

N. 42371  
R. 40953

**VII CONGRESO DE  
GERENCIA DE RIESGOS  
Y SEGUROS INDUSTRIALES**

**- CEGERS 95 -**

---

**MADRID, 6 Y 7 DE MARZO DE 1995**

---

**SALVAMENTO Y RECUPERACION  
INDUSTRIAL TRAS SINIESTRO**

**Por: D. Adrian Beer  
DE BEER S.A.**

**SALVAMENTO Y  
RECUPERACIÓN INDUSTRIAL  
TRAS SINIESTRO**

**CEGERS' 95**

**VII CONGRESO DE GERENCIA DE RIESGOS Y SEGUROS INDUSTRIALES**

**Madrid, 6 y 7 de Marzo 1995**



## INDICE

### INTRODUCCION - RESUMEN

### DAÑOS SECUNDARIOS A UN INCENDIO

- Gases de combustión
- Hollines
- Agentes utilizados en la lucha contra incendios

### DAÑOS POR AGUA. INUNDACION

- Procesos químicos
- Otros efectos

### LABORES DE SALVAMENTO Y RECUPERACION TRAS INCENDIO

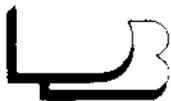
- Máquinas e instalaciones
- Edificio

### LABORES DE SALVAMENTO Y RECUPERACION TRAS INUNDACION

### METODOLOGIA DE LOS TRABAJOS DE SALVAMENTO Y RECUPERACION TRAS SINIESTRO

### ACTUACIONES EN OTROS SINIESTROS

- Contaminación por PCB's, dioxinas y furanos
- Legionelosis
- Ácido nítrico
- Contaminación de suelos



## INTRODUCCION - RESUMEN

Desde la perspectiva de la Gerencia de Riesgos, el Salvamento y Recuperación tras siniestro forma parte de las acciones encaminadas a reducir los daños materiales y las consecuencias económicas del mismo.

Por lo tanto, las acciones de Salvamento y Recuperación deben contemplarse en los Planes de Emergencia de la empresa sirviendo a dos objetivos fundamentales:

- Minimización de las pérdidas materiales (eliminando, además, el riesgo de existencia de daños secundarios diferidos).
- Reducción del plazo de Recuperación de la actividad (atenuando, al mismo tiempo, aspectos tales como riesgo de pérdida de cuota de mercado, pérdida de imagen y otros daños no contemplados en una cobertura por pérdidas consecuenciales de explotación).

En ocasiones, las empresas implantan sistemas de protección y defensa contra incendios cuyo objeto principal es limitar el daño térmico. Sin embargo, existen dos aspectos ligados a estos siniestros que no deben ser obviados.

- a) Estudios realizados a nivel europeo demuestran que el 80% de las pérdidas sufridas por incendio no lo son como consecuencia directa de la combustión, sino por fenómenos secundarios a ésta, es decir: humos, hollines, gases corrosivos, agentes utilizados en la extinción, etc.
- b) Los daños secundarios por contaminación pueden llegar a ocasionar perjuicios económicos aún mayores que los del propio incendio.

En relación con los daños por agua, sobre todo en su acción de arrastre y erosión, nos encontramos igualmente con daños tanto directos como secundarios de contaminación ambiental (lixiviados, fugas, derrames, etc.).



Finalmente existen riesgos cuya materialización es la contaminación de suelos, aguas, instalaciones, etc. de forma accidental o progresiva (RTP, PCB, etc.) que ocasionan daños materiales y de responsabilidad.

Si bien es cierto que más vale prevenir que curar, no por ello son menos importantes en la Gerencia de Riesgos de la empresa las decisiones y acciones que se acometen cuando el daño no ha podido evitarse.

Hoy día es habitual que en países como Inglaterra, Alemania, Suiza o Francia intervengan empresas de Salvamento y Recuperación que inmediatamente después de ocurrir un daño actúen con el fin de apoyar a la empresa afectada y minimizar las consecuencias derivadas del siniestro.

El siniestro no es sólo un problema de Seguro sino de estrategia y, en ocasiones, de supervivencia para la empresa afectada. Por lo tanto, el planteamiento inicial tras siniestro debe ser minimizar las consecuencias del mismo sin esperar a que terceros tomen por ella decisiones que le son de especial trascendencia.

Las principales ventajas que ofrecen las acciones especializadas de Salvamento y Recuperación son:

**a) Reducción de plazos para reemprender la actividad**

La pérdida de cuota de mercado por inactividad es uno de los principales perjuicios a los que se enfrenta la empresa afectada por un siniestro.

