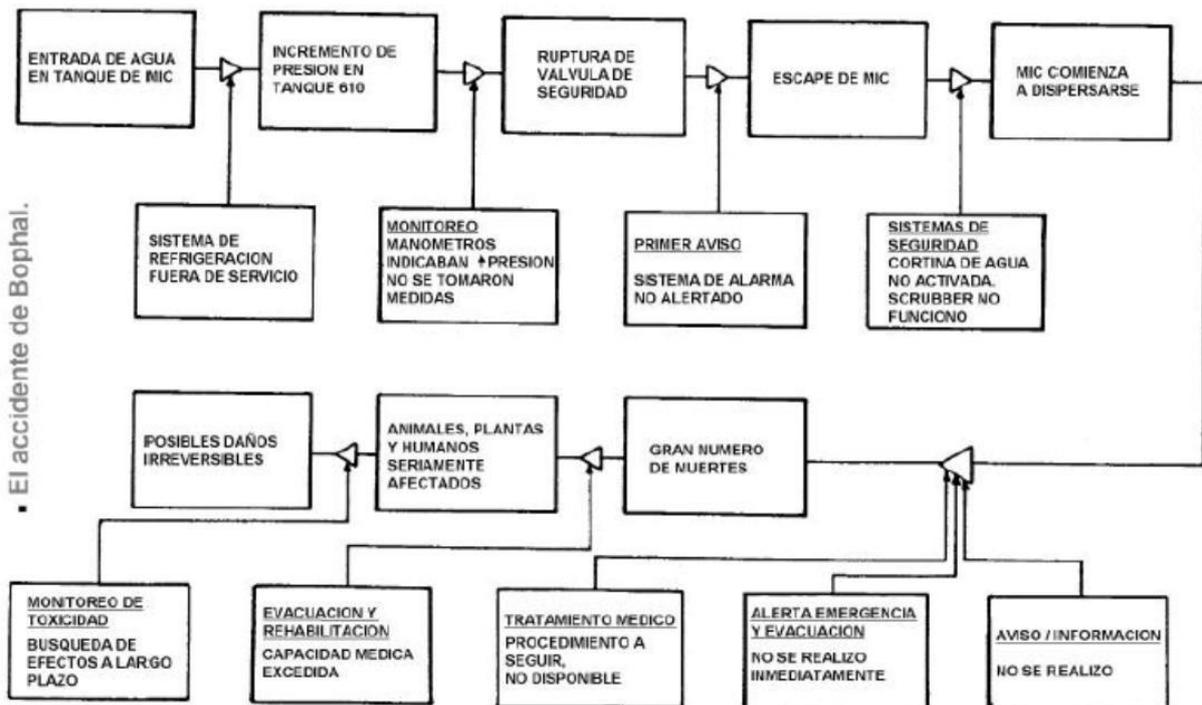
- El sistema de refrigeración (de 30 toneladas de capacidad), diseñado para mantener la temperatura del tanque con MIC a 0°C no estaba en funcionamiento, aún cuando las disposiciones de seguridad estipulaban que sí debía estarlo.
- El scrubber (depurador) diseñado para neutralizar las fugas de MIC no contenía suficiente soda cáustica para el gas que finalmente escapó. El sistema fue diseñado para neutralizar 88 kg/h, pero en la situación real el escape fue del orden de los 20.000 kg/h.
- La torre de quemado de gases tampoco estaba operativa. Los tubos conectores habían sido desmantelados por tareas de mantenimiento.
- Uno de los tanques de almacenamiento (el 619) se mantenía vacío para recibir MIC de los otros tanques, en el caso de una pérdida. Ante el pánico desatado, no se implementó rápidamente un programa de emergencia que posibilitara el trasvase de MIC a ese tanque.
- Las sirenas no fueron activadas hasta la 01:00 hs., a pesar de que el accidente comenzó a las 23:30. Nadie en la fábrica reportó el accidente a la policía.

▪ Croquis de la planta UCI en Bophal.



En resumen, la tragedia debió su magnitud, independientemente de la altísima toxicidad del compuesto involucrado, en gran parte a la falla de los sistemas de seguridad y a la desprolijidad y negligencia evidenciadas en los procedimientos de manejo de accidentes.

▪ El accidente de Bophal.



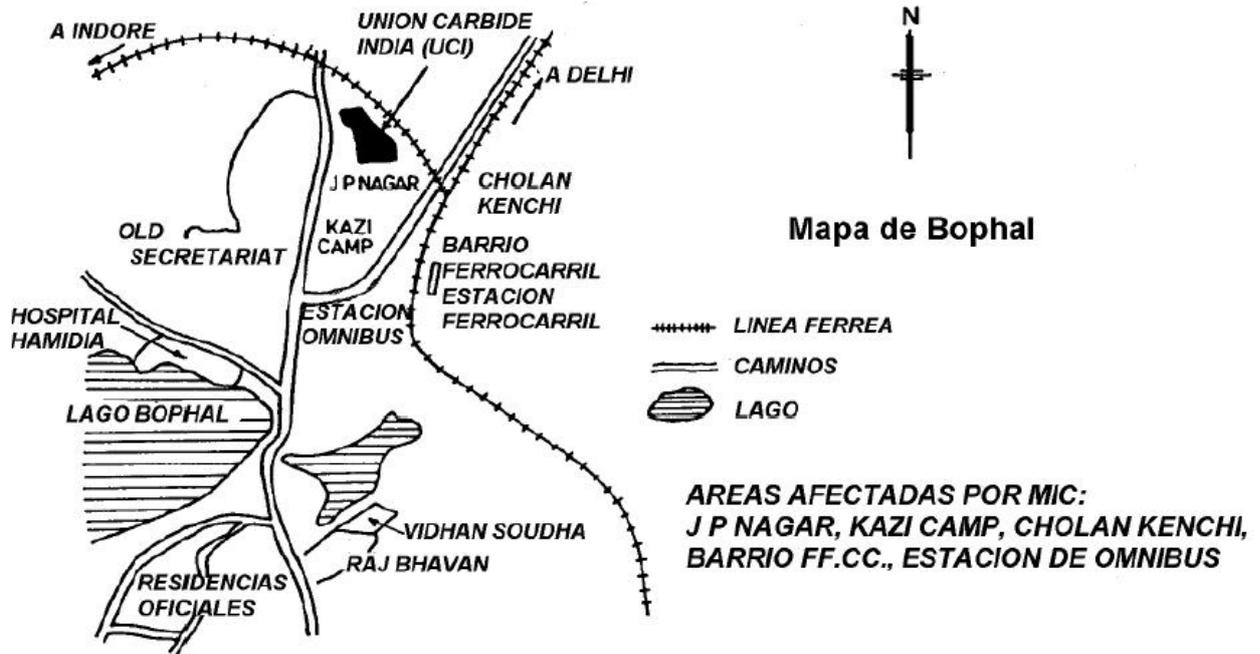
Es importante mencionar que un equipo auditor visitó la planta UCI en 1982, identificó serios problemas en el aspecto seguridad, remitiendo luego su reporte de conclusiones a UCC. Sin embargo, no se conoce que UCI hubiera iniciado acciones en consecuencia a las recomendaciones efectuadas. Los aspectos mencionados en ese informe eran, en resumen:

- El control manual para el llenado de los tanques de MIC no tenía instrumentos para prevenir la sobrecarga accidental.
- La válvula de presión en el tanque de fosgeno estaba descompuesta y no mostraba el estado real de carga del tanque.
- No había un sistema fijo de spray de agua para protección en caso de fuego o de dispersión de vapores en las áreas de operación con MIC.
- Se detectaron varias condiciones de operación con riesgo potencial de fugas de tóxicos.
- La operación de limpieza de filtros en las cañerías de MIC se hacían sin aislar las líneas de proceso. Las válvulas con pérdidas podían crear un peligro grave de exposición durante la limpieza.
- Las líneas de entrada de alta presión, sin venteo, podían resultar en fugas de MIC cuando se reemplazaban válvulas. No había modo de evacuar el sistema con seguridad.

#### **Cronología de los sucesos inmediatos (Bhopal, 3 al 10 diciembre de 1984)**

- Sustancia liberada en el ambiente: aproximadamente 27 toneladas de MIC, más otras 13 toneladas de otros tóxicos como cianuro y fosgeno, generados desde la reacción en el depósito 610.
- 7 de la mañana del 3/12: 1.000 muertos contados por la policía y los hospitales.
- Primeras 24 horas: 90.000 pacientes pasaron por cuatro hospitales.
- 6.000 personas presentaron insuficiencia pulmonar aguda. Nadie sabía que sustancia se trataba. Un químico local propone una interpretación, que luego será la oficial, pero no se le cree. No hay información desde la fábrica ni desde la casa central en USA.
- Algunos médicos practicaron la reanimación boca a boca, intoxicándose ellos mismos.
- Muchas personas presentaron fuertes dolores en los ojos, con lacrimación irrefrenable y dificultad visual.
- Dentro de la primera semana el número de muertos ascendió a 2.500, según cifras oficiales.

En la figura se presenta un croquis del área afectada por el escape de MIC.



### Consecuencias de la intoxicación

Población expuesta al gas (datos oficiales): 521.262. Número de muertos en cinco años: 3.598 (oficial). Muertos " en exceso" por año (1990): 150-200. No se consideró oportuno contar los abortos y nacidos muertos.

El resultado de 1.000 autopsias (jamás publicadas) demostró una toxicidad que, salvo al riñón, afectaba a todos los órganos. El cerebelo estaba " extrañamente" dañado con edema masivo y hemorragia (aún en las autopsias fuera de la fase aguda). No cuantificable, pero juzgada muy relevante, es la patología crónica respiratoria (cerca al 30% de los casos estudiados), que a menudo vuelve totalmente incapaz para el trabajo a personas que sólo hacen tareas manuales: de hecho algunos estudios documentaron cerca del 97% de disnea por esfuerzo, 78% de las infecciones recurrentes, bronquiolitis obliterante y asma. Empeoró, en incidencia y severidad, la tuberculosis.

Se duplicó la incidencia de cataratas precoz. Se triplicó la pérdida de agudeza visual; apareció muy frecuentemente la conjuntivitis y lacrimación crónicas.

La toxicidad de órganos continuó al incidir sobre la abortividad (43% de una población de embarazadas al año del accidente).

Frecuente y no cuantificado, fue el reporte de compromiso neurológico (convulsiones, pérdida del tono muscular, dolores musculares y neuritis periférica recurrente). También frecuente y poco cualificable-cuantificable resultaron la situación psiquiátrica.

Unión Carbide envió su médico desde USA., que dio un mensaje contradictorio sobre el antídoto a usar; se recurrió a una política de completo deniego de información. La indicación correcta de usar como antídoto al tiosulfato sódico, propuesta por un químico alemán tres días después del incidente, reiterada por el Center for Disease Control de EE.UU. una semana después y propuesta por un grupo de soporte para las víctimas, devino objeto de infinita controversia y de hecho jamás fue aplicada (quizás sólo en el 1% de los casos). La sospecha era fuerte (en las publicaciones indias oficiales) que la operación de la Unión Carbide de negar la composición del gas, de circular una versión del incidente excluyendo su responsabilidad (sabotaje!!), y que había implicado severamente a médicos, autoridades locales y periodistas.

La fuente son muchas publicaciones y todos concordaron al decir que los datos eran aproximados por defecto. Basta recordar que la estimación de muertos reconocidos llegó a 6.000 y que son muchos los testimonios independientes que dijeron que en el primer día la gente simplemente “desaparecía”.

### **Asistencia de la población afectada**

La emergencia sanitaria fue manejada completamente por la comunidad médica de Bhopal, con un trabajo extenuante de asistencia sobre todo en la primera semana. Obviamente el registro de documentación en aquella circunstancia fue nada fácil. Comenzó el trabajo de hacer autopsias, que expuso uno de los más terribles muestrarios de daño por accidentes químicos.

El Indian Council for Medical Research (ICMR) se vuelve el principal responsable de la investigación sobre lo sucedido en Bhopal. Se identificó una población de aproximadamente 20.000 pacientes para seguir sobre todo por problemas pulmonares. El problema del daño ocular fue atendido por un grupo internacional, sobre todo inglés, que organizó una clínica ad hoc. Desde 1986 el reporte de los datos se publicó regularmente en revistas internacionales.

Muy pronto se hizo evidente una separación entre los grupos que hacían investigación y aquellos que asistían: no hubo un retorno serio de información a la población. Varios estudios de campo realizados por grupos indios no gubernamentales (de médicos, como el Medical Friends Circle, o de representantes de las víctimas) puso en evidencia que muchos estudios del ICMR eran muy parciales (nada se hizo sobre la salud reproductora o sobre el daño neurológico).

Después de la publicación de un reporte en 1987, el reporte anual del ICMR se volvió “reservado para el gobierno”. Muchos de los subproyectos sobre poblaciones en riesgo se hicieron secretos, sin ninguna explicación.

Los médicos de Bhopal evitaban la asistencia gratuita ambulatoria. Preferían ver pacientes en la práctica privada.

### **CONCLUSIONES**

#### **Aspectos sanitarios - Recomendaciones de la Comisión Internacional Médica de Bhopal (IMCB)**

- La población fue engañada: hay una morbilidad importante, por extensión y severidad, no indagada sistemáticamente y mucho menos seguida y tratada de modo controlado.
- Los estudios de neurotoxicidad, deben ser hechos sobre un campo representativo de las diversas fases de riesgo, y deben ser sistemáticamente indagados porque son invalidantes en modo directo, y por la capacidad de vivir, no sólo de trabajar.
- Se considera necesario reevaluar el problema de la patología psiquiátrica.
- Es urgente un estudio sistemático de seguimiento sobre la situación de los niños expuestos al gas en su infancia y de aquellos con edad comprendida entre 9 y 14 años.
- La evaluación de las consecuencias del desastre de Bhopal debe incluir los aspectos socioeconómicos y no sólo aquellos estrictamente médicos. En particular, la salud reproductora de la mujer debe comprender el concepto de “ estigma social” (ej. dificultad para casarse) vinculado al hecho de haber abortado y de tener irregularidad crónica del ciclo.

- La pretensión de confidencialidad de los datos en posesión de las autoridades indias no puede entenderse a la luz del sufrimiento de las personas afectadas.
- El informe del ICMR debe ser publicado: la obediencia al gobierno de los responsables médicos de la investigación no puede prevalecer sobre el deber profesional y ético de responsabilidad por el paciente individual y por la comunidad.
- La población de Bhopal tiene un derecho impostergable de tener al menos un sistema de asistencia sanitario modelo, basado sobre el principio de la atención comunitaria participada.

### Aspectos técnicos - Higiene y seguridad

El accidente con MIC en Bhopal no ocurrió por culpa de la fatalidad. Hubo una serie de causas perfectamente identificadas que concurrieron en un desenlace tarde o temprano inevitable: Desde la elección de la tecnología para la operación de la planta, hasta la gestión final del impacto del accidente y el rol del gobierno en todo esto. Podemos visualizar los principales factores desencadenantes del accidente en el siguiente orden (TABLA III):

**Elección de la tecnología.** Hay otras tecnologías alternativas para la producción de carbaryl y otros carbamatos. Por ejemplo, Bayer lo sintetizaba sin almacenar MIC en ningún paso del proceso. En el caso de pesticidas y otros materiales tóxicos, los entes reguladores estatales deben intervenir examinando las rutas alternativas para su fabricación, al evaluar una propuesta de radicación de este tipo de industrias. En India no parece haber sido el caso; el gobierno debió haber insistido en obligar a extremar las medidas de seguridad al momento de otorgar la licencia para el uso de MIC para preparar pesticidas. Esto es particularmente importante en un país con bajo nivel de educación en la población promedio.

**Localización de la industria.** La fábrica de pesticidas de Bhopal se estableció en 1969 en las cercanías de Bhopal. La planta se construyó muy cerca de áreas densamente pobladas. Como se puede ver en la Figura 5, la estación de trenes, la de ómnibus, el centro administrativo (Old Secretariat) y los hospitales estaban todos próximos a UCI. El lago que provee de agua potable a Bhopal también estaba cerca de la planta. Bhopal fue una de las ciudades que experimentó un crecimiento demográfico de alrededor del 75% durante el período 1971-1981. Este crecimiento resultó en el asentamiento de barrios muy precarios, uno de ellos muy grande en la vecindad de la planta UCI, que proveía de las actividades de servicio (cantinas, cafés, etc.) al personal. La responsabilidad del gobierno al haber permitido la urbanización precaria (lo que en Argentina llamaríamos "villas miseria") en las proximidades de la planta es ineludible. El gobierno había regularizado la situación ilegal de esos asentamientos en 1983. La radicación de la industria en 1969 y la expansión de su producción en 1979 fueron posibles por la ausencia de una legislación clara y severa en estos aspectos.

**Diseño de la planta.** Ya hemos visto con suficiente detalle los aspectos de seguridad que una fábrica de este tipo debe cumplir y cuáles eran las mayores falencias de UCI en este punto. Sólo recalcaremos que evidentemente el factor seguridad requerido en estos procesos no puede ser el mismo si la planta está en India (u otro país en desarrollo) que si es la planta de West Virginia en USA. (UCC); la capacitación y el nivel de educación de los operarios juegan una carta fundamental en este caso. UCC debió haber incorporado un sistema de seguridad adicional, utilizado por Bayer. En el evento de un escape, MIC es venteado a un área cercana inundable con agua, donde puede ser luego neutralizado. Teniendo en cuenta que la inversión total para la construcción de la planta fue de U\$S 2 millones, este sistema no debería haber agregado un sobrecosto apreciable.

**Información y capacitación.** El público, las autoridades y los servicios de salud locales debieron haber sabido que MIC era un producto muy tóxico. Asimismo se deberían haber

difundido las medidas primarias a tomar en el caso de una fuga de MIC; el simple hecho de proteger el rostro con una toalla húmeda inactiva la mayor parte del MIC a ingresar al organismo. Aún dicha inmediatamente después del accidente, esta información habría salvado muchas vidas. El hecho que ocurriera más muertes aún en la noche siguiente (al bajar la temperatura nuevamente) se debió fundamentalmente a la falta de una difusión eficiente de la información meteorológica sobre la dirección del viento. Tanto la compañía como el gobierno debieron usar los medios televisivos y radiales para propagar información y medidas preventivas.

Cuando una sustancia tan tóxica como MIC se almacena en el medio de una ciudad, los médicos locales no pueden ignorar el curso posible de acción en caso de una fuga. Ni Unión Carbide ni el gobierno hicieron algo al respecto. Aún dos meses después del incidente había una gran desinformación entre los médicos, lo que condujo a que éstos aplicaran esencialmente tratamientos sintomáticos ante la falta de un procedimiento apropiado. La demora en informar inmediatamente a las autoridades públicas fue otra falla inexcusable de comunicación. No se prepararon planes para procedimientos de emergencia: los médicos supieron del accidente sólo cuando los pacientes comenzaron a llegar al hospital.

**Sistemas de operación y mantenimiento.** Las principales causas del accidente se deben a aspectos incluidos en este rubro. De haber sido la planta adecuadamente operada y mantenida podría haberse evitado la tragedia. Como ya vimos, un equipo auditor visitó la planta UCI en 1982, identificó serios problemas en el aspecto seguridad, remitiendo luego su reporte de conclusiones a UCC. Sin embargo, no se conoce que UCI hubiera iniciado acciones en consecuencia a las recomendaciones efectuadas. La renuencia a efectuar mejoras en seguridad tiene una explicación simple y es de índole económica. UCI de Bhopal no estaba dando beneficios y como consecuencia de esto a) el número de operarios para mantenimiento había sido reducido; b) no se instalaron nuevos dispositivos de seguridad y c) hubo negligencia en todo lo relacionado a la seguridad en sí y a las precauciones de seguridad. A pesar de que desde 1978 habían ocurrido seis accidentes con MIC, ni la gerencia local ni la casa matriz intervinieron para mejorar a la seguridad. No había manuales o ejercicios preparados para la actuación en la emergencia en planta. Es una razón para explicar el pánico que se apoderó del personal al detectar la fuga. Y esta sería la razón por la cual nadie operó la válvula que conectaba los tanques 611 y 619 (mantenido siempre vacío como tanque de alivio).

**Manejo de la emergencia.** En India, si bien los desastres naturales son bastante frecuentes, no son así los industriales, y entonces los sistemas de respuesta ante estos eventos no estaban desarrollados. Los principales puntos flojos fueron, en resumen:

- a) Demora incomprensible para alertar al público. Deberían haberse utilizado los medios de comunicación masivos y también los móviles. La evacuación organizada en medios de transporte habría reducido la magnitud de la tragedia.
- b) La presión sobre el sistema hospitalario fue también un factor clave; el hospital público más grande tenía una capacidad de 750 camas y la noche del 3 de diciembre pasaron unas 12.000 personas con afecciones serias. hasta el día siguiente el número de pacientes subió a 55.000.
- c) En los grandes asentamientos industriales, es obligatorio contar con un plan de manejo de emergencias, que debe incluir los siguientes aspectos: identificación precisa de los responsables del alerta y acciones inmediatas, procedimientos de evacuación, rehabilitación y descontaminación del área contaminada. En USA, las firmas industriales que manipulan sustancias químicas peligrosas no pueden obtener su licencia de operación hasta tanto ese plan de emergencia sea presentado y luego revisado y aprobado por un organismo del gobierno federal con competencia en el tema.

## RADIACIÓN EN GOIANA - BRASIL<sup>10</sup>

“Ciudad de Goiana, Brasil, septiembre de 1987: dos junta papeles encuentran un tubo de metal tirado en un terreno baldío, lo rompen a martillazos, descubren una piedra de luz azul. La piedra mágica transpira luz, azulea el aire y da fulgor a todo lo que toca.

Los junta papeles parten esa piedra o bicho de luz y regalan los pedacitos a sus vecinos. Quien se frota la piel, brilla en la noche. Todo el barrio es una lámpara. El pobrerío, súbitamente rico de luz, está de fiesta.

Al día siguiente, los junta papeles vomitan. Han comido mango con coco: ha de ser por eso. Pero todo el barrio vomita, y todos se hinchan, y un fuego de adentro les quema el cuerpo. La luz devora, y mutila y mata; y se disemina llevada por el viento y la lluvia y las moscas y los pájaros.

Fue la mayor catástrofe nuclear de la historia, después de Chernobyl. Muchos murieron, quién sabe cuántos, muchos más quedaron por siempre jodidos. En aquel barrio de los suburbios de Goiana nadie sabía qué significaba la palabra radiactividad y nadie había oído jamás hablar del cesio-137...”

## ACCIDENTE EN LA PLATAFORMA PETROLERA PIPER ALPHA<sup>11</sup>

### Diferencias entre una planta química con una plataforma petrolera marítima

- En una planta petrolera hay mayor cantidad de gente, ya que la que no está trabajando está en las zonas de alojamiento al no volver a sus hogares.
- Está rodeada de agua (en una planta química, en un incendio, los bomberos más cercanos llegan y asisten el evento), en una planta petrolera marítima se combate un incendio con los medios que se tiene a mano, se realiza con el voluntario de lucha contra incendios, cuyas tareas normales pueden ser otras operaciones como montaje.
- Forma de escapar (en una planta química escapan por medios de transporte o por sus propios medios), en una planta petrolera marítima debe estar organizado. Debe haber información, si se dispone de embarcaciones, personas que tomen el mando y organicen la evacuación.

### ¿Qué fue Piper Alpha?

“Piper Alpha era una enorme plataforma petrolera, ubicada en el Mar del Norte, a unos 180 km de la Costa de Aberdeen. La misma era operada por la compañía “Occidental Petroleum”, trabajaban en la misma 232 personas”<sup>12</sup>

Esta planta contaba con dos partes principales para el desarrollo de la explotación de petróleo: primero la torre de perforación donde salía el petróleo crudo, propano y gas condensado, que se ubicaba en la emplanada Sur.

La segunda parte es una planta procesadora central, donde se separaba el producto en sus partes constitutivas y se las conducían a la Costa Norte mediante cañerías.

<sup>10</sup> Extraído del libro “Percepción Social del Riesgo” de Ana Puy - Ed. Fundación Mafre.

<sup>11</sup> Trabajo de investigación realizado en el año 2002 por los alumnos Lanzidey, Franco; Schiozzi, Angel; Bonalumi, Claudio; Godoy, Carina y Carmona, Norma.

<sup>12</sup> Diario Clarín. Buenos Aires, Sábado 8 de Julio de 1988.

## ¿Qué fue lo que sucedió?

A las 22 hs. el 6 de julio de 1988 hubo una explosión seguida por un incendio y 3 horas más tarde parte de la emplanada sur donde estaba la torre de extracción/perforación de 12.000 toneladas de acero, quedó a 140 m de profundidad al fondo del mar.

“Es prácticamente seguro que fue una fuga de gas lo que causó el desastre. Ciento sesenta y seis hombres perdieron la vida más uno al día siguiente, solo setenta y tres pudieron ser rescatados, la mayoría con quemaduras y fracturas. El pavoroso incendio que envolvió a la gran estructura, podía verse desde muchos kilómetros de distancia”<sup>13</sup>

## Evento propiamente dicho

Hubo una explosión a las 22 hs. del 6 de julio. Si, se sabe el horario porque una de las personas terminaba de prender el televisor y comenzaba un programa habitual. Se sabía donde era el siniestro, porque algunos sobrevivientes dijeron que el ruido venía de una dirección (procedió de uno de los módulos del sector de procesaje). Esto fue apoyado por el hecho de que uno de los operadores del sector fue alarmado un minuto antes por las alarmas de gas en un módulo.

Hasta ahora fue a las 22 hs. en un módulo del proceso. Por razón de la secuencia de las alarmas de gas que provenían del piso del módulo, tenían que ver con el condensado pues el propano es más liviano que el aire. Al tratar de determinar que sucedió, estos datos nos hicieron apuntar de lo que había sucedido en el sistema de condensado antes de la explosión. La plataforma transportaba gas condensado y para ello lo presurizaba a uno 150 kg/m<sup>2</sup>.

A las 20:45 hs. la principal bomba del condensador dejó de funcionar. El personal de proceso trató de hacerla arrancar de nuevo pero no pudieron. Buscaron la bomba de repuesto la cual se había retirado ese mismo día para mantenimiento que se realiza cada 2 años y duraba 15 días, pero también sabían que no se había hecho nada, la bomba había sido aislada eléctricamente, las válvulas de succión y descarga habían sido cerradas, la bomba había sido purgada pero no se había realizado ningún trabajo, ningún disco rígido había sido colocado, la bomba no había sido abierta por lo tanto decidieron habilitar el equipo. Un paso muy sencillo, no tardarían un minuto reconectarlo electrónicamente.

Sin que supieran, un segundo trabajo de mantenimiento había sido realizado en la bomba aquel día. En la descarga había una válvula de alivio que había sido retirada para ser revisada y verificar su presión de ajuste, todo hecho por contratistas.

No lo terminaron para las 18 hs. de ese día, las horas extras estaban restringidas y decidieron terminarlo el día siguiente.

El supervisor de los contratistas llevó el permiso de trabajo de vuelta a la sala de control (¿cómo es posible que no se supiera de este segundo trabajo de mantenimiento?), la razón por la cual no supieron del segundo permiso a través del sistema de permisos de trabajo, es que ese día miércoles había fallas en dicho sistema.

Detección de dos principales problemas: Primero, que los permisos para el mantenimiento imprevisto y para la válvula de alivio no tenía referencia cruzada entre sí; Segundo, cuando el supervisor de los contratistas llevó el permiso de trabajo a las 18 hs., no habló con el director del proceso porque éste estaba ocupado con la entrega del cambio de turno. Así que el supervisor de los contratistas firmó el permiso y lo dejó sobre el escritorio.

Cuando el comité investigó el trasfondo de esta situación encontró que éste no fue el único caso de una falla en el sistema de permisos de trabajo. El sistema funcionaba permanentemente de una manera diferente a la establecida, los permisos jamás tenían

<sup>13</sup> Diario La Capital. Rosario, Julio de 1988.

informaciones cruzadas. Era común que los supervisores de mantenimiento dejaran los permisos sobre el escritorio y no hablaran con los supervisores de procesos. El supervisor de contratistas entregó el permiso de trabajo y era la primera vez para el supervisor que no había tenido entrenamiento en dicho sistema y esto no era fuera de lo común, la supervisión del proceso tampoco recibió capacitación. El entrenamiento organizado para el permiso de trabajo no existía.

Cuando se prepararon para arrancar la bomba auxiliar de succión y presurización el condensado comenzó a salir del lugar de donde había sido retirada la válvula de alivio. Esas debieron ser taponadas pero no lo fueron. Éste fue el primer evento "la explosión inicial"

### **Requerimientos básicos para la operación de Seguridad**

- Los peligros deben ser reconocidos y comprendidos.
- El equipo debe estar en condiciones de uso.
- Debemos tener sistemas de procedimientos para mantener la integridad de la planta y procesos.
- El personal debe estar entrenado en forma completa y adecuada para realizar su tarea en forma competente.
- Procedimientos de emergencia planificar futuros. Monitorear procesos (auditorias efectivas).

Estos cinco factores antes mencionados, son eslabones de una cadena de seguridad, cualquier debilidad de esa cadena producirá un desastre.

### **" Observación de dos deficiencias "**

- El sistema de permisos de trabajos;
- La capacitación y entrenamiento de los permisos de trabajo.

Murieron 166 hombres en el accidente, según estimaciones dos murieron en la explosión. La misma no fue la causa primordial de las muertes. En primer término lo que sucedió con la explosión es que derribó las paredes a prueba de fuego en el módulo en donde ocurrió, dañó los equipos de ambos lados y en especial dañó el equipo del módulo que contenía la mayoría del aceite pesado. La gerencia había anticipado incendios y por eso tenía paredes a prueba de fuego entre los módulos. Pero no había anticipado explosiones y no había paredes a prueba de explosiones. En segundo término aquel incendio de petróleo se prolongó mucho más allá de lo que el volumen almacenado en el Piper permitía. Porque ésta no solo estaba conectado con la costa sino también lo estaba con otras dos plataformas petroleras. Estas dos plataformas exportaba su petróleo a través de Piper hasta la costa. Cuando estalló la explosión y se produjo el incendio, una gran cantidad de embarcaciones que estaban en la costa alertaron sobre el hecho y las dos plataformas que alimentaban a Piper recibieron el mensaje y aún así siguieron bombeando (las dos plataformas que estaban conectadas recibieron el mensaje pero siguieron produciendo). En efecto, bombeaban petróleo alimentando el incendio y empeorando la situación. Cuando se les preguntó porqué continuaron con la producción, ambos gerentes respondieron que supusieron que la gente del Piper controlaría la situación. El comité de investigaciones halló que no tenían motivos para suponer tal cosa, pero notaron algo similar, que ninguno de los gerentes habían tenido entrenamiento alguno de emergencias entre plataformas, no se había realizado prácticas sobre lo que sucede con las otras cuando una plataforma se encuentra en emergencias.

La explosión dañó todo el equipo de comunicación, evidentemente nadie había previsto esta situación.

### **"Incendio de Petróleo"**

- No había paredes contra explosiones, ni análisis de riesgos.
- Deficiente entrenamiento ante emergencias.

Pero aún esto no mató a ninguna personas. Además de estar conectada a otras plataformas con cañerías para petróleo, Piper estaba conectada a tierra firme con cañerías de gas, de 16 a 20 pulgadas y de una presión de 130 kg/m<sup>2</sup>, y entraban en el Piper en el medio del incendio, y allí es donde subían esas cañerías, calentaron y explotaron.

¿Se había considerado que las cañerías de subida de gas explotaban?, sí, 12 meses antes se le había encomendado a un ingeniero de petróleo, la realización de un estudio, la posibilidad de tener disponible una embarcación de lucha contra incendios, una pequeña nave que pudiera bombear sobre la superficie de la plataforma. Había hecho un estudio muy completo analizando los riesgos y tipos de incendios que podían llegar a tener. En su informe comentó sobre la cañería de subida de gas y dijo: "Si revienta una cañería de gas, su nave contra incendio sería inútil, nada se podría hacer y habría muchas muertes". Esto constaba en su informe.

Este informe fue traído a consideración de una reunión de gerentes y directores, estaban reunidos para decidir si renovar el contrato con la nave de lucha contra incendios. En esa reunión aquel párrafo de subida de gas no fue mencionado por nadie. Si hubiera sido mencionado, se podría haber realizado un sistema de rociadores para el enfriamiento de esas subidas que hubiese retardado esa explosión. Se lo hubiese hecho resistente a incendio, si dichos revestimientos pueden causar el problema de corrosión en la interfase. Existen algunas dificultades pero se podría haber ganado tiempo. De modo de que si explota la cañería de gas hay un incendio de gas.

Se trata de análisis de peligro, un control gerencial de peligros. En realidad el análisis se hizo pero faltó el gerenciamiento.

El incendio de gas ardiendo no fue la causa mayor de pérdidas de vidas, por lo menos no directamente. Cuando se generó la explosión, la mayoría de las personas se encontraban en el bloque blanco de alojamiento.

El medio de transporte en el Mar del Norte era por helicóptero, a eso todos estaban acostumbrados y así esperan salir los hombres de allí, así que los que estaban en la zona de alojamiento se quedaron aguardando los helicópteros. Otros que trabajaban en la plataforma en un gran número, también se abrían camino entre el humo y las llamas hacia esa misma zona, allí es donde arribaría el helicóptero sobre el techo.

La mayoría de los hombres se reunieron en zona de alojamiento por intoxicación con monóxido de carbono del humo. Esta zona está diseñada para soportar incendios pero no para rechazar el humo pesado y ciego del petróleo. La gente abría puertas, trataba de romper las ventanas para salir y cada vez el humo entraba más y allí es donde la mayoría esperó y murió.

Esperaron y murieron, la investigación fue evidente, en aquella zona de alojamiento ninguna orden de ninguna especie fue dada.

Debe haber sido obvio que no había posibilidad alguna que ningún helicóptero se aproximara sobre esa plataforma, la única posibilidad por más riesgosa que fuera era salir de la vivienda, forzar el paso a través de las llamas y el humo y tirarse al mar y esperar que los socorrieran.

Había muchas naves alrededor. En realidad hay una nave disponible cuya tarea es rescatar aquellas personas que se tiran en una emergencia. Desafortunadamente no hubo ninguna orden de abandonar la plataforma y salvarse de esa oportunidad. Algunos hombres por iniciativa se fueron y 28 salvaron sus vidas, no sabemos cuántos lo intentaron y murieron, la enorme mayoría se quedaron, murieron porque la unidad habitacional se rescató del fondo del mar y estaban dentro de ella.

¿Porqué no se dieron ordenes? Sin duda un factor contribuyente es que el gerente de la plataforma no tenía entrenamiento para grandes emergencias. No había organizado simulacros de evacuación para aquella plataforma. No fue culpa suya sino de aquellos que lo eligieron para el puesto y no proveyeron su capacitación. Así que tenemos muertes en la zona de vivienda que no fue diseñada para rechazar el humo.

### **"Nueva falla de análisis de peligro"**

- Falta de mando.
- Falta de entrenamiento.

Cuando hay un incendio en una plataforma petrolera marítima hay que combatirlo con lo que uno tiene y el Piper tenía bastantes medios.

La principal forma es un sistema de rociado violento, que cubriría con abundante agua toda la superficie que pudiera tener abundante hidrocarburo y esto estaba en el diseño de la plataforma.

La noche del desastre no funcionó para nada. Algunos hombres vieron que salían chorritos de agua. No hay duda que parte de la cañería se había dañado con la explosión porque pasaba cerca. También ésta cortó el suministro de electricidad, por lo tanto las bombas principales no funcionaron. Había bombas auxiliares que funcionaban con motores diesel, bombas de emergencia para la lucha contra incendios. Pero no entraron en operación aunque fueron diseñadas para entrar automáticamente, pues la noche del desastre el automático estaba aislado, la razón fue que succionaba agua desde debajo de la plataforma y el gerente de ésta estaba preocupado por el riesgo que podrían correr los buzos que pudieran estar cerca de la boca de succión cuando se ponga en funcionamiento las bombas y había decidido que las bombas de incendio de emergencia se cambiaría a un uso manual cuando los buzos estén en el agua.

En el verano los buzos se zambullían 12 hs. por día, así que la mitad del tiempo en el verano el sistema clave para lucha contra incendio estaba fuera de servicio.

Sin embargo si hubiese comenzado a operar es dudoso que hubiera realizado el trabajo ya que había un problema con las cabezas, como se utilizaba agua de mar corroía todas las cañerías y parte de la corrosión afectaba a los rociadores. Se trató de corregir el problema con limpieza más frecuente pasando agua por las cañerías, pero esto logró sólo aumentar la corrosión.

Intentaron con rociadores más grandes pero también se corroían.

Inicialmente se decidió reemplazar todas las cañerías con material no corrosivo. En el momento del desastre sólo un módulo tenía la cañería no corrosiva, desgraciadamente fue el módulo que no se incendió.

El problema había sido notado cuatro años antes del desastre, y después de este tiempo aún no había sido resuelto tratándose de un equipo clave de lucha contra incendios.

Así que en nuestra lucha contra incendios tenemos el equipo fuera de servicio y tenemos una deficiencia en el manejo de un problema de seguridad crítico.

Encontrar estos datos no fue muy difícil hacerlo. Nos preguntamos cómo es que la gerencia de la plataforma no sabía que existían estos problemas.

Todos los días un operador de seguridad en el Piper monitoreaba el sistema de permiso de trabajo como su única tarea. Nunca hubo informes de falla de ese sistema de parte de monitoreo. Seis meses antes del desastre hubo una auditoria en el Piper y uno de los temas elegidos fue el de "Permisos de Trabajo". El *informe de auditoria* no contenía crítica alguna de dicho sistema.

Las prácticas de cambiar las bombas diesel de automático a manual, había sido señalado en una auditoria 5 años antes. El equipo de auditoria dijo: "Esto no está bien. Solo póngalo en posición manual cuando el buzo esté cerca de la boca de succión. Nunca se implementó esta recomendación".

## Responsabilidades

### a) La Gerencia

Todas fueron responsabilidad de la Gerencia, ya que la seguridad es responsabilidad de la misma. El director debe tener visiblemente un compromiso real con la seguridad.

### b) Sistema de seguridad

Existía pero no funcionaba, como el Sistema de Permisos de Trabajo, o bien no estaba. No había una evaluación sistemática de peligros importantes en el Piper.

### c) Calidad de manejo gerencial de la seguridad

El problema de las bombas diesel, eran reales como el problema de los buzos y había que resolverlo. Lo que estuvo mal era la calidad de la decisión que se tomó, la cual puso en peligro la plataforma entera en la mitad del tiempo.

Ese gerente caminaba hora y media todos los días en la plataforma para controlar la seguridad. Todos están de acuerdo que esto es bueno, pero lo hacía a las 19 hs. ya que sus ocupaciones no le permitían hacerlo antes. Todos los trabajos cesaban a las 18 hs.

### d) Auditoria

Existía un análisis de auditoría de los aseguradores sobre el Piper, éste influía en la prima pero ninguno mencionaba el problema de los rociadores, (durante los últimos 4 años). Esto no es una auditoria de calidad.

## CONCLUSIÓN DE LAS CAUSAS DEL ACCIDENTE

- 1) Deficiencia en la capacitación y entrenamiento de los Gerentes, tanto de planta como Contratistas.
- 2) Deficiencias en sistemas de permisos de trabajos.
- 3) Deficiencia en entrenamiento de emergencias y evacuación para con los trabajadores.
- 4) Diseño de las instalaciones contra incendio y/o explosiones deficientes.
- 5) Falla en la toma de decisiones y responsabilidad de la Gerencia.

- 6) Todos los datos que se hallaron a través de las investigaciones, la gerencia debería haberlos hallado a través de sus auditorías.

## PERDIDAS

Como perdida principal es nombrar las 166 víctimas que provocó este siniestro. "También se calcularon más de 1.700 millones de dólares en pérdidas de instalación. La virtual destrucción de la plataforma redujo en 81.000 barriles la producción de 382.000 barriles diarios que la compañía extrae en el Mar del Norte. Las acciones, al día siguiente del accidente, cayeron 62.5 centavos en la Bolsa de Valores de Nueva York. Y también sufrió la empresa, de una huelga de trabajadores de las plataformas petroleras del Mar del Norte, debido a la falta de seguridad en sus trabajos".

## LA TRAGEDIA DE "MESA REDONDA". HORROR EN LIMA<sup>14</sup>

Reponiéndonos de la consternación producida hace dos noches, tengo un amigo que trabaja en el edificio contiguo a donde fue el incendio me llama por teléfono y me pregunta si pasa algo en Mesa Redonda (es una zona tradicional de Lima antigua, existen casas de quincha, mezcla de barro con carrizo, muy inflamable), este mes se han acudido a más de 7 amagos de incendio en la zona, todos los años se acostumbra a comprar todo tipo de materiales pirotécnicos; este año se vendían unos petardos de unos 25 cm de largo que lleva un detonador esférico en su interior... muy parecido a la dinamita... Esa mañana habían ingresado más de 50 toneladas de pirotécnicos (1.4) Explosivos; vienen empaquetados en cajas de cartón de 10 a 20 kilos cada una. Toda las calles estaban impregnadas de pólvora. El centro regulador del Ministerio del interior para este año había autorizado la importación de 1.100 Toneladas métricas de pirotécnicos. A las 07:15 pm se recibe la voz de alarma, se habían inflamado 4 manzanas como una cruz gigantesca de fuego; nadie entendía que pasaba y menos aun las víctimas. En esta zona el tiempo promedio de ingreso de una cisterna de agua del cuerpo de Bomberos demoraba hasta 30 minutos en ingresar unas 5 cuadras, se remodelo la zona y se prohibió con más de 10 decretos municipales la venta de explosivos. En el área habrían unas 4.000 personas comprando en diversas tiendas, la gran mayoría instaladas en la vía publica, la gente camina como si estuviera en una procesión.

En los primeros 5 minutos ya se dirigían las primeras 8 cisternas de agua y las 6 primeras ambulancias. Entraba a trabajar a las 08:00 pm a un centro regulador de ambulancias, por teléfono trate de cambiar mi turno, nadie se quería quedar sábado por la noche... tuve que ir hasta allá, no era lejos felizmente y después de ruegos Abelardo me logro cambiar el turno, llegue a mi estación que esta a unas 15 cuadras del desastre y nos dirigimos al lugar con 5 compañeros más. Al llegar todo era un caos, bomberos heridos, cuerpo tirados, la policía conteniendo a centenares de curiosos y propietarios de inmuebles. Llanto, sudor, gritos, fuego y vómitos... los que vivimos el atentado terrorista en Tarata (Miraflores, 1992) un coche bomba que mato a más de 80 personas y que hirió a más de 300; era el mismo olor a carne chamuscada, el mismo que se siente aun en New York después del atentado de las torres...

Había fuego en todos los pisos de más de 8 edificios, se había declarado que era un 20.19 Catástrofe... 4 manzanas en llamas 20 muertos confirmados, más de 150 heridos evacuados a los hospitales. El fuego al estar fuera de control, se procedió a solo evitar que se propague protegiendo edificios aledaños; "lo quemado, quemado esta". Las mangueras viejas empezaron a volar por la presión, los agujeros cada vez eran más grandes y los paños dilatados a punto de reventar.

<sup>14</sup> Artículo escrito por Julio Murillo - Cia. Seguros EL PACIFICO - Lima - Perú, recibido a través de la lista [salvadores\_news].

Ingresa a la cuadra 8 del Jr. Cuzco. Era una fila de 20 taxis en carcaza, las puertas abiertas los cuerpos de los ocupantes congelados queriendo salir de allí... los últimos carros de la fila estaban girados como queriendo regresar en sentido contrario. Que paso aquí?... Las paredes de mayólica de las galerías con manchas de hollín como si hubiera habido un gran soplete, sombras y siluetas humanas que parecían maniquíes... error eran cuerpos, decenas de cuerpos. Lo más fácil era contar los cráneos, contamos 70!!. A mitad de cuadra hay una sub estación eléctrica elevada de 10.000 voltios. Al parecer la sub estación se recalentó, sus bases arqueadas y negras, al pie de ellas una masa de despojos humanos 30 cuerpos calcinados, cráneos pelados... hueso puro!!

Al parecer se produjo un arco voltaico y esas personas después de soportar una bola de fuego que supero los mil grados centígrados tuvo una descarga eléctrica de alta tensión. Al abrir una tienda cerca a la estación lo que vimos no hay como definirlo en ningún lenguaje. Al venir el fuego de la calle hacia las tiendas la gente se introdujo en el fondo de las tiendas buscando salir... era la imagen de Pompeya!!, 60 cuerpos tratando de ingresar todos a la vez a través de una misma puerta, de un traga luz escuchamos gritos... entre 20 cadáveres encontramos 6 vivos. Dando sus últimas respiraciones, hasta que llegaron los ambus (Bolsas manuales de respiración), se ventilaron boca a boca. Los cuerpos con facies de dolor y desesperación, padres abrazando a sus hijos pequeños. Tengo en mi cabeza una lluvia de imágenes que creo que nunca se borrarán y que al escribir estas líneas las vuelvo a ver con más detalles.

El fuego se controló a las 11:00 pm, bomberos tirados en las calles exhaustos. Llegó la Fiscal de turno consternada, con vestido y zapatos de taco, terminó en una de las 30 ambulancias del Cuerpo de Bomberos que se movilizaron, con una crisis de histeria; los primeros cuerpos se empezaron a levantar, pero nadie sabía exactamente como acomodarlos y empezaron a pasear en bolsas negras de esquina en esquina, el Director de la morgue central de Lima, numerando stickers con pegamento del 1 al 25... (Tenía que haber numerado hasta el 300).

No soy forense pero me parecía que el recojo sería complejo, debería haberse hecho por lotes de cuerpos y no por calles en que fueron encontrados!!. Al Cuerpo de Bomberos el Estado no le compra un vehículo nuevo hace más de 20 años; pero la Policía esa noche estreno sus 6 primeras ambulancias (y después Rospliglissi dice que faltan policías??), en el último mes el Cuerpo de Bomberos clamaba por el recorte presupuestal de 7 millones de dólares a solo 6!!, se percibe un desazón y prurito por parte del Estado contra los bomberos porque se nos culpa de complicidad, en retardar la respuesta el 28 de julio del 2000 cuando Toledo, el actual presidente se le inculpo de incendios en la calle, que al final fueron provocados por el mismo Fujimori; si hay algo que no se hace en un servicio de voluntarios es política!!

Carajo!! Que impotencia ser mirados como patitos feos como si fuéramos culpables y mirar como con equipos viejos e inseguros se controló una situación totalmente fuera de control a punta de coraje y valor, ¿Creen que es fácil trabajar con cajas de cartón que explotan en tu cara, con agua hasta las rodillas, con cuerpos quemados flotando y con un olor penetrante a holocausto?...

Perdón, pero lo tenía clavado en la garganta!!!

El saldo de esa noche... 280 cuerpos encontrados, 20 restos incompletos (solo extremidades), solo se reconocieron 89, el 70% fueron mujeres y niños.

### **Corolario:**

De esta emergencia tenemos muchas lecciones, pero salió una hipótesis... que por cada tres cuerpos encontrados debe haber uno que se "evapora", la explicación podemos fundamentarla en que en esta emergencia más que explosión lo que hubo fue una gran deflagración, combustión violenta sin explotar, la mayor cantidad de energía se liberó como

calor... y lo segundo es la auto combustión, alguien puede ayudarnos con mas información al respecto se los agradeceremos...

## CRÓNICA DE UNA TRAGEDIA ANUNCIADA<sup>15</sup>

Lima, la Ciudad de los Reyes, de una conformación multiétnica hemos heredado varias tradiciones desde la Colonia, una de ellas es la pasión por los fuegos artificiales. Todos los años en el mes de diciembre se incrementa el comercio de estos artefactos por las fiestas de navidad y año nuevo. En el centro de la ciudad, se encuentra el Mercado Central, que históricamente ha sido escenario de incendios solo imaginados por Dante. En los años 90, 91 y 93 se produjeron incendios en esta zona con pérdidas materiales. El municipio de la ciudad remodeló la zona y recobró su esplendor de antaño. En el último mes se turgurizó la zona de vendedores ambulantes, incluso restringiéndose el tránsito a los vehículos, con cables eléctricos clandestinos colgantes como en una fiesta de carnaval y espacios reducidos para el tránsito peatonal como en una procesión. El centro tiene calles angostas, algunos edificios de material noble y otros de quincha (construcción de barro con cañas de carrizo, altamente inflamable), construcciones convertidas en galerías comerciales. "Mesa Redonda" es el nombre antiguo de una caprichosa calle en semi luna, que corta como si fuera una tajada de queso una manzana completa; pero la gente en general denomina a toda la zona adyacente con ese mismo nombre.

El año 2001 se importó la increíble cantidad de 1.100 toneladas de material pirotécnico, más de la mitad se comercializó en las calles en las últimas dos semanas, el municipio realizó varias intervenciones de decomiso tratando de aplicar la legislación vigente; acciones de amparo presentadas ante nuestro Poder Judicial impidieron el accionar de las autoridades municipales; en el último mes más de 7 amagos de incendio fueron reportados en la zona, incluso con algunas víctimas por quemaduras. A partir del día 20 de diciembre el cerco policial existente se empezó a desvanecer y el ingreso de mercadería prohibida se incrementó. Se dejó el transporte de hormiga (pequeñas cantidades de pirotécnicos transportadas en el cuerpo incluso de niños) por el de camiones. En la última semana ingresaron más de 100 TM de pirotécnicos a esta parte de la ciudad. Dentro de estos habían artefactos denominados Bin Laden, Torres Gemelas y un recién estrenado "Chocolate" un cilindro de casi 50 cm de largo con 4 esferas dentro que detonan en el aire como pequeñas bombardas con luces de colores.

El día sábado 29 de Diciembre del 2001, al mediar las 19 horas y algunos minutos empezaron a reventar fuegos artificiales como si hubieran adelantado el año nuevo; un amigo forense que laboraba en ese momento en el edificio de la Fiscalía, ubicada a unas cuatro calles de donde se desató el infierno; me llamó al teléfono móvil y me preguntó angustiado si sabía algo de "Mesa Redonda"... en broma le dije que sí!!, que era un lugar donde se podrían comprar fuegos artificiales!!, Gunther no rió; me dijo que hablaba en serio; llamé a Noel, "el Gringo" un Irlandés más peruano que la papa, bombero de alma y corazón fanático de las comunicaciones... monitoriza todas las frecuencias de emergencia del Cuerpo de Bomberos... pasa algo en Lima?, alguna novedad de Mesa Redonda?... no ninguna, respondió con seguridad. Al otro lado de Lima, el forense hacia de vigía, ascendió unos pisos en su improvisado observatorio... me llamó al minuto, solo dijo lo que se ve es un infierno... el gringo confirmaba que salía 3 cisternas de agua, 6 ambulancias y luego 5 unidades de agua más. No había que ser adivino que era lo que estaba pasando... la primera clasificación que se dio a la emergencia fue de 20:18, "Apoyo Masivo" ... y eso se tuvo, se movilizaron las compañías de las cuatro departamentales de Lima y Callao. Era una emergencia fuera de control y también fuera de cualquier cálculo. Era como si un avión hubiese caído en medio de la ciudad, el desastre estaba en progreso.

<sup>15</sup> Artículo escrito por el Capitan CBP Carlos Malpica (cmalpica@terra.com.pe) - Med. Emergencias y Desastres - Compañía Salvadora Lima 10 - Cuerpo de Bomberos del Perú, recibido a través de la lista [salvadores\_news].

El caos se adueñó de las calles, en horas de la tarde habían habido conatos de saqueo en otras dos áreas comerciales de la ciudad, motivo por el cual varias tiendas atendían con las puertas abiertas a la mitad. En minutos sucedieron varias situaciones en simultáneo en diferentes escenarios. En el foco del desastre habrían más de 4000 personas entre vendedores y compradores, quizás nadie sabía que pasaba y menos lo entendía... fuego en cuatro calles como una cruz gigante... no hay duda que el fuego se inició en las calles. La gente en su desesperación ingresaba a las tiendas buscando refugio, algunos afortunados encontraron salir a las calles opuestas usando las tiendas comerciales como túneles para pasar del infierno a la seguridad. Pero esta no fue la suerte de muchos. Mientras algunos comerciantes trataban de rescatar sus cajas con etiquetas naranjas de explosivos paseándolas sobre el fuego, otros ingresaban como teas humanas a los almacenes y tiendas propagando más el fuego en su desesperación y sin nadie que los pueda ayudar; 10 edificios en orden aleatorio ardían por completo, paredes de material rústico se precipitaban. En la cuadra 8 del Jr. Cuzco, 20 automóviles en su mayoría taxis en una fila india ardían con gente en su interior, los últimos de la fila lograron dar vuelta y salvarse entre choques y atropellos de inocentes. La ayuda externa iniciaba su ingreso a paso lento por innumerables obstáculos, los heridos clamando ayuda salían a recibirlos; la mayoría de los 200 heridos fueron llevados en automóviles y patrulleros. Más de 50 ambulancias llegaron en total. En 40 minutos el desastre inevitablemente se trasladó a los hospitales; en esta época del año disminuyen las hospitalizaciones, existían camas libres disponibles, que no es lo común y el segundo factor importante fue la hora, eran ya 8:00 de la noche, hora del cambio de guardia. Los equipos sanitarios salientes se quedaron hasta pasada la media noche.

Mi corazón latía fuerte, podía escuchar mi misma respiración mi mente estaba en la emergencia imaginando solo la décima parte de lo que debió ser esta tragedia, mi teléfono no dejaba de sonar. Tenía un problema a las 8.00 pm entraba a trabajar como Jefe de Base en el sistema privado de ambulancias más grande de la ciudad, traté de convencer a alguno de los colegas que acababa el turno para que se quede, pero fue difícil por teléfono. Tuve que ir hasta la misma base y suplicar, estaba como un león enjaulado dando vueltas; hasta que Abelardo, gran amigo me dijo vete, no te quiero ver!, no esperé que lo repitiese dos veces. Llegué a mi estación de bomberos con cinco compañeros más nos internamos en la emergencia, el ingreso fue duro.

La policía conteniendo el ingreso de cientos de curiosos y propietarios, unidades de emergencia de todos los colores, serpentinas de mangueras, un olor inconfundible y difícil de olvidar... era carne humana quemada; mezclada con llanto, sudor, lágrimas, vómitos, gritos, humo, calor, mil preguntas sin respuesta. Recordaba el atentado terrorista de Tarata (Miraflores, 1992) un coche bomba con 800 kilos de explosivos mató a más de 80 personas e hirió a más de 300. Lo más difícil de manejar es el olor penetrante el mismo que existía en los restos de las Torres Gemelas de NY un mes y medio después del atentado.

El escenario de la emergencia fue complejo, a la par con el incendio centenares de personas atrapadas en los altos de las tiendas, bomberos ponían escaleras con angustia, decenas se hicieron héroes en el anonimato, cables de todos los colores y tipos cruzaban las calles formando una telaraña que dificultaban las maniobras de cualquier unidad aérea, poniendo en peligro seguridad de todo el personal, cayeron al piso cables con electricidad. En tres horas se logró controlar la emergencia; generalmente se trabaja manteniendo el orden de cada compañía de bomberos, fue muy agradable trabajar todos combinados. El objetivo era evitar que se propague el siniestro, faltó agua como siempre; luego que se confinó el fuego fue más fácil ahogarlo en su propio encierro. En medida que el fuego desaparecía confirmábamos lo supuesto, empezaban a aparecer los cuerpos en diferentes grados de carbonización. Solo alrededor del 10% tenían rostro, el resto era solo reconocible como una forma humana. Espanto y pánico eran las expresiones que se podían ver en esas caras pétreas.

De todas las formas de morir seguro que esta sería la que nunca escogería. El humo se disipaba y aparecían ante nuestros ojos decenas de cuerpos, al costado de los automóviles habrían unos 20 cuerpos, pegados a la pared unos 15 más. A mitad de cuadra estaba

montado en un soporte metálico una sub estación eléctrica de unos 10,000 voltios de capacidad a unos 3 metros del suelo; en sus bases arqueadas por las altas temperaturas que soportó se encontraban arrumados en dos grupos unos 30 cuerpos calcinados, que fue lo que pasó es algo difícil de saber... más que un arco voltaico, parece como si el transformador hubiese descargado su energía sobre los cuerpos que lo rodeaban. A la altura de esta sub estación eléctrica estaba ubicada una galería, que estuvo en llamas por horas, con una de sus dos puertas metálicas cerradas, el retirarse el humo nos mostró una escena que será imborrable, más de 50 cuerpos sin piel, amarillos por el color de la grasa, sin rostros; congelados como si se dirigieran todos a la vez a la única puerta del fondo del ambiente, esta puerta era el ingreso a un baño sin salida, era como si una gran bola de fuego se los hubiera tragado a todos a la vez...

De entre este almácigo de cuerpos increíblemente se lograron rescatar unas 4 personas vivas aún, recuerdo muy bien a una mujer de unos 35 años que casi no ventilaba, se le ventiló sin equipo alguno, luego apareció un equipo de aire comprimido y finalmente una bolsa de respiración manual (ambu), luego reaccionó, nos dio su nombre, tenía pulso y ventilaba sola... suficiente!! La cargamos hasta la ambulancia más cercana que eran como unos 150 metros entre el spaghetti de mangueras con hueco.

El Cuerpo de Bomberos por medio de su Comandante General Tulio Nicolini, en los 6 últimas semanas había captado la atención de la prensa y de la opinión pública a causa de la reducción del presupuesto anual por parte del Estado de los usuales 22 millones de soles a 18 millones (5 millones de Dólares). La prensa tuvo cuidado en captar las imágenes no solo del incendio si no tomó primeros planos del estado y deterioro de los equipos, mangueras con hueco y deformaciones que avisaban de su ruptura inminente; equipos de protección personal raídos por el uso; falta de guantes entre el personal, motobombas viejas... No se entendía por qué una institución que siempre reclamó por una ampliación de su presupuesto que ha duplicado sus compañías de bomberos a lo largo de la república en los últimos 10 años. Hay ahora 170 compañías. EL 28 de Julio del 2000 cuando el prófugo ex presidente Alberto Fujimori iniciaba su tercer período de dictadura hubieron varios siniestros en la ciudad, el más serio el incendio del local central del Banco de la Nación. Se culpó a los bomberos de retrasar su respuesta a propósito en apoyo al gobierno; al que se inculpó en ese momento de los desmanes y de los 7 vigilantes muertos fue al actual presidente Alejandro Toledo. Otro problema adicional es el sistema pre hospitalario, el Ministro de Salud Luis Solari anunció el desarrollo del Sistema de Atención Médica de Urgencias (SAMU) y que en el mes de Abril del este año llegaría expertos de Francia con ese fin; coincidentemente el Ministro del Interior, Fernando Rospigliosi explica ante la Comisión Investigadora del Congreso del Incendio en "reservado" que la disminución del número de policías en la zona de Mesa Redonda se debió a que habían recibido comunicaciones de posibles atentados contra embajadas... un día antes del incendio la Policía Nacional estrenó sus flamantes 6 primeras ambulancias, las cuales se hicieron presentes en el incendio. También declaró que no eran competencia a otras instituciones sino que era para apoyar a la comunidad; un problema en el Perú es que las instituciones son todista y no Toledistas, porque quieren hacer todo y de todo. El Hospital Central de Policía durante los últimos 10 años ha solicitado que les renueven sus ambulancias, el Ministerio del Interior lejos de ver por la salud y bienestar de sus mismos policías se preocupa más de la comunidad, que loable!!.

En el lugar yacían 70 unidades del Cuerpo de Bomberos y más de 500 bomberos, casi todas las mangueras tenían huecos, caminar entre las mangueras era una ducha segura. El fuego se controló a las 11.00 pm, bomberos tirados en las calles exhaustos. Llegó la Fiscal de turno consternada, con vestido y zapatos de taco, terminó en una de las 30 ambulancias del Cuerpo de Bomberos que se movilizaron, con una crisis de histeria; los primeros cuerpos se empezaron a levantar, pero nadie sabía exactamente como acomodarlos y empezaron a pasear en bolsas negras de esquina en esquina, el Director de la Morgue Central de Lima, numerando stickers con pegamento del 1 al 25... (Tenía que haber numerado hasta el 300). No soy forense pero me parecía que el recojo sería complejo, debería haberse hecho por lotes de cuerpos y no por calles en que fueron encontrados!!.

El increíble saldo de esa noche macabra fue: 280 cuerpos encontrados, 20 restos incompletos (solo extremidades), fueron reconocidos 89 cuerpos usando todas las técnicas convencionales conocidas, el 70% fueron de los cuerpos lo conformaron mujeres y niños.

Las lecciones aprendidas de esta emergencia se pueden resumir en lo siguiente:

- Cuando intervienen muchas instituciones con funciones superpuestas y no específicas todas y nadie tiene la responsabilidad. La municipalidad de Lima, la Policía Nacional, el Ministerio del Interior, el Poder Judicial, el Ministerio Público tienen responsabilidad compartida.
- Por más precauciones y medidas de seguridad que se tomen los fuegos artificiales siempre serán peligrosos, su comercialización debe realizarse fuera de las zonas urbanas. La prohibición generará su comercialización clandestina que es tan o más peligroso que lo existente.
- El centro de Lima requiere un retendido de sus líneas vitales, tiene que cambiarse los tendidos aéreos de electricidad y teléfono de manera urgente por subterráneos. Se trabajó en la emergencia con cables caídos cargados de electricidad al inicio.
- Es necesaria la inspección de grifos, hidrantes y gabinetes de emergencia de manera periódica, los gabinetes de emergencia de las galerías existen pero nunca funcionaron.
- Los presupuestos e inversiones que se invierten en seguridad son reducidos, quedó demostrado que los actuales recursos del Cuerpo de Bomberos son limitados; a los seis días de la emergencia el Gobierno Central no solo restituyó el presupuesto del año anterior (22 millones de nuevos soles) sino que lo duplicó.
- La Ciudad de Lima requiere un Sistema Único de Atención Pre Hospitalaria y el desarrollo de dos plataformas, Atención de Víctimas de Trauma, en especial por accidentes de Tránsito y de manera paralela un Programa de Atención de Víctimas de Muerte Súbita.

El Síndrome de Stress Post Traumático fue un problema de salud mental que se presentó en los días posteriores a la emergencia en el personal de primera respuesta, hay más de 100 bomberos con este síndrome, en un 10% se manifestó con severidad. Ya se ha intervenido con psicólogos que manejan el tema.

## EXPLOSIÓN EN FÁBRICA DE FERTILIZANTES<sup>16</sup>

### INTRODUCCIÓN

El día 21 de septiembre de 2001 a las 10:15 horas se produjo una explosión en un silo de almacenamiento de nitrato amónico en la planta química AZF al sur de Toulouse (Francia).

La fábrica y sus inmediaciones quedaron devastadas y se produjeron 31 muertes y daños materiales hasta distancias de tres kilómetros.

Las trágicas consecuencias de este accidente ponen de manifiesto un riesgo infravalorado, tanto desde el punto de vista de las medidas previstas en la gestión de la seguridad, que se manifestaron insuficientes o inadecuadas, como en las derivadas de la planificación urbanística, con la implantación de numerosas actividades caracterizadas por su vulnerabilidad ante eventos de este tipo.

<sup>16</sup>Conclusiones del accidente de Toulouse: aplicación a la estimación de pérdidas por explosiones. Luis Bravo de la Iglesia Gerente del Área de Seguridad Industrial ITSEMAP Servicios Tecnológicos MAPFRE

Por otro lado, la singularidad de este tipo de accidentes hace que las estimaciones de pérdidas previsibles se realicen sobre la base de ensayos y supuestos con altas dosis de incertidumbre respecto de las condiciones reales.

## EL NITRATO AMÓNICO

El nitrato amónico es usado ampliamente como base de abonos nitrogenados. En condiciones normales de presión y temperatura es un sólido cristalino incoloro o blanco y sin olor. Su punto de fusión es de 169,6 °C, mientras que su punto de ebullición es de 210 °C si bien se descompone a temperaturas inferiores.

No es una sustancia combustible pero sí comburente, de manera que puede contribuir al inicio de un incendio e intensificarlo en presencia de materiales combustibles, confiriendo a su mezcla con éstos propiedades de explosivo.

Asimismo es posible la descomposición violenta de nitrato amónico sin impurezas orgánicas, si bien para ello es necesaria la existencia, al menos localmente, de condiciones de presión y temperatura elevadas.

## ANTECEDENTES DE SINIESTROS

La explosión más grave de nitrato amónico tuvo lugar en Opau (Alemania) en 1921. El accidente fue debido a negligencia y desconocimiento de la verdadera peligrosidad que presenta este compuesto. La causa del accidente se cree que fue el uso de explosivos para la disgregación de pilas de nitrato amónico apelmazado.

Este método había sido aplicado rutinariamente con anterioridad.

Nunca más lo fue: los explosivos colocados actuaron como detonante de toda la masa. Las consecuencias de la explosión fueron devastadoras.

Los efectos se notaron a más de 25 kilómetros de distancia. Murieron 562 personas. La cantidad de nitrato amónico involucrado fue estimada en más de 4.500 toneladas.

## LA INDUSTRIA

La fábrica de AZF, perteneciente a la empresa Grande-Pôiroisse filial de TotalFinaElf, ocupa una extensión de aproximadamente 62 hectáreas y se encuentra situada en un polígono industrial al sur de la ciudad de Toulouse. El acceso a las instalaciones se realiza a través de la N-20 (conocida como carretera de España).

La industria está dedicada a la producción de fertilizantes nitrogenados y productos químicos intermedios (320.000 t/año de urea y 280.000 t/año de nitrato amónico como productos más significativos).

La fábrica comenzó su actividad en los años 20 y ha sufrido diferentes modificaciones. Sin embargo, el almacenamiento de nitrato amónico se lleva a cabo en hangares de la primera etapa de actividad.

El hangar en el que se produjo el accidente contenía aproximadamente 200-300 toneladas de nitrato amónico que estaban almacenadas a granel, al parecer por encontrarse fuera de especificación comercial (en cuanto a tamaño y apariencia).



Vista general de la fábrica antes de la explosión.

## EL ACCIDENTE

La explosión se produjo en el hangar número 221 de almacenamiento de nitrato amónico y provocó un cráter de 50 metros de diámetro y 10 metros de profundidad.

Las edificaciones y equipos de proceso en un radio de unos 150 metros resultaron demolidos. La explosión fue registrada como equivalente a un sismo de 3,5 grados en la escala de Richter.

La causa apuntada como más probable sería un fallo en la gestión de residuos de un compuesto de cloro, de apariencia similar al nitrato amónico, del que se ha podido comprobar su reactividad con éste.

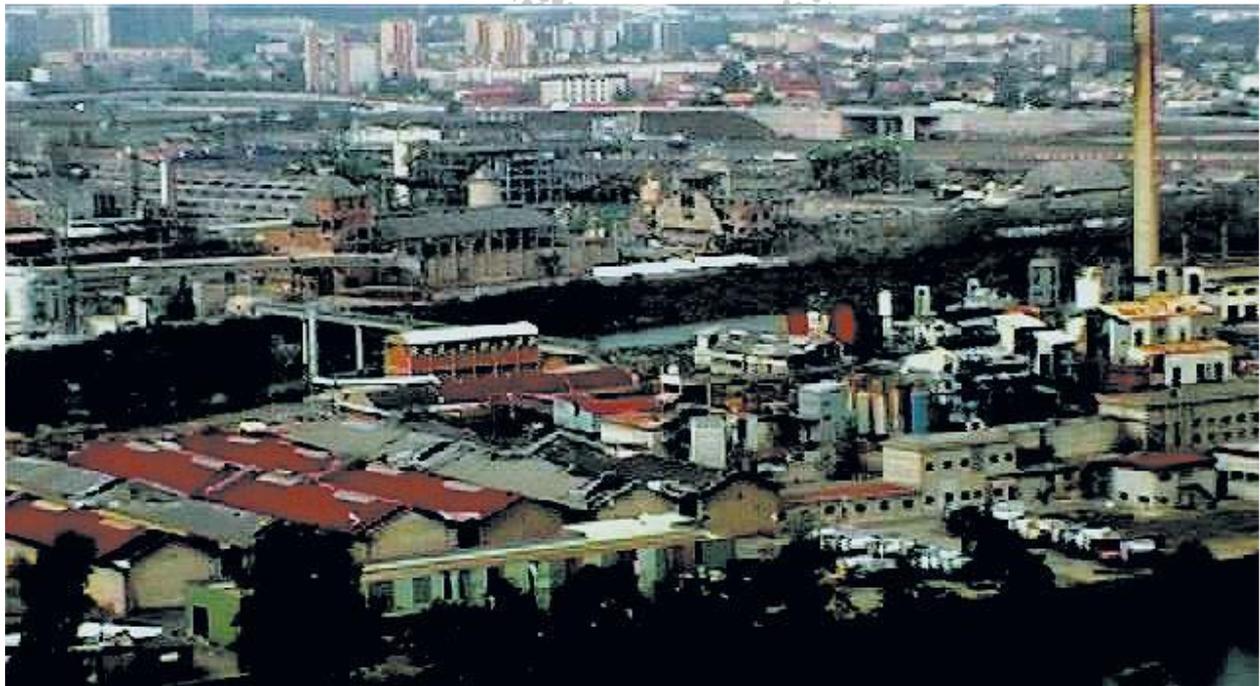
Por otro lado, las sobrepresiones producidas y, por tanto, los efectos pudieron verse incrementados por el grado de confinamiento que presentaba el almacenamiento (las dimensiones del hangar 221 eran de 25 metros de largo, 8 de ancho y de 2 a 4 metros de alto).

## LOS DAÑOS

En cuanto a los daños personales, los efectos de la explosión provocaron la muerte de 31 personas, 30 de ellos en la propia planta de AZF e inmediaciones, y más de 2.400 resultaron heridas.

Se localizaron daños materiales a distancias superiores a tres kilómetros del lugar de la explosión, entre los que se han extraído los siguientes datos:

- 25.000 viviendas dañadas.
- 11.000 viviendas con daños mayores.
- 300 empresas afectadas.
- 1.400 habitaciones dañadas en tres residencias universitarias.
- Tres centros universitarios.
- 70 colegios y guarderías afectados.
- Un hospital seriamente dañado.
- Un estadio de fútbol seriamente dañado.
- Un centro de ocio seriamente dañado.
- En conjunto se estiman unas pérdidas del orden de EUR 2.000 millones.



Vista general de la fábrica después de la explosión.

## CONCLUSIONES

De las consecuencias derivadas de este accidente y del análisis de las mismas se extraen las siguientes conclusiones:

- El accidente de Toulouse ha vuelto a poner de manifiesto las consecuencias devastadoras de la explosión de almacenamientos de nitrato amónico, riesgo que se tenía por «controlado» en el sector.
- En consecuencia, deben revisarse los Sistemas de Gestión de Seguridad (SGS) de las industrias que realizan este tipo de actividad de manera que se asegure el control del

riesgo, tanto en lo que respecta a las medidas preventivas (incompatibilidades, actividades, etc.) como a las tendentes a la reducción de las consecuencias (cantidades máximas, segregación, etc.)

- Los hallazgos respecto del grado de reactividad del nitrato amónico como explosivo hacen que deban ser revisadas las estimaciones de pérdidas derivadas de accidentes de este tipo.

## Incendio Buncefield, Reino Unido<sup>17</sup>

### EL DEPÓSITO DE BUNCEFIELD

La terminal de almacenamiento de combustible conocida como “depósito de Buncefield” se encuentra en Hemel Hempstead, en el condado de Hertfordshire, Inglaterra, localizado al norte de Londres.

El depósito de Buncefield ocupaba el lugar número 50 en orden de capacidad de los almacenamientos de combustible británicos y era operado por Total SA y Texaco, las cuales funcionan en alianza bajo el nombre de Hertfordshire Oil Storage Ltd (HOSL). British Petroleum (BP) también manejaba reservas de combustible e instalaciones en el lugar en el área exclusiva de BP Oil Ltd y en la asociación con Shell denominada British Pipeline Agency (BPA).



Figura 1: Vista aérea del depósito de Buncefield antes del incidente. (Buncefield Major Incident Investigation Board, 2008b)

<sup>17</sup> Investigación de Causas de Explosiones en Plantas Petrolíferas: El Accidente de Buncefield. Jean Batista Abreu y Luis A. Godoy.

El depósito fue creado para contener y manejar combustibles como queroseno, combustible de aviación, diesel y otros derivados del petróleo. Estaba en funcionamiento activo desde 1968 y constituía el 8% de la provisión del país en el 2005.

La planta ocupa un área de unos 200,000 m<sup>2</sup> y tiene un perímetro de más de 2,500 m. Está ubicada sobre una capa de arcilla de baja permeabilidad de 2 m a 10 m que protege un acuífero inferior usado para suplir agua a la región. En los alrededores había varios edificios de negocios y residencias, como se ilustra en la Figura 1.

Las vías de transporte terrestre dividen el área en la zona norte correspondiente a HOSL y BPA y la zona sur que pertenece a BP.

En la zona de HOSL oeste había 19 tanques activos, un establecimiento de oficinas administrativas, una cabina de control de funcionamiento, una zona de carga destinada al llenado de camiones cisterna (habilitada para nueve camiones) y una laguna junto a una caseta de bombeo para casos de emergencia.

La zona este de HOSL contenía un total de siete tanques, edificio de oficinas administrativas y una playa de estacionamiento con capacidad para unos 80 vehículos.

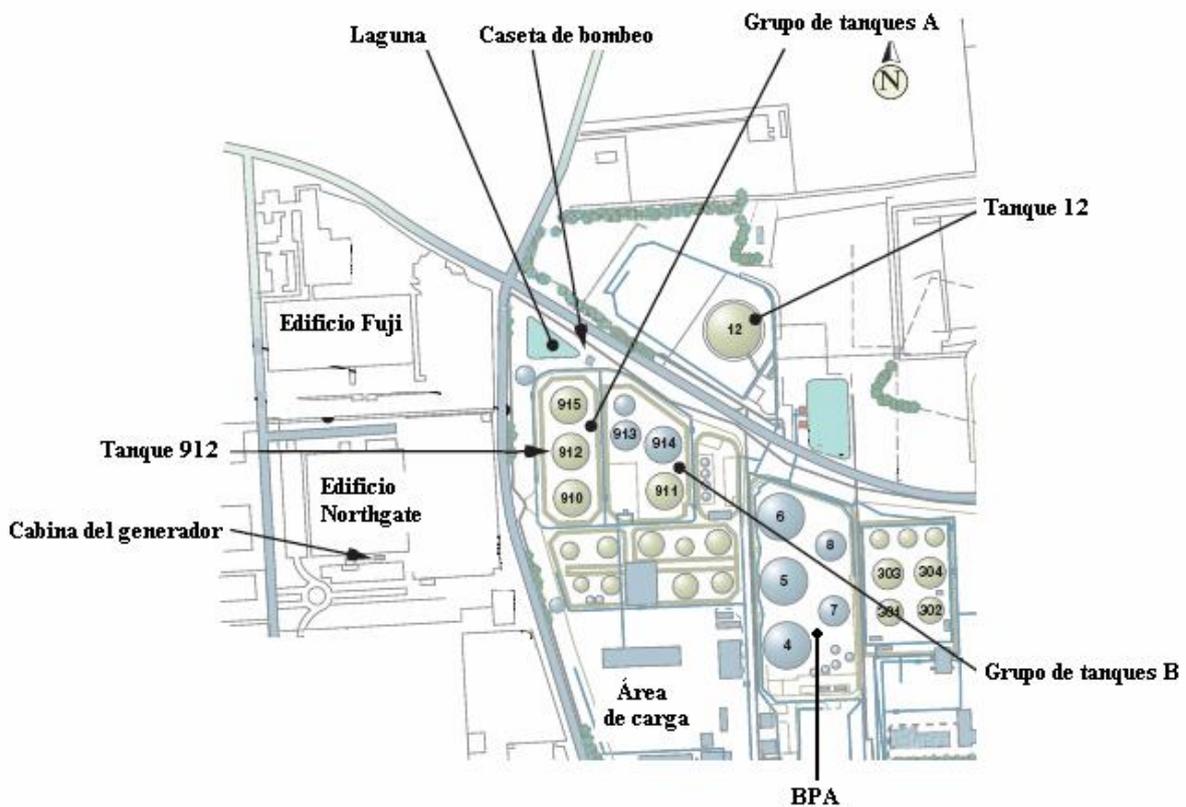


Figura 2: Área norte del depósito de Buncefield indicando los tanques de almacenamiento.

Tres sistemas de tuberías principales conducían el combustible hacia el depósito: "FinaLine" y "Mersey-Buncefield", de 10 pulgadas de diámetro cada una y "Thames-Buncefield", de 14 pulgadas de diámetro, llegando desde Lindsey, Humberside y Shell Haven, respectivamente. Dentro del depósito, las tuberías se ramificaban con el fin de suplir de combustible a varios tanques.

La capacidad de almacenamiento total de la terminal de Hertfordshire era de 194 mil toneladas de combustible. Los productos recibidos eran clasificados y almacenados en los 41 tanques metálicos de forma cilíndrica y luego distribuidos a través de camiones-cisterna

o por vía de tuberías de diámetros de 6 a 8 pulgadas las 24 horas del día. En promedio, se llenaban a diario 400 camiones cisterna y también se le suplía combustible a los aeropuertos de Luton, Heathrow y Gatwick.

La planta mantenía tres niveles de contención para garantizar la seguridad en el manejo y almacenamiento de los productos en el caso de que hubiese alguna pérdida de combustible en el sistema. Los niveles de contención estaban diseñados para funcionar de forma íntegra y sucesiva, es decir, en caso de falla del nivel 1, el nivel 2 debía activarse y ejercer la función de contención. Asimismo, en caso de insuficiencia o discapacidad de contención eventual del nivel 2, el nivel 3 debía manejar el líquido derramado de forma predeterminada.

El nivel de contención primario estaba constituido por los elementos del sistema que tienen contacto directo con los productos combustibles manejados. En general, forman parte del nivel de contención primario las tuberías, los camiones cisterna y los tanques.

Los diámetros de los diferentes tanques variaban entre 5m y 45m y sus alturas variaban entre unos 10m a 30m. Los tanques contenían en su interior techos flotantes con cierre hermético y flexible suspendidos sobre el combustible para evitar la formación de vapores. Como describe Myers (1997), ésta es la forma más común de diseño de tanques de almacenamiento de combustible. Además contaban con un conjunto de sensores de temperatura y niveles de llenado para mantener el control, teniendo varios ventiladores de sección triangular o circular para permitir flujo de aire en el techo (véase la Figuras 3).

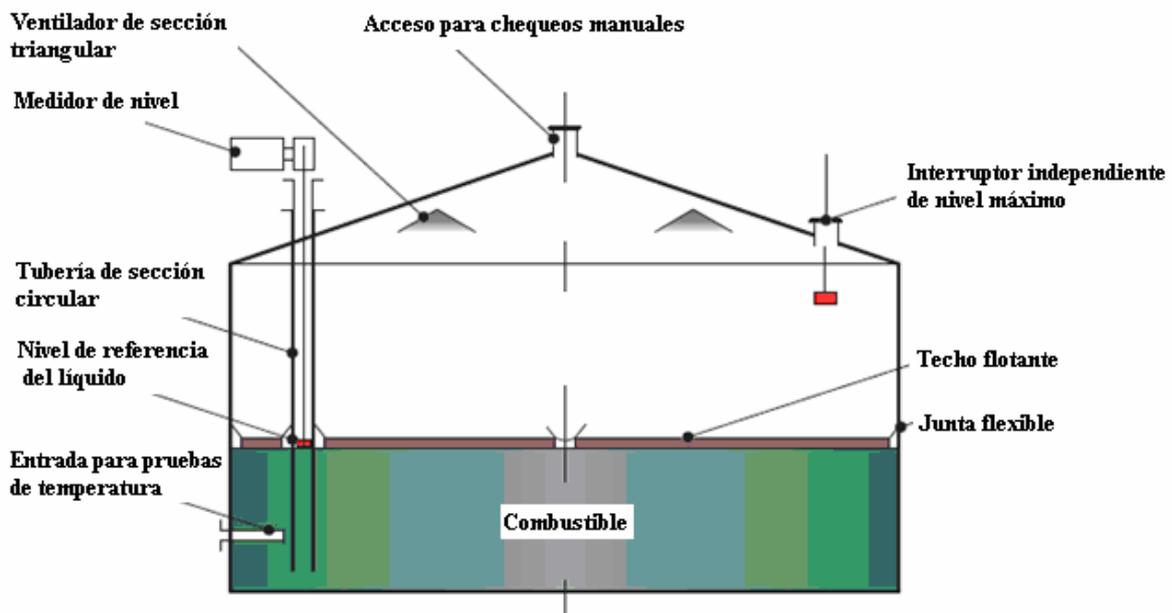


Figura 3: Esquema general de los elementos que componían los tanques de Buncefield (Buncefield Major Incident Investigation Board, 2006c).

El perímetro del techo de los tanques estaba bordeado por placas desviadoras para capturar y conducir el agua que pueda caer sobre la cubierta. Las paredes del tanque poseían en el exterior elementos rigidizadores en forma de aros para proveer estabilidad en la dirección radial y ayudan a mantener la forma cilíndrica frente a presiones normales a la cáscara.

El nivel de contención secundario estaba constituido básicamente por diques de contención formados por parapetos de concreto o suelo que circundaban a grupos de tanques, de modo que un escape de líquido desde los contenedores primarios quedara atrapado. La capacidad

de almacenamiento de un dique que bordea a un grupo de tanques se diseña de modo que pueda capturar no menos de un 110% del volumen del mayor tanque encerrado.

Los elementos de seguridad también forman parte del nivel secundario. El sistema de seguridad previene la posible falla del nivel primario y consta principalmente de un conjunto de sensores automáticos, medidores de temperatura, alarmas visual y audible en caso de anomalías en el funcionamiento y desempeño de los tanques e interruptores para el cerrado de las válvulas que controlan el paso de fluidos por los ductos. Los equipos electrónicos en la cabina de control recibían información continua de los indicadores de temperatura y nivel de combustible situados en los tanques.

Una vez alcanzado cierto nivel máximo en el tanque, las alarmas se activaban dando aviso a la cabina de control. Junto con las alarmas, se iniciaría el cierre automático de las válvulas de los oleoductos. Existía un circuito cerrado de televisión para captar, grabar y transmitir imágenes, que servía de medio de vigilancia y monitoreo del área.

El nivel de contención terciario se daba por medio del sistema de drenaje del área y de las barreras perimetrales, en forma tal que los líquidos fluyan en dirección predeterminada y queden atrapados dentro del depósito sin llegar al exterior ni ser absorbidos por el suelo, con lo cual se intentaba evitar la contaminación de aguas subterráneas y regiones aledañas.

### **INCIDENTE DE DICIEMBRE DE 2005**

En la mañana del domingo 11 de diciembre de 2005 ocurrieron múltiples explosiones en el depósito de combustible de Buncefield. Eran alrededor de las 6:00am cuando se escuchó el estruendo del evento principal, reportándose un movimiento de magnitud 2,4 en la escala de Richter.

Columnas gigantescas de humo negro se esparcieron en toda la zona alcanzando unos 3 kilómetros de altura, mientras que las llamas de fuego crecían sin control elevándose unos 60 m (véase la Figura 4). El área cubierta por las llamas de fuego y la columna de humo corresponde a la zona oeste de HOSL. Se observa que los tanques de BPA, BP y HOSL este no se vieron afectados al momento de la fotografía. Veinte tanques de almacenamiento de combustible contribuyeron con el incendio; el total de combustible contenido en dichos tanques era aproximadamente 225.000 m<sup>3</sup>.

Las nubes oscuras fueron reportadas por imágenes vía satélite cubriendo 80 mil metros cuadrados momentos después de la explosión. Testigos de Francia, Bélgica y los Países Bajos, a más de 160 kilómetros, afirmaron haber escuchado un sonido similar al producido por un sismo o una explosión. Múltiples explosiones secundarias de menor magnitud sucedieron minutos después.



Figura 4: Depósito de Buncefield durante el incendio. (Buncefield Major Incident Investigation Board, 2008b).

En edificaciones cercanas al depósito se desprendieron puertas de sus marcos y se quebraron los cristales de las ventanas hasta unos 8 kilómetros del lugar. Resultaron heridas 43 personas, la mayoría de éstas con lesiones leves debidas a los vidrios y otros objetos que volaban y a dificultades respiratorias por el humo intenso. En los interiores de algunas viviendas se hallaron grietas en paredes y techos.

Brigadas de policías y bomberos arribaron a la zona para enfrentar el siniestro. Alrededor de dos mil personas fueron evacuadas, algunos de ellos traumatizados y bajo condiciones de estrés postraumático. Los habitantes de zonas próximas fueron advertidos de mantenerse en sus casas y hacer uso de las líneas telefónicas de emergencia. Nadie perdió la vida por causa de la catástrofe.

El fuego comenzó a ser apagado por los bomberos un día después mediante el uso de agua y espuma. Las llamas se mantuvieron ardiendo durante varios días, desprendiendo una cantidad de contaminantes equivalentes al 6% de las emisiones anuales que ocurren en todo el Reino Unido.

El incidente fue identificado como el "más grande incendio visto en época de paz en Europa" desde la Segunda Guerra Mundial en 1945. Se consumieron unos 105.000 m<sup>3</sup> de derivados de petróleo provenientes de 23 tanques de almacenamiento, dejando más de 200 viviendas dañadas y miles de desempleados como consecuencia de los 630 negocios perjudicados.

## INVESTIGACIÓN DEL INCIDENTE

La Agencia de Salud y Seguridad (HSE por sus siglas en inglés) es la autoridad Británica encargada de velar por el cumplimiento de las disposiciones y normas de salud y seguridad en el país. Se compone por tres miembros designados por la Comisión de Seguridad y Salud (HSC) y la Secretaría de Estado que capitanean unos 4 mil empleados especialistas en distintas áreas. La Agencia Ambiental (EA) es el principal organismo regulador de medidas para la protección del ambiente. Ambas conjuntamente son responsables de mantener el equilibrio de actividades industriales no-nucleares que representen un peligro en potencia con base en las Regulaciones para el Control de Riesgos Accidentes Significativos (denominado COMAH por sus siglas en inglés).

HSE y EA fueron las agencias responsables de llevar a cabo la investigación del Incidente de Buncefield. HSC designó un "Equipo de Investigación" denominado Major Incident Investigation Board (MIIB) para que explicase qué pasó realmente, cómo se dieron los hechos y porqué sucedieron. El equipo, conformado por especialistas en inspección e investigación, se reunió por primera vez el martes 24 de enero del 2006 (alrededor de un mes y medio después del incidente). Lord Newton of Braintree, especialista en Salud, Seguridad y Crimen y Antiterrorismo, fue el presidente del equipo encargado de supervisar la investigación. El químico-geólogo Taf Powell, experto en Manejo de Petróleo y Regulaciones de Seguridad, se encargó de dirigir las investigaciones y preparar los reportes del avance de la misma. Los demás miembros del comité independiente fueron David Ashton (representante de HSE), Dr. Paul Leinster (representante de EA), Dr. Peter Baxter (experto en Salud) y el Profesor Dougal Drysdale (experto en Ingeniería y Seguridad contra Incendio).

## HIPÓTESIS INICIALES PUBLICADAS POR LA PRENSA

De acuerdo a los periódicos "The Guardian" y "The Times", las hipótesis iniciales que se hicieron acerca de las posibles causas del incidente fueron las siguientes:

### 1- Accidente

La eventualidad fue considerada como posible accidente de manera oficial por parte de la policía británica. A pesar de esto, la Agencia de Salud y Seguridad (HSE) enfatizó en que las medidas de seguridad en el lugar eran adecuadas. Nunca se había reportado ningún incendio grave en la historia del depósito. Si realmente se tratase de un accidente, afirmaban, eso habría señalado la vulnerabilidad de este tipo de centros de almacenamiento en el Reino Unido.

### 2- Sabotaje

El daño podría haber sido provocado intencionalmente para estropear el desarrollo del estratégico depósito de Buncefield. La terminal de 200.000 m<sup>2</sup> se mantenía vigilada 24 horas a través de un circuito cerrado de televisión y era de acceso controlado. El perímetro se hallaba cercado; sin embargo, un empleado testificó haber salido del lugar a través de aperturas existentes en el alambrado.

### 3- Impacto de un avión pequeño

Se rumoraba que una pequeña aeronave se había estrellado contra algún tanque del depósito. Residentes de la zona comentaron haber escuchado el sonido de un avión volando a poca altura, probablemente en dirección al aeropuerto de Luton. Sin embargo, la policía afirmó días después que ningún avión había causado las explosiones.

### 4- Funcionamiento inadecuado de los oleoductos

Un residente comentó haberse quejado en varias ocasiones debido al fuerte olor del vapor de petróleo proveniente de alguna posible fuga. Las tuberías estaban diseñadas para resistir impactos pero no eran infalibles. Todos los ductos fueron cerrados justo después de la explosión, siendo reportada por los expertos la poca probabilidad de daño en los mismos debido al fuego.

#### 5- Error humano

El Depósito de Buncefield se encontraba en el nivel 3 de seguridad según la escala del "Sistema Internacional de Medición de Seguridad" en la cual el nivel superior es el nivel 4. No obstante, resultó sospechoso que en lugar de haber nueve operadores en servicio al momento del evento, sólo había dos operadores además de cinco conductores de camiones cisterna y cuatro trabajadores de mantenimiento.

#### 6- Ataque terrorista

Un alto dirigente del grupo Al-Qaeda había difundido en días pasados un video en el que instaba a atacar a las instalaciones de petróleo en los Países Árabes. Los servicios de seguridad no mostraron mucho interés en esta sospecha ya que, según expertos, la forma en que sucedió el evento no encajaba en el perfil terrorista.

Surgió la idea de que la casi inmediata respuesta de la policía era una táctica para evitar alarma en la población.

#### 7- Falla en los tanques de almacenamiento

Se presumió que existía la posibilidad de un inadecuado funcionamiento de los tanques contenedores de combustible en Buncefield. Testigos afirmaron haber sentido un fuerte olor en la zona y haber visto vapor saliendo de los tanques alrededor de 10 minutos antes del estallido. Describían una neblina de hasta 5 m de espesor en algunas zonas del depósito.

#### 8- Chispas del motor de un vehículo

Días después del evento, un conductor de camiones cisterna confesó ante las autoridades policiales haber apagado súbitamente su vehículo haciendo que se desprendieran chispas del motor. Las chispas pudieron encender el combustible proveniente de alguna fuga desapercibida posiblemente del mismo camión y provocar las explosiones. El encargado de operaciones por parte de la policía expresó que había varias posibles fuentes de ignición a ser evaluadas.

#### 9- Choque de un objeto volador no identificado

Se difundió el rumor de que algunas personas habían visto objetos similares a bolas de fuego o pequeños meteoritos caer sobre el depósito de Buncefield momentos antes de las explosiones. Ningún objeto extraño en particular fue encontrado por las autoridades.

Estas hipótesis se elaboraron en base a entrevistas hechas a expertos de diversas especialidades y tuvieron por objeto cubrir un espectro variado de causas posibles que irían descartándose al pasar el tiempo. Es interesante constatar cuán amplias eran las posibilidades iniciales que se barajaban durante la primera semana.

En resumen, las causas 3 y 9 se refieren al impacto de un objeto que cae desde el aire y se estrella contra algún elemento del depósito. Las causas 2 y 6 se refieren a actos humanos intencionales que provocan las explosiones. Las causas 1, 5 y 8 aluden a un incidente asociado a falta de seguridad. Las causas 4 y 7 corresponden a fallas en el funcionamiento de componentes del sistema de la terminal de Buncefield.

## NIVELES DE HIPÓTESIS PARA IDENTIFICACION DE CAUSAS

Carecemos de la información que manejó el comité en sus primeras etapas, y tampoco sabemos qué argumentos específicos se usaron para descartar hipótesis como las postuladas originalmente en la prensa. Al parecer se habían descartado la hipótesis de impacto desde el aire y también las de actos humanos intencionales, de manera que la investigación se concentró en fallas internas al sistema del depósito de Buncefield.

La hipótesis general que se manejó fue que el fuego podría haberse generado a partir de una pérdida de combustible de algún elemento del depósito.

Entendemos que para identificar las causas del incidente requiere de lo siguiente:

- a) Identificar el componente de la planta que falló originalmente.
- b) Postular un mecanismo por el cual, a partir de ese componente, podría haberse generado una pérdida de combustible.
- c) Postular un mecanismo por el cual, a partir de combustible fuera del circuito primario de contención, podría haberse generado fuego.

A continuación discutiremos cada una de las causas y los eventuales mecanismos.

### a. Identificación del origen del incidente

La investigación se inició en base a la información recopilada y los datos conocidos en un principio. Un aspecto crucial en la investigación fue identificar cuál fue el origen de la primera falla y explosión, que luego se extendió a las demás partes del depósito. Para ello se usaron observaciones de testigos y filmaciones existentes.

El punto de partida fue que había evidencia de la aparición de cierta neblina descrita por testigos de la zona. Varias personas que circularon en las cercanías del depósito alrededor de 10 minutos antes del inicio de los estallidos coincidieron en haber visto un vapor en ciertas áreas del depósito, en especial en el grupo de tanques identificado como A (véase la Figura 2). Además hicieron alusión a un fuerte olor a gasolina o petróleo.

Adicionalmente, se pudieron usar grabaciones del sistema de circuito cerrado de televisión. Dichas imágenes corroboraron la presencia de un fluido gaseoso registrado por primera vez a las 5:38 de la mañana el día de las explosiones. El gas fue visto en la misma zona identificada por los testigos, fluyendo por encima de los parapetos y esparciéndose según la pendiente del terreno. También fue vista la neblina en el área del grupo de tanques B (véase la Figura 2).

Surgió entonces, en el equipo de investigación, la hipótesis de que el fluido gaseoso visto de alguna manera estaba relacionado con el evento. Se concluyó en primeras instancias que existía la posibilidad de formación de una mezcla volátil debida al escape de combustible.

De acuerdo con los registros meteorológicos, en las horas anteriores al incidente el clima había estado relativamente fresco, húmedo y estable, con temperaturas entre  $-1,7^{\circ}$  y  $1,0^{\circ}$  Centígrado. El vapor de combustible debió estar más frío que el aire húmedo, provocando la condensación del agua durante el enfriamiento. No se reportaron vientos importantes.