Los plazos de reposición de máquinas y bienes dañados son, en ocasiones, superiores a los que la empresa siniestrada puede soportar. El salvamento es muchas veces la mejor respuesta para minimizar el periodo de inactividad.



#### **b) Reducción del coste de puesta en marcha**

Es relativamente frecuente que el ajuste y puesta en marcha de una máquina nueva signifique incurrir en altos costes de personal (costes de nueva formación, entre otros) y falta de plena producción debido al número de fallos existentes al principio de la vida productiva de una máquina.

Salvar significa en ocasiones mantener la continuidad de su vida útil.

#### **c) Reducción de los daños materiales**

La posibilidad de recuperar un bien dañado por agentes secundarios a un siniestro, permite evitar los elevados costes de fabricación y montaje de nueva maquinaria.

Como término medio, el coste de la Recuperación suele estar entre un 30-40% del valor de sustitución del bien siniestrado; si bien, el coste final dependerá entre otros factores de:

- la demora en el comienzo de los trabajos de Recuperación
- el grado de afectación del elemento dañado
- la complejidad técnica de los elementos a recuperar y la consiguiente cualificación del personal necesario
- la premura precisa en la ejecución de los trabajos (necesidad de establecer varios turnos de trabajo, horarios ampliados, etc.)



Como consecuencia de lo anteriormente expuesto resulta de indudable utilidad contemplar las actividades de Salvamento y Recuperación tras siniestro en las labores de Gerencia de Riesgos de la empresa teniéndolas en cuenta a la hora de confeccionar o revisar el Plan de Emergencia, disponiendo incluso de los datos de contacto de empresas especializadas en estas labores que aporten el know-how necesario para optimizar estas labores contemplando como premisas necesarias la **rapidez, eficacia y calidad**.



## DAÑOS SECUNDARIOS A UN INCENDIO

Los gases de combustión, además de ser tóxicos, son corrosivos, sobre todo si proceden de la combustión de derivados halogenados y, en menor medida, por el efecto conjunto de óxidos ( $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_x$ ,  $\text{CO}_x$ , etc.), vapor de agua y oxígeno atmosférico.

De entre estos compuestos, destacaremos la liberación de cloruro de hidrógeno (HCl) cuya presencia en los gases de combustión es cada vez más habitual y, cuantitativamente, más importante por formar parte de polímeros como el polivinilcloruro (PVC), ampliamente utilizado en la industria del automóvil, electrotecnia, construcción, etc.

El PVC inicia la descomposición por calor (pirólisis) a, aproximadamente,  $220^\circ\text{C}$ , partiendo de una temperatura de  $80^\circ\text{C}$ . El resultado son productos de desintegración como cloruro de hidrógeno, compuestos aromáticos, hidrocarburos polinucleares, aldehidos y cetonas.

La liberación de estos compuestos orgánicos favorece la combustión a los  $390^\circ\text{C}$ , resultando finalmente HCl, CO,  $\text{CO}_2$  y  $\text{H}_2\text{O}$ .

Los haluros de hidrógeno tienen un efecto corrosivo sobre las superficies metálicas y también de descomposición-disgregación de algunos materiales de construcción. A menudo los daños debidos a ellos, al producirse un incendio, son superiores a la acción térmica propiamente dicha.

Además de los gases de combustión, existen otros agentes causantes de daños diferidos que agravan el siniestro como son los hollines y los productos utilizados en la extinción del fuego.

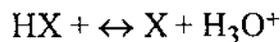
A continuación se resumen los efectos principales de cada uno de los agentes mencionados.



## GASES DE COMBUSTION

Los gases de combustión son saturados con vapor de agua de procedencia variada (materias en combustión, agua de extinción, canalizaciones del edificio, etc.) que se acumulan en las zonas frías del edificio afectado.

Si en el incendio arden compuestos halogenados, se desprenderán, según se ha dicho, haluros de hidrógeno, HX. Éstos se caracterizan por ser muy solubles en disolventes polares, como el agua, dando lugar a disoluciones que se comportan como ácidos: clorhídrico, fluorhídrico, etc.



X = halógeno

La acción de los haluros de hidrógeno sobre los metales es catalizadora del proceso de oxidación, siendo fácilmente apreciable en corto espacio de tiempo. Es por ello que las labores de Salvamento y Recuperación deben ser acometidas con urgencia evitando esta aceleración de la reacción de corrosión:

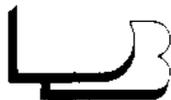


donde Me = metal

Este proceso, de no ser detenido mediante una acción-descontaminación específica de los materiales, dará origen a numerosos problemas de funcionamiento en los bienes para, finalmente, ser necesaria su sustitución antes de llegar al final de la vida útil estimada.