Con el fin de aproximar el alcance de la mezcla volátil, los expertos examinaron la vegetación carbonizada y vehículos quemados. Fotografías aéreas y grabaciones tomadas en diferentes puntos aportaron información acerca de la extensión de la nube de combustible. Se encontraron los mayores daños debidos a las explosiones en el área entre los edificios Fuji y Northgate (véase la Figura 2), lo cual debe estar asociado a la posible localización de la explosión de mayor magnitud y las mayores intensidades de las llamas de

fuego. Sin embargo, esto no necesariamente coincide con el punto donde se encendió el combustible inicialmente.

En base a la identificación de la primera aparición de neblina mediante las grabaciones, se infirió que probablemente el origen del incidente estaría localizado en el grupo de tanques del sector A (véase la Figura 2).

### **b. Mecanismo de liberación de combustible**

Identificado el sector donde se había iniciado el incidente, surgía ahora la necesidad de indagar de qué manera podría haberse liberado combustible fuera del circuito primario de contención. Para ello se intensificó el examen de la evidencia electrónica disponible y el análisis forense de los restos de los componentes de los niveles de contención.

La zona más afectada dentro del depósito fue la parte oeste de HOSL, en la cual todos los tanques quedaron destruidos.

Los parapetos, en su gran mayoría, perdieron la capacidad de contención de líquido. Se observaron grietas principalmente en las juntas a causa de las presiones ejercidas por las explosiones (véase la Figura 5).

Los muros mantenían agujeros para permitir el paso de las tuberías de conducción de combustible. El material sellante usado en dichos agujeros había desaparecido por completo (véase la Figura 6). Este hecho se atribuye a las altas temperaturas ocasionadas por el combustible ardiente durante el incendio y a las presiones hidráulicas del líquido contenido. La notoria permeabilidad del concreto constituye otro punto en desventaja para los parapetos por su incapacidad de impedir las filtraciones de líquido a través de los mismos (véase la Figura 7).



Figura 5: Fractura del muro de hormigón de un dique de contención (Buncefield Major Incident Investigation Board, 2006b).



Figura 6: Agujeros en un dique de contención de hormigón para el paso de tuberías. El material sellante se había consumido (Buncefield Major Incident Investigation Board, 2006b).



Figura 7: Filtraciones de líquido a través de los diques de contención (Buncefield Major Incident Investigation Board, 2006b).

La laguna situada al noroeste del lugar (véase la Figura 2) se disponía para servir de fuente de agua útil en caso de incendios; ésta no fue utilizada ya que el agua se contaminó con el combustible y la máquina de bombeo quedó destruida por las explosiones. Por el contrario, la laguna se convirtió en un medio de escape de líquido contaminante hacia el subsuelo.

Del sistema de monitoreo electrónico de los tanques se recopilaron datos de las cantidades de combustible que se encontraban contenidas en los tanques, las válvulas que estaban en funcionamiento y el movimiento de combustible llevado a cabo horas antes del suceso. En los momentos previos al incidente la tubería FinaLine se encontraba activa, transportando combustible sin plomo desde la Refinería de Petróleo TOTAL de Lindsey hacia el tanque 915 del grupo de tanques A. El tanque 912, también ubicado en el grupo de tanques A, recibía combustible sin plomo de la tubería llamada Thames-Buncefield. El tanque 908, del grupo de tanques D, recibía diesel de la tubería Mersey-Buncefield.

A las 7:00pm del sábado 10 de diciembre (el día anterior a las explosiones) el tanque designado como 912 comenzó a ser llenado con combustible sin plomo con un caudal de 550 m<sup>3</sup>/hora. Este tanque tenía un diámetro de aproximadamente 25 m.

Ocho horas después, sin razón aparente, el sensor de nivel se detuvo en un valor fijo a pesar de que el oleoducto continuaba suministrando combustible al tanque 912. Esta última medición reportó que el volumen de líquido contenido había alcanzado dos tercios de la capacidad de dicho tanque. El medidor se mantuvo estático durante tres horas sin despertar inquietudes en la cabina de operaciones; no obstante, se trataba de una falla del sensor que no fue detectada en su momento.

El mecanismo de falla dentro del tanque 912 debió producirse cuando la presión de líquido contenido en el tanque superó la capacidad de hermeticidad del techo interno flotante. El combustible pudo empujar el elemento y fluir por los bordes hasta llenar el tanque por encima del nivel del techo flotante.

A las 5:20am, de acuerdo a las grabaciones del circuito cerrado de televisión, se empezó a desbordar combustible del tanque lleno, principalmente a través de los ocho ventiladores de sección triangular en el techo del tanque (véase la Figura 3), cada uno con un área de 0.07 m<sup>2</sup>. Los medidores de nivel de tanque 912 nunca registraron que el combustible había alcanzado el nivel máximo de contención, por lo que el sistema de alarmas no dio alerta alguna de lo que estaba sucediendo. El tanque 912 se desbordó por unos 40 minutos sin ser notado por ninguna de las personas que trabajaban en el lugar.

Empeorando la situación, la velocidad de llenado de combustible en el tanque 912 aumentó a 890 m<sup>3</sup>/hora a las 5:54am debido al cierre de la válvula de otra de las tuberías que dirigía combustible desde el oleoducto principal, hacia una zona de BPA. Se especuló que para ese momento uno de los operadores había sido informado de cierta anomalía en el lugar pero cerró la válvula equivocada.

Un dato importante es que el tanque 912 estaba siendo llenado con un caudal de combustible relativamente grande de 890 m<sup>3</sup>/hora en comparación con los tanques 908 y 915, los cuales eran llenados a razón de 400 m<sup>3</sup>/hora y 220 m<sup>3</sup>/hora respectivamente. Una alta velocidad de llenado puede crear turbulencia en el líquido dentro del tanque, haciendo que aumente la energía cinética de las moléculas y, por ende, la energía total interna. El incremento de energía se traduce en un aumento de la temperatura facilitando la emanación de vapores combustibles.

Las mediciones de temperatura tomadas por los sensores indicaron que el combustible que entraba al tanque 912 tenía una temperatura mayor que el combustible que yacía en el mismo. Las lecturas indican un aumento de temperatura continuo en el interior del tanque. A través de esta información se ratificó que el tanque continuó siendo llenado hasta el momento de las explosiones.

### **c. Mecanismo de inicio de fuego**

La predicción del camino seguido por el combustible una vez fuera del tanque, no fue tarea sencilla. Se recurrió a una representación física para estudiar ese aspecto y verificar la hipótesis de falla. El equipo de investigación, creó un modelo a escala completa de la octava parte de un tanque para estudiar el comportamiento del fluido una vez que escapa a la

superficie (véase la Figura 8). El modelo contenía un ventilador de sección triangular en la parte superior y una placa desviadora en los bordes del techo similares al tanque original.

El líquido utilizado para correr el modelo fue agua, a sabiendas de que se comportaría algo diferente al combustible debido a las diferencias en propiedades tales como la viscosidad.

A partir de observaciones del modelo y estableciendo analogías, se concluyó que el combustible al salir por los respiraderos, se escurrió por el techo hasta colisionar con la placa desviadora en los bordes.

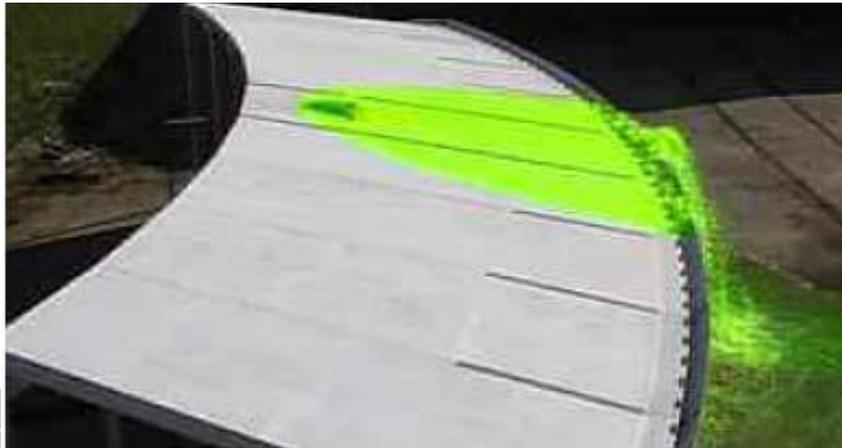


Figura 8: Modelo a escala completa de la parte superior de un tanque de almacenamiento de combustible (Buncefield Major Incident Investigation Board, 2006c).

El choque del líquido contra el suelo provocó la fragmentación del fluido y la consiguiente evaporación de los elementos más ligeros del combustible (véase la Figura 9).

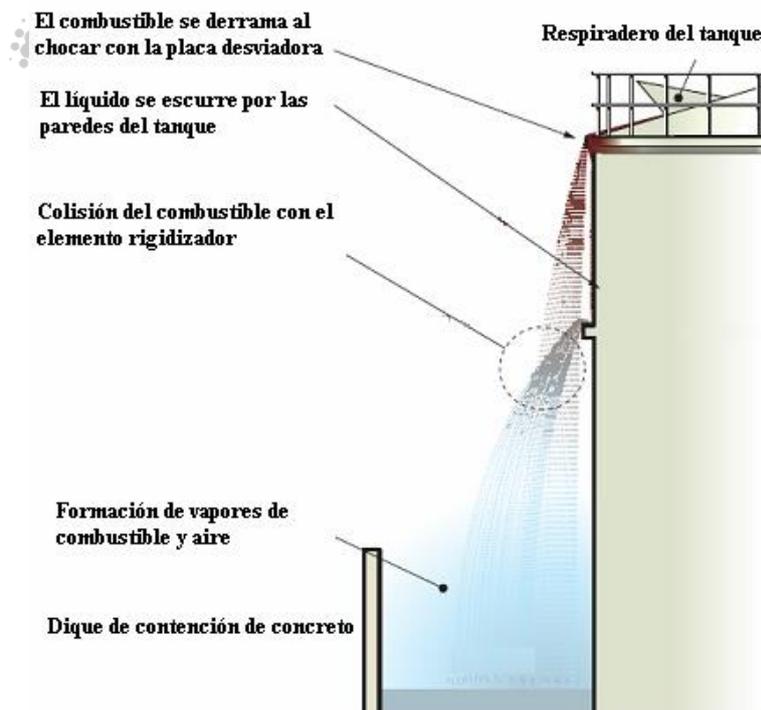


Figura 9: Mecanismo de dispersión del combustible saliendo del tanque 912.

Parte del líquido cayó como una pequeña cascada golpeando el suelo. Otra parte del líquido fluyó por las paredes del tanque hasta encontrarse con los elementos rigidizadores formando una nueva pequeña cascada y dirigiendo el líquido hacia el suelo en prácticamente caída libre. El choque del combustible con el suelo provocó de igual manera la evaporación de componentes.

Los vapores liberados en presencia de la humedad del aire crearon una mezcla que, a temperaturas de 0° centígrados, permitió la precipitación del agua en forma de neblina vista por primera vez exactamente a las 5:38 de la mañana, según las grabaciones del circuito cerrado de televisión.

Las posibles fuentes de encendido de la mezcla inflamable fueron evaluadas por los expertos las cuales pudieron incluso actuar en forma simultánea. El examen de daños permitió la identificación de explosiones internas en la caseta de bombeo y en la cabina del generador de emergencia. En la primera se asume que las bombas se activaron con las alarmas contra incendio, encendiendo de alguna manera la mezcla inflamable a su alrededor. Si esto fuese cierto, demostraría además que la localización de la caseta de bombeo era totalmente inapropiada.

La cabina del generador en caso de emergencia contenía el aparato que suministra energía eléctrica en caso de un incidente fuera de control. El cuarto poseía un equipo de calefacción a través del cual el vapor combustible pudo haber entrado. Uno de los testigos dijo que justo antes de la primera explosión se suspendió el suministro de energía eléctrica posiblemente debido a algún corto circuito. Una simple chispa eléctrica pudo hacer que el vapor inflamable comenzar a arder.



Figura 10: Destrucción causada por el incendio y las fuertes presiones debido a las explosiones (Buncefield Major Incident Investigation Board, 2006a).

Los motores de combustión interna de los vehículos fueron considerados también como candidatos que pudieron encender la mezcla inflamable.

A las 6:00 am se habían desbordado unas 300 toneladas de combustible y a las 6:01am, de acuerdo a las mediciones de las vibraciones registradas por sismógrafos, aconteció la mayor explosión. El calor transmitido por las llamas proveyó la energía necesaria para mantener un continuo flujo de vapor inflamable. El incendio iniciado provocó luego menores explosiones internas en tanques afectados hasta aproximadamente las 6:28 am.

A fin de estimar las magnitudes de las altas presiones ejercidas por las explosiones, el equipo de investigadores utilizó métodos actuales de predicción en base a cantidad y composición del combustible, temperatura, diferencia de presiones, fuente de ignición y el medio de propagación.

Se utilizó el método conocido como Método del TNT Equivalente, el cual consiste en hacer una analogía entre la masa de combustible que produce una explosión y la cantidad de Trinitrotolueno (TNT) necesaria para causar los mismos efectos. Luego, a partir de la masa de TNT, se determinaron los valores de presión causados durante el estallido.

Una de las principales desventajas de este método radica en la diferencia real entre los efectos causados por el TNT y la nube de combustible; en el primer caso el impulso producido es de corta duración y provoca una onda de presión de gran amplitud, mientras que en el segundo caso ocurre que el impulso es relativamente más duradero pero la amplitud de onda de presión es menor.

Por otro lado se cuantificaron los daños causados por las mismas explosiones en base a la evidencia examinada.

Según los cálculos, las presiones ejercidas por la onda expansiva debieron ser del orden de 2 kPa a 5 kPa en el área de la explosión, pero en la realidad se estimó que las presiones fueron hasta 20 veces mayores alcanzando los 100 kPa.

Resultó cuestionable que, en un área abierta como el área de estacionamiento entre los edificios Fuji y Northgate, las presiones cuantificadas en base a los daños severos observados en las estructuras y en el medio circundante fuesen tan altas. Las altas presiones ejercidas por las explosiones se pueden atribuir a diversas causas, como deflagración, alto contenido de butano, gran radiación térmica, turbulencia o detonación.

El hecho de que la explosión principal fuera escuchada a distancias considerables se atribuye al fenómeno conocido como Inversión Térmica. Resultados de estudios meteorológicos manifiestan que el aire y demás gases calientes se elevan formando una capa que restringe el paso de ondas acústicas haciendo que éstas sean reflejadas hacia el suelo. De este modo las ondas acústicas tienen un mayor recorrido sobre la superficie y pueden ser escuchadas a mayor distancia.

## **CONSECUENCIAS AMBIENTALES Y LEGALES**

Después del incidente fue necesario ejecutar un programa de muestreo y monitoreo de agua con la finalidad de evaluar el impacto al ambiente y tomar medidas apropiadas para evitar consecuencias aún peores.

El Río Ver fue el punto estratégico de muestreo por la probabilidad de que sus aguas se vieran afectadas en base a la topografía y estratigrafía de la zona. Pequeñas concentraciones de Sulfonato de Perfluorooctano (PFOS) provenientes de la espuma utilizada por los bomberos fueron halladas días después del acontecimiento en concentraciones inferiores a los límites de tolerancia establecidos por la Inspección de Agua Potable (DWI). Los PFOS son compuestos contaminantes y bio-acumulativos que no se degradan en el medioambiente.

Como medida de prevención se optó por detener la sustracción de agua del acuífero posiblemente afectado por las sustancias nocivas a pesar de que no se atribuye relación directa entre las concentraciones de contaminantes encontradas en los muestreos y las emisiones del evento de Buncefield.

El líquido resultante de la mezcla de agua, espuma y derivados de petróleo acumulado en la zona del desastre fue absorbido y almacenado bajo medidas de seguridad en diversas zonas del país bajo la responsabilidad de las compañías operadoras y la supervisión de la Agencia Ambiental (EA). Se contuvieron unos 16,000 m<sup>3</sup> de líquido a pesar de que se usaron 786 m<sup>3</sup> de espuma y 68,000 m<sup>3</sup> de agua en total para apagar el fuego.

En exámenes realizados a muestras tomadas en perforaciones del terreno se determinó que la capa superficial de suelo de unos 0.30 m de espesor estaba contaminada en el área del depósito. Las lluvias futuras también presentaron el riesgo de producir nuevas sustancias contaminantes al mezclarse con sustancias remanentes como hidrocarburos y PFOS.

Las corrientes de aire igualmente fueron monitoreadas de manera continua ejecutando muestreos para determinar el grado de contaminación provocado por el humo generado en el incidente. La zona de monitoreo abarcó el sur de Inglaterra y el norte de Francia. Debido a las condiciones climáticas de aquel invierno, las partículas de menor tamaño se elevaron y esparcieron rápidamente sin provocar importantes precipitaciones posteriores de sustancias nocivas.

Estudios posteriores acerca del flujo de la nube de humo explican la gran probabilidad de que ésta no llegara a la superficie terrestre en ningún instante, sino que se terminó infiltrándose y esparciéndose en la parte superior de la troposfera.

Desde el punto de vista ambiental, las consecuencias no fueron tan severas, pero pudieron haberse evitado. Los reportes gubernamentales enfatizaron la poca severidad del impacto a la salud pública de los contaminantes liberados en el Incidente de Buncefield. Finalmente la Agencia Ambiental (EA) determinó la ausencia de riesgos significativos con la salvedad de que el monitoreo de sustancias contaminantes debía prolongarse por más tiempo.

TOTAL, como compañía operadora activa propietaria del 60% de HOSL, fue declarada negligente y sentenciada como responsable de la catástrofe en marzo de 2009. El monto de compensación a las víctimas (tanto a residentes, negocios perjudicados y otras compañías de combustible como Shell y BP) ascendió a los USD\$1,240 millones de acuerdo al veredicto dictado por el juez.

El proceso de compensación económica fue manejado a través de las compañías aseguradoras que brindaban servicios a los afectados.

## **LECCIONES APRENDIDAS PARA EL DISEÑO DE UNA PLANTA DE COMBUSTIBLE**

El Incidente de Buncefield denotó la necesidad de incrementar los medios de seguridad en los centros de almacenamiento de combustible y reevaluar las medidas consideradas para mantener un control adecuado. El depósito se encontraba sólo un nivel por debajo del nivel máximo de seguridad; sin embargo, la catástrofe fue prominente.

(a) Un aspecto que resulta asombroso es la localización de negocios y residencias alrededor del depósito de Buncefield.

Las propiedades ubicadas en las cercanías del depósito estuvieron expuestas al desastre. En el caso de Buncefield quedaron más de 20 mil personas sin empleos, familias con sus residencias destruidas o inhabilitadas y muchos bajo alteraciones psicológicas postraumáticas. Una situación similar se produjo en varias plantas y refinerías ubicadas en Chalmette (Godoy, 2007), que se encontraban en medio de un sector de residencias de familias de recursos medios a escasos. En ese caso, la inundación generada en los días siguientes al huracán Katrina en 2005 produjo serios daños a los tanques de almacenamiento que contaminaron al suelo local y a la población circundante. La conclusión que surge de estos estudios es que, independientemente del nivel de seguridad que tenga una refinería o un depósito de combustible, debe existir

una planificación de asentamientos industriales versus residenciales y comerciales que evite el riesgo en caso de un incidente como el reportado en este artículo.

- (b) En cuanto al circuito primario de contención, en el caso de Buncefield se logró establecer de manera concluyente que la falla del sensor de nivel de combustible en el tanque 912 produjo un efecto de cascada que culminó en el incidente. Lo que resalta este episodio es que la seguridad de cada tanque no puede estar confiada en un solo elemento, y que debe proveerse de redundancia a fin de evitar que la falla de un sensor conduzca a un evento en cadena. En particular, el incidente llama a reevaluar el mecanismo empleado en el funcionamiento del techo flotante, que en este caso fue vencido por la presión ejercida por el líquido. El incidente ocurrido en Guam en 2002 también estuvo asociado a la falla en el funcionamiento del techo flotante; en ese caso el mecanismo del techo se trabó por causa de deformaciones existentes en las paredes del tanque producidas por el paso de un huracán varios meses antes.
- (c) En cuanto al nivel de contención secundario, los parapetos que eran una parte vital para la contención de combustibles en caso de accidentes, no tuvieron buen desempeño. Las fallas fueron notorias en las juntas y en los agujeros para el paso de tuberías. El material usado para construir los muros no fue lo suficientemente impermeable, permitiendo filtraciones de líquido hacia el exterior. Por otro lado, el nivel de contención secundario no impedía de ninguna manera el escape de gases.

Los dispositivos electrónicos de seguridad que se disponen en la actualidad también deben ser motivo de preocupación. En el caso de Buncefield, el sistema electrónico de alarma fue minuciosamente considerado y reevaluado, y se encontraron posteriormente fallas en el funcionamiento de otros interruptores de alarmas. El personal que se encontraba trabajando en la planta el día del incidente tampoco identificó irregularidades, probablemente confiando en los sistemas electrónicos que finalmente no fueron satisfactorios. Posiblemente sea necesaria una combinación de monitoreo electrónico que permita contar con redundancia efectiva.

- (d) El sistema de drenaje no fue capaz de contener todo el líquido circulante, ni mucho menos de evitar que se saliera de los límites del depósito. Esto ilustra que es necesario reconsiderar el sistema terciario de contención.
- (e) La localización de cada elemento en una planta de refinería o de almacenamiento de combustible suele hacerse por motivos que no son estrictamente de seguridad. En muchos casos la instalación tiene un tamaño determinado y crece con posterioridad debido a cambios en las necesidades productivas. En esos casos se mantienen los elementos existentes y se agregan componentes nuevos entre ellos de acuerdo al espacio disponible. Tal procedimiento da origen a emplazamiento de componentes en lugares que no favorecen la seguridad del conjunto. En el caso de Buncefield, la colocación de la caseta de bombeo no fue adecuada sino que incluso pudo ser el origen de la ignición del combustible. Como parte del sistema de emergencia debió tener una mayor protección o mejor ubicación.

## CONCLUSIONES

En este trabajo se ha considerado el incidente de Buncefield ocurrido en Inglaterra en 2005, con el fin de ilustrar la forma en que se plantean y validan hipótesis en un caso complejo de falla ingenieril. Como fuentes de información se tomaron en cuenta las publicaciones de la prensa británica, los reportes parciales y el reporte final del comité de investigación encargado del caso.

El proceso de postular hipótesis y confirmarlas (o rechazarlas) en base a la evidencia disponible se dificulta debido a que el proceso interno de trabajo del comité no está disponible públicamente; sin embargo, es posible reconstruir de qué manera la evidencia disponible en cada momento permite restringir las posibilidades. El caso de Buncefield resulta interesante en este aspecto debido a que la destrucción masiva asociada al fuego y

a las explosiones impidió localizar fácilmente el origen del incidente. Tal identificación fue posible gracias a testigos circunstanciales que reportaron sus observaciones, y al monitoreo del circuito cerrado propio de la planta. Otros elementos fueron las fotografías aéreas tomadas en las primeras horas.

El segundo paso en la reconstrucción de los hechos fue postular una hipótesis de falla en un componente determinado que pudiese explicar la causa del evento. La evidencia necesaria para ello fue suministrada por los registros de monitoreo de las operaciones de movimiento de combustible que permitieron vislumbrar la secuencia de eventos que podrían haber ocurrido para que se escapase combustible del circuito primario de contención.

Finalmente, quedaba por descifrar de qué manera se esparció el combustible, volatilizándose en parte. Ante la carencia de evidencias, se llevaron a cabo ensayos en un modelo del tanque especialmente construido para verificar la hipótesis.

### **Incidente en el depósito de combustible de Buncefield, Hertfordshire, Inglaterra (2005). Descripción e Investigación de Causas<sup>18</sup>**



A las 06:02 del domingo 11 de diciembre de 2005, el Centro de Control del Departamento de Bomberos y de Rescate de Hertfordshire, recibió la primera de las más de 60 llamadas que recibió debido al incidente ocurrido en el depósito de combustible de Buncefield. Otros centros de control aledaños recibieron otras 150 llamadas. El oficial a cargo declaró el incidente como "grave" luego de estar sólo ocho minutos en la escena del incendio.

<sup>18</sup> Material extraído de: <http://firestation.wordpress.com/2012/10/17/incidente-en-el-deposito-de-combustible-de-buncefield-hertfordshire-inglaterra-2005-descripcion-e-investigacion-de-causas> Por Roy Wilsher Roy Wilsher, Director del Departamento de Bomberos y Rescates de Hertfordshire.

La masiva explosión en el depósito de combustible fue oída hasta las casi 200 millas (322 kilómetros) de distancia, haciendo estallar los vidrios de las casas ubicadas a 2 millas (3 kilómetros) del lugar, destrozando el área industrial circundante, y dañando total o parcialmente numerosos edificios comerciales, los cuales durante la semana, hubieran estado ocupados por varios miles de trabajadores. A pesar de que 43 personas sufrieron lesiones a causa de la explosión, nadie resultó gravemente herido o fallecido. La persona que resultó más gravemente herida sólo pasó dos días en el hospital en recuperación.

Las cuadrillas iniciales se enfrentaron con un escenario de destrucción sin precedentes que abarcaba varios kilómetros cuadrados, y que ha sido descrito como el incidente de mayor envergadura de su tipo en Europa en épocas de paz. Además de provocar la combustión de los tanques de almacenamiento de combustible causando la devastación, la explosión destruyó el centro de control del depósito de combustible, los cuartos de bombas del suministro de agua para emergencias, y obstruyó de manera total las rutas perimetrales. La intensidad del incendio ocasionó la inaccesibilidad de dos de los tres suministros de agua para emergencias.

La planificación previa de este lugar cumplía con lineamientos nacionales y se enfocaba sobre el mayor depósito único afectado por el incendio, con concentrado de espuma, suministros de agua para emergencias, y equipo productor de espuma almacenado in situ para el uso inmediato de las cuadrillas locales. Las cuadrillas de Hertfordshire habían sido entrenadas en el lugar utilizando estos equipos en seis oportunidades en los seis meses anteriores al incidente. A su llegada, los bomberos encontraron 20 depósitos ardiendo y llamas que alcanzaban los 200 pies (60 metros) de altura. La espesa y negra columna de humo originó una nube gigante fácilmente visible en fotos satelitales. La columna inicialmente se movió en dirección sudeste desde el lugar del incidente.

A las 07:20, el Sub Jefe del Departamento de Bomberos Mark Yates llegó al sitio y luego de una rápida evaluación asumió el comando a las 07:47. Por los siguientes cinco días, los oficiales principales de Hertfordshire rotaron el comando para asegurarse que hubiera uno de ellos en todo momento tanto en el Comando Estratégico como en el incidente.

Hertfordshire Resilience, que fue establecida hace 30 años como el Comité para Grandes Incidentes del Servicio de Emergencias de Hertfordshire (HESMIC por sus siglas en inglés), con el fin de facilitar el planeamiento de emergencias entre agencias múltiples, estableció el comando estratégico en la sede central del destacamento de policía de Hertfordshire.

Me hice cargo del comando estratégico dentro de la primera hora del incidente. Los servicios de emergencia del RU y agencias asociadas implementaron una estructura de comando Oro, Plata y Bronce. Esto significa comando estratégico u Oro (usualmente lejos de la zona del incidente), comando táctico o Plata (usualmente unidades de comando en la escena del incidente) y comando operativo o Bronce (primeras filas de combate del incendio o rescate). La primera reunión del Comando Oro de la policía se efectuó a las 08:00 y la primera reunión de agencias múltiples fue a las 09:00. El Comando Oro continuó reuniéndose hasta la noche del jueves 14 de diciembre.

## **Combate del incendio**

El incidente debió ser tratado en un número de fases. Primeramente, el comandante del incidente convocó operaciones de búsqueda y rescate en los numerosos edificios que colapsaron y que fueron dañados en el distrito circundante. Un complejo de oficinas de tres pisos adyacente al depósito de combustible se incendió a causa de la explosión. Esto requirió ocho autobombas y un equipo aéreo in situ mientras se conducían las operaciones de búsqueda y rescate. En esta etapa temprana, el depósito de combustible era considerado un sector con numerosos edificios complementarios, que debía ser registrado en busca de heridos y donde luego debían establecerse cortinas refrigerantes de agua para proteger los depósitos que no se habían prendido fuego. Pasaron cuatro días hasta que finalmente se supo lo que había ocurrido con todas las personas.

El comando estratégico comenzó inmediatamente a discutir las cuestiones de salud y ambientales en torno al incendio, incluyendo el modelo de la columna de humo. En un momento, esta tecnología basada en computación sugería que la columna de humo alcanzaría la Europa Continental, incluyendo Francia, Bélgica y Luxemburgo, en el término de 24 horas.

La cantidad de humo contribuyó a las discusiones del comando estratégico sobre si intentar la extinción del incendio o dejarlo arder. Un consejo de salud hacia los residentes era el de “volver a los hogares, quedarse allí y sintonizar la radio local y los comunicados de TV”. Los posibles efectos de la contaminación sobre la salud también originaron el cierre de 250 escuelas por 2 días.

Este efecto, la posibilidad de que las llamas pudieran arder por hasta 9 días, el efecto en Europa del Norte y la imagen del departamento de bomberos no pudiendo controlar un incendio de esta envergadura, ocasionó la decisión de combatir el incendio de manera activa. Luego de esta decisión, el comando estratégico identificó y ordenó suministros de concentrados de espuma a granel y bombas de alto volumen, dado que parecía que un incendio de esta naturaleza estaba muy por encima aún de los recursos regionales disponibles. Las bombas de alto volumen han sido suministradas al departamento de bomberos y rescate a través del gobierno central como parte del programa nacional de resistencia.

Estas bombas pueden mover cada una 1.750 galones (7.955 litros) de agua por minuto a través de una manguera de 6 pulgadas (15 centímetros) a distancias significativas. En asociación con varios proveedores industriales y del cuerpo de bomberos, Angus Fire se convirtió en el proveedor primario de concentrados de espuma proveyendo un suministro continuo los siguientes cuatro días, en las primeras etapas, siendo esto suministrado con escolta policial desde 200 millas (322 kilómetros) de distancia. El incidente finalmente necesitó más de 600.000 litros (158.503 galones) de concentrado de espuma.

En su fase inicial, la carretera cercana M1 fue cerrada por 12 horas y reabierta el domingo por la mañana. Sólo el cruce 8 permaneció cerrado. La carretera M10 también fue cortada en esos primeros momentos para ser utilizada como área de concentración de medios para los muchos vehículos de bomberos y rescate y otros servicios que se juntaban para un ataque sostenido del incendio. Se convirtió en otra meta estratégica del gobierno central la apertura completa de la carretera M1 para el inicio de la temporada navideña y esto se logró en la mañana del sábado 17 de diciembre. El comando estratégico dispuso una zona de exclusión aérea, la que fue finalmente establecida a 1 milla (1,6 kilómetros) de altura por una milla (1,6 kilómetros) de ancho en cada dirección para proteger el tráfico aéreo y para excluir helicópteros de los medios. Esta zona de exclusión debió ser reforzada en la mañana del viernes cuando los helicópteros de los medios comenzaron a acercarse afectando los mantos de espuma que estaban siendo utilizados para evitar que volviera a avivarse el fuego.

## Plan táctico

El sub director del departamento de bomberos encabezó un equipo que incluyó bomberos de la industria del combustible, expertos técnicos, gerentes locales, oficiales de bomberos y otras autoridades de Hertfordshire. Este equipo decidió abordar el incendio en cuatro fases.

La fase uno de la operación trabajaría sobre los incendios de la frontera y los depósitos periféricos, mientras tanto se continuaría suministrando una cortina de agua para proteger los depósitos que se encontraban intactos. Tres fases trabajarían progresivamente a través de los tanques a la vez que mantendrían los mantos de espuma arrojados con anterioridad.

El ataque movilizó depósito por depósito, siendo las llamas del depósito principal siempre las últimas en ser abordadas. El plan también debía ser flexible para tratar el fuego en los muros de contención, algún nuevo foco de incendio, derrumbes de depósitos, y el

descubrimiento de llamas alimentadas por presión una vez que el fuego en los depósitos fue extinguido.

La única agua disponible era la de un pequeño lago ubicado cerca de 1,1 millas (1,8 kilómetros) de distancia, que necesitó la construcción de una calle temporaria para permitir el acceso y el posicionamiento de las bombas del bote de rescate de Hertfordshire. Por medio del centro nacional de control interino en West Yorkshire, el comando estratégico montó 14 bombas de alto volumen y los equipos de grúas, y construyó la calle necesaria para ubicar las bombas en el lugar correspondiente. El plan de combate del incendio utilizó 32.000 litros (8.000 galones) de agua y 1.200 litros (400 galones) de concentrado de espuma por minuto. Junto con los extraordinarios requerimientos logísticos para combatir el incendio, llegó el pedido de reflectores para una mayor iluminación.

### **Ataque de espuma**

El principal ataque de espuma comenzó a las 08:22 de la mañana del lunes (12 de diciembre). Durante las primeras horas del 13 de diciembre, los esfuerzos de los bomberos estuvieron obstaculizados luego de que un depósito sufriera una falla estructural – lo cual implicó un riesgo para los otros depósitos contiguos. Los bomberos fueron inmediatamente retirados del sitio por su propia seguridad. Sin embargo, pronto volvieron a combatir las llamas. Un nuevo depósito se derrumbó el lunes por la tarde, lo que significó que el comandante del incidente tuvo que ordenar otra retirada. Todos los depósitos menos dos se habían apagado para el martes a la noche, pero los incendios de los muros de contención y un depósito (912) seguían ardiendo. El depósito 912 contenía petróleo y se tomó la decisión de dejarlo arder bajo control mientras que todo el fuego de los muros de contención era combatido. El último incendio se extinguió a mediodía del miércoles 14 de diciembre. La señal de alto (no se precisaban más recursos adicionales) fue enviada a las 19:36 del 14 de diciembre.

Durante el término de la operación, se utilizaron bombas de alto volumen para mover el agua excedente alrededor del sitio para asegurar que toda el agua contaminada fuera mantenida en el lugar para evitar cualquier contaminación potencial de los sub-estratos de creta, que actuaban como área colectora de agua para los suministros de agua potable de Londres. Esta era una preocupación significativa para el comando estratégico y para el equipo táctico de combate de incendios. La Agencia Ambiental había advertido que si grandes cantidades de agua contaminada, tanto por el combustible como por la espuma se filtraba del lugar, podría severamente afectar los suministros de agua potable del noroeste de Londres, por un plazo de hasta tres décadas. El área local es un acuífero de creta, que junta el agua en pozos de agua para suministrar agua potable en la zona. Esto requirió que el plan de combate del incendio se corrigiera con el objeto de mantener el agua contaminada en sitio. La planta de tratamiento de agua fue utilizada con este fin; al principio el agua fue bombeada desde el área de tratamiento hacia bancos de tierra bajos no afectados o “diques” de contención. Dado que el excedente de agua se juntaba en la planta de tratamiento, se bombeaba hacia otros diques en sitio para su contención. Además, parte del excedente era reciclado desde el lado sucio de la planta de tratamiento hacia el lado limpio para ser reutilizado en los chorros refrigerantes que protegían aquellos depósitos no afectados. La gran mayoría del agua excedente fue contenida en sitio y fue eventualmente recolectada en cisternas y enviada en 500 viajes de camiones cisterna a una planta de tratamiento de aguas residuales fuera del lugar.

La espuma utilizada para extinguir el incendio estaba en el Angus Fire FP70 principal, a pesar de que una parte de la espuma fue enviada a la escena desde otras agencias que no cumplían con las Reglamentaciones para el Agua Subterránea del RU de 1998, y en consecuencia, produjo alguna contaminación en el excedente de agua. La necesidad de concentrado de espuma era tan grande durante el ataque sostenido que era imposible monitorear constantemente los concentrados que estaban siendo utilizados. Equipos tales como el cañón de 2×6, de la empresa Williams Fire & Hazard Control, un extintor de

espuma móvil EV2 capaz de producir 40 minutos de espuma y monitores Patriot 11 fueron utilizados para extinguir las llamas. Los bomberos continuaron evitando una nueva combustión mediante el cubrimiento del combustible expuesto con un manto de espuma de media expansión utilizando vertedores de espuma para incendios en muros de contención. A medida que el fuego se fue extinguendo, se introdujeron detectores de atmósfera explosiva y un control de cordón de seguridad intrínseco para minimizar la posibilidad de nuevas explosiones atmosféricas inflamables.

El comando estratégico se reunió unas pocas horas y abordó el tema de la logística estratégica de la operación de extinción del incendio, la información a los medios de todo el mundo, el monitoreo de la salud y de la columna de humo, y el comienzo del planeamiento de la fase de recuperación. La explosión había dispersado a 25.000 personas de sus lugares de trabajo y había requerido que otras 2.000 tuvieran que conseguir alojamiento provisorio.

Las condiciones de nuestro personal eran muy duras, ya que el humo era muy espeso y el calor extremo. A estas alturas, el departamento de bomberos trataba de cambiar cuadrillas cada tres horas.

Las cuadrillas estuvieron en sitio durante la Navidad y el Año Nuevo, supervisando el proceso de extinción de las llamas, asegurándose que no hubiera nuevas combustiones y supervisando la remoción segura del agua del lugar. Los bomberos de Hertfordshire permanecieron en sitio hasta el 5 de enero del año 2006.

En el punto más álgido del incidente el lunes 12 de diciembre, 180 bomberos estaban en sitio y durante los primeros tres días, más del 80 por ciento de los bomberos de Hertfordshire se encontraban en el lugar. Se necesitaron más de 600.000 litros (158.503 galones) de concentrado de espuma, 40.000.000 de litros (10.566.882 galones) de agua y 30 kilómetros (20 millas) de mangueras de incendio para hacer frente al incidente.

Por primera vez en su historia, el departamento de bomberos y rescate de Hertfordshire, necesitó movilización nacional de activos con el fin de manejar la situación. Además, por primera vez el centro nacional interino de control y comando, con base en West Yorkshire, fue usado formalmente para coordinar y requerir recursos de las autoridades de protección contra incendios.

Estoy inmensamente orgulloso de todo el personal de bomberos y de las otras agencias que cooperaron magníficamente para asegurar la excelente resolución de este incidente. No cabe duda que el planeamiento previo local del sitio, el planeamiento táctico del combate del incendio, y la disponibilidad de activos regionales y nacionales contribuyeron a lo que considero un final espléndido para uno de los incidentes más demandantes en la memoria viva.

Se ha comenzado a desarrollar una investigación del gobierno llevada a cabo conjuntamente con la Comisión Ejecutiva de Salud y Seguridad (HSE por sus siglas en inglés) y la Agencia de Medio Ambiente, pero el pedido de una investigación pública y completa ha sido denegado. Un informe inicial del progreso del Directorio de Investigaciones de Grandes Incidentes del 22 de febrero del año 2006, no investiga las causas de la explosión, sino que aborda el tema del impacto ambiental.

## El lugar

Hemel Hempstead se encuentra a unas 15 millas (24 kilómetros) hacia el noroeste de Londres.

El Depósito de Almacenamiento de Combustible de Buncefield es el quinto en tamaño en el RU, y es un sitio de almacenamiento de combustible estratégicamente importante operado por un número de empresas. El depósito recibe gasolina, combustible de aviación, diesel, y otros combustibles por tuberías de distribución. Almacena y luego distribuye estos combustibles por tuberías y camiones cisterna a Londres y a la zona del sudeste de Inglaterra, incluyendo el aeropuerto de Heathrow. La Asociación Industrial de Petróleo del

Reino Unido (UKPIA por sus siglas en inglés) informa que, antes de los eventos del 11 de diciembre de 2005, Buncefield manejaba el 8 por ciento del total de los suministros de combustible que ingresaban al mercado del RU, incluyendo el 20 por ciento del suministro de los consumidores en el sudeste de Inglaterra. La terminal actuaba como principal punto de tránsito de tuberías para satisfacer el 40 por ciento de la demanda de combustible para aviación del aeropuerto de Heathrow.

Un efecto del incendio fue la preocupación sobre la falta de petróleo en la zona local y en las afueras. A pesar de que había suficiente capacidad de almacenamiento para los carros y vehículos terrestres, se desvió combustible extra para aviación a los aeropuertos desde otras instalaciones. La distribución de petróleo fue un problema significativo, dado que más de 120 camiones cisterna estaban en sitio en el momento de la explosión y su vuelta a las carreteras a la brevedad se convirtió en un objetivo central de la estrategia gubernamental. Los camiones cisterna comenzaron a retirarse del lugar para el martes a la tarde pero cada uno debió tener su estabilidad estructural y confiabilidad en ruta verificadas antes de permitírseles volver a cumplir con la cadena de suministro. Muchos necesitaron un cambio de parabrisas y otros vidrios además de equipamiento exterior como los espejos, mientras estuvieron detenidos sobre una ruta cercana al sitio.

Luego de ser separado de los productos multi-combustibles que ingresan al lugar desde las tuberías, el combustible es almacenado en depósitos dedicados individualmente a tipos de productos específicos. El producto luego deja el sitio, ya sea mediante un camión cisterna o, en el caso del combustible para aviación, dos tuberías dedicadas de 6-pulgadas (15-centímetros) y 8-pulgadas (20-centímetros) desde el lugar de la Agencia Británica de Tuberías (BPA por sus siglas en inglés) hacia el sistema de tuberías de Walton Gatwick al oeste de Londres. El combustible que deja el lugar por tierra es cargado en instalaciones de carga para vehículos dedicados en HOSL West, BP, y en menor grado BPA. También existen instalaciones de bomberos en sitio, algunas de las cuales son compartidas. El tratamiento del agua del sitio es realizado por BPA, recolectando el agua excedente de todo el sitio hacia una planta de tratamiento de agua en el sector noreste del depósito.

## Otros factores

La zona industrial de Maylands se encuentra inmediatamente contigua a Buncefield y tiene alrededor de 600 empresas ubicadas allí, que emplean a más de 16.000 personas. Ochenta y ocho de esas empresas fueron severamente dañadas por el incidente y se estima que entre 4.000 y 5.000 empleos se vieron afectados. La carga de estos negocios hasta ahora ha sido sustancial en términos de costos adicionales y facturación reducida. Las continuas evaluaciones de seguridad edilicia y el acceso restringido han afectado el reestablecimiento de las actividades normales lo que ha dejado a muchas empresas inoperantes o semi-operantes.

De las 88 empresas más afectadas, muchas se encontraron con sus edificios y contenidos destruidos. A menudo, aún si el equipamiento y el stock fueran afectados de manera relativa, el acceso restringido ha afectado el retorno a la actividad normal. Para ayudar a resolver este aspecto del incidente, un grupo de recuperación fue establecido el 12 de diciembre y se ha estado reuniendo regularmente desde el 13 de diciembre. Este grupo a ha brindado conceptos estratégicos y apoyo inmediato a empresas y empleados. Las empresas más grandes tales como Fuji Film, 3 Com, y Northgate están decidiendo si permanecerán en el área local o si se reubicarán.

## Lecciones tempranas

1. **Auto movilizante**– Algunos departamentos de bomberos y rescate movilizaron gente y equipamiento al lugar del incidente sin que Hertfordshire lo hubiera solicitado. Uno de los servicios envió un recurso significativo que se estableció fuera

de la estructura de comando de Hertfordshire. Incluso hubo un equipo que voló al lugar desde un país del norte de Europa. Esta práctica debe terminar.

2. **Medio ambiente**– La protección del medio ambiente es un tema significativo en el mundo moderno, en particular con un incidente de esta envergadura. A menudo necesitará de un equilibrio entre la contaminación aerotransportada y la que existe en la tierra.
3. **Alojamiento**– Asegurar el bienestar de los bomberos y funcionarios que trabajan en los grandes incidentes es natural, pero por primera vez un número importante de bomberos de todo el país necesitaron arreglos de alojamiento temporáneo.
4. **Información de la TV Satelital**– Las agencias nacionales no deben sacar información de la cobertura de la TV sino que deben hablar con el comandante que sabe cuáles son los hechos.
5. **Medios de comunicación**– Las buenas relaciones con los medios son de suma importancia. Ellos necesitan una historia, es su trabajo. Es preferible darles acceso a conferencias de prensa y fotos con el fin de que transmitan la verdad. Le fue permitido a un pool de prensa permanecer muy cerca del lugar el lunes para que compartieran las imágenes con todas las agencias de noticias.
6. **Horas de trabajo de la agencia**– Este incidente se produjo durante la temporada navideña y las agencias que no pertenecían al servicio de emergencias tuvieron muy poco o casi nada de personal haciendo el seguimiento de los días subsiguientes, de las aguas contaminadas y los productos combustibles expuestos durante la temporada inmediatamente posterior.
7. **Exclusión de aire**– Se considera la implementación y se continúa con el mantenimiento.
8. **Otorgamiento de facultades a los participantes**– Los participantes deberían asistir a reuniones Oro, Plata y Bronce donde puedan tomar decisiones y poner prioridades.
9. **“Bolas cortantes”**– Se debe estar preparado para lo inesperado, preocupaciones por el agua excedente, derrumbes de depósitos, helicópteros que afectan los mantos de espuma, cobertura adversa de los medios, bienestar de los bomberos, etc.

### Éxito en la respuesta a la emergencia (Buncefield)

Respondiendo rápidamente a la catastrófica explosión en el depósito de combustible de Buncefield, el servicio de emergencias de Angus Fire suministró una enorme cantidad de concentrado de espuma para ayudar a las cuadrillas de bomberos a extinguir los focos de incendio en 20 depósitos de almacenamiento de hidrocarburos.

El servicio de emergencias de Angus Fire fue activado inmediatamente al recibir la notificación del Departamento de Bomberos y Rescate de Hertfordshire a las 07.05 del domingo 11 de diciembre. En unas pocas horas, la empresa despachaba un stock de concentrados de espuma desde sus instalaciones en Bentham, North Yorkshire, en un camión cisterna con escolta policial.

En los días subsiguientes, el servicio de emergencias de Angus Fire transportó cantidades adicionales de concentrados de espuma para apoyar a los bomberos que se encontraban en la escena. Todos dijeron que la empresa suministró más de medio millón de litros de espuma, mayormente Angus Fire FP70.

Martin Hough de Angus Fire, quien se encontraba en sitio en Buncefield, y Gary Godfrey, coordinaron los suministros de espuma y brindaron asistencia técnica. El científico de la espuma, Maurice Birkill, también de esa empresa, también se puso a disposición para ayudar con las cuestiones medioambientales y de deshechos.

Durante el domingo y el lunes, los stocks de espuma fueron despachados rápidamente al lugar del incidente no sólo por Angus Fire, sino también por las autoridades locales y por los servicios de incendio industriales de todo el país.

Hacia la medianoche del domingo, 250.000 litros de concentrado de espuma se encontraban o en el lugar o en camino. El lunes temprano por la mañana, se contaba con una capacidad de agua de alto volumen y un plan para el agua excedente.

Se lanzó un importantísimo ataque de espuma el lunes por la mañana utilizando monitores de espuma de alta capacidad incluyendo tres Titanes Angus Fire. Rápidamente se hizo aparente que la espuma Angus Fire FP70 estaba dando excelentes resultados. A pesar de encontrarse trabajando bajo condiciones arduas, hacia el mediodía las cuadrillas habían extinguido incendios en diez de los veinte depósitos que ardían.

La espuma de alto rendimiento Angus Fire FP70 que está especialmente formulada para extinguir incendios en grandes depósitos de almacenamiento. Su estructura de burbujas basada en la fluoro proteína que brinda excepcional resistencia al calor, permitiéndole pasar a través de las llamas, impactar en el combustible caliente y moverse por sobre superficies líquidas candentes. Sus paredes de burbujas son lo suficientemente resistentes como para sellar fuertemente las más calientes carcasas de depósitos, y aún bajo un torrente de agua refrigerante, su estable manto de espuma permanece intacto.

El miércoles por la mañana, el Departamento de Bomberos y Rescate de Hertfordshire anunciaba que el último de los incendios había sido extinguido con éxito. Las cuadrillas de bomberos continuaron evitando el reencendido de los focos mediante el recubrimiento de las superficies de combustible expuestas con un manto de espuma de media expansión utilizando Vertedores de espuma Angus Fire.

Roy Wilsher, Director del Departamento de Bomberos y Rescates de Hertfordshire, nos cuenta: "La resolución exitosa y relativamente temprana de este incidente se debió a múltiples factores incluyendo el apoyo de varios otros departamentos de bomberos, bomberos de la industria del combustible y compañías tales como Angus. La asistencia brindada por Angus en términos de asesoría y cantidades de concentrados de espuma a granel fue invaluable y me siento muy complacido por poder hacer pública mi apreciación."

Angus Fire ha también recibido una carta de agradecimiento de Jim Fitzpatrick, Subsecretario de Estado del Parlamento en las oficinas del Vice Primer Ministro.

## **Historial**

Este último incidente refuerza el registro de éxitos, que Angus Fire ha establecido en el envío de suministros de espuma y conocimientos técnicos necesitados con urgencia en sitios donde se desarrollan grandes incidentes en todo el mundo.

Una línea de emergencias de acceso directo dedicada (+44 (0) 15242 61166) brinda un medio simple de comunicación, las 24 horas, los 7 días de la semana. Los stocks de espuma a granel están constantemente preparados en instalaciones de producción de espuma y en centros de distribución en el RU, Francia, Italia, USA, Sudáfrica, Dubai, Singapur y Australia.

Cuando se recibe un pedido de ayuda, un equipo de emergencias se pone manos a la obra. Dependiendo de la escala y ubicación del incidente, el despacho por ruta puede a menudo ser coordinado en el término de una hora y si es por avión en unas pocas horas. El personal de producción de espuma en todas las plantas queda en estado de alerta constante para producir cantidades adicionales de espuma.

Angus Fire ha suministrado stocks de espuma de emergencia en varios incidentes de incendios en grandes depósitos de almacenamiento, el primero en Milford Haven en 1983. Más recientemente, en el año 2003, la compañía despachó un Antonov 124; la aeronave para transporte pesado más grande del mundo, para transportar stocks por aire a un incendio de múltiples depósitos de almacenamiento en Repsol-YPF en España. En ese mismo

año, un Boeing 747 fue utilizado para suministrar 100.000 litros de espuma en el incendio de un depósito en Idemitsu Kosan en Japón.

## TRAGEDIA DEL "YCUA BOLAÑOS" DEL PARAGUAY<sup>19</sup>

El incendio del supermercado "Ycua Bolaños" del barrio Stma. Trinidad de Asunción del Paraguay ocurrido las 11:30 hs. AM del día domingo 1º de agosto del 2004 con la presencia de aproximadamente 900 personas en el lugar, causó la muerte a más de 350 personas y otra 70 desaparecidas, a parte más de 300 heridos. La misma fue considerada como la segunda tragedia más grande del país después de la Guerra del Chaco.

Este incendio de grandes proporciones destruyó una superficie de 6.000 m<sup>2</sup> aprox. dejando como saldo fatal de personas de todas las edades entre ellos niños, mujeres y ancianos. Un total de 132 niños huérfanos, 1.071 hogares afectados y 66 adultos desempleados inmediatos dejó la tragedia, según cifras reveladas por el Comité de Emergencia Nacional (CEN). El siniestro al principio con causas desconocidas y con sospechas de un atentado fue intervenido por el Ministerio Público a través de un grupo de investigadores de la Oficina de Alcohol, Tabaco, Armas de Fuego y Explosivos (ATF), organismo estadounidense dependiente del Departamento de Justicia, Bomberos Voluntarios del país, la Policía Nacional y de Formosa quienes trabajaron para determinar la causa de esta tragedia que enluto al país.

El voraz incendio que se produjo en las instalaciones del supermercado de acuerdo al análisis de parte de ciertos especialistas de los Bomberos de Asunción quienes fueron los primeros en el lugar, relataron que se llegó a una fase del incendio denominada "cremación" es decir que el fenómeno de fuego que arrasó con el lugar alcanzó una temperatura de entre 900°C a 1.000°C, suficiente para carbonizar a cualquier persona en pocos minutos. Esta hipótesis coincidió bastante con el informe final del grupo de investigación de la causa del incendio. Por otra parte con respecto al supuesto cierre de las puertas del local de partes de los guardias de seguridad quienes recibieron órdenes para evitar robos, la fiscalía tomó ciertas declaraciones de acuerdo a testimonios de ciertos sobrevivientes que aseguran que las puertas del supermercado Ycuá Bolaños se cerraron. También relataron que la gente gritaba "abran por favor, abran por favor", mientras caían atrapados por el fuego y la asfixia, de igual manera para la fiscalía, la responsabilidad de tantas muertes en este siniestro del Ycuá Bolaños se refuerza en la presunción de que los procesados en esta causa cometieron homicidio doloso, si se tiene en cuenta las evidencias encontradas y el primer informe de la pericia divulgada oficialmente y que fue realizada por especialistas de la ATF de Estados Unidos.

El reporte de los investigadores destaca como uno de los principales puntos que los dos portones que están sobre la Av. Artigas estaban cerrados, este sería la que daba al final de la rampa que comunica el local con el estacionamiento. Una verdadera tragedia, donde a una serie de factores fatídicos se sumó la irresponsabilidad criminal de cerrar los portones. Si los accesos hubieran estado libres, numerosas personas se habrían salvado, así lo afirmaba los testigos.

### El Rescate

Un compañero bombero de la Segunda Compañía (Trinidad) Juan C. Valiente fue el primero que llegó al lugar del incendio.

Estando de civil cuando vio la enorme humareda negra que surgió del Ycuá Bolaños, intento impedir que las puertas se cierran pero el guardia de seguridad del local disparó con su arma de fuego al aire dos veces para que se alejara. Desde allí los trabajos de rescate en

<sup>19</sup> <http://www.contraincendioonline.com/bolanos.php3> Por: BVC Carlos Brítez. Análisis de la Tragedia I-A.

los primeros minutos no pararon, entre ellos podemos destacar que los mismos estuvieron a cargos de bomberos voluntarios, policías y civiles para luego ir acoplándose socorristas y militares.

Por otra parte de acuerdo a testimonios de los Bomberos de Asunción quienes recibieron la primera denuncia del pedido de auxilio de parte de un oficial de policía que estaba por el lugar, así fue que siendo las 11:32 hs. AM parte la primera salida llegando al lugar a las 11:37 hs. AM prácticamente junto con la 2 Cía. de Bomberos y detrás de los mismos otra unidad de apoyo a las 11:41 hs. AM, no pudiendo creer lo que estaban viendo, no dudaron en pedir apoyo de todas las unidades posibles de las ciudades aledañas a Asunción.

Cabe destacar que la primera dotación que llegó de los Bomberos de Asunción ingresó por la entrada del estacionamiento del local con el objetivo de una búsqueda de posibles víctimas y la otra unidad con ayuda de policías y civiles pudieron abrir un boquete en la pared de vidrio que daba lateralmente a la rampa. Este boquete fue el principal acceso que pudieron tener los bomberos para el rescate ya que la cantidad de humo denso que salía del estacionamiento impedía el acceso y el rescate de víctimas, por su parte la mayoría de la segunda dotación quienes trabajaron arduamente por el boquete pudieron conseguir rescatar a varias personas entre ellos funcionarios del local y niños, así lo confirmo el conductor de uno de los primeros móviles del lugar BVR Carlos Samaniego que no dudo en ningún momento en dejar de lado su carro y ser parte del grupo de rescate. Este lugar de la rampa fue el sitio en donde más cuerpos estaban apilonados que según el oficial bombero Eris Cabrera comento que era un verdadero infierno y que inclusive los bomberos tuvieron que abrirse pasos entre cientos de cuerpos calcinados en busca de mas victimas con vida.

Muchos bomberos que llegaban al lugar se acoplaron al primer grupo intentando hacer lo mismo que el primero pero a pesar de todas las dificultades encontradas pudieron rescatar y trasladar a muchas víctimas con vidas en patrulleras ya que las ambulancias disponibles no daban abasto. Todo este proceso de rescate de personas con vidas duro aproximadamente una hora, siendo en ese momento el lugar similar a un campo de guerra por la cantidad de bomberos, policías y militares que venían con un solo objetivo intentar salvar una vida.

Lo llamativo e increíble fue que muchas personas con vidas fueron rescatados de baños y depósitos que le sirvieron de resguardo del calor y el fuego, inclusive algunos dentro de refrigeradores. Testimonios de ciertos sobrevivientes que se salvaron, relataron que el baño donde estaban refugiados contenía ducha y con eso podían refrescarse del intenso calor. Lo más doloroso de este siniestro fue la presencia de niños de todas las edades que murieron sin entender que pasaba, parecían juguetes fueron palabras de muchos colegas al rescatar a los niños.

Cabe mencionar que el primer día después de la tragedia se pudo llegar a rescatar una cantidad importante de cuerpos a pesar de la gran búsqueda realizada el día 1-A, pero pesar de eso las instalaciones del siniestrado supermercado Ycuá Bolaños fueron revisadas sin éxito varias veces por funcionarios del Centro de Investigación Judicial y Bomberos Voluntarios a petición de los familiares de los desaparecidos.

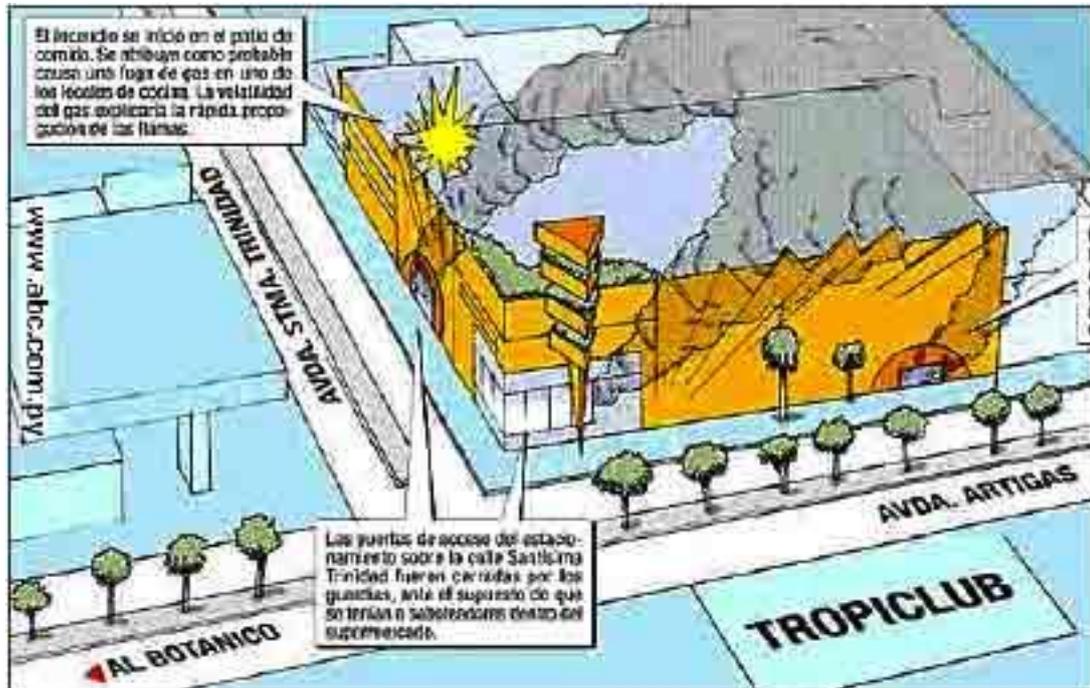
En conclusión con respecto al rescate, de acuerdo al análisis que realizamos este fue una situación que supero todos los protocolos de la emergencia ya que la cantidad de víctimas y la magnitud del siniestro no daba a pensar que hacer más bien por instinto pero gracias al entrenamiento que todo el personal bombero poseía sobre seguridad en incendios estructurales fue de muchísima importancia ya que gracias a esos conocimientos no lamentamos la pérdida de ninguno de nuestros colegas a pesar que muchos fueron hospitalizados por leves intoxicaciones.

## La investigación

El local tenía una superficie de más 6.000 m<sup>2</sup> y que fue arrasado en su totalidad por el fuego no dejando ningún rincón sano ni salvo, con un fenómeno casi inexplicable para

muchos, pero de acuerdo al análisis de evidencias encontradas, y en comparación con ciertos testimonios de sobrevivientes podemos mencionar sobre ciertos sucesos ocurridos que pudo costar la vida de más de 350 personas.

Por su parte el Ministerio Público pudo contar con un grupo de investigadores de la ATF de Estados Unidos, quienes estuvieron en la investigación del atentado del World Trade Center, también en el de Oklahoma City y en Noyal de Colombia", este equipo hace todas las investigaciones de explosiones e incendios en los Estados Unidos".



El local supermercado de grandes dimensiones ubicado sobre las Av. Artigas y Trinidad de la capital del Paraguay contaba con un amplio estacionamiento en el sub - suelo, además de patio de comidas y amplio salón de ventas, además de depósitos de mercaderías. Para la fiscalía, la responsabilidad de tantas muertes en el incendio del supermercado Ycuá Bolaños se refuerza en la presunción de que los procesados en esta causa cometieron homicidio doloso, si se tiene en cuenta el primer informe de la pericia y que fue realizada por especialistas de la ATF de Estados Unidos. El reporte destaca como uno de los principales puntos que los dos portones que están sobre la calle Artigas estaban cerrados, pero a pesar de todo, las investigaciones continúan. Por otra parte el Senado resolvió la creación de una Comisión Bicameral de Investigación (CBI) para determinar las circunstancias y eventuales responsabilidades del incendio ocurrido en el supermercado Ycuá Bolaños.

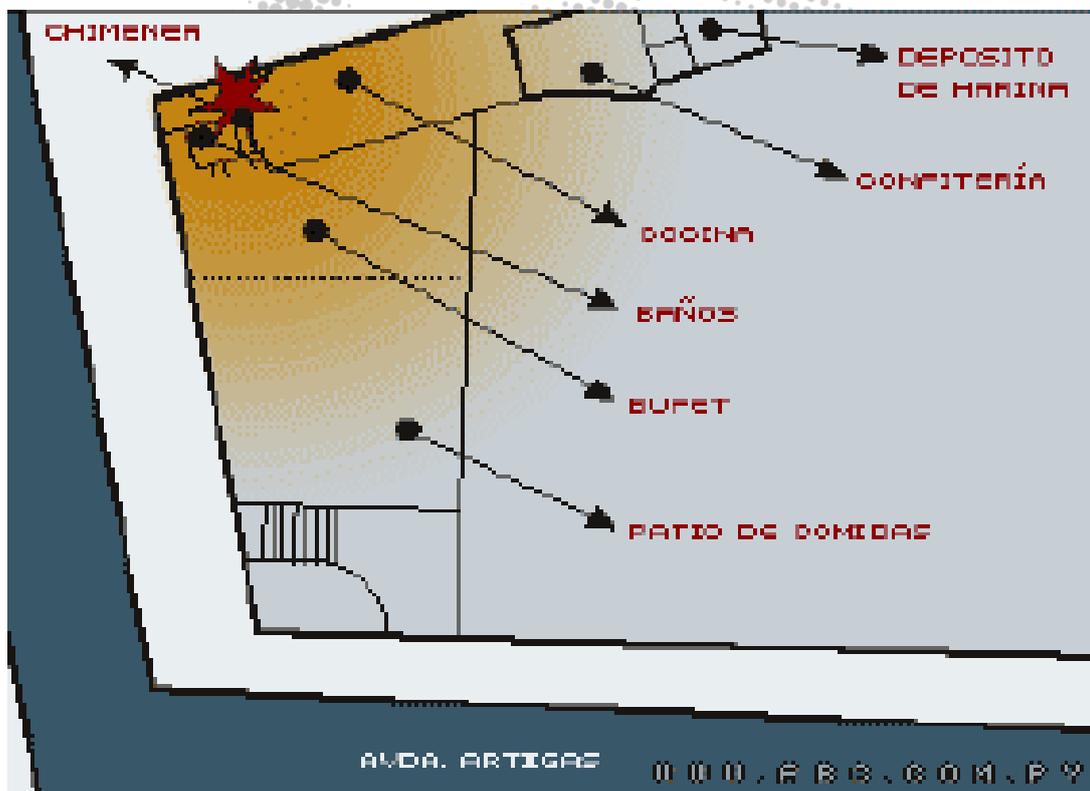
## El Fenómeno

Entre los cientos de detalles técnicos que deben ser analizados y estudiados se menciona determinar si existió realmente una explosión en la cámara de maduración de masa del sector panadería según algunos testigos. La opción es que no se haya producido una explosión, sino expansión violenta de gases tipo Backdraft, (explosión por flujo reverso o de humo) lo que pudo generar la llamarada que arrasó el salón. Es decir un ingreso súbito de oxígeno en una fase latente de un incendio. Según lo que pudimos ver, el fuego no afectó con igual intensidad cierta parte del salón de ventas del súper, (foto) ciertos cuerpos de personas que se encontraban en ciertas zonas del local no tenían rastros similares a otros que estuvieron en un lugar similar. Esto nos indicaría que el fuego se desplazó en forma circular, como si fuera un tirabuzón e intentando encontrar oxígeno y que probablemente

siguió buscando aire que se encontraba hacia la rampa que daba al estacionamiento y ésta a la calle para alimentarse de oxígeno. En este sector de la rampa, con buena presencia de oxígeno y en contacto con ella esto convirtió en un fenómeno llamado 'backdraft', o llamarada o marea de fuego o explosión por flujo reverso", como lo llaman los bomberos. En otras palabras se formó una gigantesca bola de fuego que devastó con todo lo que encontró a su paso, de allí la gran cantidad de personas carbonizadas en el sector de la rampa, donde luego este fenómeno no se hizo esperar y arrasó con los vehículos que allí se encontraban e inclusive con personas que intentaban subir a sus vehículos, esto fue confirmado por bomberos que ingresaron al estacionamiento por rescate, todo este fenómeno duro en un máximo de tres minutos. Caso contrario ocurrió en ciertos sectores del local en donde no había suficiente oxígeno como ser la zona de la cocina y del patio de comidas y que al final el fenómeno paso de alto y no dejó rastros, como por ejemplo el hecho de encontrar servilletas de papel intactas sobre la mesa. ¿Pero porque fallecieron las personas en ese sector? La respuesta es lógica, como el fuego pasó velozmente por allí el fuego consumió a las personas con una muerte instantánea debida a la aspiración del calor y de las llamas destrozándoles los pulmones. Esto coincide con lo que dijo el Dr. Cardozo del Centro Nacional de Toxicología "El incendio no fue lento ni progresivo. La gente no tuvo tiempo de oler el gas. La explosión fue sorpresiva", la muerte prácticamente instantánea.

### Causas del Fenómeno

De acuerdo a nuestras primeras sospechas, el incendio se originó en el horno de la parrilla del patio de comidas debido a lo que se observó al analizarlo en el lugar, descartando así un incendio vehicular como se creía al principio, ya que si esto ocurría el fuego y el humo saldría por la entrada del estacionamiento además ingresaría a la rampa para ir al salón de ventas, causando obviamente una evacuación hacia el acceso principal del local ubicado en la esquina de Artigas y Trinidad, cosa que no ocurrió, inclusive realmente muy pocas personas salieron por ese acceso, además la destrucción en ese sector por calor y fuego es muy pequeño.



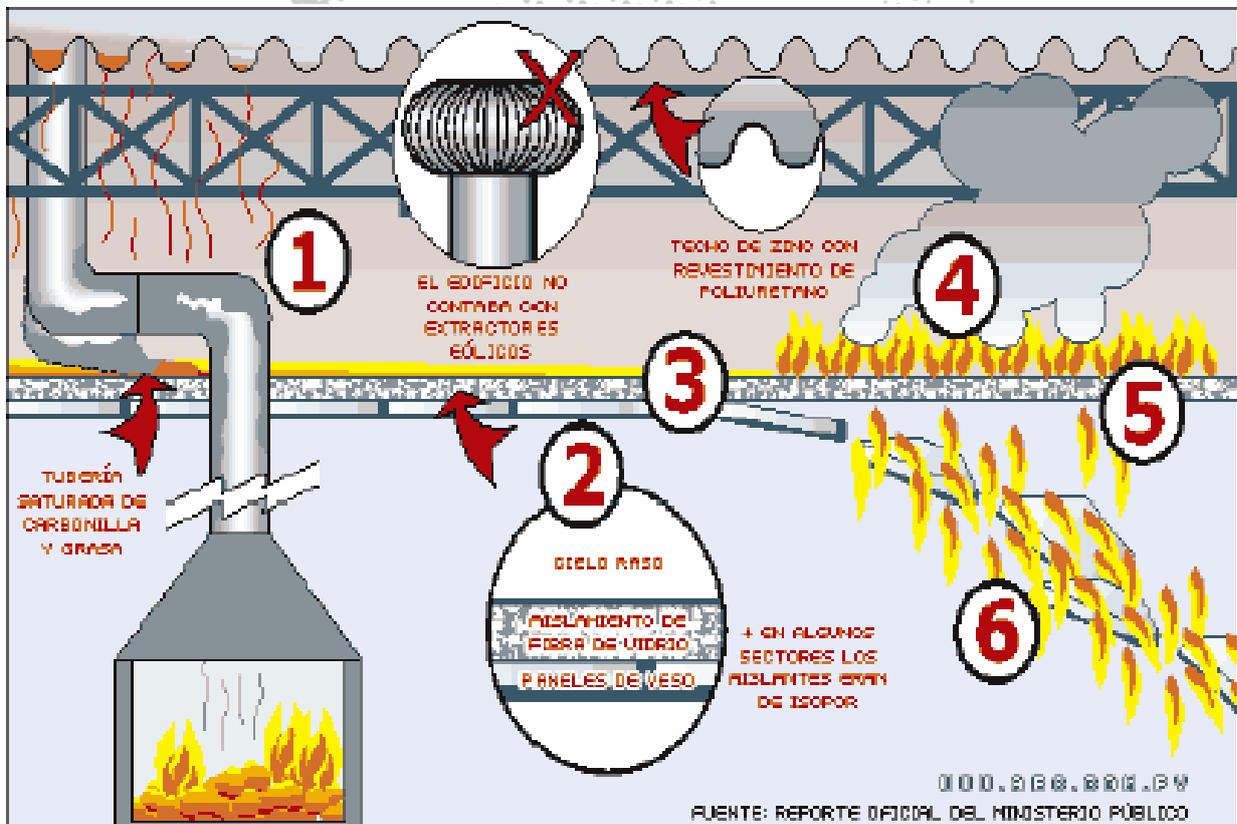
A partir del fenómeno que es lo único que podía arrasarlo con todo el local se debía estimar que el fuego debía estar confinado y aumentando su presión y temperatura, esto llevó a coincidir con bomberos de la Policía Nacional a que el fuego se inició mucho antes de que explotara el horno, ¿Pero dónde podía haber el confinamiento del fuego? Únicamente y producto de la acumulación de humo en la zona comprendida entre el techo y el cielo raso, ya que el local no contenía extractores por lo que esto facilitó la acumulación de gases y aumento de presión.

### El Informe Oficial de la Investigación del Incendio

El Ministerio Público informó que el incendio se originó por la acumulación de residuos y grasas al interior de la chimenea de la cocina del patio de comidas del Ycuá Bolaños provocando el inicio del fuego que luego se propagó por una tubería y finalmente llegó al interior del supermercado. De acuerdo a todas las evidencias encontradas, la chimenea de la parrilla del patio de comidas fue totalmente desmontada y cortada en secciones. De esta manera pudieron observar por dentro el contenido. El mismo procedimiento se realizó en la falsa chimenea de la panadería, que estaba ubicada encima de la cámara de maduración de masa. La tarea de investigación incluyó recolectar la mayor cantidad de piezas posibles del cielo raso, que fue una de las primeras secciones en desmoronarse. Los peritos encontraron suficiente material para determinar las condiciones en que se encontraban, porque no todos los sectores ardieron.

A continuación el informe del Ministerio Público publicado por el Diario ABC color.

### COMO SE INICIO EL INCENDIO?



1. El fuego se inició en la planta alta del patio de comidas. Fue a raíz de la combustión de grasas y carbonillas acumuladas en una desviación tipo codo en el tiro de la chimenea de la parrilla, a 45 centímetros del techo, por encima del cielo raso, debido al calor producido durante la cocción de productos cárnicos.
2. Tras quemarse la grasa y la carbonilla, se gestaron temperaturas y gases calientes que provocaron desprendimientos de las uniones de soldadura, y se transfirió el calor al material aislante del techo.
3. Dicho material, al estar expuesto a temperaturas superiores a 200°C, fue combustionando lentamente con el consiguiente aumento de la producción de gases calientes que fueron acumulándose entre el techo y el cielo raso.
4. De este modo se inició el desprendimiento gradual del cielo raso en forma aleatoria, que produjo la entrada súbita de oxígeno, enriqueció el proceso de combustión y propagó el fuego rápida y violentamente hacia distintas direcciones.
5. A su paso, el fuego fue quemando los distintos tipos de combustibles que halló hasta llegar al estacionamiento donde tomó los vehículos
6. En el itinerario del fuego se produjeron explosiones como rotura y caída de vidrios, vigas, cielo raso, un compresor, cañería de un refrigerador, aerosoles, ceras y polvos.
7. diversos, lo que en un principio los testigos confundieron con detonación de explosivos.

### **Evaluación General**

El Ministerio Público informó que el incendio se originó por la acumulación de residuos y grasas al interior de la chimenea de la cocina del patio de comidas del Ycuá Bolaños provocando el inicio del fuego que luego se propagó por una tubería y finalmente llegó al interior del supermercado. De acuerdo a todas las evidencias encontradas, la chimenea de la parrilla del patio de comidas fue totalmente desmontada y cortada en secciones. De esta manera pudieron observar por dentro el contenido. El mismo procedimiento se realizó en la falsa chimenea de la panadería, que estaba ubicada encima de la cámara de maduración de masa. La tarea de investigación incluyó recolectar la mayor cantidad de piezas posibles del cielo raso, que fue una de las primeras secciones en desmoronarse. Los peritos encontraron suficiente material para determinar las condiciones en que se encontraban, porque no todos los sectores ardieron.

Esta tragedia ocurrida el 1º de Agosto de 2004 y que conmovió al país y al mundo, como a miles de paraguayos residentes en todas partes del planeta, despertó una gran solidaridad en el pueblo paraguayo hacia esas centenares de familias que perdieron a sus seres queridos en esa tragedia, pero no solo ellos recibieron el apoyo sino también para todos los bomberos voluntarios del país, quienes bajo ciertas encuestas tomadas por varios medios de comunicación del país fueron los más admirados por las tareas emprendidas en la tragedia entre ellos están también los policías y militares. En dicha ocasión la presencia de los bomberos fue fundamental y el trabajo emprendido para salvaguardar la mayor cantidad de vidas en ese momento fue rotundo. En esta tragedia se tuvo la presencia de varios cuerpos de bomberos voluntarios venidos del interior e inclusive de más de 400 Km. quienes no dudaron en apoyar el momento difícil que estaban atravesando sus pares de la capital, además de la presencia de dotaciones venidas de la Rca. Argentina. La población en general calificó de héroes a los voluntarios quienes inclusive se prestaron las molestias de donar fondos en colectas para poder reemplazar los equipos dañados durante la tragedia, entre ellos varios carros de bomberos descompuestos y elementos para el servicio.

**LISTADO DE OTROS ACCIDENTES<sup>20</sup>**

Año	Lugar	Sustancia involucrada	Tipo de Accidente	Daños	
				Muertos	Lesionados
2006	Abidján, Côte d'Ivoire	Sulfuro de hidrógeno, mercaptanos, hidróxido sódico		10	+100.000
2005	Huaian, China	Cloro	Escape	27	300
2005	Granetiville, Condado de Aiken, estado de South Carolina, EEUU	Cloro	Escape	9	260
2005	Pilar, Pcia. de Buenos Aires, Argentina	Hidrógeno	Explosión	0	4
2005	Lince, Perú	Solvente	Explosión	1	12
2004	Cromañon, Buenos Aires, Argentina	Evacuación/Gases	Incendio	200	+700
2004	Jorassan, Irán	Gasolina, fertilizantes y productos c/azufre	Incendio Explosión	300	235
2004	Ryongchon, Corea del Norte	Gasolina y Nitrato de Amonio	Explosión	161	+1.300
2004	Mihama, Japón	Vapor de Agua	Escape	4	7
2004	Joaquín V. González, Departamento Anta, Salta, Argentina	Combustible	Explosión	1	0
2004	Rosario, Santa Fe, Argentina	Extintor Incendio	Explosión	1	0
2004	Campana, Buenos Aires, Argentina	Residuos Peligrosos	Explosión	1	1
2004	Ciudad de Córdoba, Córdoba, Argentina	Gelamón, explosivo hecho con nitroglicerina y nitrocelulosa	Explosión	1	0
2004	Centro Espacial Satish Dhawan, India	Propelente sólido	Explosión	6	3
2004	Venta de Baños, Palencia, España	Caldera de Aceite	Explosión	2	2
2003	Concierto en Rhode Island - EEUU		Incendio	86	+187
2003	Club Epitome, Chicago, EEUU		Incendio	21	50
2003	Gaoqiao, China	Sulfuro hidrógeno	Escape gas pozo petróleo	240	9000
2003	Alcántara, Maranhao, Brasil.	Cohete	Explosión	16	20

<sup>20</sup> [http://www.redproteger.com.ar/escueladeseguridad/grandesaccidentes/grandes\\_accidentes.htm](http://www.redproteger.com.ar/escueladeseguridad/grandesaccidentes/grandes_accidentes.htm)

2003	Santa Cruz, Bolivia	Oxígeno	Explosión	2	s/d
2003	Veracruz, México	GLP	Explosión	4	62
2003	Asunción, Paraguay	Agro tóxicos	Incendio	0	800
2003	Puertollano, España	Gasolina	Explosión	8	3
2002	Discoteca, Caracas - Venezuela		Incendio	47	
2002	Lagos, Nigeria	Municiones	Explosión	1000	---
2002	Minot, Dakota del Norte, EE.UU.	Amoníaco	Escape	1	+ 60
2002	Alabama, EE.UU.	Bifenil	Escape	0	11
2002	Valdapeña, Ciudad Real, España	Mat. Radiactivo	Choque	1	0
2002	Nagpur Chawl, India	Cloro	Escape	0	+ 40
2002	Santovenia de Pisuerga, Valladolid, España.	Gasolina	Incendio	0	2
2002	Valencia, España	Pirotecnia	Explosión	2	s/d
2002	Joplin, EE.UU.	Pentaclorofenol y combustibles	Incendio	s/d	s/d
2002	Templetown, Reino Unido	Acetileno	Explosión	s/d	s/d
2002	County Durham, Reino Unido	Bromo	Escape	0	2
2002	Sulphur, USA	Etileno	Incendio Explosión	0	1
2002	East Bloomfield, USA	Ácidos	Escape	0	5
2002	Huangmao, China	Pirotecnia	Explosión	+ 40	s/d
2001	Mesa Redonda, Lima, Perú.	Pirotecnia	Explosión	300	+ 150
2001	Toulouse, Francia.	Fertilizantes	Explosión	39	2.500
2001	San Lorenzo, Santa Fe, Argentina.	Cereal	Explosión polvo	s/d	s/d
2000	Enschede, Países Bajos	Pirotecnia	Explosión	20	950
2000	Kinshasa, República Democrática del Congo	Municiones	Explosión	109	216
2000	Puerto General San Martín, Santa Fe, Argentina.	Cereal	Explosión polvo	s/d	s/d
1998	Yaundé, Camerún	Petróleo	Transporte	220	130
1997	Tokaimura, Tokio, Japón	Mat. Radiactivo	Explosión	0	37
1994	Cine en Karamay, Xinjiang, China		Incendio	325	
1993	Keibis, Olivos, Buenos Aires, Argentina	Evacuación	Incendio	17	---
1993	Remeios, Colombia	Petróleo	Vertido	430	---
1993	Bangkok, Tailandia	Plásticos	Incendio	240	547

1992	Kwangju, República Popular Democrática de Corea	LPG	Explosión	---	163
1992	Guadalajara, México.	Combustible	Explosión	200	1.500
1992	Paranaguá, Brasil.	s/d	Explosión polvo	s/d	s/d
1991	Veracruz, México	Plaguicidas	Incendio	+ 87	1.300
1991	Israel	Forraje	Explosión polvo	s/d	s/d
1991	T' aichung, Taiwán	Harina	Explosión polvo	s/d	s/d
1991	Japón	Hexano	Explosión	8	s/d
1989	Pasadena, Texas, EE.UU.	Plásticos	Incendio	s/d	s/d
1988	Deer Park, Texas, EE.UU.	Oxido de Etileno	Explosión	0	s/d
1988	Mar del Norte, a unos 180 km de la Costa de Aberdeen.	Petróleo	Explosión	166	s/d
1988	General Lagos, Santa Fe, Argentina.	Cereal	Explosión polvo	1	6
1988	Kingston, Jamaica.	Harina	Explosión polvo	s/d	s/d
1987	Goiana, Brasil	Cesio 137	Radiación	s/d	s/d
1987	Harbin, China.	Lino	Explosión polvo	s/d	s/d
1987	Oslo, Noruega.	Cereal	Explosión polvo	s/d	s/d
1986	Kennedy, EE.UU.	Hidrógeno	BLEVE	7	s/d
1986	Newcastle, Australia.	s/d	Explosión polvo	s/d	s/d
1985	Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina.	Cereal	Explosión polvo	4	20
1985	York, Nebraska, EE.UU.	Cereal	Explosión polvo	s/d	s/d
1985	Alberta, Canadá	Forraje	Explosión polvo	s/d	s/d
1984	Bhopal, India.	Isocianato metilo	Escape	3.500	200.000
1984	San Juan de Ixhuatepec -México DF, México.	GLP	BLEVE	1.500	+ 4.200
1984	Cork, Irlanda	Cereal	Explosión polvo	2	0
1983	Reserve, EE.UU.	Clorobutadieno	BLEVE	3	s/d
1983	Houston, EE.UU.	Bromuro de metilo	BLEVE	2	s/d
1983	Hamburgo, República Federal de Alemania.	Cereal	Explosión polvo	1	10
1982	Tacoa, Venezuela	Fuel-Oil	Boilover	s/d	+ 150
1982	Spencer, EE.UU.	Agua	BLEVE	7	s/d

1982	Taft, EE.UU.	Acroleína	BLEVE	0	s/d
1982	Tiene, Bélgica	Azúcar	Explosión polvo	4	s/d
1982	Metz, Francia	Malta	Explosión polvo	12	10
1982	Rabat, Marruecos.	Harina	Explosión polvo	s/d	s/d
1982	Jackson, Mississippi, EE.UU.	Hexano	Incendio	2	1
1981	Montones, México.	Cloro	BLEVE	29	s/d
1981	Bangkok, Tailandia	Cereal	Explosión polvo	s/d	s/d
1981	Corpus Christi, EE.UU.	s/d	Explosión polvo	s/d	s/d
1980	Canadá	s/d	Explosión polvo	s/d	s/d
1979	Good Hope, EE.UU.	Butano	BLEVE	12	s/d
1979	Lérida, España.	Cereal	Explosión polvo	10	18
1979	Bremen, República Federal de Alemania.	Harina	Explosión polvo	14	17
1979	Novosibirsk, Federación de Rusia	Explosión	---	300	
1978	Santa Cruz, México.	Metano	Incendio	52	--
1978	Waverly, EE.UU.	Propano	BLEVE	12	s/d
1978	Baltimore, Maryland, EE.UU.	Dióxido de azufre	Escape	---	100
1978	Chicago, Illinois, EE.UU.	Acido sulfhídrico	Escape	8	29
1978	Camping de Los Alfaques, San Carlos de la Rápita, España.	Propileno	BLEVE	216	s/d
1978	Texas City, EE.UU.	Butano	BLEVE	7	s/d
1977	Cartagena, Colombia	Amoníaco	BLEVE	30	25
1977	Westwego, Louisiana, EE.UU.	Cereal	Explosión polvo	s/d	s/d
1976	Seveso, Italia.	Dioxina/TCDD	Escape	---	2.000
1976	Houston, EE.UU.	Amoníaco	BLEVE	6	s/d
1976	Gadsden, EE.UU.	Gasolina	BLEVE	3	s/d
1976	Oslo, Noruega	Cereal	Explosión polvo	s/d	s/d
1976	Galena Park, Louisiana, EE.UU.	s/d	Explosión polvo	s/d	s/d
1975	Eagle Paas	Propano	BLEVE	16	s/d
1975	Beek, Países Bajos.	Propileno	Explosión	14	107
1975	Niagara Falls, EE.UU.	Cloro	BLEVE	4	s/d
1975	Vancouver, Canadá.	s/d	Explosión polvo	s/d	s/d

1974	Decatur, Illinois - EE.UU..	Propano	Explosión	7	152
1974	Flixborough, Reino Unido.	Ciclohexano	Explosión	28	89
1974	Cubatao, Brasil.	Gasolina	Incendio	500	---
1974	West St. Paul, EE.UU.	Propano	BLEVE	4	s/d
1974	Oreonta, EE.UU.	Propano	BLEVE	0	s/d
1974	Puebla, EE.UU.	Propano	BLEVE	0	s/d
1974	Clyde, Texas, EE.UU.	Dinamita	Explosión	4	2
1973	Pryor, Oklahoma, EE.UU.	Nitrato amónico	Explosión	s/d	s/d
1973	Staten Island, Nueva York, EE.UU.	GNL	Incendio	40	---
1973	Kingman, EE.UU.	Propano	BLEVE	13	s/d
1972	Río de Janeiro, Brasil	Propano	BLEVE	37	s/d
1972	East St. Louis, Illinois - EE.UU.	Propileno	Explosión	0	230
1972	New Jersey, EE.UU.	Propileno	BLEVE	2	s/d
1972	Tewksbury, EE.UU.	Propano	BLEVE	2	s/d
1972	San Antonio, EE.UU.	CO <sub>2</sub>	BLEVE	0	s/d
1971	Houston, EE.UU.	VCM	BLEVE	1	s/d
1970	Crescent City, EE.UU.	Propano	BLEVE	0	s/d
1970	Baton Rouge, EE.UU.	Etileno	BLEVE	0	s/d
1970	Stavanger Havneseilo, Noruega.	Cereal	Explosión polvo	s/d	s/d
1969	Repcelak	CO <sub>2</sub>	BLEVE	9	s/d
1969	Crete, EE.UU.	Amoníaco	BLEVE	8	s/d
1969	Glendara, EE.UU.	VCM	BLEVE	0	s/d
1968	Pernis - Países Bajos.	Residuos Petróleo	Explosión	2	85
1968	Lieven, Francia	Amoníaco	BLEVE	5	s/d
1968	Donruth, EE.UU.	Oxido de etileno	BLEVE	0	s/d
1967	Lake Charles, Luisiana - EE.UU.	Isobutano	Explosión	7	13
1966	Feyzin, Francia.	GLP	BLEVE	18	90
1966	EE.UU.	Hexano	Incendio	0	0
1964	Marshal Creek, PA, EE.UU.	Dinamita	Explosión	6	13
1962	Doe Run, EE.UU.	Oxido etileno	BLEVE	1	s/d
1960	Traskwood, Arkansas, EE.UU.	Nitrato amónico	Explosión	s/d	s/d
1959	Weldria, EE.UU.	Propano	BLEVE	23	s/d
1959	Kansas City, EE.UU.	Gasolina	BLEVE	5	s/d
1958	Michigan, EE.UU.	Butano	BLEVE	1	s/d
1957	Quebec, Canada	Butano	BLEVE	1	s/d
1954	Bitburg - República Federal de Alemania.	Querosén	Explosión	32	16

1954	Institute, EE.UU.	Acroleína	BLEVE	0	s/d
1953	Mar Rojo	Nitrato amónico	Explosión	s/d	s/d
1952	Walsum, República Federal de Alemania.	Cloro	BLEVE	7	---
1951	Port Newark, EE.UU.	Propano	BLEVE	0	s/d
1950	Poza Rica, México.	Fosgeno	Escape	10	---
1948	Ludwigshafen - República Federal de Alemania.	Eterdimetilico	BLEVE	245	3.800
1947	Roerno, Finlandia	Cloro	BLEVE	19	s/d
1947	Texas City, Texas, EE.UU.	Nitrato amónico	Explosión	468	s/d
1947	Brest, Francia	Nitrato amónico	Explosión	s/d	s/d
1944	Port Chicago, EE.UU.	Municiones	Explosión	322	s/d
1944	Cleveland, Ohio, EE.UU.	Metano	Incendio	136	77
1943	Ludwigshafen, República Federal de Alemania.	Butadieno	BLEVE	57	s/d
1938	Zarnesti, Rumania	Cloro	BLEVE	60	s/d
1929	Syracusa, EE.UU.	Cloro	BLEVE	1	s/d
1928	Hamburgo, Alemania	Fosgeno	BLEVE	10	s/d
1926	Saint Auban, Francia	Cloro	BLEVE	19	s/d
1865	Río Mississippi, EE.UU.	Caldera	Explosión	1.547	s/d

## 2) ¿QUE ES LA MITIGACIÓN?

La seguridad tiene como herramienta de trabajo básica y fundamental a la prevención, definida básicamente con las actividades que se desarrollan para evitar que sucedan lo accidentes o eventos no deseados; si esto no da resultado o falla viene la segunda herramienta que le sigue en orden de importancia que es la protección, definida como todo aquello que se interpone entre el peligro y el objeto que está siendo dañado y cuyo objetivo es limitar el nivel de daño que éste recibe, pero no siempre los elementos de protección son 100% efectivos, muchas veces sólo evitan o controlan una parte del daño y por consiguiente las personas, las máquinas, equipos e instalaciones y el medio ambiente son dañados. Pero la particularidad de éste daño es que evoluciona con el tiempo, afecta a otras instalaciones y el mismo se propaga hasta que algo hace que se detenga. Aquí aparece la tercera y última herramienta disponible para el control de los daños que evolucionan, y esa es la mitigación, entendida como aquellas actividades que realiza una organización para controlar el daño que evoluciona. Si la empresa no se organiza y prepara de antemano para el control de los daños que evolucionan, pone en peligro no sólo las vidas de sus trabajadores y vecinos, sino a la propia empresa y a la continuidad del negocio.

El Plan de Emergencia es la última herramienta que tiene disponible una organización para salvarse, porque si no se prepara, al momento del accidente queda a disposición de la suerte y de la capacidad de un puñado de personas no organizados para lograr controlar el daño.



### 3) PORQUE UN PLAN DE EMERGENCIA

**Es mejor estar preparado para algo que no va a suceder, a que nos suceda algo para lo cual no estamos preparados.**

**La experiencia nos enseña que las "experiencias" son aplicables un evento posterior al del aprendizaje.**

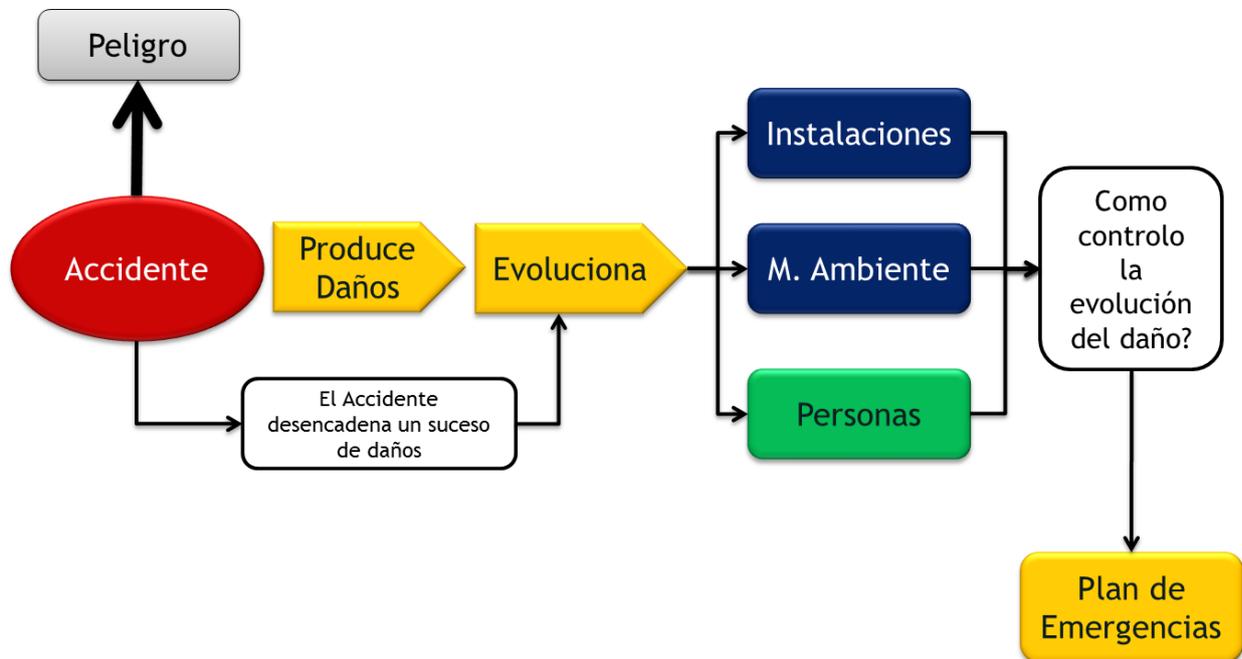
Quizás la simpleza de esta pregunta radique es buscar una respuesta con un poco de mayor profundidad para evitar caer en obviedades.

Se desarrollan planes de emergencia porque hay accidentes y éstos no sólo generan daño en un determinado y puntual momento de la historia, sino, que estos daños evolucionan en el tiempo.

El peligro muestra su peor cara desencadenando un accidente y produciendo daños en las personas, las máquinas, equipos e instalaciones y en el medio ambiente; se hace necesario por consiguiente controlar el daño que evoluciona y no generar nuevos daños en pos de ayudar. Para llevar adelante las medidas de control de éstos daños se debe implementar un Plan de Emergencias.

El pensamiento tradicional supone la emergencia sólo para algunos tipos de accidentes o sólo a partir de la ocurrencia del mismo. Actualmente esta idea ha evolucionado a un concepto más integral en el tiempo y esto viene de la mano con el concepto de lo que es un accidente.

Si consideramos al accidente como un evento en evolución, es decir, que se va gestando en el tiempo y que en un determinado momento de esta gestación ocurre el daño, entonces debemos ampliar la idea de emergencia también a la etapa de evolución de este accidente con la idea de evitar la ocurrencia de daño.



Si en algunos casos o situaciones podemos darnos cuenta de que se va a producir un daño, entonces el plan de emergencia debe de estar preparado para dar cuenta de esta situación y controlarla a tiempo. Podemos llamar a esto un plan de emergencia preventivo.