Los parámetros principales que rigen el deterioro por oxidación de los metales y que marcan las pautas a seguir para la posible Recuperación de los equipos, son:

- a) Humedad relativa
- b) Concentración y tipo de haluro de hidrógeno
- c) Tipo de metales



En cuanto a los **componentes electrónicos** se produce igualmente oxidación de materiales como cobre, estaño, oro, etc. usados habitualmente en conexiones.

Altas concentraciones de cloruros provocan eflorescencias en aluminio y cinc.

El ácido sulfhídrico da lugar a conducciones eléctricas deficientes, con lo que elementos de corte y conexión (relés, interruptores, etc.) presentan un mal funcionamiento.

Estos daños pueden aparecer incluso en equipos cerrados. Al no ser estancos, las sobrepresiones que se producen durante el incendio facilitan la penetración de los gases en estos elementos.

Adicionalmente, si durante el incendio están en funcionamiento los ventiladores de ordenadores, cuadros de control, etc. se distribuyen el gas y los hollines en el interior de los equipos.

Los depósitos de hollines son apreciables de visu; sin embargo, los de cloruros no. Por ello, muchas veces la inspección ocular ha de acompañarse de una toma de muestras para su análisis en un laboratorio homologado.

En el caso de los **materiales de construcción** los efectos principales son:

- a) Disolución de los materiales sensibles a los ácidos

El ácido clorhídrico reacciona principalmente con los compuestos con base de cal ( $\text{CaO}$ ), que forman parte de diversos materiales de construcción como hormigón, mortero, etc.

- b) Cristalización de sales en poros

Como consecuencia de las reacciones antes señaladas se produce una hidratación del material y un precipitado de sal que cristaliza una vez que se alcanza la saturación de la solución.



Esta cristalización, de producirse en el interior de materiales porosos, puede establecer un equilibrio de presión hidrostática que favorece la formación de nuevos cristales.

El resultado es la destrucción de los elementos de construcción por el aumento de la presión interior, una vez que los poros son ocupados por sales de hidratación, en las que intervienen aluminatos ( $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaCl}_2 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ )

c) Corrosión en la armadura metálica del hormigón

El acero de las armaduras del hormigón es químicamente pasivo, es decir, no se oxida al contacto con el oxígeno y la humedad.

Esto es así gracias a una fina capa de óxido de hierro que tiene en su superficie, y que le protege de nuevas oxidaciones.

A pesar de ello, los iones cloruros pueden penetrar la capa protectora bajo el efecto de un medio alcalino, engendrar cavidades en la superficie metálica de la armadura.

La degradación del hormigón viene caracterizada por la penetración de los cloruros en el mismo. Los factores principales que marcan dicha penetración o difusión de los cloruros son:

- La temperatura del hormigón: cuanto mayor sea ésta, mayor será la penetración.
- La concentración de cloruros: si tras la reacción entre cloruros y calcio aluminato, permanecen cloruros sin reaccionar, éstos continúan penetrando en el hormigón.
- El acabado superficial y la calidad del hormigón.



La velocidad de dicha difusión está en función de:

- La densidad de hormigón: decrece proporcionalmente con el aumento de la densidad.
- La humedad del medio: más rápida en hormigón saturado de agua.

A título orientativo para un hormigón PC 400 y 100% de humedad, los cloruros penetran aprox. 23 mm. en 6 meses.

#### **HOLLINES**

Junto a los gases de combustión, otro elemento resultante de los incendios, como consecuencia de la presencia de compuestos orgánicos, son los hollines.

En principio, puede parecer que el hollín sólo va a causar daños en un sentido estético visual. Sin embargo, presenta dos grandes problemas:

- Forma núcleos de condensación. Absorben los productos de la combustión, vapor de agua y contribuyen al mantenimiento de un "microclima" húmedo. Por tanto, favorecen, junto al oxígeno, las reacciones de oxidación ya comentadas, acelerando el proceso de corrosión.
- En ocasiones, los hollines resultan ser conductores eléctricos, sobre todo cuando están impregnados de HCl, pues forma un electrólito entre conductores. Por ello, los equipos que no son desconectados al iniciarse el incendio, o que se conectan con posterioridad al mismo en la creencia de que nada les ha sucedido, pueden sufrir daños mayores por establecimiento de corrientes indeseadas.



## AGENTES UTILIZADOS EN LA LUCHA CONTRA INCENDIOS

El uso de agentes extintores como halón <sup>1</sup>, polvo y agua, causan daños a los bienes de diferentes maneras:

- Halones: contribuyen a incrementar la concentración de haluros.
- Polvo de extinción: tiene efectos similares a los del hollín. Es importante mantener los equipos sobre los que se ha depositado polvo de extinción en un ambiente de humedad reducida, pues muchas veces son higroscópicos y pueden dar lugar a corrosiones electrolíticas.
- Agua: además del proceso electroquímico de corrosión propio del agua, favorece la formación de hidrácidos.

---

<sup>1</sup> Si bien su producción está prohibida, sigue siendo habitual su presencia en instalaciones existentes.



## DAÑOS POR AGUA. INUNDACIÓN

En España, la inundación resulta ser el riesgo natural de mayor repercusión. De las investigaciones y estudios realizados en los últimos años, se deduce que:

- a) el impacto de estas catástrofes es cada vez más grave
- b) la frecuencia va en aumento

La creciente acumulación de tecnología, bienes y población en núcleos (ciudades, polígonos industriales, etc.), hace que la concentración "de valor" aumente y, como consecuencia, también aumenta el coste económico del siniestro por inundación.

## PROCESOS QUIMICOS

Nadie ignora la gran potencia devastadora del agua, no sólo en situaciones torrenciales, en las que prima su fuerza de arrastre y capacidad erosiva (debido a la gran densidad de sólidos, partículas y gruesos en suspensión), sino también su potencial de daño a nivel más básico:

- a) Electroquímico

Capacidad para crear núcleos de intercambio iónico que conforman verdaderas "pilas" donde se desarrollan los fenómenos de corrosión. Estos aparecen en toda superficie metálica y aunque la causa es totalmente diferente, las consecuencias son similares a las comentadas en el caso de corrosión por humos ácidos.

La diferencia visual entre la corrosión por agua y la originada por gases es clara, dado que cuando la causa son los gases de combustión, éstos son envolventes y producen una corrosión uniforme sobre la superficie



del material. La corrosión del agua se aprecia en zonas muy delimitadas, allí donde se acumula el agua.

En este caso, resulta beneficioso el engrase de mantenimiento al que suelen estar sometidas muchas piezas de las máquinas, dado que es un elemento hidrófugo, aunque en algunas ocasiones puede desaparecer por arrastre.

b) Humectante

Dependiendo del material receptor, tiende siempre a establecerse un estado de equilibrio entre la humedad del ambiente y la del material.

Como consecuencia, se producen incrementos de volumen, alteraciones de las características físicas (dureza, flexibilidad, resistencia a la tracción, elasticidad, etc.) y químicas (resistencia, conductividad, etc.) del material.

Los daños que produce su capacidad humectante afectan a la casi totalidad de los materiales, siendo las superficies metálicas las menos afectadas. No debemos olvidar que en numerosos equipos electrónicos, existen combinaciones de materiales que llegarán a diferentes estados de equilibrio de humedad, pudiéndose producir presiones que afecten a materiales anexos.

Como se sabe, muchos materiales de construcción (cemento, hormigón, yeso, escayola, etc.) son materiales porosos que dejarán penetrar el agua, dependiendo de su mayor o menor capacidad de absorción; retendrán en su interior mayor o menor cantidad de agua y, a su vez, con mayor o menor fuerza. Este parámetro tendrá una importancia decisiva en el tratamiento posterior.



c) Químico

Alto poder de disolución. Es el disolvente polar por excelencia, aumentando esta capacidad con la temperatura como, en general, cualquier reacción química.

Tal vez sean los dos primeros parámetros (a y b), los responsables de los daños más graves en los bienes, maquinaria y estructura del edificio de una industria.

**OTROS EFECTOS**

En otro plano, las inundaciones en forma de torrente de agua son el origen de importantes daños al medio ambiente al constituir un medio incontrolado en el que se van a mezclar sustancias (algunas de ellas tóxicas) de muy diferentes características.

Son claros los casos en los que se ven afectados polígonos industriales (donde coexisten industrias con almacenamiento de los más variados productos), plantas químicas, etc.



## **LABORES DE SALVAMENTO Y RECUPERACIÓN TRAS INCENDIO**

### **MAQUINAS E INSTALACIONES**

La Recuperación contempla habitualmente dos fases:

- a) Medidas inmediatas
- b) Descontaminación

Podría también contemplarse una tercera fase que sería el traslado de máquinas saneadas a una zona no afectada por los gases del incendio o, en su lugar, la descontaminación del edificio donde están ubicadas, dado que la atmósfera en las áreas donde se han acumulado los gases seguirá siendo agresiva, pudiendo aparecer reoxidaciones por este motivo.