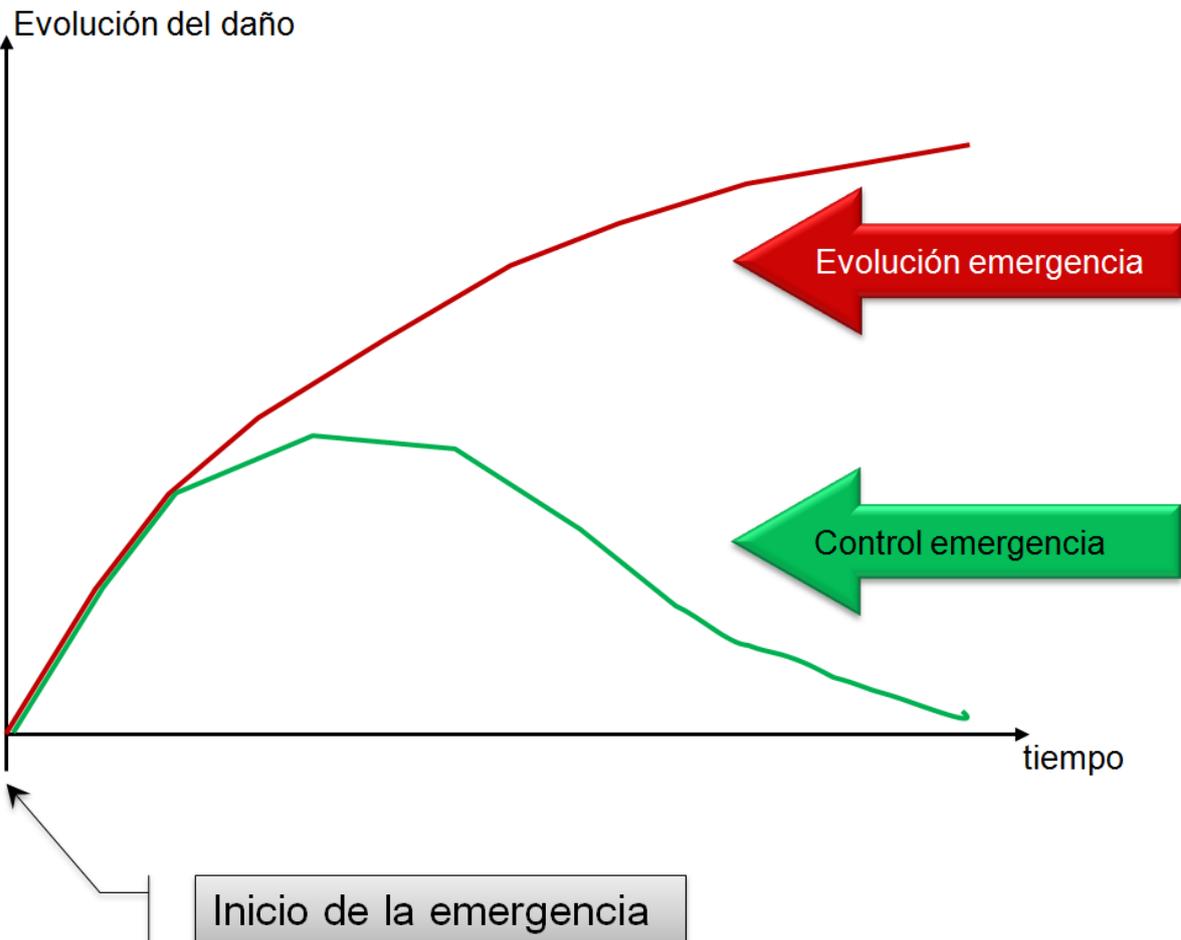
En esta idea integral o ampliada de Plan de Emergencia los que intervienen son TODOS, en una primera etapa, cuando el accidente se está gestando y se advierte un posible daño, los encargados principales del control o restauración de las condiciones normales de proceso, son el personal que lo operan. Ocurrido el primer daño, los que habitualmente intervienen, por la cercanía del mismo y responsabilidad operativa, son el personal del sector, y a esto se lo llama PRIMERA INTERVENCIÓN, y ésta deja lugar posteriormente a la Brigada de Emergencia o de SEGUNDA INTERVENCIÓN, ya más especializada y preparada en el tema. Existe un tercera intervención y es la que está en manos del ESTADO.

Una de las situaciones más crítica es el paso de la PRIMERA INTERVENCIÓN a la BRIGADA DE SEGUNDA INTERVENCIÓN. ¿Porque? Habitualmente suele suceder que el personal que opera la planta cree tener el control de la misma, cree que está siempre bajo su control aun cuando el problema ya se les escapo de sus manos. Está creencia está reforzada por la responsabilidad que sienten o tienen en la gestación del problema.

No hay momento justo de cambio de tipo de intervención, no hay como poder definirlo. La realidad nos enseña que por un determinado tiempo la primera intervención y la segunda conviven. Esta transición puede optimizarse en la medida que se prepare para la emergencia al personal que opera las plantas industriales o de proceso. No necesariamente tienen que ser parte de la Brigada de Segunda Intervención, pero si éstos están preparados para un control primario de daños las consecuencias son muy positivas en la reducción del nivel posterior de daño, en una transición más ordenada y en no agravar el daño por desconocimiento en el control del mismo.

#### 4) EVOLUCION DE LA EMERGENCIA

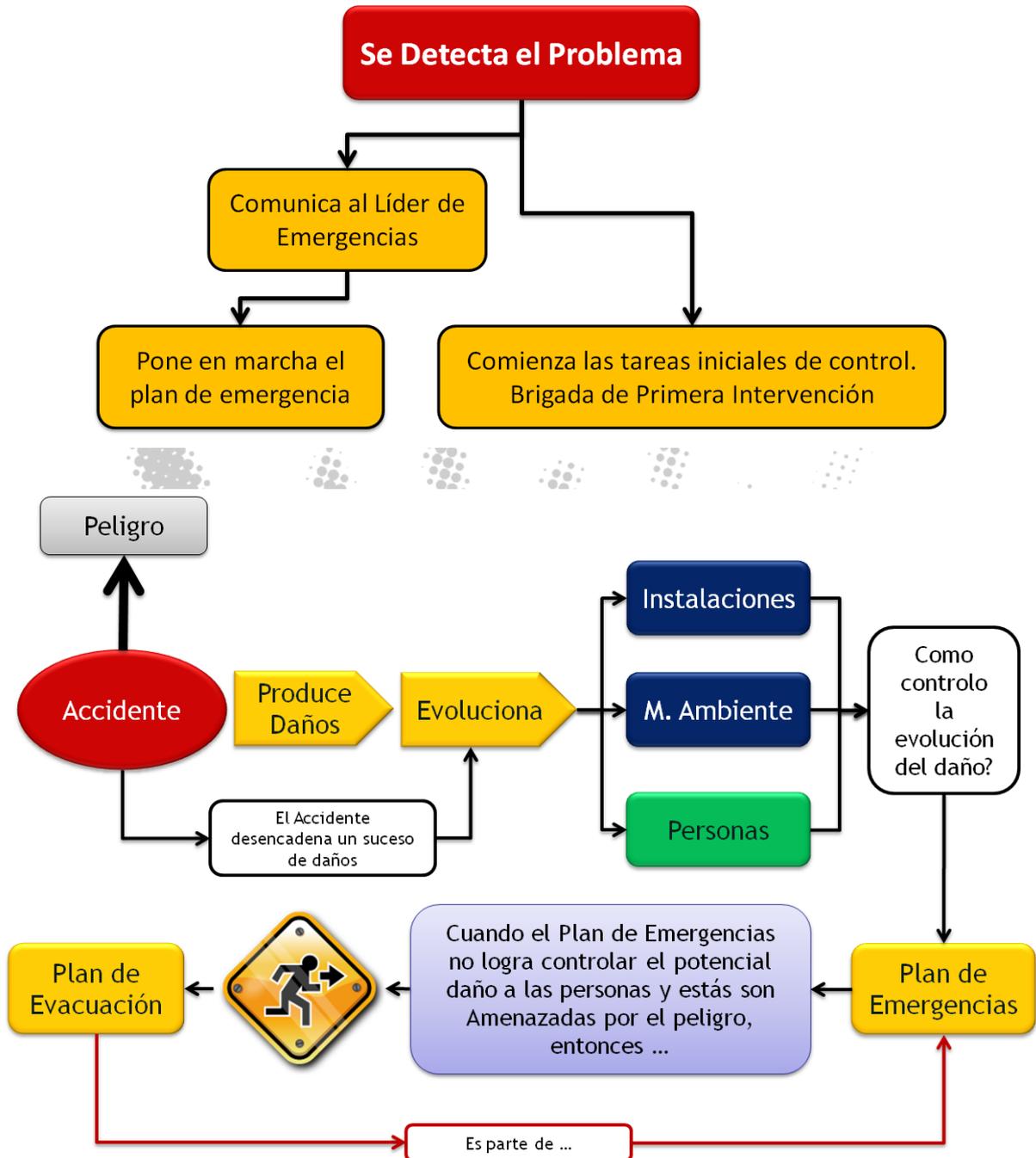
El daño evoluciona en el tiempo y no se detiene hasta que algo ocurre, se termina el material combustible que se estaba quemando, se derrumba el edificio, las personas empiezan a morir o hasta que se pone en marcha el Plan de Emergencia. Si éste Plan fue bien diseñado, implementado y mantenido, logrará controlar y minimizar el daño.



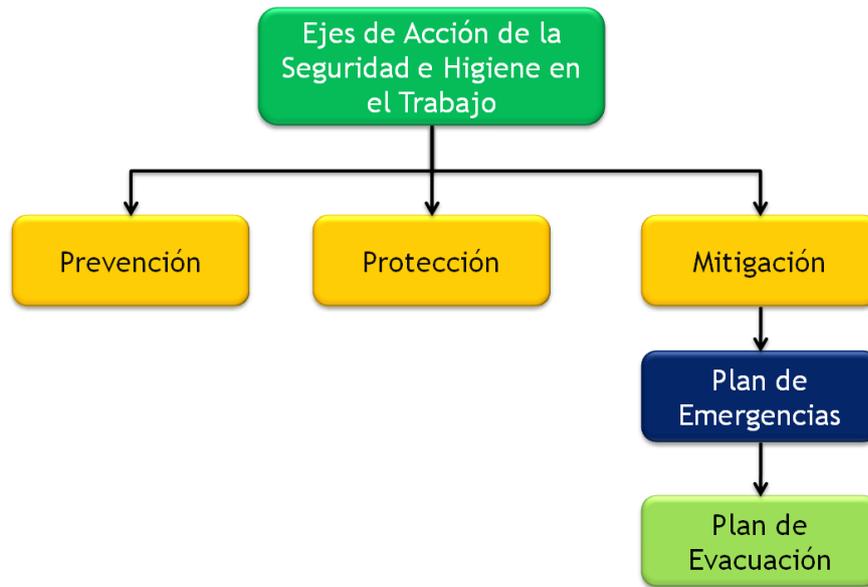
A partir de que alguien o algo detecta o se encuentra con un problema como por ejemplo un principio de incendio, un escape de gas, una persona tirada en el piso, una explosión, etc., se desencadenan varios procesos a saber:

- El primero ellos es SIEMPRE avisar a quien en la empresa tiene a cargo el control de las emergencias, denominado a veces, Líder de Emergencias.
- Mientras esta persona pone en marcha el Plan de Emergencias correspondiente, el que detecta o encuentra el problema DEBE hacer el control inicial del problema (Brigada de Primera Intervención) siempre y cuando esté capacitado y entrenado adecuadamente, y tenga a mano los recursos necesarios, sino debe esperar a que el personal integrante del Plan de Emergencias (Brigada de Segunda Intervención) se haga presente en el lugar para tomar el control de la situación.
- Si el Plan de Emergencia es efectivo se limita o evita el daño pudiendo las actividades productivas volver a la normalidad. Pero si en cambio el control del daño

se ve dificultado y el peligro que lo genera pone en amenaza la vida de los trabajadores, clientes, visitantes o vecinos, se hace absolutamente indispensable SACAR a estas personas a un lugar más seguro, y entonces se debe poner en marcha el Plan de Evacuación.



El Plan de Evacuación por consiguiente es parte integral del Plan de Emergencias, que se desarrolla para dar respuesta al eje de la mitigación de la seguridad.



## 5) QUE ES UN PLAN

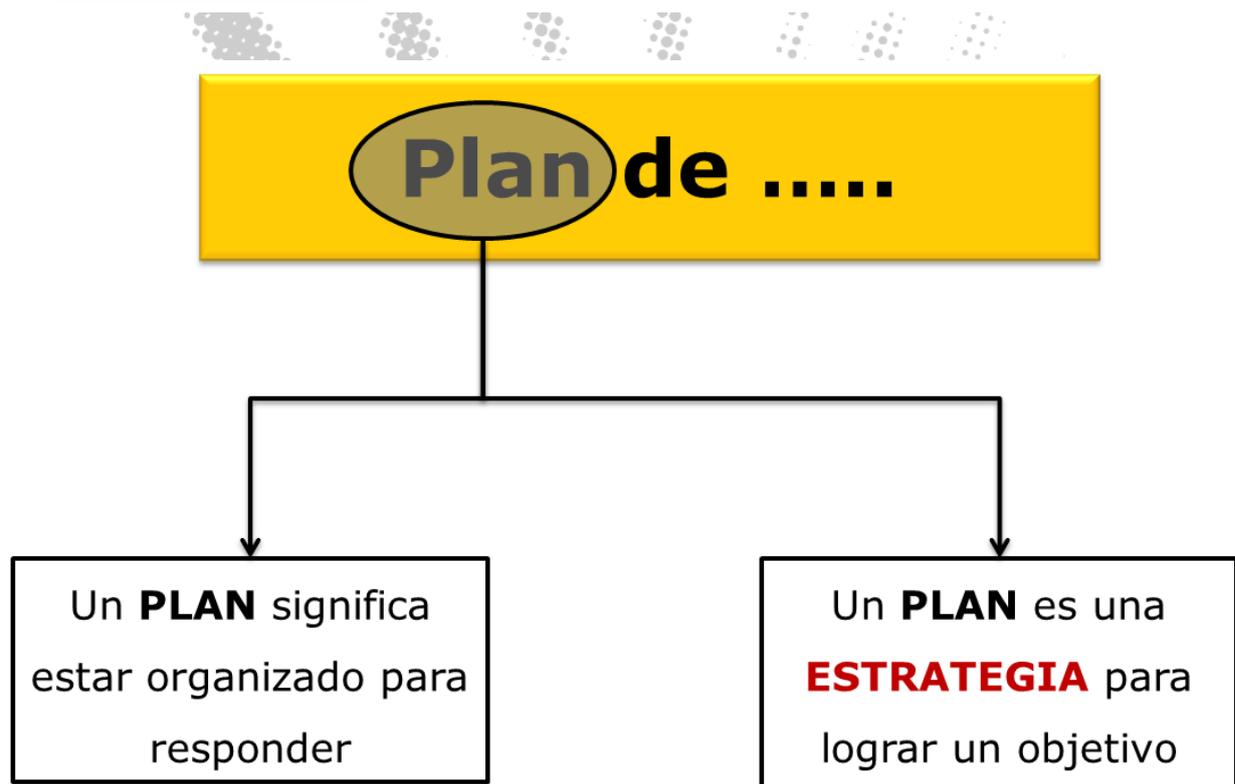
Un **PLAN** significa estar organizado para responder.

La incertidumbre sobre la posible ocurrencia de una emergencia y los múltiples casos presentados nos han enseñado que para afrontar con éxito la situación la única fórmula válida, además, de la prevención, es la planeación anticipada de las diferentes alternativas y acciones a seguir. Debido a que en el esquema normal de respuesta en caso de emergencia, la presencia de los organismos especializados de socorro requiere de un mínimo de tiempo, y a la dinámica misma del desarrollo de una emergencia, es necesario que las personas involucradas en un evento de esta naturaleza puedan ponerse a salvo en el menor tiempo posible. Lo anterior ha dado origen a los planes de evacuación, de cuyo diseño nos ocuparemos en el presente.

Un Plan tiene que cubrir estos tres importantes puntos:

- **Organización:** hablamos de personas y una estructura de mando. Para quien va dirigido y por quienes está dirigido.
- **Recursos:** las herramientas y los medios necesarios para hacer frente a cada una de las emergencias que se nos pueden presentar, nada se puede hacer sin recursos.
- **Procedimientos:** son los pasos que esta organización tiene que dar, para que, con los recursos y organización previstos, puedan hacer frente a la emergencia y minimizar los daños.

Un Plan se desarrolla en un contexto tanto sea interno como externo a la organización. Este contexto es social, político, económico, geográfico, climático, etc., y muchas de estas situaciones no son modificables. Este contexto es la realidad concreta en la que se debe desarrollar el Plan de Evacuación.



La palabra ESTRATEGIA tiene al menos tres usos:

- Búsqueda de la ventaja.
- Medios empleados en la obtención de ciertos fines.
- Obtener la victoria.

El uso que más se aproxima al de un Plan de Evacuación es el de la BÚSQUEDA DE LA VENTAJA necesaria para salir físicamente ileso de una emergencia. Con el Plan de Evacuación no se busca derrotar a la emergencia que nos daña, sino escapar de ella, es decir obtener una ventaja, la necesaria para escapar.

El Plan de Emergencia está asociado al uso de OBTENER LA VICTORIA contra el "enemigo", que en este caso es una emergencia que evoluciona generando daños.

A diferencia de los planes mencionados, un Plan de Aprendizaje o de capacitación no busca ni la victoria ni la ventaja sobre otros, como puede ser un plan comercial, en este caso se persigue un fin.

## 6) DEFINICIONES

Es importante trabajar y dejar en claro las definiciones sobre el tema que se está desarrollando. Las definiciones permitirán poner un marco de referencia para saber que es cada quien y que se incluye dentro de las mismas.

### 6.1) Emergencia

- Suceso, accidente que sobreviene.
- Situación de peligro o desastre que requiere una acción inmediata.
- Que se lleva a cabo o sirve para salir de una situación de apuro o peligro.

Estas tres definiciones fueron obtenidas del Diccionario de la Real Academia Española y no logran definir el trasfondo de lo qué es una emergencia, aunque tampoco están erradas, por lo que se hace necesario trabajar en otra definición técnicamente más apropiada.

Aunque existen muchas definiciones, la que más se acerca es:

*"Una emergencia es en sí todo aquello que ocurre inmediatamente posterior al accidente, o toda situación grave o problemática que está evolucionando con miras a producir un accidente con daño, es decir, un accidente en evolución."*

La emergencia en sí misma no implica preparación previa de parte de la empresa, una emergencia cuando evoluciona produce distintos tipos de daños, estos avanzan, se mueven y evolucionan hasta extinguirse; en el medio, quienes son afectados por esta accidente en evolución, reaccionan y toman acciones para escapar, controlar los daños, evacuar a la gente, etc.

Una emergencia es sí misma es un DESCONTROL.

### 6.2) Evacuación

- Desocupar algo.
- Desalojar a los habitantes de un lugar para evitarles algún daño.

Estas dos definiciones fueron obtenidas del Diccionario de la Real Academia Española y son técnicamente bastante adecuadas.

### 6.3) Plan de Emergencia

Se define como Plan de Emergencia a la organización, a los recursos y a los procedimientos, con el objetivo de controlar los daños que evolucionan posterior a los accidentes de cualquier tipo.

La diferencia entre la emergencia y un PLAN DE EMERGENCIA, es la organización, lo que se trata de hacer al organizarse para enfrentar a una emergencia, no es prevenirla, eso es trabajo de la prevención de la seguridad, sino, estudiar qué y cómo podría pasar para estar preparados, para poder hacerle frente y minimizar los daños que se pueden producir.

### 6.4) Plan de Evacuación

Se define como Plan de Evacuación a la organización, los recursos y los procedimientos, tendientes a que las personas amenazada por un peligro (incendio, inundación, escape de gas, bomba, etc.) protejan su vida e integridad física, mediante su desplazamiento hasta y a través de lugares de menor riesgo.

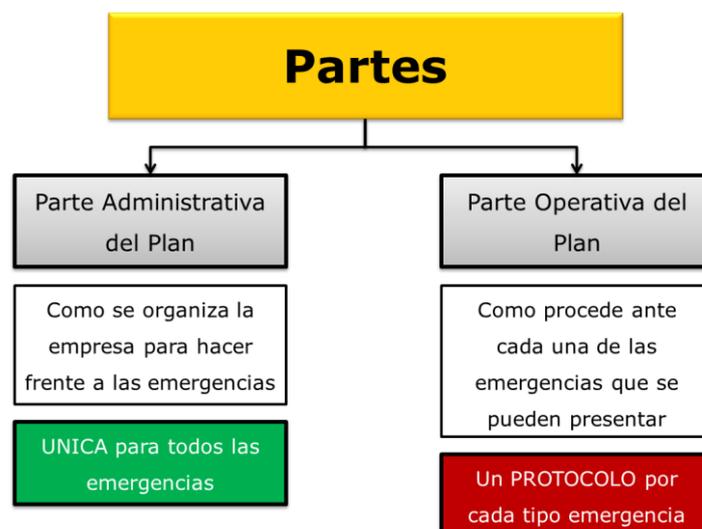
No hay que confundir la evacuación con el Plan de Evacuación. El primero sólo habla de personas que salen, el segundo de personas que salen en forma organizada.

## 7) PARTES COMPONENTES DE LOS PLANES DE EMERGENCIA

Mucha bibliografía especializada divide al Plan de Emergencia en dos grandes áreas:

Etapa Administrativa: básicamente esta etapa está compuesta por la Organización, es decir hablamos de personas bajo una estructura de mando. Es la parte del plan que define y determina cómo se organiza o reorganiza la empresa para hacer frente a las emergencias.

Etapa Operativa: Son los procedimientos o protocolos, es decir, los pasos ordenados, que esta organización tiene que dar, para que, con los recursos previstos, puedan hacer frente a la emergencia y minimizar los daños. Esta etapa es conocida también como respuesta a la emergencia.



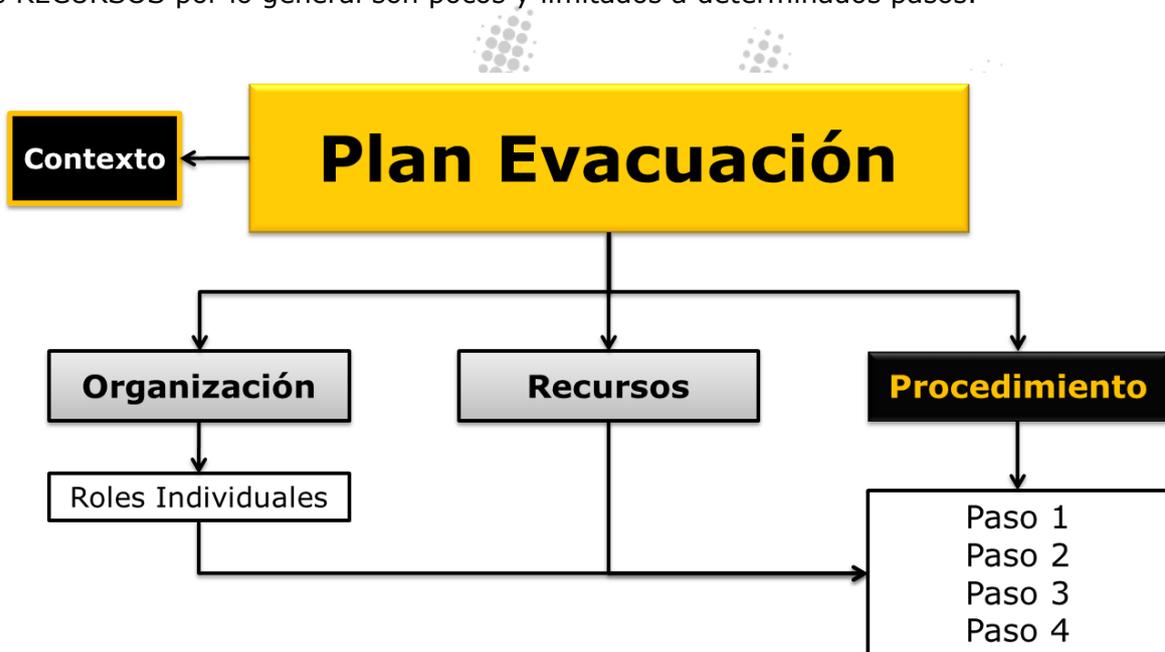
Tanto el Plan de Emergencia como el Plan de Evacuación parten de un mismo concepto en cuanto a la idea de qué es un Plan. Estos dos planes tienen la misma estructura: organización, recursos y procedimiento con el fin de alcanzar un objetivo, aun cuando este último cambie.

Aunque la estructura básica en ambos es la misma, lo diferencia algunos detalles que pasaremos a mostrar.

El Plan de Evacuación es básicamente un PROCEDIMIENTO, donde la organización del plan se limita solamente a ROLES individuales que van apareciendo en pasos determinados, se ejecuta la tarea establecida en el momento definido y el rol desaparece, pasando la persona que la ejecuta a ser un evacuado más.

El Plan de Evacuación puede ser de ejecución autónomo o ejecución guiada. Un plan de evacuación del tipo autónomo es aquél que antes de las señales establecidas todas las personas salen solas sin necesitar ayuda, salvo aquellas que por su condición necesitan de apoyo para moverse. Un plan guiado es aquél donde las personas a ser evacuadas necesitan de colaboración y guiado de otras personas más preparadas y capacitadas, como por ejemplo en una escuela, un hospital, etc.

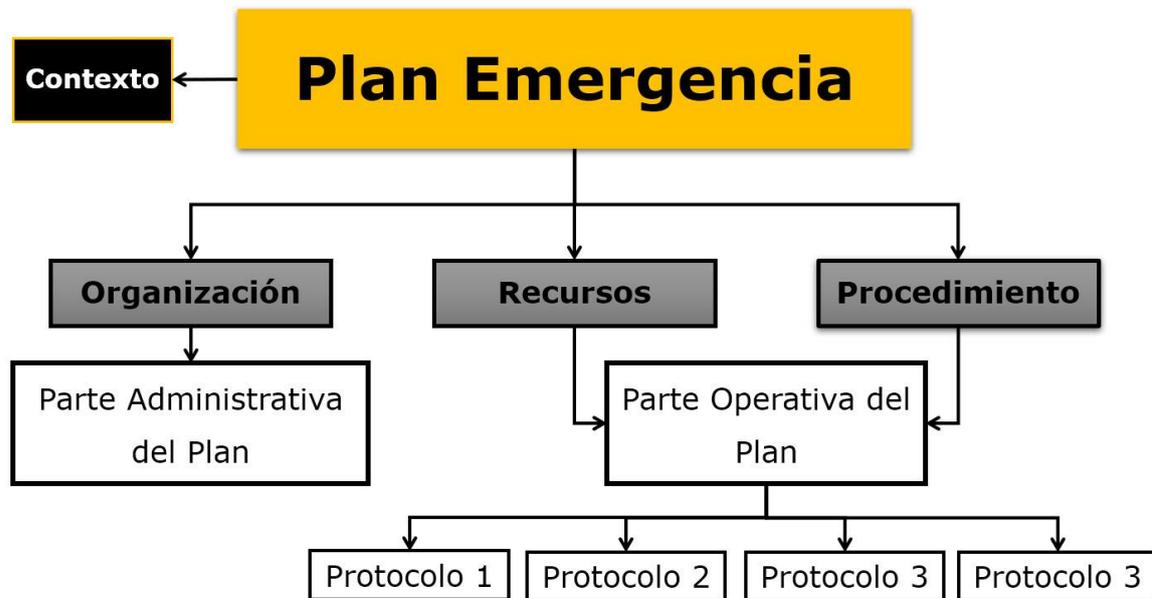
Los RECURSOS por lo general son pocos y limitados a determinados pasos.



El Plan de Emergencia es más complejo en su estructura dada la dinámica del accidente, el daño evoluciona y no siempre es posible estimar como y hacia dónde. Hay muchas posibles emergencias distintas y la empresa debe tener una estructura organizativa lo más completa y flexible posible para dar respuesta a todos sus problemas, aún para aquellos sobre los cuales no se haya preparado.

Los recursos son más complejos, se deben tener por lo general un nivel de equipamiento en cantidad y variedad muy grande, además, muchos de ellos son específicos sólo para algunos tipos de accidentes.

Cada Protocolo de Intervención necesita capacitación y entrenamiento específico, muchas veces de alta complejidad, y recursos específicos.



## 8) ETAPAS DE EJECUCIÓN DE UN PLAN

Hay que desarmar la idea de que un PLAN de emergencias y/o evacuación es sólo una serie de papeles escritos guardados en una carpeta.

### ***¿Qué estamos haciendo cuando un cliente o el empleador nos pide un Plan de...?***

- Por lo general es formular el plan en un informe escrito y entregarlo.

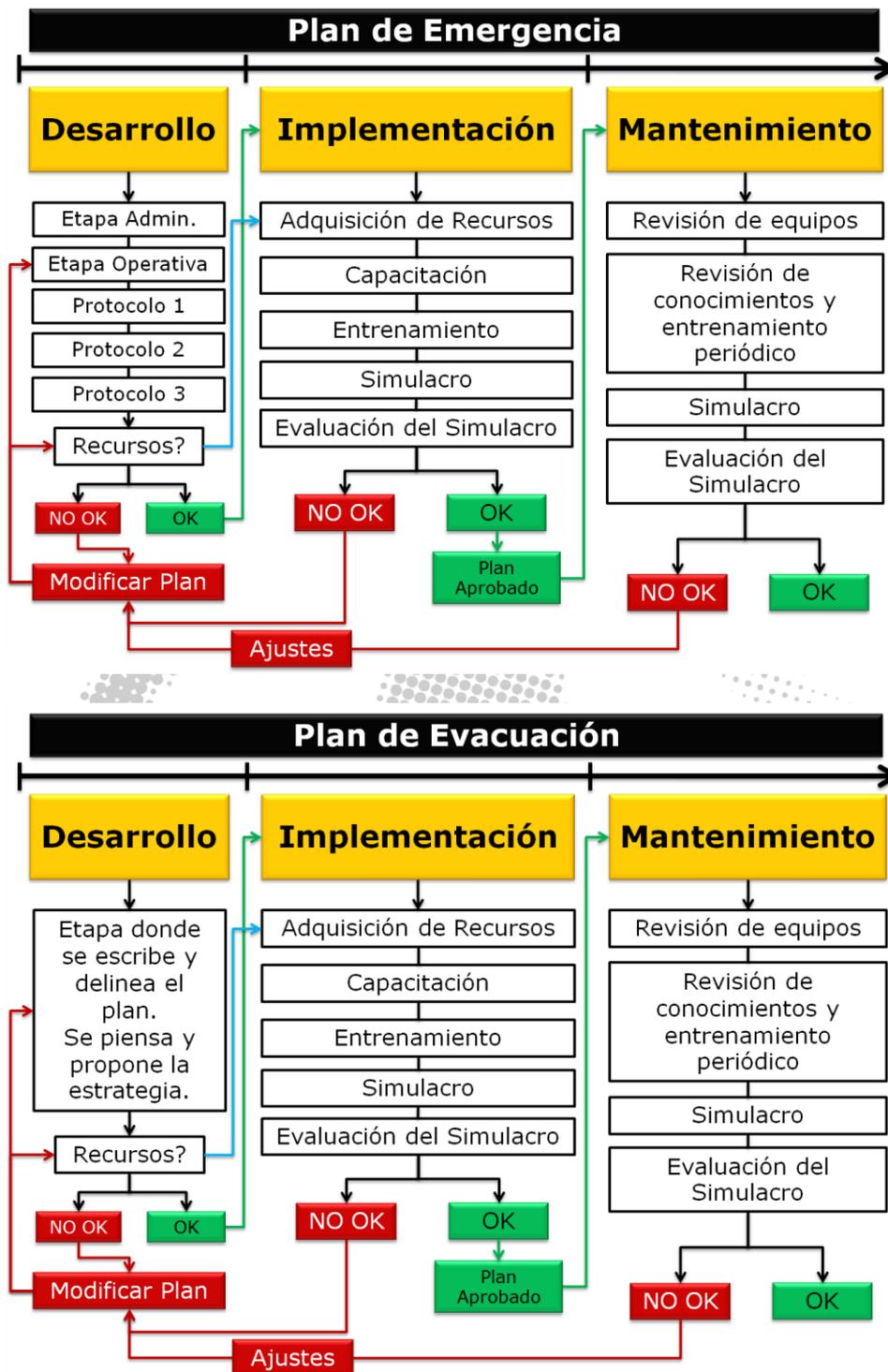
Pero lejos está eso de conformar un plan que cumpla con los objetivos definidos. Si sólo se entrega un informe escrito como si eso sólo conformara la idea de plan y que sólo eso va a cumplir con el objetivo, podemos estar sin saberlo, engañando a un cliente o empleador, quien no tiene por qué saber lo que es un plan de emergencias y evacuación.

Para que un Plan pueda intentar cumplir con los objetivos previsto es necesario que se ejecute siguiendo al menos las tres etapas básicas indicados:

- Desarrollo, diseño o preparación. Etapa que tiene como finalidad diseñar el Plan en el "tablero", es decir, construir una idea y llevarla a los papeles, pensar en base a hipótesis que puede pasar y cómo se va a llevar adelante la mitigación de los distintos problemas, además, de los pasos a dar para evacuar a las personas. Una vez que el "anteproyecto de plan" está listo debe ser puesto a consideración de las autoridades de la empresa para que vean la factibilidad económica, administrativa y técnica. También es una muy buena práctica que los trabajadores participen en las distintas etapas de diseño y ejecución.
- Implementación. Una vez que el anteproyecto ha sido aprobado es necesario pensar los pasos a dar para llevar adelante todo lo pensado. Hay que empezar por adquirir los recursos, aprender a usarlos, hacer cursos de capacitación general y específica a todo los trabajadores, realizar entrenamientos hasta llegar al simulacro. Terminado el simulacro es indispensable hacer una evaluación del mismo. Si el comité de evaluación no da su aprobación es necesario ver que salió mal y volver al tablero de diseño, si el Comité de Evaluación da el aprobado el Plan se convierte en operativo o funcional.

- **Mantenimiento.** Estando los planes operativos o funcionales queda asegurar de que todo lo pensado e implementado esté en condiciones de funcionar correctamente en el momento de tener el problema. Hay que revisar equipos, hacerles mantenimiento, revisar conocimientos, saber si las personas que tienen un rol asignados se acuerdan lo que deben hacer, hay que volver a hacer simulacros y finalmente evaluarlo.

Este es un ciclo que nunca termina porque en realidad después de que termina un simulacro, aunque todo salga bien, siempre habrá aspectos que mejorar, nuevos equipos que se incorporan, nuevas tecnologías, cambios en los procesos industriales, etc.



## 9) RELACIÓN ENTRE LAS EMERGENCIAS Y LA EVACUACIÓN

Ni bien se inicia un problema (por ejemplo un incendio), además, de empezar a generar daños que van en aumento, se comienza con un proceso que termina por producir condiciones críticas que impiden o comprometen seriamente la integridad de las personas a ser evacuadas. Para el caso de un incendio, por ejemplo, podemos hablar de temperaturas por encima de los 150°C, concentraciones de oxígeno menores al 7%, monóxido de carbono por encima del 1% y dióxido de carbono en concentraciones superiores al 12% en el aire, visibilidad menor a 3 metros, o condiciones de Flashover (temperatura a nivel de techo superiores a 600°C). Este tiempo se denomina **Tiempo Límite del Riesgo (TLR)**, y es el tiempo transcurrido desde el inicio del problema hasta la aparición de alguna de las condiciones críticas que impidan la evacuación.

El **TLR** es función de las condiciones del desarrollo del peligro combinadas con las características de la edificación y los sistemas de protección tanto activos como pasivos.

Lo anterior significa, por ejemplo, que si las personas que ocupan un sector tienen 2,5 minutos para llegar a un "sitio seguro" o mejor dicho de menor riesgo del que están escapando y se demoraran más de dicho tiempo, significaría que su integridad se vería comprometida y la evacuación seriamente amenazada.

En este proceso es importante tener en cuenta que un "sitio seguro" no es necesariamente la calle y mucho menos el punto de encuentro (aunque en un momento dado podría serlo). Un sitio seguro es aquel separado del peligro ya sea por construcción, equipos o distancia. Generalmente en una edificación que cumple normas, este sitio seguro es la escalera (cuando la misma está compartimentalizada por muro corta fuego y puerta de incendios adecuada). Por ejemplo un sitio seguro para una amenaza de bomba se encuentra a no menos de 200 metros hacia los laterales del epicentro de amenaza. Para una situación de amenaza por posible BLEVE el lugar seguro podría llegar a ser más de 500 metros, siempre y cuando no haya nada más que pueda explotar producto de la primera explosión.

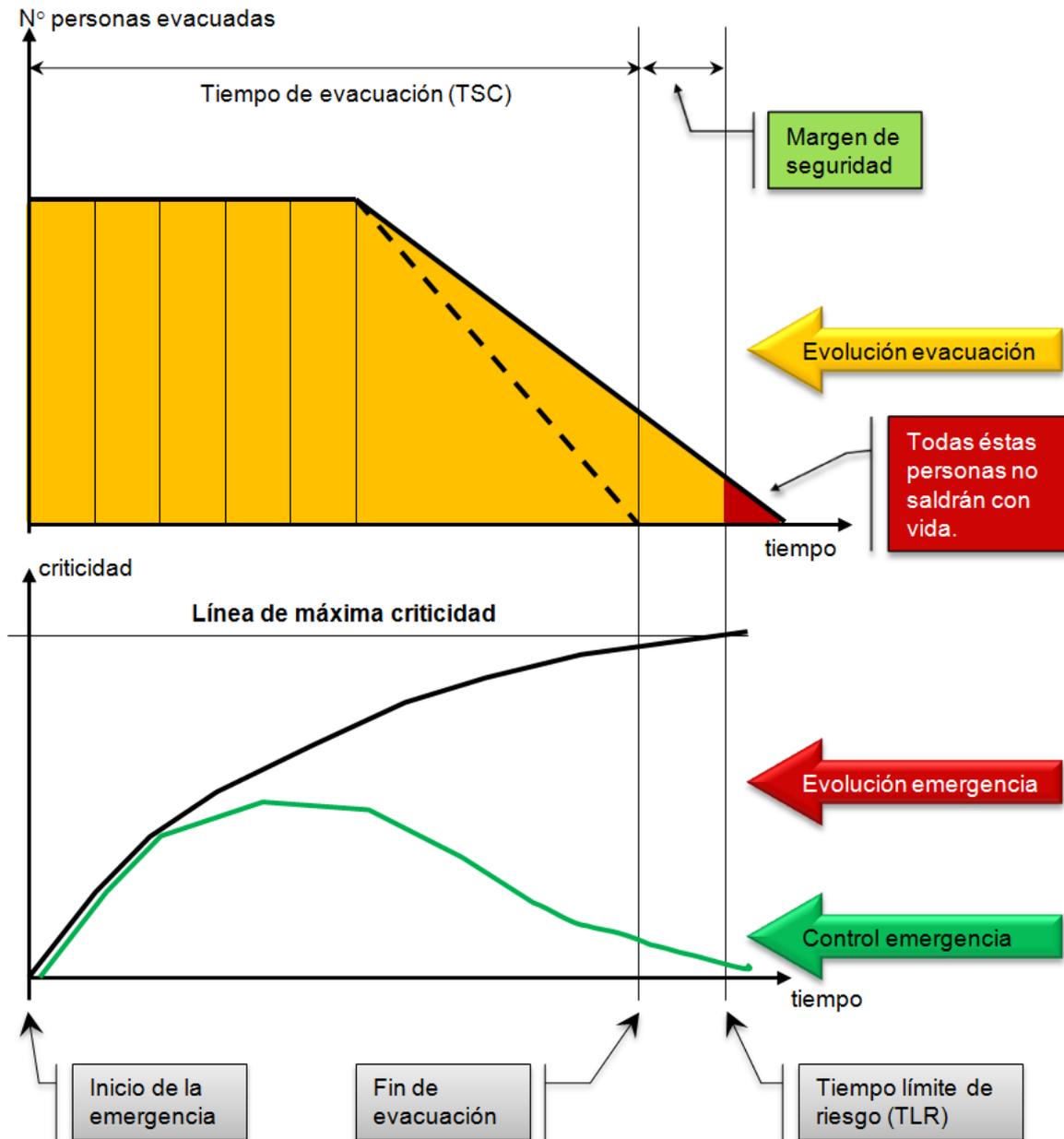
El **Tiempo en Situación Crítica (TSC)** corresponde al máximo tiempo necesario para efectuar la evacuación completa, sobre la base de lo anterior la evacuación será factible en el caso en que el **TSC** sea menor que el **TLR**.

La determinación aproximada del **TLR** no es fácil y su análisis se basa en el conocimiento de la naturaleza de la emergencia, de las características del edificio, su configuración, usos, etc., y del grado de experiencia de que se disponga. El cálculo de **TSC** puede hacerse consultando las características del edificio y sus sistemas, y utilizando algunas fórmulas teóricas sobre cálculo de tiempos de salida, y puede ajustarse por experiencia práctica.

La evacuación entendida como el proceso mediante el cual los ocupantes de un área, sin ayuda externa, lograr aislarse del peligro desplazándose hasta un área considerada segura, podrá ser garantizada sólo si el **TSC** es menor que el **TLR**, es decir, que el tiempo que los ocupantes se demoran para llegar al "sitio seguro" es menor que el tiempo que le tomará al peligro alcanzar condiciones consideradas como críticas para la integridad de las personas.

No se trata de saber cuánto tiempo las personas se demoran para bajar por las escaleras, llegar a la calle o moverse hasta el punto de encuentro. La clave es que TODOS los ocupantes de un área (un piso, por ejemplo) estén a salvo (por ejemplo entrando a una escalera protegida) en un tiempo racional de acuerdo al peligro. En incendios este tiempo podría (salvo condiciones excepcionales) tomarse como de 150 segundos (2,5 minutos). Pero todo depende del peligro que estemos escapando, no es lo mismo un incendio en evolución en un depósito de papeles, un incendio en los tanques de GLP o depósito de tubos de gases, a una amenaza de bomba.

El diseño de un plan de evacuación tiene que contemplar todas las posibles emergencias de las cuales tengamos que escapar.



## 10) EL PROCEDIMIENTO DE LA EVACUACIÓN

Un Plan de Evacuación es básicamente un procedimiento que indica paso a paso que se debe hacer, quien, en qué momento y con qué recursos.

Este procedimiento se lo puede dividir en tres grandes etapas.

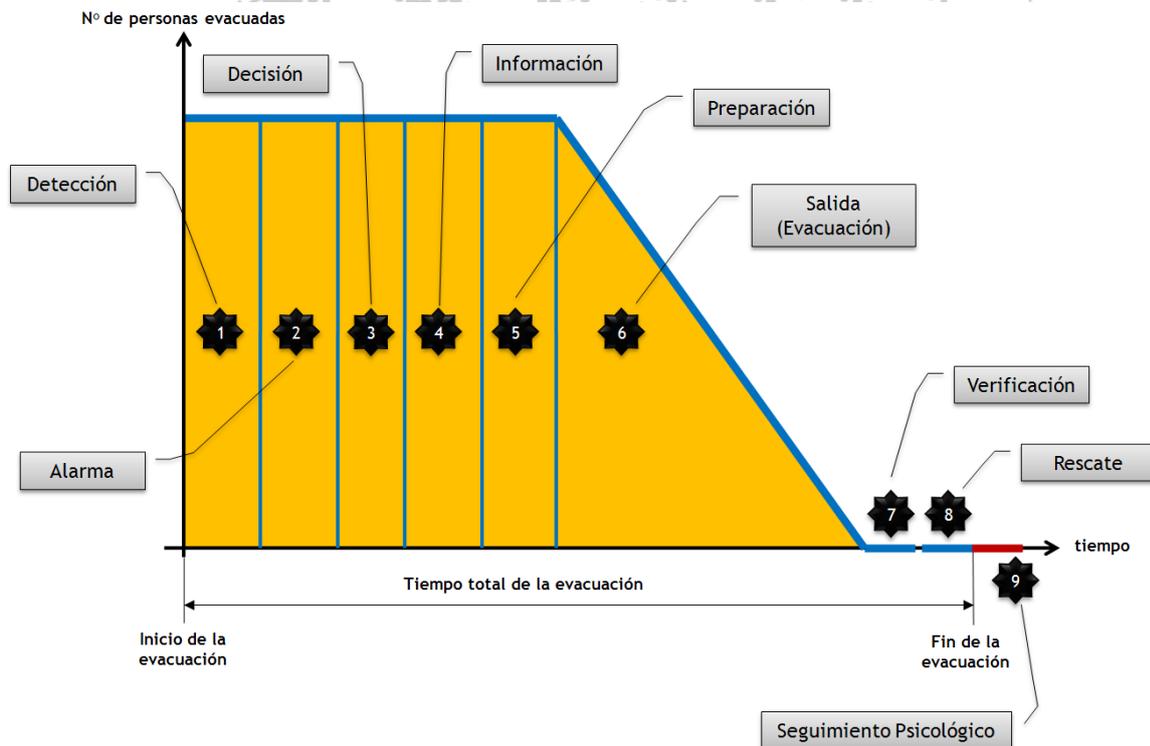
- Etapa de pre-salida
- Etapa de salida
- Etapa de post-salida

La etapa de pre-salida o también de preparación general, pasa el tiempo, suceden hechos, se deben hacer determinadas acciones y nadie sale, es todo lo que hay que hacer para estar

preparados para salir; la salida propiamente dicha y posteriormente sobreviene la etapa de la post-salida que tiene como finalidad garantizar que todas las personas hayan salido.

Los siguientes son los pasos ordenados que debe cumplir todo Plan de Evacuación para lograr exitosamente el objetivo previsto. El procedimiento consta de nueve pasos mínimos a saber:

- Etapa de pre-salida
  - o Detección
  - o Alarma
  - o Decisión
  - o Información
  - o Preparación
- Etapa de salida
  - o Salida
- Etapa de post-salida
  - o Verificación
  - o Rescate
  - o Seguimiento psicológico



Más allá de la bibliografía especializada, no hay nada que nos diga que un proceso de evacuación deba hacerse de esta manera, pero como se podrá ver durante la explicación, muchos de estos pasos se van a dar estén planificados o no. *Por ejemplo: una persona caminando detecta un incendio (¿sabe que tiene que hacer?) y posiblemente se dirija a*

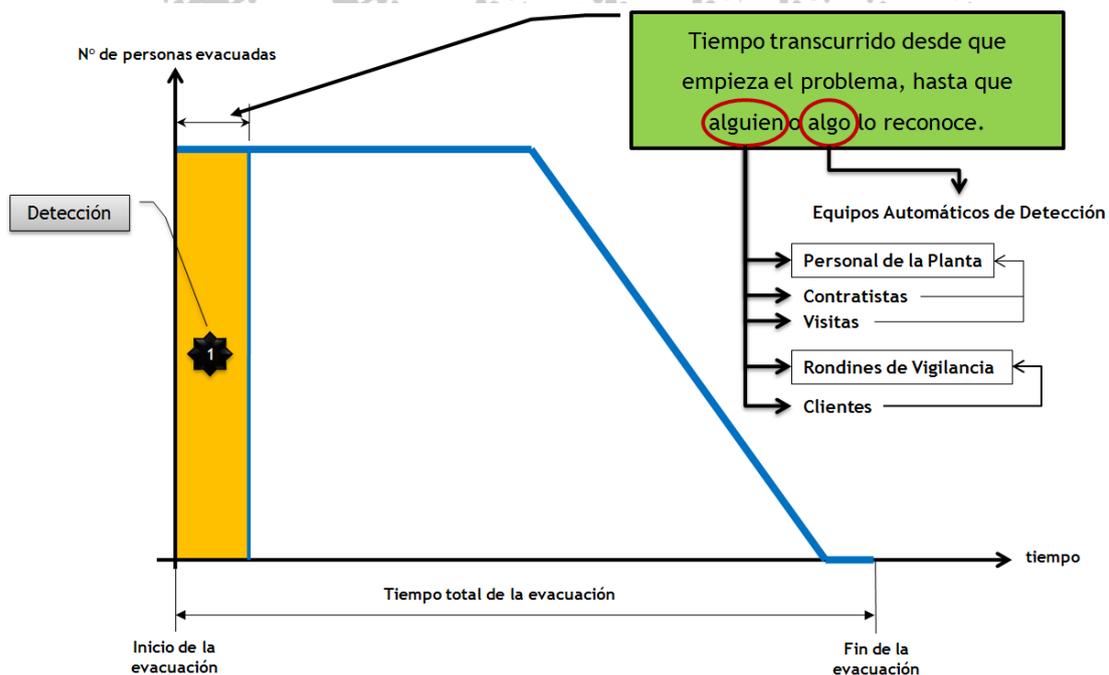
avisar a alguien (¿a quién?) de esta situación o empiece por su cuenta a querer apagar el incendio y perezca en el intento sin que nadie se entere y retrase la salida de los ocupantes en forma segura. El algún momento hay que tomar la decisión (¿quién decide?) de evacuar y hay que avisar a todos (¿cómo y con qué?), o simplemente las personas vean humo y empiecen a salir por su cuenta sin ninguna preparación previa (a lo mejor no era necesario salir). Esto va a suceder siempre y por lo tanto es importante estar preparados y saber que hacer.

Como se irá viendo y analizando, las dos primeras etapas son las mismas que las correspondientes al Plan de Emergencia. A partir de la segunda etapa cada plan toma caminos diferenciados.

### 10.1) Primera Etapa: Detección

Tiempo transcurrido desde que el peligro empieza a generar daños, hasta que alguien o algo lo reconoce o detecta. El tiempo depende de:

- Clase de Peligro.
- Medios de detección disponibles.
- Uso del edificio.
- Día y hora del evento.



En las empresas con bajo nivel de personal o actividad en determinados días u horas, al no haber personas y faltar adecuados sistemas automáticos de detección, es que la detección del peligro se ve retrasada. Es aquí donde cobra importancia la correcta planificación y ejecución de los rondines de vigilancia.

Una de las funciones de los rondines de la vigilancia es precisamente actuar como detección de problemas, no sólo sobre aspectos relacionados a la seguridad del tipo patrimonial, sino,

también a los problemas relacionados a la seguridad como actividad integral. El rondín de vigilancia con una mirada puesta en la seguridad cobra un papel fundamental en etapas de tareas de mantenimiento, en especial cuando se realizan trabajos en caliente.

Un aspecto importante en el análisis de esta etapa es que no existe posibilidad técnica, y a veces económica, de instalar sistemas de detección para todos los peligros que nos acechan y en todos los lugares dentro de la empresa. Los sistemas técnicos que disponemos para detectar son lo que miden temperatura, radiaciones, humedad, distintos tipos de gases, presión, entre los más importantes, por lo que estamos limitados a la hora de instalar sistemas automáticos de detección. Por consiguiente el mejor de los sistema de detección que podemos disponer son las PERSONAS entrenadas.

En todo plan de evacuación debe quedar lo suficientemente claro que hace una persona cuando detecta una situación anómala y que hace con esa información, a quien avisa y como lo hace.

Si la detección es por equipos automáticos, debe saber cómo reconocer las alarmas, o los distintos tipos de alarmas y como proceder en consecuencia.

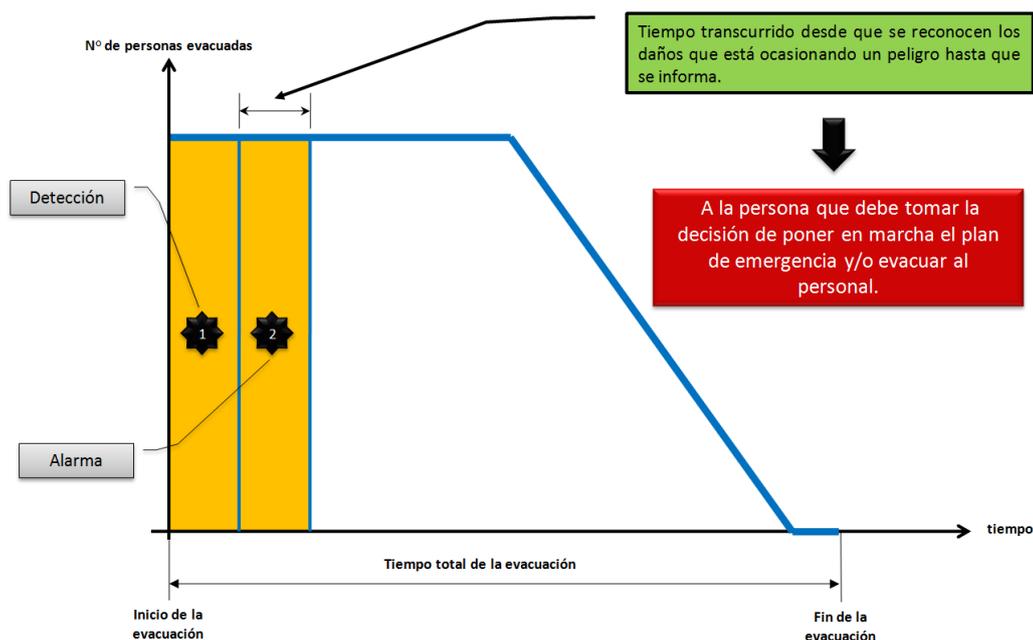
### La Importancia de una Buena Inducción

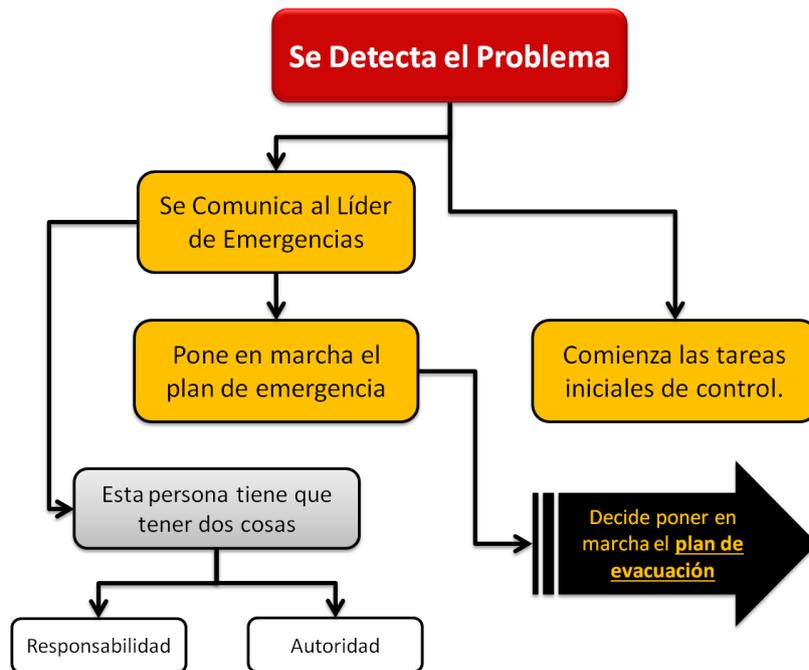
Durante el proceso de inducción a toda persona que ingresa a una empresa, especialmente un predio industrial, y en particular a aquellos que van a trabajar, se le debería enseñar las señales se puede encontrar dentro de la misma, como ser: ruidos de máquinas y en especial el de las alarmas, olores típicos, ruidos de los venteos, señales lumínicas, funcionamiento atípico de equipos e instalaciones, etc.

Esta información es importante para saber cuándo algo está funcionando fuera de lo normal o esperado por la empresa.

### 10.2) Segunda Etapa: Alarma

Tiempo transcurrido desde que se reconocen los daños que está produciendo un peligro hasta que le llega la información a la persona que debe tomar la decisión de poner en marcha el plan de emergencia y/o evacuar al personal.





En esta etapa de alarma se desencadenan al menos los siguientes procesos:

- Proceso de Aviso: Lo primero que SIEMPRE se debe hacer es AVISAR a quien en la empresa tiene a cargo el manejo de las emergencias, denominado a veces, Líder de Emergencias.
- Inicio Plan de Emergencia: El Líder de Emergencias pone en marcha el plan de emergencia o este se inicia sólo según como esté organizada la empresa, pero lo que siempre pasa es que el Líder de Emergencia en algún momento toma el mando de la situación.
- Tareas iniciales de control del problema: Mientras se pone en marcha el Plan de Emergencias correspondiente, el que detecta o encuentra el problema DEBE hacer el control inicial del problema (Brigada de Primera Intervención) siempre y cuando esté capacitado y entrenado adecuadamente, y tenga a mano los recursos necesarios, sino debe esperar a que el personal integrante del Plan de Emergencias (Brigada de Segunda Intervención) se haga presente en el lugar para tomar el control de la situación. Si esta persona es parte de la Brigada se integra a la misma, sino, debe retirarse de la escena para evitar entorpecer. El personal que no forma parte de la estructura del plan de emergencia o de evacuación, es una persona que debe ser evacuada.
- Inicio Plan de Evacuación: Si el Plan de Emergencia es efectivo se limita o evita el daño pudiendo las actividades productivas volver a la normalidad. Pero si en cambio el control del daño se ve dificultado y el peligro que lo genera pone en amenaza la vida de los trabajadores, clientes, visitantes o vecinos, se hace absolutamente indispensable SACAR a estas personas a un lugar más seguro, y entonces se debe poner en marcha el Plan de Evacuación.

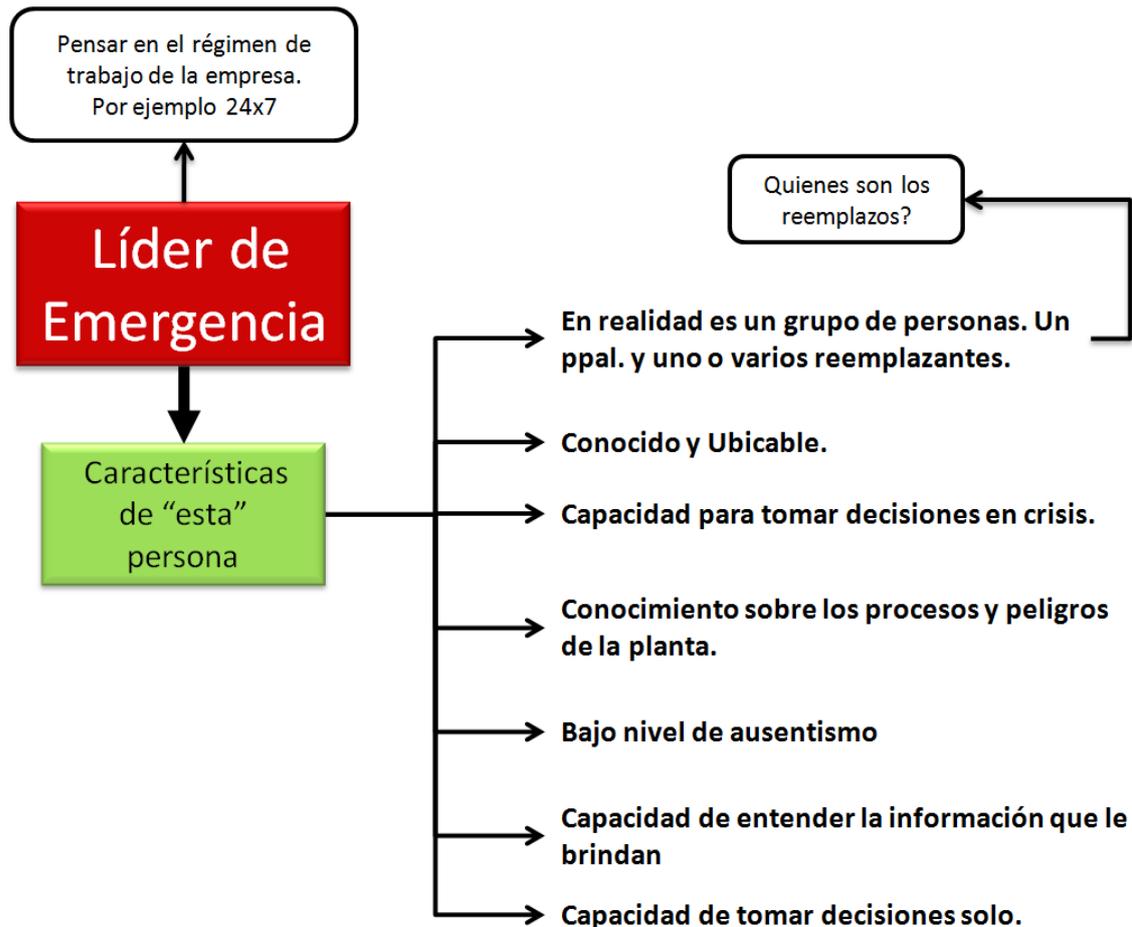
Todo líder debe reunir al menos dos elementos para cumplir con su función: RESPONSABILIDAD y AUTORIDAD.

Sobre la responsabilidad no hay problema porque generalmente viene incluida en el cargo al mismo precio.

El problema grave suele radicar en la falta de AUTORIDAD explícita, pública y conocida por todos dentro de la organización. Si no hay autoridad en los aspectos desarrollados, difícilmente el Líder pueda tomar decisiones que sean respetadas y aceptadas por el resto de la organización.

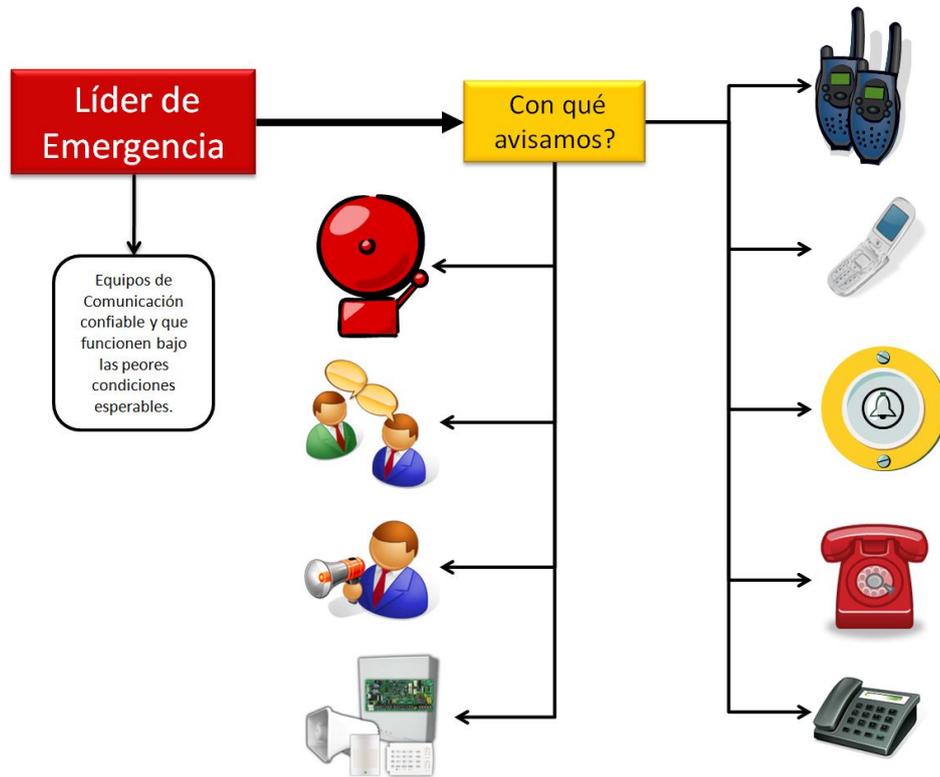
La AUTORIDAD la debe otorgar la más alta autoridad de la empresa.

Además, de los elementos ya desarrollados, todo Líder debe reunir las siguientes características para poder cubrir el cargo.



En toda situación de emergencia debe quedar muy claro a qué persona hay que avisar y porque medios, como así también los distintos sistemas de comunicación que hay disponibles para informar de esta situación al Líder de Emergencias.

Hay que tener presente que ésta comunicación es sólo a los efectos de informar a una o muy pocas personas del problema, porque la idea es el control de la situación para evitar, no sólo daños a las instalaciones, sino, a las personas. Si en esta etapa hacemos una comunicación masiva tipo sirena corremos el riesgo de generar una situación de estrés, o de pánico, y se puede generar una auto evacuación innecesaria del personal.



### 10.3) La Etapa para Analizar ¿Debería Existir?

En este punto es donde se cometen varios errores a la hora de planificar las evacuaciones, una de ellas es la etapa de verificación de alarmas de los sistemas de detección, etapa muy común en muchos planes de evacuación.

#### ¿Qué pasa si verificamos una alarma?

El proceso de verificación de alarmas retrasa la sexta etapa del proceso, que es precisamente donde empiezan a salir las personas.

#### ¿Cómo lo solucionamos?

Todo sistema de detección debe ser lo suficientemente confiable para evitar la etapa de verificación de alarma.

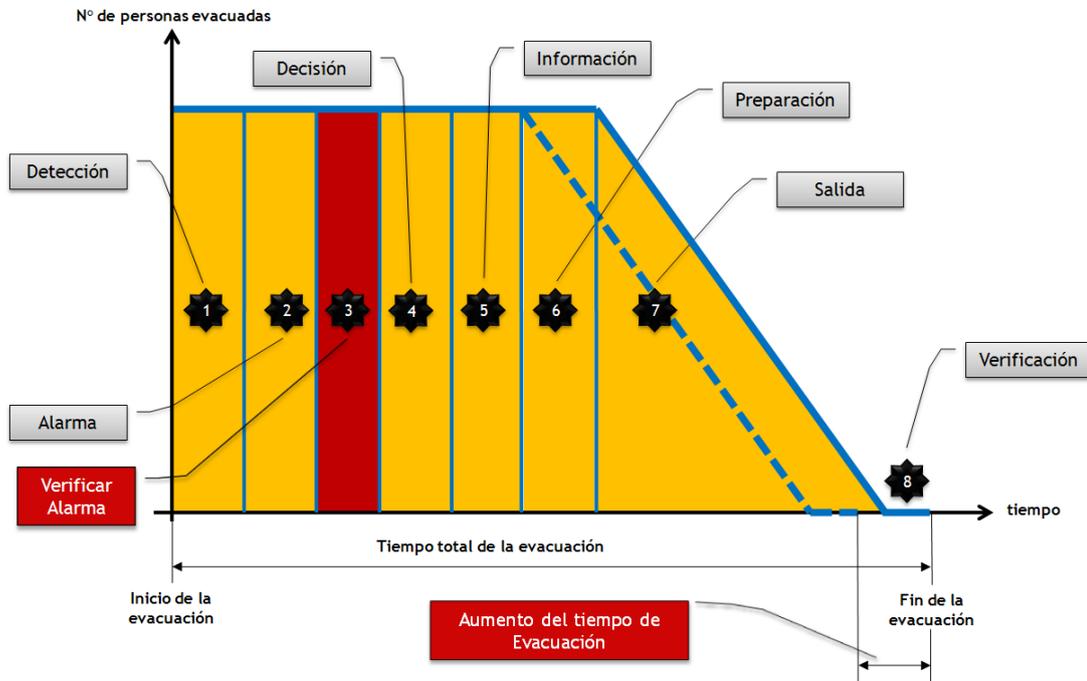
Las personas deben estar suficientemente entrenadas para saber que ver, saber obtener información del incidente que están viviendo y por sobre todo saber transmitirlo sin generar confusión y falsas alarmas.

Los sistemas de detección, especialmente los automáticos, deben ser lo suficientemente confiables como para evitar tener que verificarlos.

#### ¿Está mal verificar una alarma?

Ni mal ni bien, depende mucho del tipo de personas evacuadas. Pensemos en un instante en un hospital, un sanatorio, una escuela, una casa de adultos, o situaciones similares, si evacuamos sin verificar la alarma y esta era falsa, lo que hemos hecho fue poner en peligro

la vida e integridad de los evacuados. Por consiguiente en situaciones como las descritas se hace más que necesario verificar una alarma. Las evacuaciones no son gratuitas, las personas se alteran, algunas entran en pánico, o simplemente la condición física o la edad puede colaborar a un accidente innecesario. Imaginemos por un instante a una mujer embarazada de 7 meses que por error se la hace bajar 15 pisos por escalera en situación de estrés, o una persona con problemas cardíacos o casos similares.



#### 10.4) Tercera Etapa: Decisión

Tiempo transcurrido desde que el Líder de Emergencia se pone en conocimiento del problema hasta que decide la evacuación. El tiempo depende de:

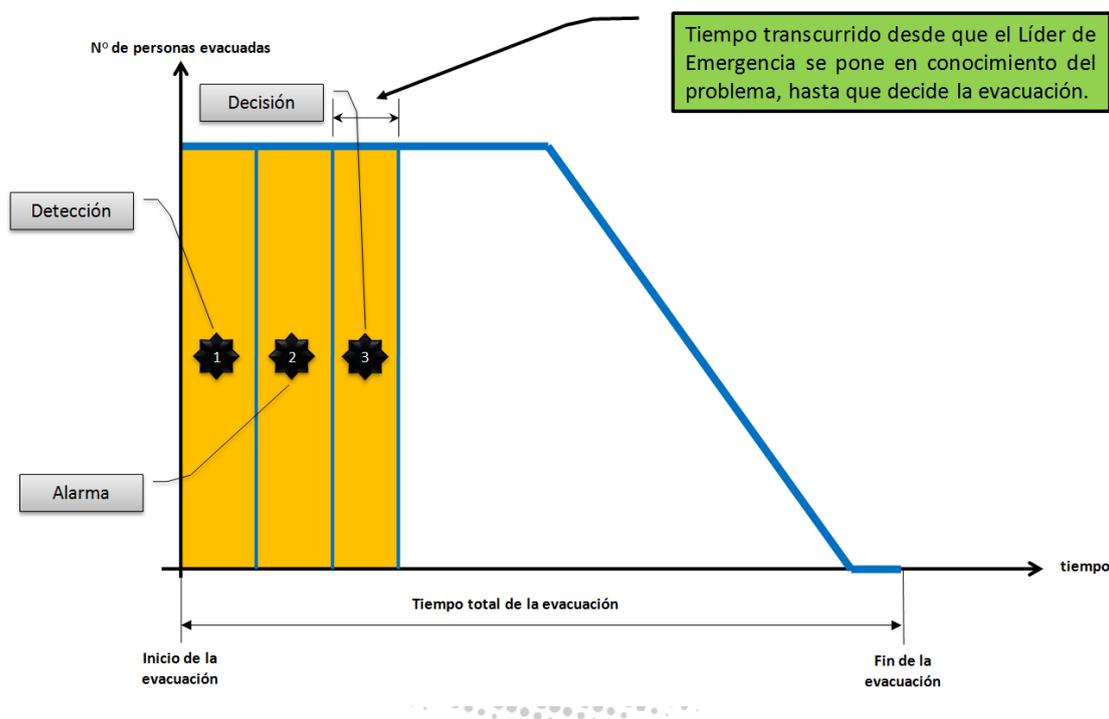
- Responsabilidad y Autoridad asignada al Líder.
- Reemplazos en casos de ausencias.
- Información disponible sobre el problema.
- Capacidad de evaluar el problema.
- Capacitación del personal.
- Política de la empresa.
- Capacidad de control del problema.

Primero el Líder de Emergencias debe evaluar la emergencia, hacerse una idea de que está sucediendo en función de la información suministrada por el que detecta el problema o por el sistema de detección automático, y decidir si evacúa o no, mientras más tiempo tarde en tomar esta decisión menos tiempo queda para salir y escapar. Puede decidir no evacuar y tratar de controlar la emergencia, pero mientras intenta el control debe evaluar constantemente la necesidad o no de la evacuación.

El mejor Plan de Evacuación es no mover a las personas porque esto implica un daño potencial muchas veces muy alto. El mejor Plan de Evacuación es un Plan de Emergencias

preparado y pensado para controlar el daño, pero aun así hay situaciones que de entrada ameritan hacer una evacuación como por ejemplo una amenaza de bomba, un incendio en zona de depósitos de gases a presión, etc. El potencial de daño es tan grande y de tan rápida evolución que hace imposible esperar a ver si existe la bomba o apagamos el incendio que afecta al tanque de GLP. Por consiguiente es recomendable que en esta etapa se adjunten recomendaciones para que el Líder de Emergencia pueda tomar decisiones en base a pautas predefinidas y analizadas con anterioridad. Por ejemplo:

- Amenaza de bomba → Evacuación completa inmediata.
- Incendio en TK GLP → Evacuación completa inmediata.
- Incendio Galpón papel → Controlar incendio y analizar situación antes de proceder a la evacuación.



### 10.5) Cuarta Etapa: Información

Tiempo transcurrido desde que el Líder de Evacuación decide evacuar hasta que se comunica esta decisión a TODO el personal. El tiempo depende del Sistema de comunicación y de la forma de organizar la salida de las personas.

La salida puede ser: una evacuación general, una evacuación parcial, una evacuación escalonada o una evacuación de a etapas. Si se hace una evacuación escalonada, por razones de preservar la seguridad de los más frágiles como ser ancianos, niños, enfermos, etc., entonces, también el sistema de comunicación debe ser escalonado y restringido a las áreas a evacuar.

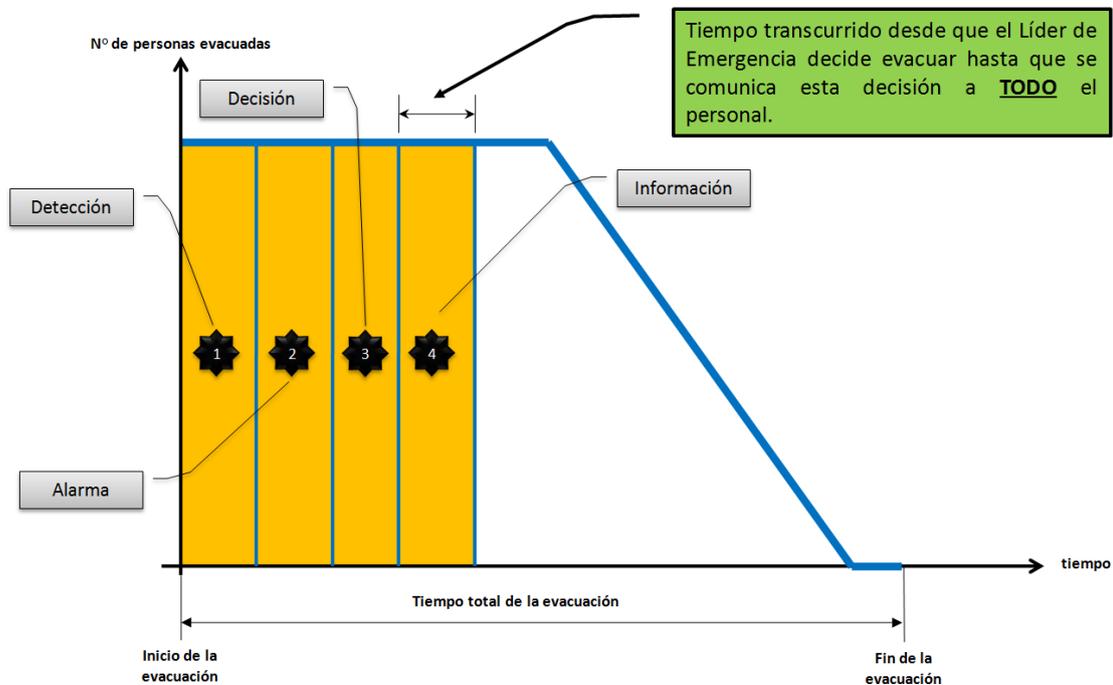
Los tipo básicos de evacuación son:

- 1- Evacuación general: Todo el personal es informado al mismo tiempo y salen todos juntos, cada uno por su respectivo camino asignado previamente.

- 2- **Evacuación parcial:** Consiste en evacuar sólo una parte del personal, el que más está expuesto a la emergencias, mientras que el resto sigue normalmente en sus puestos de trabajo.
- 3- **Evacuación de a etapas:** Consiste en realizar una pre evacuación o evacuación primaria hacia un lugar seguro dentro del predio de la empresa, llamados también puntos de encuentros. De ahí, si prosigue el problema y no se puede controlar se da la indicación de la evacuación hacia el punto de encuentro final, por lo general fuera del predio.

El punto de encuentro es un lugar seguro dentro de un predio, previamente seleccionado y señalizado, conocidos y ubicable por todos aquellos que deben dirigirse ahí, puede contar con botiquín de primeros auxilios, teléfono de emergencia o sistema de comunicación, manual de instrucciones, equipos de emergencias, lista de personal para una verificación, iluminación de emergencia, etc.

- 4- **Evacuación escalonada:** Se aplica en situaciones donde personas más débiles puedan ser mezclada con otras más fuertes y ágiles. Primera salen los más débiles o viceversa, todo depende de la situación de las personas afectadas.

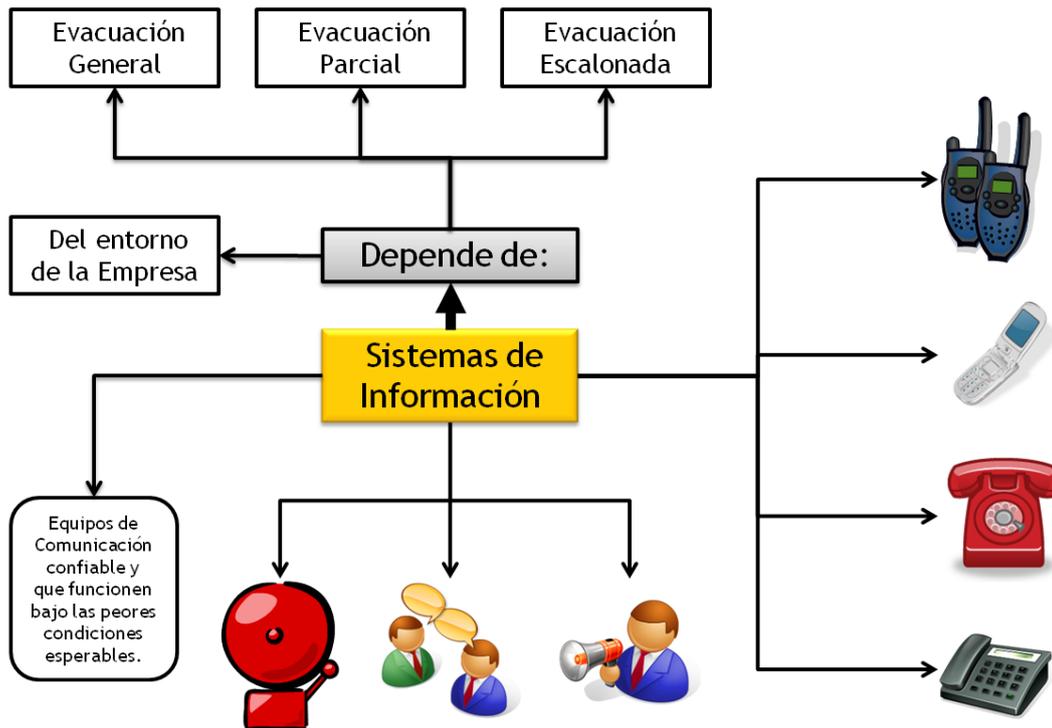


Siempre hay que tener previsto más de un sistema de comunicación, mínimo dos. Toda esta información debe quedar definida en el plan en forma muy clara y precisa.

El sistema de comunicación también debe tener prevista la presencia de personas con capacidades especiales, especialmente sordos, dado que las alarmas suelen ser del tipo sonoro. También hay que considerar aquellas personas que pueden no interpretar adecuadamente una alarma de evacuación por problemas del tipo cognitivo. Otro problema típico con las alarmas sonoras radica en la enmascaración del ruido o en sectores donde el personal está obligado a usar protectores auditivos.

El enmascaramiento sonoro se produce cuando el oído está expuesto a dos o más sonidos simultáneos, esto genera la posibilidad de que uno de ellos enmascare a los demás. Es un efecto producido en la percepción sonora cuando se escuchan dos sonidos de diferente intensidad al mismo tiempo y en donde el sonido más débil resultará inaudible, ya que el

cerebro sólo procesará el sonido enmascarador. El sonido de nivel alto posee un efecto de enmascaramiento mayor si el suave tiene una frecuencia cercana.



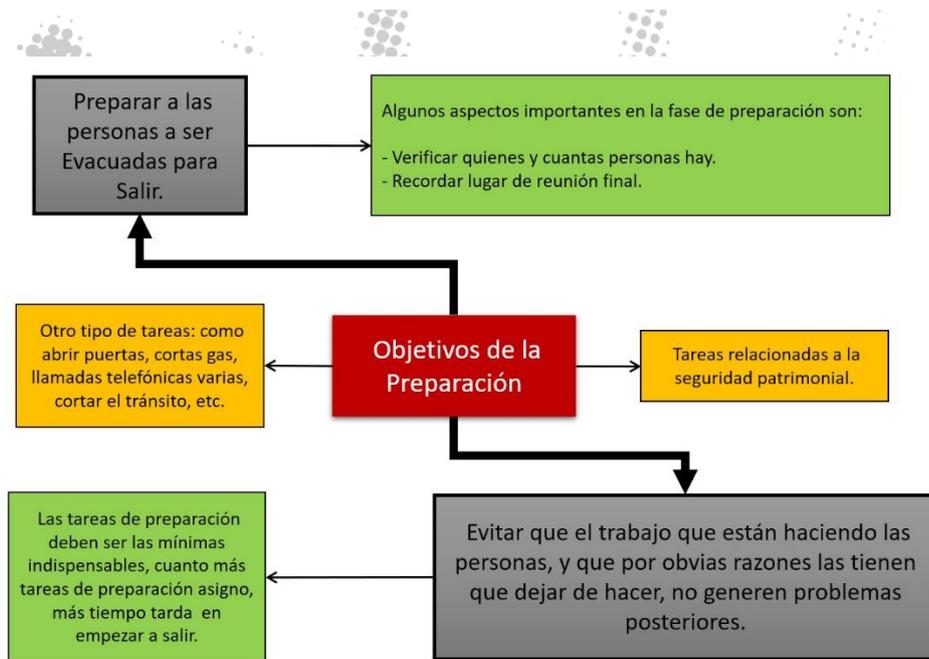
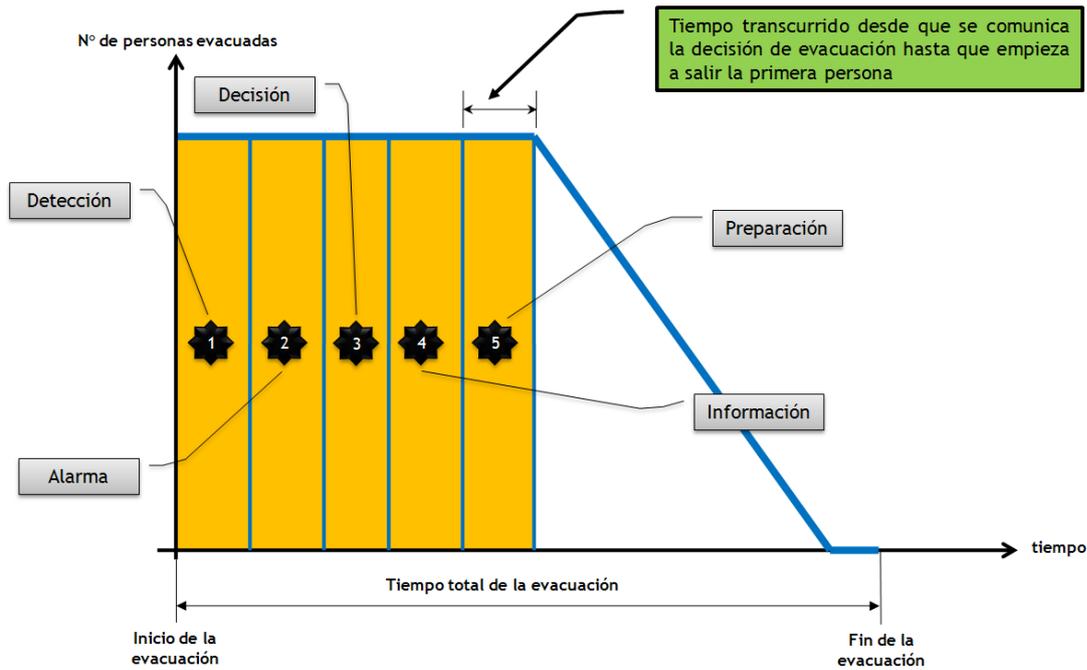
## 10.6) Quinta Etapa: Preparación

Tiempo transcurrido desde que se comunica la decisión de evacuación hasta que empieza a salir la primera persona.

La etapa de preparación tiene dos objetivos fundamentales:

1. Preparar a las personas para salir. En función de quienes son los evacuados, algunas de las tareas de preparación son recordar el camino de evacuación y el punto de encuentro, listar quienes y cuantos hay, ver si hay alguna persona que necesita ayuda, recordar consignas de evacuación respecto al tema del humo, no correr, respetar el camino, etc.
2. Evitar que el trabajo que están haciendo y que por obvias razones tienen que dejar de hacer, no generen nuevos problemas.

Por ejemplo, el que opera la caldera, debería dejar la caldera en una condición tal, que al estar sin control, ésta no entre en falla. También hay que tener previsto cerrar cajas fuertes, corta la energía eléctrica, cerrar el paso del gas, hacer llamadas a los servicios de emergencias en caso de ser necesario, guardar información confidencial e importante, bloquear computadores y servidores, etc. Siempre hay que tener como hipótesis que una evacuación puede ser generada para "robar" información.



Las tareas de preparación deben ser las mínimas indispensables, cuanto más tareas de preparación se asignan, más tiempo tardan las personas en empezar a salir.

El tiempo depende de:

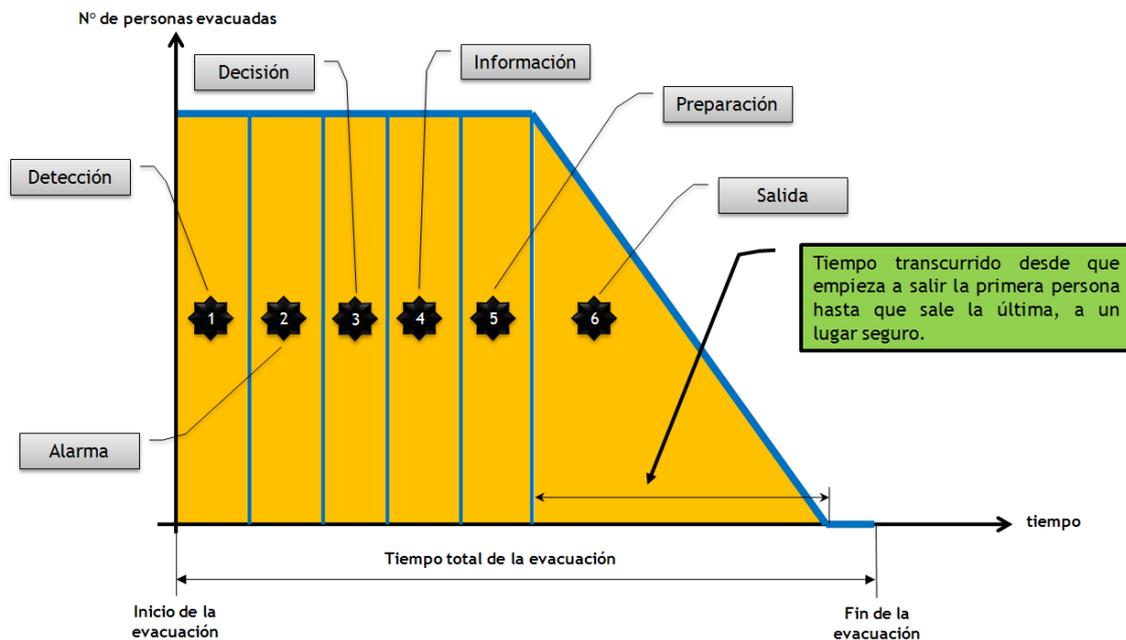
- El entrenamiento del personal.
- Las tareas asignadas antes de la salida.

En el plan de evacuación debe quedar definido específicamente y con los mayores detalles posibles, que tareas indispensables hay que hacer y quien es el encargado de hacer cada una de ellas.

### 10.7) Sexta Etapa: Salida

Tiempo transcurrido desde que empieza a salir la primera persona hasta que sale la última, a un lugar seguro. El tiempo de salida depende de:

- Distancia a recorrer.
- Número de personas a evacuar.
- Capacidad de las vías de escape.
- Tipo de personas, en cuanto a sus capacidades psicofísicas.



Durante las cinco primeras etapas, cuya suma de tiempo se reconoce como tiempo de reacción, no se presenta disminución en el número de personas que habitan el edificio. El tiempo necesario para evacuar está dado por la suma de los tiempos individuales necesarios para ejecutar cada una de las etapas.

La ruta de evacuación debe SER ÚNICA, aunque es necesario en algunos casos, definir rutas alternativas.

### 10.8) Séptima Etapa: Control

En esta etapa se desarrolla el control de las personas evacuadas, tanto en la cantidad que debieron salir, como en su estado físico.

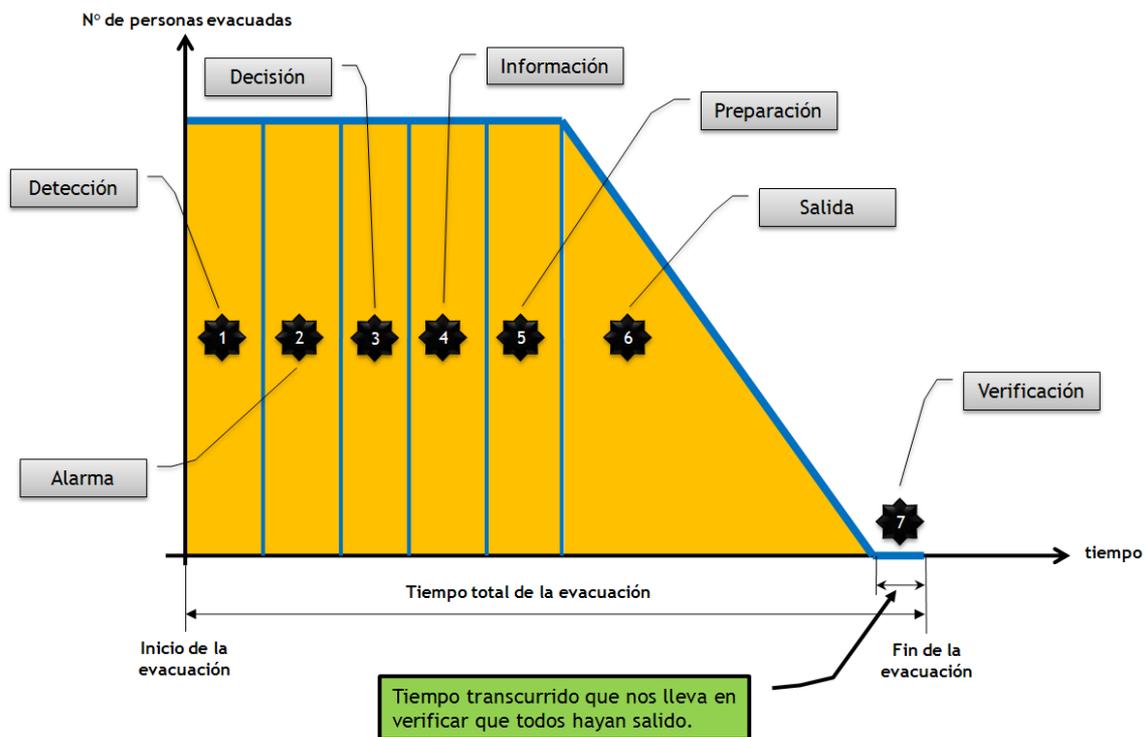
Un plan de evacuación se debe dar por finalizado cuando el 100% de las personas salieron, para poder verificar esto hay que implementar controles. Se puede hacer por medio de planillas preelaboradas, por el sistema digital de ingreso, por medio de un sistema de tarjetas, etc., todo depende de la actividad del lugar.

En lugares de acceso público sin restricciones como ser un shopping, un cine, etc., se debe prever una recorrida de control por todos los lugares. Una alternativa es tener personal afuera que separe a los grupos de amigos y/o familiares que están "completos" de aquellos

que les falta alguien, de esta forma los grupos incompletos o se van completando a medida que las personas van saliendo o nos da pista de los que todavía pueden estar adentro.

En lugares como ser hoteles, hospitales donde hay una mezcla de clientes y trabajadores, se puede optar por dejar una señal en la puerta de la habitación indicando la ausencia de personas.

También se debe implementar un control del estado de salud del personal evacuado para que puedan ser derivados lo más rápido posible a un centro asistencial.



### 10.9) Octava Etapa: Rescate

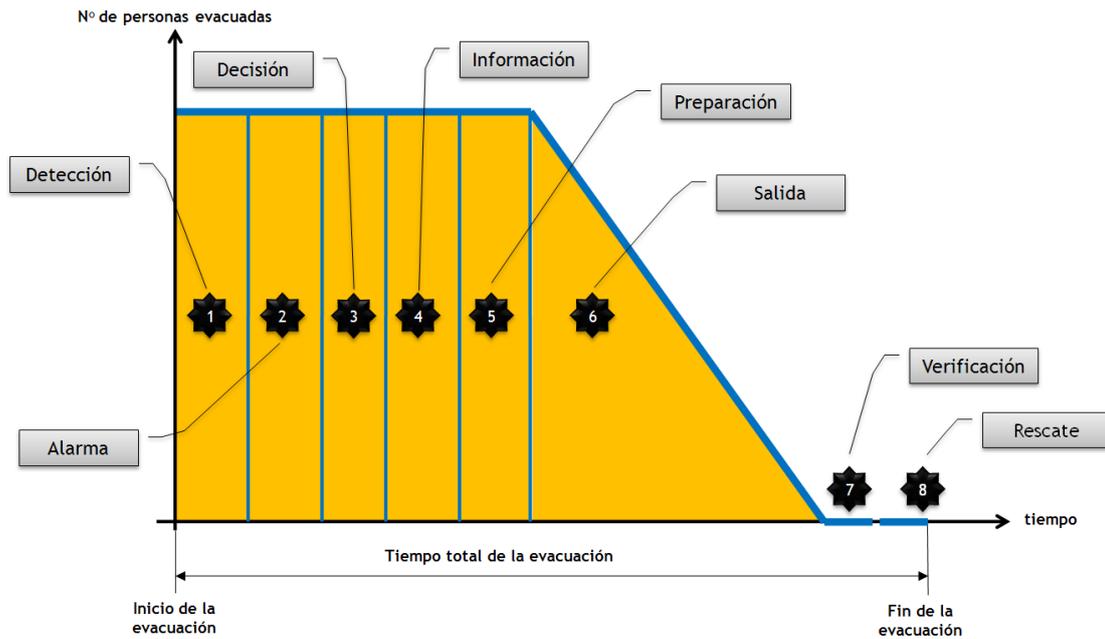
Una vez realizado el control surgirán las personas faltantes.

En el plan debe quedar claro quién es el nexo o enlace entre la empresa y el personal de rescate, de esta manera se evita confusiones en la búsqueda, buscar a dos personas cuando en realidad es una sola, buscar personas inexistentes o confundir a la brigada de rescate.

En todos los casos el reingreso a buscar personal perdido o que no pudo salir lo debe hacer solamente personal entrenado y con todos los elementos de protección personal. Este personal puede ser propio o bien brigadas públicas.

Un rol a tener en cuenta en esta etapa es el control del reingreso, no sólo registrar quien entro y a donde, sino también evitar el reingreso de personas no autorizadas.

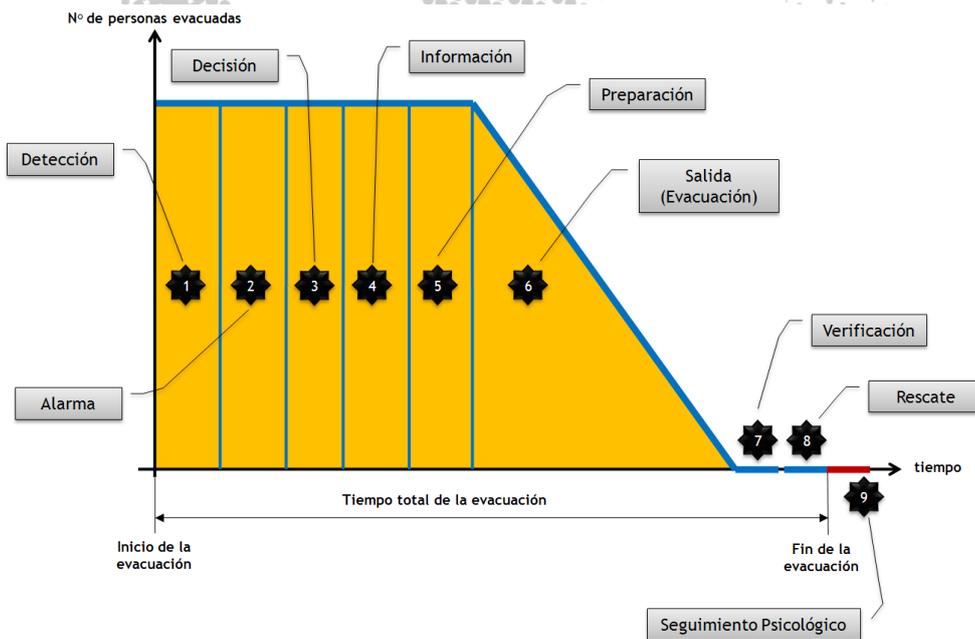
En el rescate de personas perdidas cobra real importancia la consigna de seguir estrictamente la ruta de escape asignada. El personal de rescate empezará a buscar por la ruta asignada, es la manera más rápida y segura de encontrar y rescatar con vida a una persona.



### 10.10) Novena Etapa: Seguimiento Psicológico

Muchas veces las evacuaciones se dan en situaciones de crisis y alto nivel de estrés, como ser presencia de humo negro, espeso y caliente, ruido, llamas, falta de iluminación, muertos, personas heridas, quemadas, explosiones, etc. Esto genera en las personas traumas posteriores que de no detectarse a tiempo y tratarse puede desencadenar en trastornos de la conducta como ser depresión, intentos de suicidio, etc.

En esta etapa se hace indispensable contar con un protocolo que indique qué se debe hacer ante la situación de sospechar que un compañero de trabajo está sufriendo un evento post traumático producto de una emergencias o evacuación, y cómo es ese proceso de tratamiento dentro de la empresa.



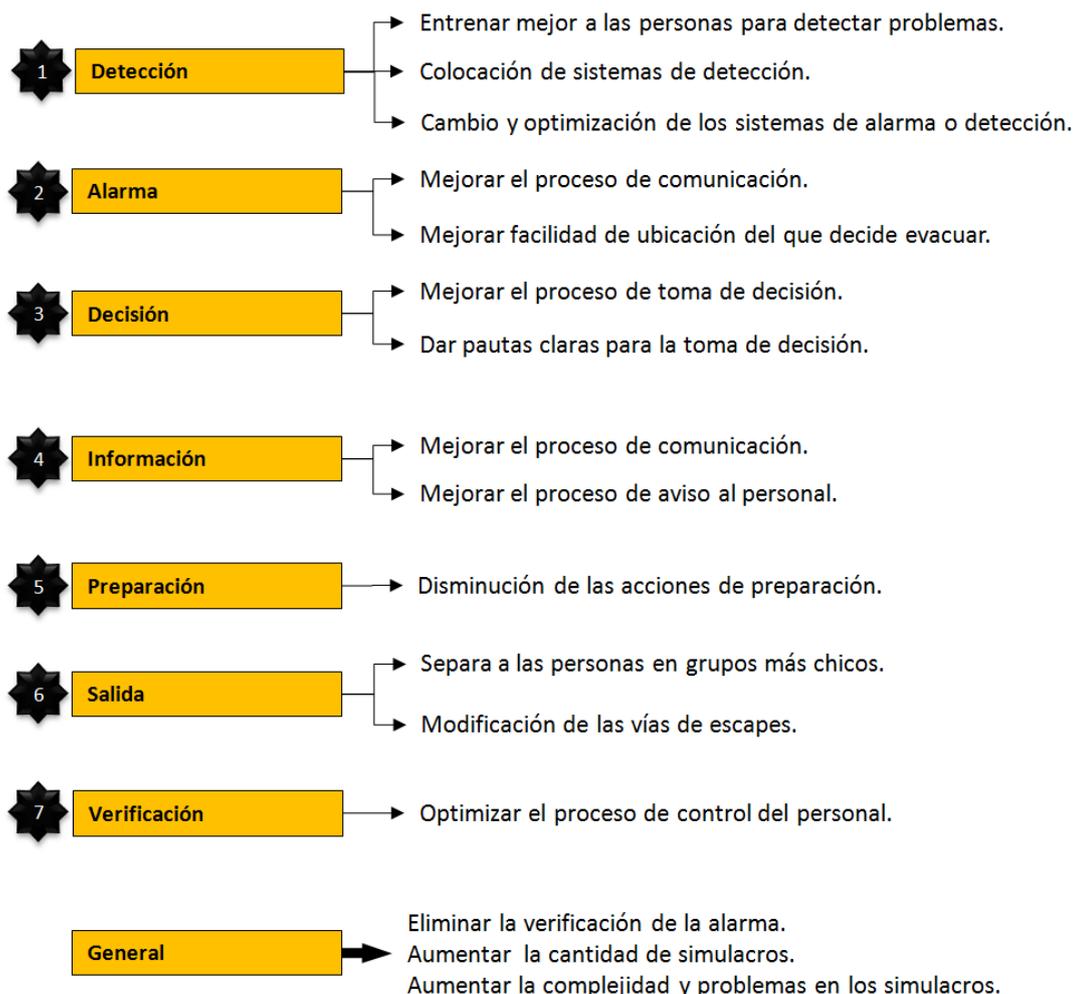
## 11) OPTIMIZACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE EVACUACIÓN

El Tiempo Límite de Riesgos (TLR) es un tiempo de difícil estimación y/o cálculo, primero porque es distinto para cada tipo de emergencias y para cada circunstancia que se puede presentar. Aún peor, para un mismo tipo de emergencia (supongamos un incendio), las variables que entran en juego son muchas y de difícil valoración, que hacer un cálculo se vuelve una tarea compleja y de dudosa utilidad.

El Tiempo en Situación Crítica (TSC) o tiempo total de evacuación, es más fácil de calcular o estimar, lo podemos hacer conociendo la velocidad de desplazamiento de las personas y la distancia a recorrer, sumados los tiempo estimados de las otras etapas; tiempo que puede corroborarse en la práctica a través de un simulacro.

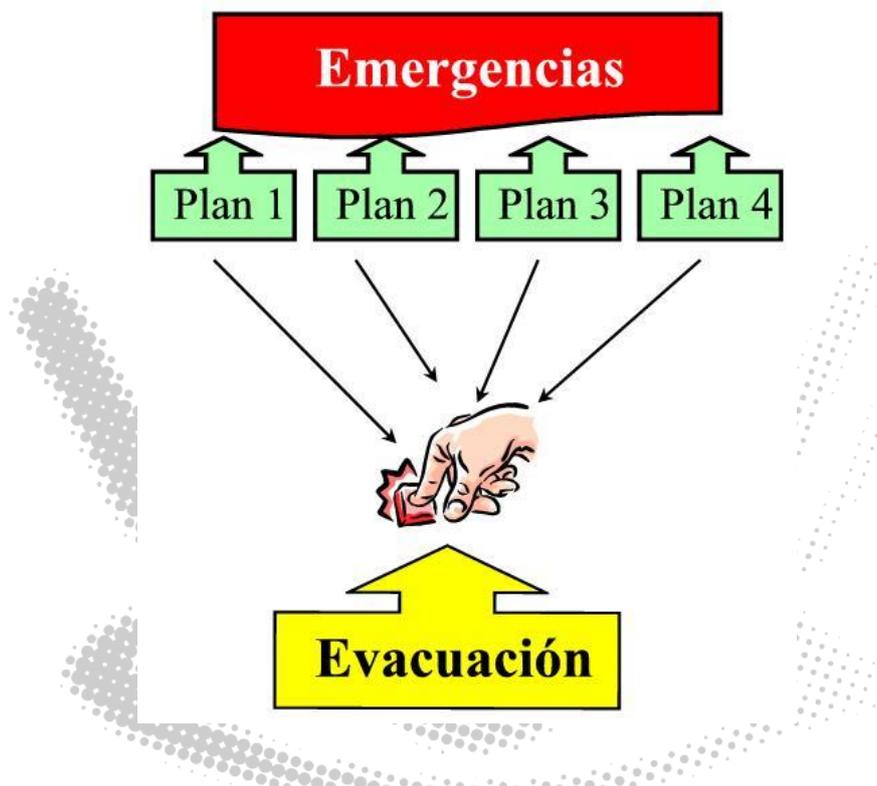
Como en la realidad nos va a suceder que no conocemos el TLR, y por ende, no podemos compararnos y saber si nuestro TSC es el adecuado o no, surge como conclusión que el mejor tiempo de evacuación es el menor posible compatible con la integridad de quienes se están evacuando y con la tecnología disponible.

Para poder trabajar en un proceso de disminución del tiempo total de evacuación, debemos actuar sobre cada uno de los componentes que condicionan dicho tiempo en las diferentes etapas del proceso de evacuación. A manera de ejemplo citaremos algunas acciones tendientes a la reducción del tiempo:



## 12) EL MOMENTO DE LA DECISIÓN

Quizás el momento más crítico de todo el proceso lo revista el “momento de la decisión”, situación que en casi todos los casos recae en una persona. No hay fórmulas mágicas, no hay recetas, no hay equipos que puedan decidir por las personas; la decisión es compleja, se juega contra el tiempo, y mientras se decide el tiempo pasa. Pero tampoco se puede caer en el facilismo de evacuar por cualquier circunstancia, si se generan muchas evacuaciones falsas o innecesarias, se creará un clima donde se termine descreyendo de la necesidad de evacuar. Además, el propio proceso de evacuación entraña problemas, personas que entran en pánico, personas que se lastiman o caen durante la salida, infartos, problemas con mujeres embarazadas, problemas con los ancianos y enfermos, etc.



Las circunstancias o los parámetros que se usan para decidir el momento de la evacuación no son siempre los mismos, cada emergencia o problema que se puede presentar generará un abanico de variables, hechos o circunstancias que deberán ayudar a decidir, y que en lo posible deberán quedar asentadas en el plan de evacuación.

En el Plan de Evacuación, o en cada Plan de Emergencia, se deberían dejar pautas muy claras sobre señales, ruidos, valores de medición de distintos equipos, olores, etc., para que, el que tiene que tomar la decisión de evacuar pueda orientarse y tomar una decisión lo más acertada posible.

## 13) ¿CUAL ES EL MEJOR PLAN DE EVACUACIÓN?

El mejor Plan de Evacuación es el que nunca tenemos que usar o poner en funcionamiento, dado que el hecho de realizar una evacuación real implica un potencial de daño para los evacuados.

Una cosa es un simulacro del plan de evacuación, donde todos sabemos que se trata de eso, de una simulación, pero otra cosa muy distinta es una evacuación real y concreta, en

esas condiciones las personas pueden dejar de comportarse tal lo simulado previamente y prevalecer el instinto natural de supervivencia.

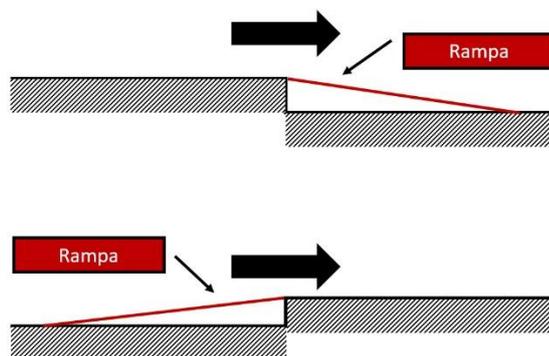
En una evacuación real para reducir el instinto de supervivencia al mínimo y que predomine o prevalezca lo racional y planificado, es necesario que el comienzo de la etapa de salida se dé en condiciones no críticas.

#### 14) LA RUTA DE ESCAPE

Es muy probable que las personas que están siendo evacuadas no sepan de que están escapando, ni donde está ubicado el origen del problema, y esto en realidad no es un problema; si tuviéramos que avisar que está pasando, donde, porque, etc., deberíamos tomarnos más tiempo del necesario como tiempo de preparación, y esto en definitiva retrasaría la salida.

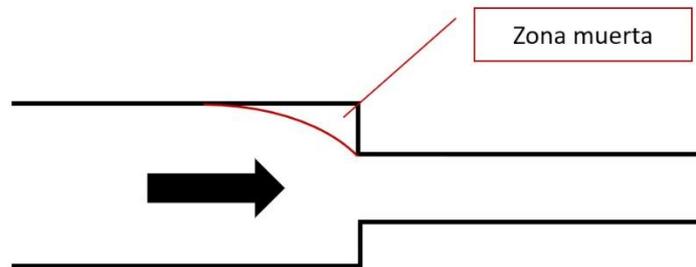
Pero para poder realizar una evacuación en estas condiciones de “desinformación” por parte del personal, deberíamos cumplir algunas condiciones básicas con respecto a las rutas de escape, como ser:

- La ruta de evacuación tiene que ser lo más corta posible, para minimizar el tiempo, pero a su vez, tiene que ofrecer la suficiente garantía de que las personas no se van a encontrar el problema en su camino, o que el camino les genera el problema, además, tiene que permitir circular a la cantidad de personas que por él piensan evacuar.
- Hay que tratar de evitar mezclar personas de edades muy diferentes, por ejemplo, en una escuela los alumnos de los años inferiores, primero, segundo o tercer grado, con los alumnos de sexto o séptimo, o casos similares. En caso de ser la única ruta de escape, podemos escalonar la salida, primero las más chicos, y después los más grandes. En una evacuación real, el instinto de supervivencia puede hacer que los más grandes dañen y pasen por encima de los más chicos, o más desvalidos.
- En la selección de la ruta de escape se debe evitar en lo posible pisos con desniveles ascendentes o descendentes, especialmente cuando se trata de uno o dos escalones, en ambos casos estos desniveles tienden a no verse, en el primer caso las personas se pueden tropezar y en el segundo dar una pisada en falso. Esto se puede solucionar con una rampa suave.



- Las puertas deben abrir hacia fuera, y deben disponer de barral antiavalanchas.
- En caso de que las puertas abran hacia dentro, se deberá prever una persona por puerta para que las abra antes de iniciar la evacuación, además, dichas puertas deberán poder ser trabadas en posición abiertas.

- Las rutas de escape y las puertas que le sirven de salida deben estar identificadas e iluminadas de manera de poder seguir el camino en caso de falta de luz natural. La iluminación debe ser el tipo autónoma.
- Evitar pasillos que reducen su ancho en forma brusca en el trayecto.



- Las salidas de emergencias y las rutas de escape NO DEBEN ser confundidas bajo ninguna circunstancia.
- Debe ser verificada por un especialista en cuanto al nivel de seguridad que ofrece.

En la Argentina las rutas de escapes, llamadas "medios de escapes", en los ambientes de trabajo, deben cumplir con la Ley 19.587 sobre Seguridad e Higiene en el Trabajo y el reglamento que por actividad le corresponda (decreto 351/79 - decreto 911/96 - decreto 617/97 - Res SRT 311/2003 y decreto 249/2007).

## 15) LOS LÍDERES DE EVACUACIÓN

Los Líderes son las personas encargadas de coordinar la evacuación de cada área. Es un cargo recomendable para mejorar la eficiencia de las evacuaciones, aunque no obligatorio, ni desde el punto de vista técnico ni legal.

Cuando se piensa en un Plan de Evacuación el error es pensarlo sólo y separado del Plan de Emergencia, es por eso que se proponen cosas que después resultan complejas o casi imposibles de cumplir.

Cuando ocurre una emergencia dentro de una empresa la principal prioridad y hacia dónde van destinados los recursos, entre ellos las personas entrenadas, capacitadas y en condiciones psicofísicas adecuadas, es para hacer frente y mitigar esta emergencia. Si la emergencia es controlada no hace falta evacuar a ningún sector de la empresa o vecinos.

Otra situación donde es muy complejo implementar líderes de evacuación son los lugares con concurrencia masiva de persona tipo shopping, estadios, recitales, etc.

Una situación distinta ocurre en una escuela, un teatro, una clínica, una oficina administrativa del tipo Call Center, etc. En éstos casos posiblemente el papel de los Líderes de Evacuación sea la diferencia entre el éxito y el fracaso.

El uso o no de los Líderes de evacuación dependerá en última instancia de ver su utilidad en los simulacros que se vayan realizando.

### 15.1) Criterios de Selección

- Condiciones de liderazgo.
- Estabilidad emocional.
- Permanencia.

## 15.2) Funciones

- Ayudar a retirar a las personas.
- Orientar a las personas en las rutas de escape.
- Auxiliar a quienes sufran percances.
- Evitar el pánico.
- Vigilar las instalaciones.
- Controlar que se haya realizado la preparación indicada.
- Acciones especiales.

## 15.3) Lo que Debe Hacer los Líderes de Grupo

Un listado orientativo de acciones que deben realizar los líderes pueden ser:

### Antes de salir

- 1- Chequear cuantas personas hay en su área de responsabilidad.
- 2- Supervisar las acciones especiales establecidas (proteger archivos, cerrar válvulas, etc.).
- 3- Recordar a la gente la ruta de escape a utilizar y el lugar de reunión final.

### Durante la Evacuación

- 1- Supervisar que se ejecuten las acciones preestablecidas.
- 2- No permitir la utilización de ascensores.
- 3- Impedir a las personas que se regresen.
- 4- Auxiliar oportunamente a quien lo requiera (desmayos, lesionados, etc.).
- 5- Buscar una salida alterna.
- 6- En caso de no poder salir lleve a su grupo a una oficina o cuarto seguro. Solicitar de inmediato ayuda por los medios que tenga a su alcance.

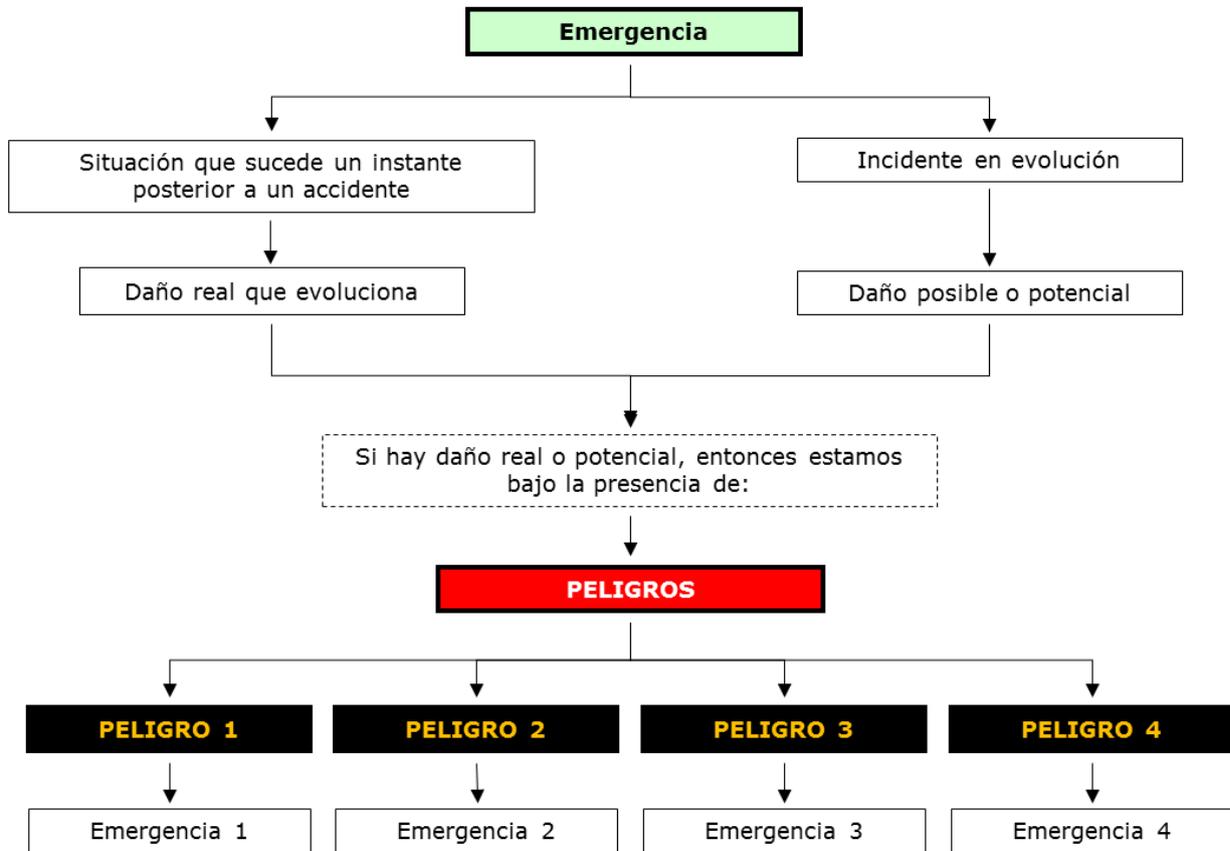
### Después de la Salida

- 1- Verificar si todas las personas a su cargo lograron salir. En caso contrario notificar al grupo de rescate o a los Bomberos. No tratar de hacerlo por si mismo.
- 2- Notificar las situaciones anormales observadas durante la evacuación.
- 3- Informar las anomalías y supervise la puesta a punto de las instalaciones y procesos.

## 16) DETECCIÓN DE LAS EMERGENCIAS

Planes de emergencia hay muchos, tantos como distintos tipos de emergencias tengamos posibilidad de tener.

El primer y más importante paso en nuestro proceso de organizar y planificar los planes de emergencias es saber qué tipo de emergencias se pueden presentar.



Existen muchas maneras de encarar este tan importante tema, citaremos algunos que son los más comunes e importantes:

- Los peligros. En realidad lo que interesa detectar son las situaciones de amenaza. Por ejemplo derrame de combustible tipo JET en parque de tanques norte.

Los Peligros deben ser descriptos en términos específicos, por ejemplo:

Peligro: Nafta

Lugar: TK de nafta ppal.

Tipos de accidentes: Incendio tk. Derrame. Derrame encendido. Rebalse. Rotura de tk. Explosión, etc.

Donde está el tk o mejor dicho que de tk estamos hablando, no todos son iguales.

Otras situaciones:

- Durante la Carga/Descarga del TK.
  - Uso de la nafta en planta.
  - Camión de transporte de Nafta, en la ruta, en el cliente o dentro de planta?
- Que puede salir mal?

Este es uno de los mejores métodos para detectar posibles emergencias, la ventaja es que es visual. Nos paramos en un lugar y al mirar un equipo, una instalación o un lugar específico nos preguntamos ¿Acá que puede salir mal?

Los datos que debemos recolectar son: Lugar específico, tipo, cantidad, magnitud, etc.

- Tipos de Trabajos: Los distintos tipos de trabajo de rutina o no planificados que se llevan adelante deben ser también analizados desde la emergencia. No sólo la prevención, protección y control deben ser desarrolladas e implementadas con el objetivo de evitar o minimizar los daños, sino también que se va a hacer si todo lo anterior falla. Algunos trabajos y tareas a desarrollar según los tipos de trabajos son el Rescate en Altura y en Ambiente Confinado, trabajo de buzo, excavación, trabajo en pozos o túneles, trabajo dentro de tanques o equipos de proceso, etc.
- Análisis de los procesos productivos. Los distintos procesos productivos son una colección de peligros que se manifiestan cada uno de ellos de distinta manera en las distintas etapas del proceso. Cada situación en particular de cada peligro debe ser analizado.
- Análisis de máquinas, equipos e instalaciones. Cada máquina, cada equipos y cada instalación presentan problemas que le son particulares y específicos, y como tal deben ser estudiados y analizados.
- Listado de materias primas. Cada materia prima representa un problema distinto que se puede manifestar en la descarga, en el depósito, durante el transporte interno, durante el uso en los distintos procesos industriales, etc.
- Listado de materiales auxiliares del proceso. Ídem anterior.
- Los Productos Químicos deben ser analizados uno por uno en todas sus posibles etapas donde estos intervengan o estén, como por ejemplo: descarga, depósito, uso, carga, transporte interno, transporte externo, etc.
- Listado de productos químicos no productivos. La investigación sobre que materias primas y materiales auxiliares del proceso se usan es bastante fácil, por lo general todos saben que productos químicos se usan y se procesan, cuales entran y salen de los procesos productivos; pero cuando salimos de estos dos grupos de productos, la búsqueda se vuelve complicada, no siempre se conocen TODOS los productos que se usan en las distintas tareas no productivas. ¿Dónde obtener entonces un listado de TODOS los productos químicos no productivos que se usa en la empresa? Por lo general una buena fuente de información puede ser el área de compras y/o de almacenes, el área de procesamiento de datos, especialmente en empresas que están informatizadas.
- Residuos. Especialmente las emergencias que nos generan son las relacionadas a las ambientales, aunque también existen residuos que por sus características pueden poner en peligro la vida de los trabajadores y vecinos. Una emergencia típica relacionada a este tema, es el ingreso a las fosas de las plantas de tratamiento de residuos líquidos, ingreso a cañerías de desagües, etc., donde debemos tener previsto, no solo las condiciones de ingreso, sino, como vamos a rescatar a alguien del interior.
- Transporte de productos químicos. No sólo debemos tener en cuenta las características propias del producto químico, sino las condiciones que se generan al sumarle el transporte, como por ejemplo una explosión en un elevador de granos; caída de tambores, choques de vehículos, vuelcos en ruta, rotura de contenedores en ruta, sumado a esto el lugar específico de la ruta o ciudad donde se produce el vuelco.
- Depósito de productos químicos. Al igual que con el transporte, los depósitos le agregan a los productos químicos características especiales respecto a los tipos de daños que pueden ocasionar. En muchos casos los volúmenes almacenados son grandes y esto aumenta el nivel de daños.
- Energías usadas en los procesos. Electricidad de baja tensión, medio tensión, calor, frío, hidráulica, radiaciones ionizantes, etc.

- Historial de accidentes propios. Mientras que los peligros nos dicen lo que nos puede llegar a pasar, es decir, nos hablan del futuro, con el análisis e investigación de los accidentes hablamos de sucesos reales, nos hablan del pasado, nos dan datos reales de lo que nos sucedió.
- Historial de accidentes de otras empresas similares. Son tan útiles como los propios accidentes; si le pudo pasar al vecino o a alguien en alguna parte del mundo, también podría llegar a pasarnos a nosotros.
- Normas legales: Por ejemplo el Plan para Accidentes Industriales Mayores, en lo que hace a temas de seguridad e higiene en el trabajo; de la mano PNA también hay exigencias de planes de emergencias para puertos, buques, etc.
- Exigencias de clientes. No son muy comunes, pero pueden haber requisitos de contratación de esta naturaleza.

El siguiente listado es a modo orientativo respecto a las necesidades de planes de emergencias.

TÉCNICAS	SOCIALES	NATURALES
Incendio en cada una de las áreas de la empresa (la detección tiene que ser muy precisa y detallada, no alcanza con decir "emergencias de incendio", queda por completar donde, que se quema, etc.	Desórdenes civiles	Terremotos
Explosiones, ídem anterior; explosión de qué?	Atentados	Erupciones volcánicas
Escape de vapores tóxicos, que producto, de que proceso, de que parte del proceso, etc.	Terrorismo	Deslizamiento de tierras
Contaminación radioactiva	Asaltos, etc.	Inundaciones
Fallas de equipos y sistemas	Amenaza de bombas	Maremotos
Accidentes de transporte		Huracanes
Intoxicaciones alimentarias		Tormentas eléctricas
Escape de gas		
Electrocución		
Rescate de personal		
Accidentes de trabajo		

## 17) COMO ESTABLECER PRIORIDADES

Después de haber detectado todas las posibles emergencias, se hace necesario priorizar para definir por cual de todas se va a empezar a trabajar. Para cada una de estas emergencias se requiere desarrollar un PROTOCOLO DE INTERVENCIÓN y como se acaba de ver es imposible hacerlo para todas juntas. Una de las maneras más simples y efectivas para hacer este trabajo es utilizar una matriz de decisión, que puede ser una matriz simple o una matriz compuesta o ponderada.

En la decisión van a intervenir factores como cuantificación y cualificación de los daños esperados, exigencias legales, posibilidad de afectación a vecinos, políticas empresarias, cantidad de personas afectadas, si afecta al proceso productivo, facilidad de implementación, probabilidad de ocurrencia, etc.; cuanto más factores se tengan en cuenta en la decisión más ajustada y realista será el listado de prioridades.

Hay que tener en cuenta que las matrices de decisión sólo ayudan a tomar una decisión, ayudan a orientar, las decisiones son absolutamente personales; no hay que darle a la matriz de decisión la idea de verdad absoluta.

Al usar una matriz se tiene que tener cuidado de valorizar SIEMPRE todos los factores usando la misma escala, que puede ser de 1 a 10 o 1 a 100 o 1 a 1.000 o con una escala limitada de números como 0, 1, 3, 6, 8 y 10

Por ejemplo: supongamos que usamos una escala de 1 a 10, y tenemos que valorizar la cantidad de personas afectadas, entonces podemos crear una escala por ejemplo como la siguiente:

Personas		Daños (\$)		Afectación imagen publica	
Cantidad	Valor	\$	Valor	Gravedad	Valor
01 - 10	1	0-1.000	1	No existe	1
10 - 20	2	1.000 - 10.000	2	Despreciable	2
20 - 40	3	10.000 - 100.000	3	Baja	3
40 - 60	4	100.000 - 250.000	4	Grave	4
60 - 100	5	250.000 - 500.000	5		5
100 - 200	6	500.000 - 1.000.000	6	Muy grave	6
200 - 450	7	1.000.000 - 2.000.000	7		7
350 - 700	8	2.000.000 - 2.500.000	8	Extremadamente grave	8
700 - 1.000	9	2.500.000 - 5.000.000	9		9
+ de 1.000	10	+ de 5.000.000	10	Catastrófico	10

Tenemos que crear una escala por cada factor que incluyamos en la matriz de decisión.

### **Ejemplo: Matriz de Decisión Simple**

Nombre de la Emergencia	Trabajadores afectadas	Vecinos afectados	Daños (\$)	Aspectos legales	Afectación imagen publica	TOTAL	Orden
a	5	1	5	7	3	37	3
b	10	1	1	6	1	30	5
c	1	2	2	4	2	16	6
d	3	5	7	5	5	34	4
e	4	10	10	2	10	41	2
f	8	10	10	1	10	45	1

### **Ejemplo: Matriz de Decisión Ponderada**

Nombre de la Emergencia	Trabajadores afectados		Vecinos afectados		Daños (\$)		Aspectos legales		Afectación imagen pública		TOTAL	Orden
	Importancia de cada factor en la decisión											
	10	10	8	5	5							
a	5	50	1	10	5	40	7	35	3	15	216	4
b	10	100	1	10	1	8	6	30	1	5	198	5
c	1	10	2	20	2	16	4	20	2	10	100	6
d	3	30	5	50	7	56	5	25	5	25	234	3
e	4	40	10	100	10	80	2	10	10	50	307	2
f	8	80	10	100	10	80	1	5	10	50	348	1

En esta matriz aparecen dos columnas por factor, una es el puntaje que le damos al factor en función de la incidencia (columna izquierda) en la emergencia, y la otra columna es el factor ponderado (columna derecha) que resulta de multiplicar el valor de la columna izquierda por el factor de importancia.

### **18) INFORMACIÓN SOBRE LAS EMERGENCIAS**

Para cada posible emergencia detectada es necesario establecer información que permita a posterior desarrollar el protocolo de intervención, ésta se puede resumir en: Proceso de cómo puede llegar a ocurrir, es decir, ¿cómo puede llegar a pasar ese accidente? ¿Cuál es el tamaño esperado de la misma?, es decir, si tenemos como hipótesis de trabajo un escape de gas tóxico, tendremos que saber dónde va a suceder (en qué sector o zona de la empresa), porque y como va a suceder, tamaño esperado del escape, tamaño de la posible zona afectada, características de la zona afectada (casas, escuela, centros de salud, etc.), daños esperados, efectos en la población, efectos en el medio ambiente, información sobre el producto, etc.

Toda esta información es extremadamente crítica, no podemos planificar como hacer frente a una emergencia de la cual no sabemos nada sobre ella. Es más, a la hora de priorizar sobre que emergencia empezar a desarrollar e implementar, esta información es de suma importancia.

### **19) ETAPA ADMINISTRATIVA DE LOS PLANES DE EMERGENCIA**

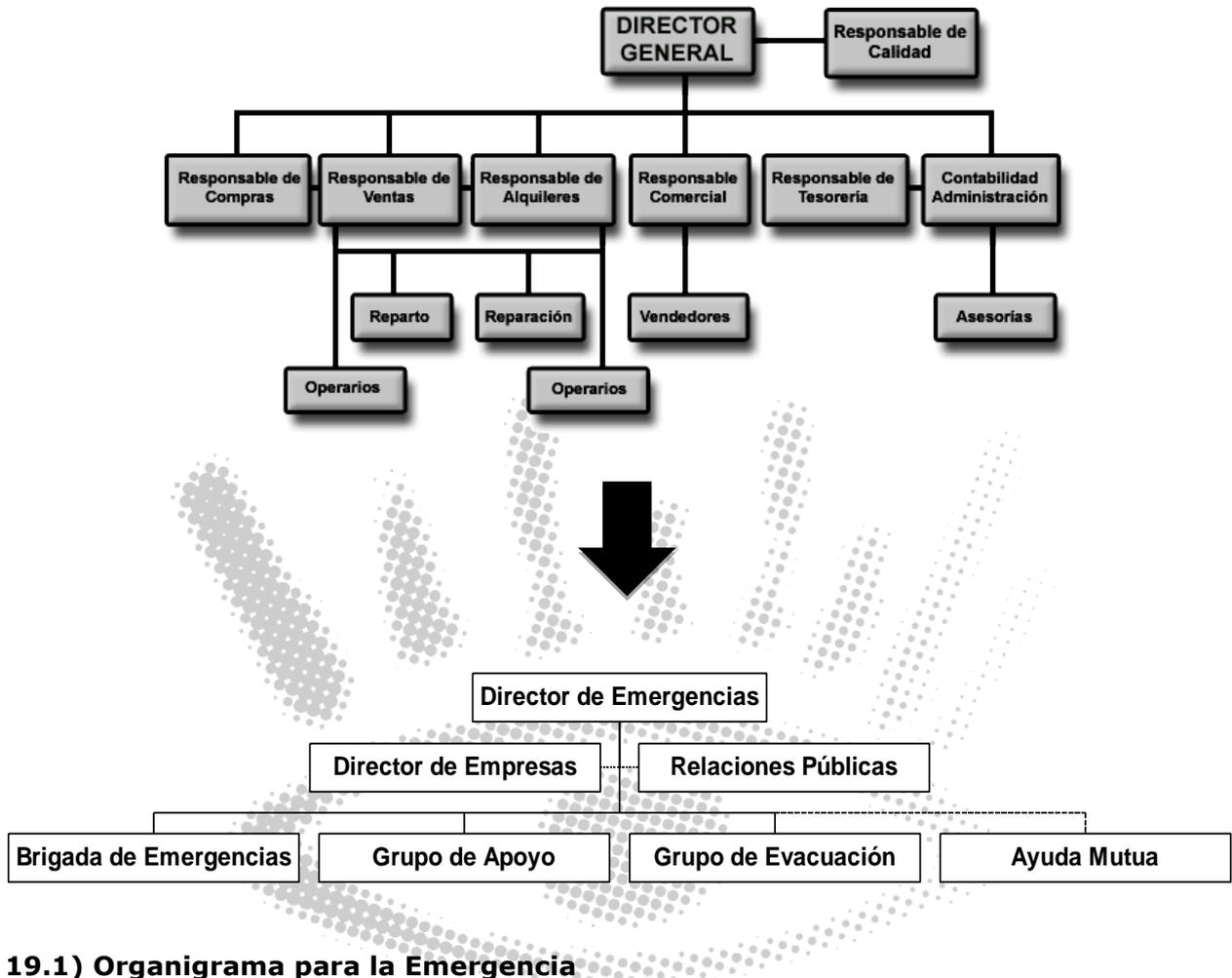
Esta etapa fundamentalmente debe dar respuesta a una pregunta simple:

**Como se reorganiza la empresa para hacer frente a las emergencias.**

La respuesta es disponer de un organigrama de la empresa para la emergencia. Hay que transformar el organigrama productivo en un organigrama de emergencia porque el objetivo

de la empresa temporalmente ha cambiado. Este objetivo ha cambiado de producir bienes y servicio a controlar los daños y sobrevivir como empresa.

En otras palabras, para la emergencia hay que agarrar al organigrama productivo, mezclar y dar de nuevo.



### 19.1) Organigrama para la Emergencia

En cualquier organización que tenga más de unas pocas personas para la acción es necesario definir la estructura de ésta.

Esta estructura es el organigrama y define la relación entre los diversos componentes (división, ramos o secciones) de la organización. Presenta la jerarquía de mando y establece los canales de comunicación interna.

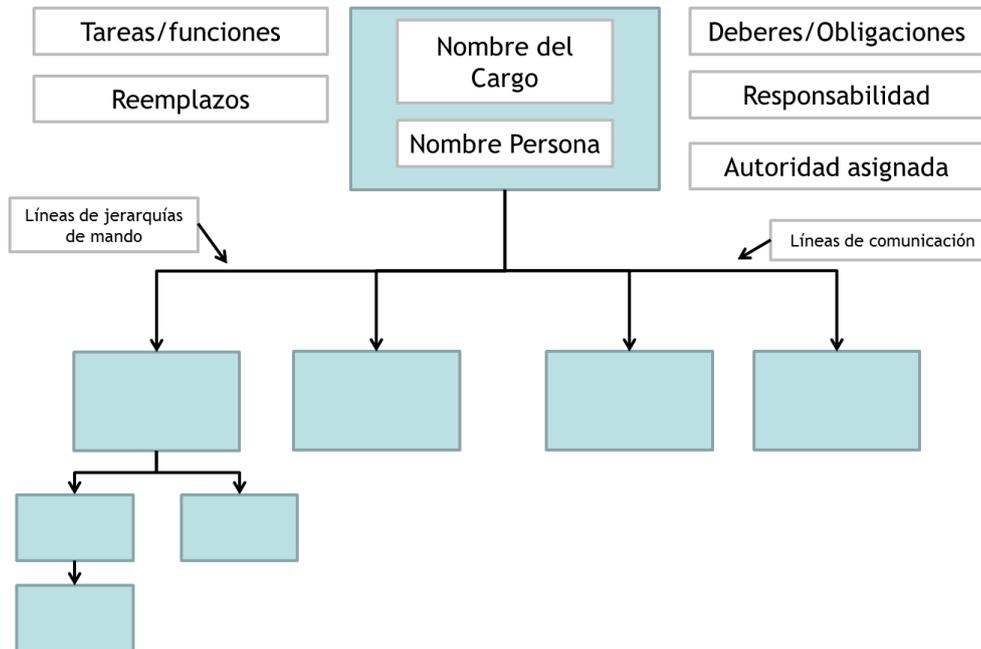
Los organigramas se complementan mediante declaraciones funcionales que describen la autoridad, responsabilidades y deberes de los componentes de la organización. En gran parte, la forma y complejidad del organigrama y de las declaraciones funcionales, dependen de la magnitud del accidente, las operaciones necesarias y el número de personas o de agencias que participan.

Los requisitos claves de un organigrama son los siguientes:

- Presenta una jerarquía de mando.
- Asigna responsabilidades y funciones.

- Especifica los requisitos de personal.
- Establece comunicaciones internas.

Cada “cuadrado” del organigrama debe tener definida la siguiente información:



- Nombre del Cargo: es el nombre de como se lo conocerá en la emergencia, por ejemplo “Jefe de Brigada”.
- Nombre de la Persona: en algunas cosas se puede colocar el nombre de quien ocupa ese cargo o que cargo dentro del organigrama productivo se transforma en el nuevo cargo en el de emergencia. También se pueden colocar los dos.
- Deberes y funciones: Aunque estás muchas veces son obvias al cargo, es mejor dejarlas por escrito.
- Responsabilidad: Ídem anterior.
- Autoridad asignada: Este es un punto clave en toda organización. Autoridad para qué le vamos a dar a ese cargo, es decir, que puede hacer sin pedir permiso a su superior. Si pretendemos un organigrama ágil y flexible a la dinámica de la crisis, es necesario que los intervinientes en el control puedan tomar determinadas decisiones sin pedir permiso. Esta autoridad debe ser siempre conocida por todos.
- Tareas y Funciones: por lo general el nombre del cargo en el organigrama de la emergencia define las tareas que tiene que llevar adelante, pero a veces se le asigna a una persona tareas que no son propias del cargo, en estos casos es necesario dejar esto bien claro y definido.
- Reemplazos: Todo cargo dentro de un organigrama debe tener reemplazos. Los reemplazos deben ser pensados para todos los casos posibles de turnos de trabajo. El organigrama es UNICO para toda la empresa, no importa cuántos turnos de trabajo tenga.

- **Niveles y Líneas:** Los niveles dentro del organigrama definen las jerarquías, es decir, quien depende de quién. Las líneas definen como deben ser las comunicaciones en la emergencia.

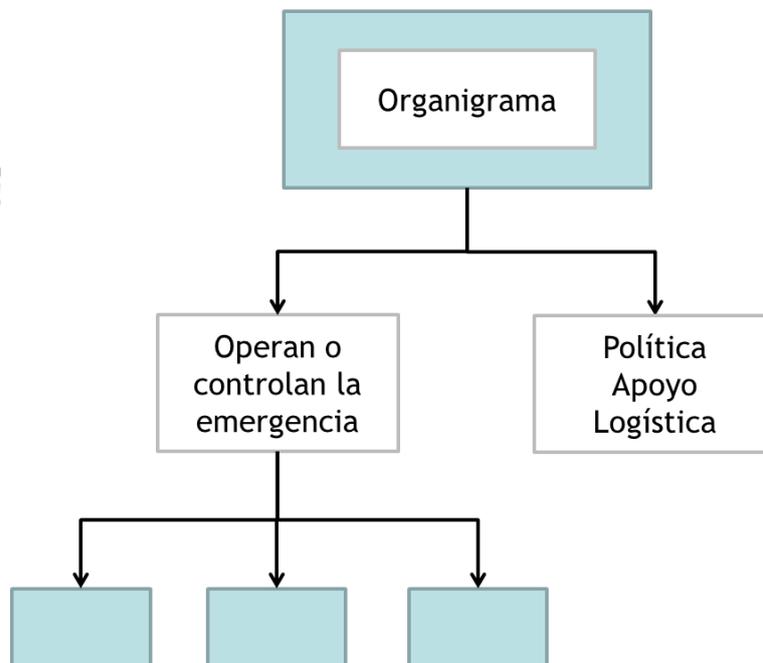
## 19.2) Como Armar un Organigrama

Son varios los puntos críticos que surgen en el armado del organigrama: dos de ellos se destacan, uno es con respecto a que se hace con el personal ocupando cargos jerárquicos, lo cual la tendencia es dejarlos seguir ocupando cargo jerárquicos o de mando dentro del organigrama de la emergencia, y el otro es como armo el organigrama, ambos están relacionados.

El organigrama básicamente tiene dos grandes áreas, una de ellas es la operativa, es decir, el personal que le hace frente al problema y controlan la emergencia, y la otra son todas las actividades de apoyo.

Para hacer frente a una emergencia se debe tener un gran conocimiento de las operaciones técnicas de la empresa, es decir, conocer los procesos de producción, y, además, conocer aspectos técnicos de seguridad. Esto permitirá al personal participante saber qué hacer y donde. Este conocimiento muchas veces no está en manos del personal jerarquizado, salvo excepciones, sino en manos del personal operativo de la empresa.

La alta y media jerarquía de la empresa tiene que entender que tiene que dar un paso al costado en materia de control de la emergencia. Ahora bien que hago con estas personas y su enorme conocimiento en otras áreas? La solución es ubicarlos en cargos afines a sus conocimientos dentro del grupo de apoyo, en logística, en relaciones públicas, relaciones políticas, en abastecimiento, en compras especiales, etc.



## 19.3) El Director, Jefe, Líder o Responsables de Emergencias

El Director de Emergencias, máximo responsable, requiere de una sólida formación técnica sobre el tipo de eventos que se espera puedan presentarse en su área, y de un conocimiento amplio de los peligros y sus implicaciones, incluyendo los recursos internos y

externos disponibles. Es muy frecuente en estos casos estar tentados a colocar en la dirección de la emergencia al gerente o presidente de la compañía, con el sólo argumento de su posición jerárquica dentro de ella. Esto generalmente conduce a decisiones que terminan en improvisaciones y graves equivocaciones, con todo lo que ello representa en un caso de emergencias, donde la variable fundamental es el tiempo. La experiencia ha demostrado una gran resistencia para aceptar estas limitaciones por la mayoría de los gerentes. Se requiere, pues, una presentación clara sobre el tema para lograr una actitud positiva al respecto.

Evidente, que a pesar de que las acciones de control de siniestros son de carácter técnico, sus resultados pueden reflejarse en situaciones que van más allá de un monto de dinero en pérdida, y que independientemente de las cifras, su incidencia adquiere valor estratégico para la compañía. En muchos casos el daño estratégico (pérdida de competitividad, complicaciones políticas internas o externas, etc.) puede poner en peligro la estabilidad de la organización. Por lo tanto, el Director de Emergencia debe tener una asesoría de la Alta Dirección de la compañía, más experimentada, en el tratamiento cotidiano de estas cuestiones, sobre las cuales tienen responsabilidad directa.

Es necesario tener presente que en cierto tipo de eventos la autoridad para la toma de decisiones puede rebasar el nivel interno de la empresa, pasando entonces la dirección a organismos especiales de tipo gubernamental o comunitario, que lo asumen en virtud no solo de la convivencia del interés general, sino por mandato de la ley. En estos casos, la responsabilidad del Director de Emergencias de la empresa es coordinar con dichas autoridades, con el fin de facilitar su actuación y optimizar los resultados de su gestión. El desconocer lo anterior puede ocasionar graves conflictos con implicaciones y responsabilidad de tipo legal.

#### **19.4) Relaciones Públicas**

Un especial cuidado requiere la información a la comunidad, ya que su tratamiento inadecuado puede desencadenar situaciones catastróficas; por ello, la dirección de la emergencia debe tener una asistencia pronta y eficaz de un responsable de Relaciones Públicas, y deben existir políticas institucionales claras sobre el manejo de las comunicaciones oficiales en casos de siniestros.

Las relaciones públicas deben formar parte integral de todo el sistema del plan integral ya que la negligencia para proporcionar la información adecuada al público y a los medios de comunicación lo más rápido posible, ocasionará dolores de cabeza innecesarios en el manejo del accidente y frecuentemente obstaculiza el trabajo del personal técnico responsable de la labor de respuesta, control y limpieza en el lugar del accidente.

#### **19.5) Coordinación entre las Autoridades**

En todo plan de emergencia se debe establecer una línea de autoridad, misma que debe ser reconocida desde los primeros momentos en el sitio de la emergencia.

Esta autoridad debe quedar clara e incluida en el Plan de Emergencia, todas las agencias de respuesta que participen de manera adicional deben de entender claramente esta línea de autoridad. Los límites de autoridad y control de todos los participantes en la respuesta deben estar claramente definidos; las acciones de un individuo o un grupo de individuos que estén operando sin autorización no deben poner en peligro la operación total de respuesta a la emergencia.

Cuando se planifica es importante que se conozcan los Reglamentos, Códigos o Normas Legales, a fin de establecer los parámetros dentro de los cuales el responsable de la respuesta de emergencia en el lugar del accidente puede operar, sin perder de vista que

existen otras autoridades legales dentro de los servicios como pueden ser: ejército, policía, bomberos, trabajadores públicos, defensa civil, prefectura naval, etc.

Por lo tanto, los responsables (el comando del lugar) deben estar conscientes de la autoridad adicional que tienen estos servicios para actuar.

### 19.6) Otras Funciones

Hay muchas funciones dentro del organigrama de emergencia, la inclusión de ellas depende del tamaño de la emergencia, de la especialización y tamaño de la empresa, y de políticas empresariales.

Algunos de estos cargos, funciones o tareas son:

- Abastecimiento o Logística.
- Atención a la comunidad.
- Atención a familiares de los afectados.
- Compras especiales.
- Asesor legal.
- Asesor técnico o especialistas.
- Coordinador Institucional.
- Vigilancia.
- Comunicaciones.

## 20) ETAPA OPERATIVA DE LOS PLANES DE EMERGENCIA

La Etapa Operativa es la parte estratégica del plan, es donde se define como y con que se va a hacer frente a cada una de las emergencias. Plan Operativo o Protocolos de Intervención hay uno por cada emergencia que se pueda presentar, no es lo mismo lo que se debe hacer frente a un escape de gases tóxicos, que frente a una amenaza de bomba.

Es la responsable de ejecutar las acciones específicas acordes con las decisiones adoptadas por la dirección del plan de emergencias, encaminadas a la protección de personas y bienes.

Es este punto donde mayores confusiones y discusiones se generan, planteándose como responsable único a un grupo especializado denominado "Brigada de Emergencia". Para hacer claridad respecto a este tópico, es necesario considerar las actividades básicas a realizar en el momento de un evento que origina una emergencia. La primera actividad consiste en que un grupo de personas se haga presente en el sitio mismo del siniestro y desarrolle acciones que contengan o eliminen el evento. Este grupo de choque debe estar compuesto por personal entrenado específicamente en las técnicas de control de emergencias, y debe estar dotado del equipo y herramientas especializadas para ello.

Simultáneamente a la actividad de este primer grupo, todas las personas potencialmente en peligro, ya sean en el sitio del siniestro, como en sitios aledaños donde razonablemente exista la posibilidad de ser afectados, deberán iniciar un desplazamiento hasta áreas de menor riesgo en busca de protección. Este proceso de movilización será coordinado por el "Grupo de Evacuación", conformado por un mínimo de una persona de cada área de trabajo, cuya función específica es colaborar con la ejecución del Plan de Evacuación. Los componentes de este grupo actúan simultáneamente en las diferentes áreas de la empresa, y se movilizan junto con todos los ocupantes hasta lograr alejarlos del peligro original, generalmente fuera de las instalaciones de la compañía. Las acciones a ellos encomendadas

no requieren de preparación especializada en el manejo de emergencias, y menos aún de equipamiento particular.

Es evidente, entonces, que quienes combaten el siniestro y quienes coordinan la evacuación, no deben ser componentes de un mismo grupo, ya que de ser así implicaría una gran cantidad de recursos desperdiciados en especializar en combates de incendios y equipar a un grupo grande de personas para labores que no lo requieren. Por lo tanto, la actividad de coordinación de evacuación no es específica de la Brigada de Emergencia, pues mientras unos deben ir inmediatamente al sitio del siniestro, los otros, al mismo tiempo, deben alejarse con los ocupantes de dicho sitio.

Para que la Brigada de Emergencias y el grupo coordinador de la evacuación puedan cumplir satisfactoriamente su cometido, se requiere de un soporte logístico adecuado que asegure suministros y condiciones en forma oportuna y estable. Mantener el suministro de agua y energía eléctrica, reparar en forma rápida un sistema, vigilar instalaciones, por ejemplo, son algunas de las necesidades típicas durante una emergencia. Este tipo de respuesta de apoyo inmediato necesita que quienes tienen funciones operativas especializadas dentro de una empresa estén disponibles durante todo el tiempo del siniestro. Por lo tanto, debe establecerse previamente un "Grupo de Apoyo", conformado por todas aquellas personas que aseguren el soporte logístico en las emergencias. En este grupo deberán estar incluidos: mantenimiento, vigilancia, transporte y comunicaciones, medico, enfermero, almacenes, supervisores de proceso, etc. A estas personas se les asignará un sitio seguro para reunión y permanencia, dotado de medios de comunicación. Es obvio que los componentes del grupo de apoyo no deberán desplazarse a combatir el siniestro, ni tampoco evacuar las instalaciones con los demás ocupantes. De hacerlo así se presentarán dificultades en su localización, y aún más, comprometerán su disponibilidad, ya que tendrían en un momento dado, que descuidar acciones críticas indispensables.

En resumen, el estamento operativo propuesto tiene tres grupos especializados diferentes, cada uno de ellos con funciones específicas, actuando en forma simultánea y en sitios diferentes. Con ello se logra racionalizar los recursos, minimizar las necesidades de capacitación y equipamiento, y alcanzar una acción de control pronta y eficaz. Un solo grupo numeroso, dotado a medias y sin funciones concretas, solo logrará dificultar su manejo y aumentar el caos existente en momentos críticos; es necesario recordar que en una emergencia "Lo que no ayuda, estorba".

En ocasiones especiales el estamento operativo se verá reforzado por Brigadas de Emergencias de otras empresas, especialmente cuando exista un Plan de Ayuda Mutua. La actuación de grupos externos no institucionales debe manejarse con extrema cautela, pues su injerencia sin necesidad real o sin adecuada coordinación, genera complicaciones no deseables y entorpecer el desenvolvimiento de los planes establecidos, por desconocimiento de los mismos.

También se puede pensar en una Brigada para Control de Derrames o una Brigada Ambiental, etc.

En esta etapa no debemos olvidarnos de dos detalles importantes a desarrollar: una de ellas es preparar la información pública (a los medios, a los vecinos, para los médicos, etc.) para difundir en los casos de emergencias que pueden producir daños en los vecinos y en el medio ambiente circundante; y la otra es dejar pautas lo más claras posibles para que el responsable de decidir la EVACUACIÓN puede tomar una decisión con base más cierta.

## **20.1) Como Desarrollar la Estrategia**

Para planificar un protocolo de intervención es necesario establecer o definir alguna información:

- A que nos vamos a enfrentar.

- Magnitud y tipo del daño esperado.
- HIPOTETIZAR la peor situación esperable.

Por ejemplo, supongamos una hipótesis de trabajo de un incendio en el depósito de inflamables, supongamos que el depósito no cuenta con un sistema de rociadores automáticos y tampoco cuenta con un sistema para la detección de incendios. El edificio tiene dos portones de ingreso y en su interior hay inflamables livianos no solubles en agua; todo esto constituye la descripción de la situación de emergencia. La situación en este caso es que posiblemente nos enteremos del incendio en una etapa avanzada motivado porque la alarma la va a producir el humo que sale del edificio o una persona que estaba caminando por el sector y vio el humo salir por debajo del portón. Esta es la hipotética situación, ahora hay que pensar en cómo se va a hacer frente al problema.

La estrategia podría ser la siguiente (a modo de ejemplo y sin que esto represente la realidad): Se va a usar dos líneas de ataque de 2 ½" (una por portón) y dos líneas de apoyo para cubrir la línea principal. Como se trata de inflamable livianos se necesitará tirar en el interior del edificio espuma de baja expansión, por consiguiente se necesita de dos equipos para espuma. A las mangueras se las va a conectar a los hidrantes X1, X2, X3 y X4 disponibles en la zona del depósito.

Para esta hipótesis los recursos necesarios son:

- Cuatro (4) líneas de manguera de 2 ½". La longitud y cantidad de tramos de mangueras estará en función de los puntos de conexión.
- Dos (2) lanzas para espuma de baja expansión.
- Espumígeno, dos (2) tambores de 200 litros, mínimo (esto debería salir por cálculo).
- Dos (2) equipos dosificadores de espumígeno.
- Bomberos: 3 x línea + 1 para asistente de espumígeno x línea, total = 14.
- Doce (12) equipos autónomos.
- Catorce (14) equipos de ropa para bomberos.
- Doce (12) tanques de aire de repuesto.
- Aire de recarga para los tubos: compresor de aire o batería de aire.
- Equipos de iluminación de emergencia.

Esto sería un ejemplo, simple y posiblemente con algunos errores, de cómo debemos planificar la etapa operativa de cada uno de los planes de emergencia.

Una de las funciones de las Brigadas de Emergencias es precisamente la de escribir y llevar adelante los protocolos de intervención y establecer los recursos que son necesarios.

## **20.2) Determinación de la Necesidad de Recursos**

Para lograr una buena planificación, el conocimiento completo de los recursos disponibles, tanto humanos como materiales es de vital importancia, el conocer los lugares y las cantidades de recursos que se envían al mismo, es la clave para una respuesta apropiada. Esta información es de suma importancia para una buena organización, conocer las debilidades y la accesibilidad de los recursos.

Es de todos conocido que el recurso más importante para responder a las emergencias es el humano, los grupos de respuesta trabajan en situaciones que tienen grandes exigencias y

por lo tanto producen un fuerte estrés, por lo que se les debe mantener con una alta moral y esto depende en gran medida del conocimiento, confianza y capacidad para desempeñar las acciones previamente asignadas en el plan, por lo tanto es imperativo satisfacer sus necesidades de capacitación, información y proporcionarles el equipo de protección personal apropiado para cumplir su misión.

La determinación adecuada de los recursos para afrontar una emergencia es una de las etapas más importantes en la planificación; una emergencia sin recursos para afrontarla o recursos sin una adecuada planificación y organización son sinónimos de fracaso.

Todo recurso del que se pretenda disponer debe tener una aplicación en una determinada emergencia, en un determinado escenario e hipótesis de evolución y daño; y de acuerdo a la estrategia planeada para mitigarla.

Cada plan de emergencia a desarrollar necesitará de un planificación operativa o estrategia estableciendo cómo se va a hacer frente para mitigarlo, con que equipos, que cerrar, que abrir, que operar, que parar, que arrancar, que personal es necesario y que rol se le asigna a cada uno, etc.

Esta planificación va a estar intimamente relacionada con la disponibilidad de los recursos que pensamos nos van a ser de utilidad. Una vez establecida la etapa operativa del plan surgirá un listado con los recursos necesarios, a estos recursos a su vez los podemos dividir en:

- Recursos indispensables.
- Recursos alternativos.
- Recursos suplementarios.

A su vez a los recursos los podemos clasificar en:

- De uso general: para todas las emergencias.
- De uso específicos: destinados sólo para una emergencia en particular.

La ubicación de los recursos dentro del predio de la empresa es tan importante como el propio recurso, a los recursos de uso general se deberá ubicarlos en un lugar estratégico que nos permita llegar a todos los lugares en el menor tiempo posible, y además, que estén disponible para quienes los tienen que usarlos en el momento de la emergencia. En cuanto a los recursos específicos, a éstos lo puedo ubicar en las cercanías del lugar donde se puede producir la emergencia.

Es importante a la hora de ubicar los recursos en no localizarlos en zonas o espacios que puedan sufrir daños, tanto sea por problemas ambientales como terrenos inundables, caminos no accesibles, problemas de vandalismo o accidentes.

En el inventario de recursos se deberán identificar los contactos que pueden ser necesarios para disponer de recursos que se encuentran fuera del alcance del plan de la contingencia. También se debería saber de antemano que tipo de recursos y que cantidad nos puede ofrecer cada proveedor o "buen vecino" y los tiempos estimados de arribo.

Otro aspecto importante es definir y establecer cómo se van a MOVER los recursos al lugar de la emergencia, de nada sirve tener recursos que después no se pueden mover o que se tarda mucho en moverlos, o se los arruina en el camino.

Entre los mismos podemos mencionar:

- Brigada de Incendios
- Brigada de Evacuación
- Brigada de Rescate
- Brigada Médica
- Ambulancias
- Enfermeros
- Médicos
- Equipos de Respiración Autónomo
- Tubos de aire de repuesto para equipo autónomo
- Ropa Especial para Bombero
- Botas/casco y guantes para bombero
- Ropa Aluminizada para acercamiento al fuego
- Ropa Hermetizada para escape de gases
- Ropa común para recambio
- Ropa para agua
- Botas para agua
- Guantes
- Casco
- Linternas comunes
- Linternas para manos libres
- Linternas antiexplosivas
- Pilas y/o baterías para linternas
- Equipo de Iluminación de Emergencia
- Equipo de generación eléctrica
- Alargue eléctrico
- Equipo generador de energía eléctrica 24 V
- Sogas
- Arnés de seguridad
- Hacha
- Maza
- Palanca/palanqueta
- Equipo autógeno
- Aparejo
- Eslinga
- Escalera de mano
- Escalera de soga
- Herramientas comunes
- Comida y bebidas
- Camilla
- Tubo de oxígeno
- Equipo médico vario
- Férula inmovilizadora
- Botiquín de primeros auxilios
- Barreras de contención para derrames
- Absorbentes para productos químicos
- Ropa especial para trabajar con distintos productos químicos
- Bombas portátiles para trasvases
- Espuma para incendios
- Lanza para espuma
- Bomba portátil para agua
- Cisterna para agua de incendio
- Mangueras de incendios adicionales
- Lanzas y pistolas para incendios adicionales
- Monitor de incendio portátil
- Bifurcaciones, adaptaciones, reducciones
- Autobomba
- Equipos de extracción de humo
- Equipos de comunicación
- Baterías de repuestos para los equipos de comunicación
- Equipos de medición rápida de nivel de contaminantes
- Detector de oxígeno
- Medidor de explosividad
- Equipo de hombre muerto para los brigadistas.

## 21) PLAN DE AYUDA MUTUA

**“Nadie es tan poderoso como para no necesitar ayuda, ni tan débil como para no poder prestarla”.**

Un plan de ayuda mutua es un arreglo entre varias empresas u organizaciones de un mismo sector geográfico, para prestarse asistencia técnica y humana, en la eventualidad de una emergencia que sobrepase, o a menos amenace con hacerlo, las posibilidades propias de protección. No es otra cosa que la reafirmación de una sana política de “Buen Vecino”, dentro de una clara premisa de “Hoy por ti, mañana por mí”.

En función de todo lo planteado hasta ahora hace suponer que ninguna empresa está en capacidad real de organizar una respuesta para todas los escenarios de emergencias posibles. A manera de ejemplo citamos el caso de una empresa petrolera que posee 50 tanques de almacenamiento ubicados en una zona, existiendo entonces la posibilidad razonable de que pueda presentarse un incendio en algunos de ellos en un momento dado. Sin embargo, es muy poco probable que se presenten incendios simultáneamente en todos los tanques. Es de esperar entonces que dicha compañía mantenga una existencia de concentrados para generación de espumas, en cantidad necesaria para extinguir el fuego en el tanque mayor o para un conjunto de tanques, pero no para todos los tanques.

Es de notar, que el término “muy poco probable” no significa imposibilidad y entraña situación para las cuales no siempre justifica poseer en forma permanente una organización (recursos humanos, técnicos, financieros) de respuesta. Es aquí donde radica la importancia de poder contar con una ayuda externa oportuna y eficaz.

### Beneficios

Los beneficios de estar integrados en un plan de ayuda mutua son más que evidentes. Con ello las empresas participantes pueden lograr:

- Mayores recursos humanos y técnicos disponibles.
- Menor nivel de inversión individual.
- Menor costo de las operaciones de emergencia para cada empresa.
- Menor inventario de suministros para emergencias.

A pesar de éstas ventajas, muchas veces estos planes no operan convenientemente debido a fallas en su estructura, la cual requiere necesariamente los siguientes aspectos:

- Existencia de Planes de Emergencias de cada uno de los participantes.
- Existencia de un convenio formal suscrito entre representantes autorizados de las empresas.
- Compromiso de compensación económica por los costes de los suministros que una empresa debe consumir en beneficio de otra.

- Delimitación clara de los recursos que cada empresa está en disposición de facilitar para servicio de los demás.

Es evidente que independientemente de la buena voluntad para colaborar, una empresa deberá conservar los recursos necesarios para su propia defensa, y no se puede pretender que sean cedidos con menoscabo de su seguridad. De otra forma, el programa estaría montado sobre unas bases idealistas, pero en la práctica no sería operativo.

Además de lo anterior, deberá tenerse en cuenta las regulaciones de cada país relacionadas con responsabilidades de tipo civil o penal, en los casos en que se produzcan accidentes a trabajadores de una empresa en instalaciones diferentes a las suyas. En algunos casos se hacen necesario tomar seguros especiales para éstas eventualidades.

## 22) SIMULACROS

La primera pregunta que surge es **¿Qué es un simulacro?**

Según el Diccionario de la Real Academia Española se entiende por simulacro a: Ficción, imitación, falsificación. Acción de guerra fingida.

Podemos decir entonces que un simulacro es una simulación o teatralización de un guion previamente definido. Es la representación de una OBRA DE TEATRO.

Los objetivos que se persiguen al realizar un simulacro son:

- Crear un patrón de comportamiento sistematizado. El éxito de un plan consistirá en crear un patrón de comportamiento que permita reaccionar ante una situación dada en el menor tiempo posible.
- Analizar y estudiar si el plan definido en la etapa de diseño es aplicable a la realidad concreta de la empresa, ver que mejoras se pueden realizar, estudiar el comportamiento de las personas involucradas, funcionamiento de los recursos en situación más realistas, calcular tiempos, etc.

### 22.1) El Simulacro de Evacuación

El simulacro de evacuación es un proceso que requiere poco guionado dado que se trata de imitar lo establecido en el procedimiento de evacuación previamente escrito en el Plan.

Hay que salir de la idea reduccionista de que "suena la alarma y todos salimos caminando".

Se puede hacer un simulacro de cada etapa del proceso de evacuación. NO es necesario "parar" todo el proceso productivo y sacar todos los trabajadores a la calle. Todos los días se puede hacer un simulacro distinto.

### 22.2) El Simulacro de Emergencia

El simulacro de emergencias requiere más preparación y fundamentalmente escribir el guion de lo que va a suceder, para que las partes puedan actuar conforme al escenario del teatro de operaciones planteado.

Para un simulacro de emergencias los pasos o etapas pueden ser las siguientes:

- Escribir el guion de la obra
- Dividir la obra en partes pequeñas
- Informar
- Capacitar
- Entrenar
- Sumar partes paulatinamente.

El simulacro es la última etapa de un proceso de implementación. Se debe empezar por adquirir los recursos previstos, realizar el entrenamiento en el uso de los equipos y recursos, realizar capacitaciones, realizar prácticas de evacuación, reconocimientos de rutas, traslado de heridos, etc., y por último se realiza el simulacro.

El simulacro consiste en escribir un guion completo de lo que supuestamente puede pasar como emergencia, paso por paso y para esa situación proponer las acciones a simular o no, dependiendo del nivel de simulacro.

El primer simulacro debe ser simple y muy planificado, para llegar después de mucha práctica a realizar simulacros más complejos y del tipo no previstos.

El tipo de simulacro dependerá del nivel de información previa sobre el día y hora. Al principio dicha información deberá ser mayor, y sólo cuando la respuesta prevista se haya condicionado podrá prescindirse de ella. En los sitios en donde por naturaleza la mayor parte de la población sea no habitual (por ejemplo hoteles, grandes tiendas o almacenes), es preferible dar siempre información previa antes del simulacro, e inclusive recordar la acción simultáneamente con el operativo, utilizando altavoces o medios similares, y debe darse un gran énfasis a la formación del personal del establecimiento encargado de coordinar el movimiento del público.

Existen distintos tipos de simulacros y formas de llevarlos adelante, simulacros con aviso y sin aviso, simulacros teatralizados o del tipo libre, simulacros generales o focalizados a un tema o área, etc. Pero lo único que no puede faltar y siempre se debe hacer es la fiscalización y evaluación del mismo. La fiscalización es simplemente filmar y/o colocar veedores que vean que está pasando en distintos lugares o etapas del proceso de simulacro. La evaluación tiene un objetivo fundamental y es, con toda la información recolectada por los veedores y las filmaciones, evaluar, primero, si se cumplió con los objetivos planteados al inicio de su diseño, y segundo, que aspectos del mismo salieron mal y que aspectos pueden ser mejoradas.

El primer paso para llevar adelante un simulacro es escribir el objetivo que se quiere cumplir, es decir, ¿para qué hacer el simulacro? ¿Qué se persigue? Por ejemplo el objetivo puede ser algo simple como "VER" cómo se desarrolla la evacuación de todo el establecimiento al mismo tiempo, como aplicar un determinado protocolo de intervención, reducir el tiempo de intervención de la Brigada de Emergencia para hacer frente al incendio a los tanque de GLP, incluso hacer intervenir a las Brigadas Públicas, evacuar vecinos, hacer un Triage, etc.

### 22.3) Noticias

**Salíó mal un simulacro de atentado en Alemania y hay 18 heridos leves**

Un simulacro de atentado explosivo contra un tren de pasajeros practicado en la ciudad alemana de Hagen acabó en un accidente al generarse un incendio que se saldó con un balance de 18 heridos leves, comunicó hoy la Policía.

Dos explosivos preparados para el simulacro detonaron con gran fuerza en el interior del tren cuando el convoy ingresaba en la noche del viernes en la estación de Hagen.

Las chispas prendieron fuego al revestimiento del vagón y el equipaje, pero no causaron heridas a los 115 extras que hacían las veces de pasajeros.

Algunos de los actores aficionados creyeron que se seguía tratando de un simulacro y permanecieron en el interior del vagón hasta que fueron evacuados por las fuerzas de rescate.

Toda la estación ferroviaria de Hagen tuvo que ser desalojada ante las espesas columnas de humo que inundaron el recinto y los accesos.

Dieciocho personas fueron atendidas con síntomas de intoxicación, pero posteriormente fueron dadas de alta.

Unos 600 policías, bomberos, gendarmes y enfermeros participaron en el operativo que de simulacro pasó a ser accidente real.

Afortunadamente, los explosivos que detonaron habían sido colocados en la zona de las puertas, lejos de los pasajeros, explicó un portavoz de la Gendarmería alemana.

Las fuerzas de rescate advirtieron rápidamente que se trataba de un verdadero accidente, arrancaron puertas y rompieron cristales de las ventanas para permitir la salida de los pasajeros, sofocando el fuego en poco tiempo.

*Fuente: Diario Clarín*

## **Ejercicio de simulación de incendio en el Hospital Puerta del Mar**

CÁDIZ. El Hospital Puerta del Mar realizó el miércoles una simulación de incendio en la Unidad de Gestión Clínica de Patología Mamaria. Un ejercicio que tuvo una duración aproximada de una hora, entre las cuatro y las cinco de la tarde. En la misma simulación intervino personal del área de hospitalización, en la quinta planta, pacientes ingresados, familiares, figurantes, los equipos de Primera y Segunda Intervención, personal de Prevención de Riesgos Laborales del centro y el comité de catástrofes del Puerta del Mar, entre otros.

La simulación comenzó en la habitación de una paciente inmovilizada, papel desempeñado por una figurante, donde se produce un fuego a consecuencia de una vela. Inicialmente actúa el personal que antes tiene conocimiento de los sucesos, el Equipo de Primera Intervención (EPI). Tras rescatar a la paciente de la habitación y avisar a centralita (que a su vez avisa al jefe de la guardia, al supervisor, al jefe de turno y al Equipo de Segunda Intervención), el EPI intenta apagar el fuego ficticio con un extintor. Ante la imposibilidad de controlar el incendio se decide la evacuación urgente de las habitaciones. A medida que se desalojan, una enfermera las revisa y las cierra con una almohada en el suelo. Por su parte, una auxiliar conduce a los evacuados a la zona administrativa y una vez allí se hace recuento de pacientes, familiares y figurantes. Posteriormente, la unidad se cierra, llega el Equipo de Segunda Intervención (ESI), el responsable de seguridad se hace cargo de la situación y se controla el fuego.

El ejercicio anterior se denomina evacuación horizontal urgente, pero la simulación también contempló una evacuación vertical programada, es decir, sacar a pacientes y a sus familiares del hospital por la escalera lateral, todo coordinado por una auxiliar, tras identificarlos, preparar su documentación clínica, medicación básica necesaria y ropa de abrigo.

Este ejercicio ha servido de experiencia y formación para los profesionales del Hospital Puerta del Mar y, además, será objeto de un análisis para acometer posibles mejoras y evitar fallos en un futuro.

Fuente: [www.diariodecadiz.com](http://www.diariodecadiz.com)

### Simulacro de incendio en silla de ruedas

Los alumnos del centro Ángel de la Guarda para enfermos de parálisis cerebral ensayan con éxito una evacuación y abandonan las instalaciones en seis minutos y medio.

El centro de terapia ocupacional para enfermos de parálisis cerebral del Ángel de la Guarda de Latores realizó ayer un simulacro de incendio en el que fueron evacuadas las 85 personas que diariamente acuden a realizar talleres ocupacionales. En total la evacuación duró 6 minutos y 30 segundos, «una cifra muy buena, teniendo en cuenta la gran cantidad de personas en silla de ruedas, y con problemas de movilidad graves», señaló el director del centro, Fernando Crespo.

Minutos antes de las once de la mañana llegaban al Ángel de la Guarda diez miembros de Protección Civil para organizar el dispositivo con los responsables del centro. «Ellos van a observar cómo se realiza la evacuación para decirnos si está bien o mal y qué debemos mejorar», explicaba Crespo. A las once y cuarto en punto saltaba la alarma y la megafonía del centro anunciaba la situación de emergencia mientras pedía tranquilidad. Inmediatamente y de manera ordenada los distintos usuarios del Ángel de la Guarda fueron abandonando las instalaciones para reunirse en el punto de encuentro, situado en frente al patio cubierto. Algunos, con muchos problemas de movilidad, salían por su propio pie e incluso animaban a sus compañeros; otros, en silla de ruedas, tenían que ser evacuados por los profesores del centro.

En total, la operación duró 6 minutos y 30 segundos, «un buen tiempo teniendo en cuenta los problemas de estas personas, que al igual que los profesores desconocían el simulacro. Es un ejercicio muy necesario en casos como el nuestro. Los chicos habían ensayado muchas veces y estamos contentos, ha salido bien», señaló Crespo.

La evacuación fue vigilada por efectivos de Protección Civil y de Bomberos de Oviedo, que tras el dispositivo se reunieron con los responsables de la institución para explicar cuáles habían sido los aciertos y corregir posibles fallos.

El centro Ángel de la Guarda, que pertenece a la Asociación de Ayuda a Personas con Parálisis Cerebral de Oviedo, cuenta además con un colegio en el que se atiende a niños de hasta 18 años. Una vez que cumplen la mayoría de edad, pasan al centro ocupacional. En total, entre los dos centros, se atiende a 165 personas.

Fuente: [www.lne.es](http://www.lne.es)

## 23) ASPECTOS LEGALES

El decreto 351/79 tiene muy pocas referencias en cuanto a exigencias de confección de planes de emergencia y evacuación, y mucho menos, por no decir nula, como tiene que estar conformado éste.

En cuanto a las exigencias de planes de evacuación, también aplicable a planes de emergencias, el decreto 351/79 establece:

**Artículo 160 (decreto 351/79):** La protección contra incendios comprende el conjunto de condiciones de construcción, instalación y equipamiento que se

deben observar tanto para los ambientes como para los edificios, aún para los trabajos fuera de éstos y en la medida en que las tareas los requieran.

Los objetivos a cumplimentar son:

1. Dificultar la iniciación de incendios.
2. Evitar la propagación del fuego y los efectos de los gases tóxicos.
3. Asegurar la evacuación de las personas.
4. Facilitar el acceso y las tareas de extinción del personal de Bomberos.
5. Proveer las instalaciones de detección y extinción.

**Artículo 187 (decreto 351/9):** El empleador tendrá la responsabilidad de formar unidades entrenadas en la lucha contra el fuego. A tal efecto deberá capacitar a la totalidad o parte de su personal y el mismo será instruido en el manejo correcto de los distintos equipos contra incendios y se planificarán las medidas necesarias para el control de emergencias y evacuaciones. Se exigirá un registro donde consten acciones proyectadas y la nómina del personal afectado a las mismas. La intensidad del entrenamiento estará relacionada con los riesgos de cada lugar de trabajo.

Las vías de evacuación, y concretamente su diseño, deberían ser tratadas como parte integral del sistema que facilita una adecuada seguridad de vida frente a un incendio.

## 24) DISEÑO DEL PLAN DE EMERGENCIA Y EVACUACIÓN

Al diseñar un Plan no debemos confundirnos y considerar como lo mismo a la parte documental (que es muy importante) con el PLAN; el plan es más que un simple documento en papel con las instrucciones de que hacer en caso de una emergencia y evacuación.

La parte documental del plan se va a elaborar a posterior de haber recolectado y analizado toda la información necesaria. El plan puede ser una colección de distintos tipos de documentos, incluso anotaciones a mano sobre relevamientos, croquis, etc.

### 24.1) Premisas para el Diseño del Plan

Todo plan se diseña, plantea e implementa en las condiciones edilicias, técnicas, humanas y organizativas en que se encuentra el establecimiento al momento del desarrollo del plan. No importa si las puertas cumplen con los aspectos técnicos necesarios, no importa si los pasillos son más largos o muy angostos que lo requeridos para estos casos, no importa si el establecimiento cumple o no con las normas de seguridad, la legislación vigente o con las buenas prácticas de la seguridad; **SIEMPRE DEBE GARANTIZARSE LA SALIDA DE TODAS LAS PERSONAS** que habitan un determinado establecimiento, cualquiera sea este, y cualesquiera sean las condiciones en que este se encuentra.

Pero, por si algún motivo, como lo pueden ser los estudios técnicos de los especialistas, como conclusión de un simulacro u otro tipo de análisis, se llega a la conclusión que el edificio no puede ser evacuado por completo, o que como resultado de la evacuación alguien resultare gravemente lastimado, entonces, no se debería usar el edificio hasta tanto se subsanen los problemas.

No está de más aclarar que detectadas las falencias estas deben irse corrigiendo y también ir a la par ajustando el plan.

## 24.2) Pasos Orientativos para Confeccionar el Plan de Emergencia y Evacuación

Los pasos siguientes son sólo a modo orientativo:

- 1- Plan Emergencia y Evacuación. ¿Quiénes somos?: Cuando se realiza documentación para organizaciones o personas que no conocen la empresa, se debe presentar a la misma, nadie tiene la obligación de conocerla y menos saber qué hace. En este paso se debe detallar quien es la empresa, como se llama, que hace, etc.
- 2- Plan Emergencia y Evacuación. Información de "diseño" del Plan: En éste punto se deben detallar todos los aspectos que se tuvieron en cuenta a la hora del diseño del plan, tales como, cantidad de personas, tipo de personas y características especiales, productos dentro del establecimiento (combustibles, ácidos, etc.) así como su cantidad y ubicación, aspectos edilicios sobresalientes, equipamiento de protección de incendios, sistemas de detección de incendios y/o gases, etc. Se busca en este punto dejar definida una "foto" del lugar, para que a futuro se pueda hacer una correcta revisión del mismo; es decir, como era y que se hacía en la planta en el momento que diseño el Plan.

Los puntos a tener en cuenta son:

- Descripción general de la empresa. El objetivo de este paso es dejar establecido como "era" la empresa cuando fue diseñado el Plan.
  - Cantidad de personas, tipo de personas y características especiales.
  - Aspectos relacionados a la producción.
  - Productos dentro del establecimiento, en especial lo que puedan ser peligrosos como los combustibles, cantidad y ubicación.
  - Aspectos edilicios sobresalientes.
  - Equipamiento de protección de incendios, sistemas de detección de incendios y/o gases, etc.
  - Aspectos organizacionales como ser turnos de trabajo, horarios, organigrama funcional, etc.
- 3- Plan Evacuación. Obtener plano actualizado del establecimiento a evacuar: Una vez con el plano en la mano se deberá verificarlo, especialmente en cuanto a sus dimensiones, pasillos, puertas, dirección de apertura, ubicación de las puertas, ancho y ubicación de pasillos y caminos.
  - 4- Plan Evacuación. Datos de cada sector: Dejar establecido la función que cumple cada área del establecimiento, además, de las actividades y contenidos peligrosos dentro de cada sector, cantidad de habitantes, propios y ajenos, características psicofísicas de los mismos en particular aquellas especial o distintas, horario de trabajo, y toda otro dato o información que pueda ser útil a la hora de organizar el Plan de Evacuación y Emergencia.
  - 5- Plan Evacuación. Mapa de Peligro: Ubicar en el plano los puntos donde se podrían producir los problemas de los cuales estamos evacuando, como ser: depósitos de productos químicos, tanques de combustibles, tanques de GLP, cocina, bibliotecas, archivos, laboratorio, etc.; al menos los más importantes y sobresalientes.  
  
Se debe poder elaborar un MAPA DE PELIGROS, para posterior seleccionar la ruta de escape que ofrezca un menor nivel de riesgo. ¿Por qué habría que mover a las personas por delante del depósito de inflamables cuando hay otra opción, aunque un poquito más larga, me ofrezca mayor seguridad?
  - 6- Plan Evacuación. Dibujar Rutas Provisorias: Establecer en función de la cantidad de ocupantes por área, oficina o sala, y de cómo se tiene idea de organizar la salida del

personal, las posibles rutas de salida a la puerta más cercana por el camino más seguro posible.

Definir si se hará una evacuación general, parcial o escalonada. Definir los posibles puntos de encuentros internos, puntos de reunión final, etc.

- 7- Plan Evacuación. Pasos de la Evacuación. Estructura Organizativa. Recursos: En este punto se deberá cumplir con cada uno de los nueve (9) pasos del proceso de evacuación, aquellos pasos que están en manos de personas, su ejecución deberá estar claramente definida.

En cada paso se deberá dejar claramente indicada las tareas asignadas a cada uno de los integrantes del Plan, además, de responsabilidad y autoridad en el proceso de evacuación; incluso los que ofician de suplentes.

En un Plan de Evacuación la estructura organizativa u organigrama suele ser muy simple, alcanza con que en cada paso del plan estén indicadas las tareas a realizar y la persona que la debe realizar. Por ejemplo: llamar a la policía, bomberos, ambulancia; abrir y trabar las puertas, cerrar el paso del gas, cortar la energía eléctrica, etc.

Paso 1: Se deberá dejar establecido los sistemas de detección automáticos que existen, para que se usen, el tipo de señal que emiten y que se debe hacer en caso de que éstos actúen.

Establecer cómo debe proceder cualquier persona que detecta un problema. Debe quedar lo suficientemente claro que hace una persona cuando detecta una situación anómala y que hace con esa información, a quien avisa y como lo hace.

Establecer cómo y a quienes deben informar el suceso y con qué medios de comunicación.

Definir Plan de Rondines para etapas de no actividad: por donde pasar, que mirar, etc.

Paso 2: Establecer quien decide evacuar. Establecer reemplazos.

Establecer los medios de comunicación que se usarán para que el que detecta el problema lo comunique al que tiene que decidir evacuar. Definir la estructura de mando que toma la decisión de evacuar, es decir, establecer quien o quienes deciden la evacuación y establecer.

Paso 3: Establecer pautas y orientaciones para decidir sobre la evacuación.

Otorgar autoridad explícita y visible al que tiene la RESPONSABILIDAD de decidir la evacuación.

Paso 4: Definir las distintas formas que se adoptarán para comunicar la evacuación a los distintos sectores del establecimiento, y las alternativas por si el principal sistema falla. Tener en cuenta en este punto la posibilidad de escalar la evacuación, en los casos de ser necesario discriminar a los evacuados para evitar daños entre ellos.

Tener en cuenta la posibilidad de una evacuación parcial y/o escalonada a la hora de definir la metodología de comunicación.

Paso 5: Establecer TODAS las tareas mínimas indispensables que se deben de realizar, y quien las debe realizar antes de salir.

Tener en cuenta que estas tareas deben ser las mínimas indispensables. Dentro de estas tareas podemos señalar las de guardar documentos confidenciales, cerrar la llave de paso del gas, apagar las estufas, apagar equipos, etc.

Definir quién llamara a los bomberos, policía, ambulancia, y otros servicios de urgencias. No siempre llamar a estos servicios es necesario y útil, por lo tanto para evitar hacer uso innecesario de recursos que deben estar disponibles para toda la sociedad, a veces, es mejor analizar por una autoridad la necesidad de éstos llamados.

Dejar siempre un listado de estos números en los lugares de los teléfonos con salida al exterior.

Paso 6: Establecer el sistema de ayuda y soporte para las personas con capacidades especiales, como por ejemplo, personas minusválidas, ciegas, sordas, ancianos, enfermos, etc.

Establecer quiénes van a cortar el tráfico.

Establecer quien abre las puertas y las traba abiertas (en caso de ser necesario).

Establecer en caso de ser necesario o menos riesgoso, puntos de encuentros internos seguros.

Paso 7: Definir metodología a seguir para verificar que todos los que estaban adentro hayan salido.

En cada uno de los pasos, debe quedar extremadamente claro el nombre, o cargo de quienes deben hacer cada una de las tareas indicada en cada paso del plan.

No puede quedar nada sin definir o definido a medias.

Paso 8: Definir quién comunicará al cuerpo de rescate sobre los que no salieron. Definir responsable para el control del reingreso.

Paso 9: Definir pautas para el control psicológico posterior.

- 8- Plan Evacuación. Roles, Tareas y Recursos: Los siguientes roles, tareas y recursos no pueden faltar en un Plan de Evacuación. Los descriptos son genéricos y a modo de ejemplo.

Paso 1:

Rol 1: Todo el personal

Tarea: Detectar emergencias

Recurso: Capacitación y equipos de detección

Paso 2:

Rol 1: Todo el personal

Tarea: Avisar a Rol 2

Recurso: Sistema comunicación

Tarea: Acciones Iniciales de Control

Recurso: Ver Plan de Emergencia específico

Rol 2: Líder de Evacuación o Líder Emergencia

Tarea: Sistema Comunicación

Requisito: Autoridad para la toma de decisión

Paso 3:

Rol 3: Verificador de Alarma

Tarea: Verificar Alarma

Recurso: Equipo EPP y otros según tipo de alarma

Requisito: Capacitación y Entrenamiento

Paso 4:

Rol 4: Líder de Evacuación o Líder Emergencia

Tarea: Decide evacuación e inicia proceso de control

Recurso: Lista de acciones

Paso 5:

Rol 5: Informador

Tarea: Inicia Plan de Comunicación para la evacuación

Recurso: Sistema de Comunicación

Paso 6:

Lista de Tareas de Preparación	
Puesto Trabajo	Tarea de Preparación
Portero 1	Abrir y trabar puerta exterior
Secretaria	Llamar bomberos
Portero 2	Cortar calle
Preceptor 1	Cerrar llave gas

Paso 8:

Rol 7: Verificador de Personas

Tarea: Contar e identificar las personas que salen

Recurso: Lista de personas/sistema de tarjetas

Rol 8: Control de Reingreso

Tarea: Evitar el reingreso de las personas evacuadas

Rol 9: Informante de Rescate

Tarea: Informar al Líder de Rescate quien no salió y cuál era su camino.

Paso 9:

Rol 10: Brigada de Rescate

Tarea: Buscar y sacar las personas que no salieron en la evacuación

Paso 10:

Rol 11: Psicólogo

Tarea: Seguimiento psicológico o post trauma del personal afectado

- 9- Plan Evacuación. Líderes de evacuación: Los líderes de evacuación son trabajadores que tienen a cargo un pequeño grupo de personas, por lo general de su propio sector de trabajo, y cuya función es liderar ese grupo, para que este puedan cumplir con sus objetivos de salir sanos y salvos.

En caso de sectores numerosos, es mejor, dividirlos en grupos pequeños y a cada grupo asignarles un líder.

Establecer las tareas que debe realizar el líder de evacuación, antes, durante y después de la evacuación.

No siempre es necesario contar con líderes de evacuación.

- 10- Plan Evacuación. Punto de reunión final: El punto de reunión es un lugar seguro donde las personas evacuadas se reunirán terminada la evacuación. En plantas muy grandes o de grandes extensiones, ver siempre la posibilidad de realizar evacuaciones parciales en puntos seguros dentro del mismo establecimiento.

El punto de reunión puede ser solamente un lugar señalizado dentro o fuera de la empresa, pero también puede tener otros servicios como botiquines, teléfonos de emergencias, listados de personal para control, elementos de protección personal, indicaciones, etc.

Legalmente (Decreto 351/79), el punto de reunión final es siempre el exterior del edificio.

- 11- Plan Evacuación. Definir Rutas: Definidas las posibles rutas de escape, la organización de los grupos de evacuación y como serán evacuados, queda ahora definir la mejor ruta de escape para cada grupo, y las rutas alternativas en caso de ser posible.

La mejor ruta de escape va a ser la que ofrezca menor nivel de riesgo o la más segura, pero también debe permitir la circulación de las personas que por él se piensa hacer pasar.

Esta verificación la hacemos siguiendo pautas y métodos de cálculos de normas como NFPA 101 (de aplicación no obligatoria para la Argentina), el decreto 351/79 de aplicación legal en la Argentina para áreas de trabajo, u otras normas reconocidas nacional o internacionalmente. También en muchos casos hay que aplicar los Códigos de Edificación de los Municipios donde está radicada la empresa.

Los simulacros posteriores nos permitirán, entre otras cosas, verificar las rutas adoptadas.

- 12- Plan Evacuación. Verificación legal: verificar legalmente el diseño del plan, y dejar constancia sobre el cumplimiento o no, de TODA la legislación que se aplica al tema, aún cuando resulte obvio que algunas partes de la misma no se aplica.

La verificación debe hacerse en términos específicos y concretos, y no generales. Por ejemplo: la puerta principal abre hacia dentro, dispone de iluminación de emergencia y es del tipo corrediza, etc.

Es buena práctica dejar referencia de que hicimos una verificación completa de la legislación aplicable.

- 13- Plan Evacuación. Instructivos: Realizar instructivo básico general y por áreas, además, de los instructivos específicos a los distintos actores o roles del plan de evacuación.

- 14- Plan de mejoras/recomendaciones: al final de todo plan deben estar listadas las recomendaciones y el plan de mejoras para solucionar los problemas encontrados durante el desarrollo del mismo.

- 15- Plan Emergencia. Detección de Emergencia: Se deben detectar todas las emergencias que puedan llegar a ocurrir, incluidas las del tipo médicas laborales y asistenciales, como así también las del tipo social y medio ambientales, de calidad, etc. Sobre éstas últimas depende de la política de la empresa y sobre el alcance que se le quiera dar al plan, pero siempre es mejor anotar todas las emergencias aunque se tenga previsto no hacer nada en los próximos años o se considere una situación muy poco probable.

- 16- Plan Emergencia y Evacuación. Priorización: Proceder a priorizar por orden de importancia a todas las emergencias detectadas. Se puede utilizar el método propuesto de la Matriz de Decisión u otro que simplemente tenga en cuenta la probabilidad de ocurrencia del accidente. Cualquiera sea el método utilizado para la priorización, éstos no dejan de ser métodos de análisis técnicos, que tienen como finalidad mostrarle a quien tiene que tomar la decisión final una propuesta.

En esta etapa es una muy buena idea hacer reuniones con los trabajadores bajo la modalidad de Comité Mixto para llegar a acuerdos donde todos los involucrados puedan opinar.

- 17- Plan Emergencia. Organigrama de Emergencia: No hay manera de dar instrucciones de cómo hacer esta etapa, mucho depende del tipo de empresa, tamaño, cantidad de personas que trabajan, antecedentes en la conformación y entrenamiento de brigadas, etc. Lo que sí es cierto que este organigrama tendrá al menos dos área que reportaran a una persona.

La primera área es la de control de la emergencia, es decir, la brigada de emergencia o como quiera llamarse, y la segunda área son todos los que dan apoyo a esta brigada, apoyo a la comunidad y todas las tareas necesarias para afrontar está emergencia

desde lo institucional. La Brigada tendrá tantas divisiones como turnos tenga la empresa y la conformación en cuanto a cantidad y división operativa evolucionará con la experiencia de la misma. Lo más recomendable es empezar con pocas personas por turno y en una preparación integral hasta ir evolucionando e incorporando más personal. Dentro de la estructura de la Brigada y si hablamos de empresas de alto riesgo y bien equipadas, de seguro habrá que tener en cuenta roles de choferes, encargados de almacén, control y mantenimiento de equipos, etc.

La segunda área es más fácil, hay que listar todas las tareas necesarias para llevar adelante y asignarlas a alguien dentro del organigrama, algunas de éstas tareas pueden ser: logística y abastecimiento, atención de familiares y vecinos, atención de la prensa o RRPP, coordinación de brigadas públicas, atención de funcionarios, asistencia legal.

Hay que empezar por armar el organigrama en cuadritos y relacionarlos en función de las personas disponibles para trabajar y colaborar en la emergencia. Cada cuadrito debe tener un nombre técnico y la/s persona/s que lo ocupan o el cargo que detentan éstos en la empresa. A cada cuadrito hay que asignarles tareas y funciones, autoridades y responsabilidades.

- 18- Plan Emergencia. Protocolos de Intervención: Respetando o no las prioridades, hay que escribir los protocolos de intervención indicando claramente cómo se va a hacer frente al problema y con qué recursos. Esta es una tarea para la Brigada.
- 19- Plan Emergencia. Plan de tareas de la Brigada: Se deberán escribir las tareas que la Brigada deberá ir llevando a cabo desde su conformación como ser: temas de capacitación, entrenamientos, recorridos de instalaciones, simulacros, confección de protocolos, control de equipos, etc.