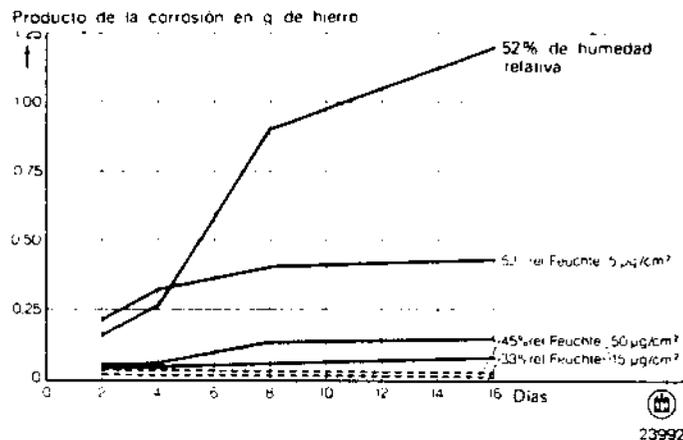
#### **a) Medidas inmediatas**

La adopción de medidas de urgencia tiene como objetivo principal el ralentizar la progresión de los daños por corrosión y/o evitar daños mayores. Estas acciones permiten:

- Disponer de un margen de tiempo que permita definir la gestión óptima del siniestro.
- Mantener temporalmente la recuperabilidad de los bienes y maquinaria.
- Reducir los costes de la Recuperación: reducción del grado necesario de desmontaje de las máquinas y utilización de procesos de descontaminación menos costosos.
- Minimizar el tiempo de paralización evitando que los plazos de Recuperación se dilaten.



La inmediatez de estas medidas queda suficientemente probada por la siguiente gráfica<sup>2</sup> en la que se pone de manifiesto la evolución de la corrosión en el hierro para una humedad relativa y concentraciones de HCl dadas.



Las medidas que deben tomarse están relacionadas con los factores que rigen los procesos de corrosión que ya se han comentado, y a los que cabe añadir el oxígeno. De esta manera, se pueden emprender las siguientes acciones:

### Agentes antioxidantes

Están basados en la característica hidrófuga de los aceites, de tal forma que, aplicados sobre los materiales a proteger, tiene un efecto deshidratador: evacua el agua en contacto con la superficie de dichos materiales, situándose entre ambos.

Los aspectos que deben caracterizar estos agentes son:

- Fácil eliminación. Volatilidad
- Alta temperatura de inflamabilidad
- Alto grado de fluidez para penetrar en los retículos u oquedades por donde los gases del siniestro han penetrado.

<sup>2</sup> Allianz-Versicherungs AG. Technische Information.



Reducción de la humedad: es, sin duda, una medida que resulta viable en numerosas ocasiones.

Está demostrado que por debajo de una cierta humedad relativa crítica (variable según la temperatura y el tipo de haluro de hidrógeno) la progresión de los daños por oxidación es considerablemente más lenta. Por tanto, si se logra reducir la humedad relativa por debajo de la crítica (estimable en un 40%), dispondremos del tiempo necesario para la eliminación de los haluros saturados y, posteriormente, suprimir el problema de las corrosiones de forma definitiva.

Se pueden aplicar dos métodos:

- Aumentar la temperatura ambiente mediante el propio sistema de calefacción del edificio siniestrado. Éste, normalmente, estará averiado y, por tanto, esta solución muchas veces no será posible.
- Mediante equipos portátiles deshumidificadores: absorción de la humedad ambiental a temperatura constante.

Este último sistema requiere el cierre del área cuya humedad relativa se desea reducir, para lo que puede ser útil la utilización de plásticos o lonas para compartimentar las zonas o cubrir los bienes afectados.

Eliminación de haluros saturados: requiere tiempo

Eliminación de oxígeno: resulta impracticable y/o costoso. Se trata de inertizar mediante hidrógeno o helio.



Otras acciones a considerar son:

- Desconexión de los equipos eléctrico-electrónicos nada más detectarse el fuego.
- Instalar los medios adecuados para evacuar los humos generados, reduciendo así sobrepresiones <sup>3</sup>.
- No conectar las máquinas hasta tener la seguridad de que los gases y hollines producidos durante el siniestro no establecen conexiones indeseadas.

## b) Descontaminación

El tratamiento de **elementos metálicos** es diferente según presenten o no productos resultantes de la oxidación:

### Con presencia de corrosión

Los productos de la corrosión no son solubles en agua. Para ser eliminados es necesario el uso de disolventes especiales ácidos, básicos o neutros, en función del método y materiales a tratar.

Así, por ejemplo, cuando la agresión ha alcanzado un cierto grado de penetración, el procedimiento más eficaz para eliminar las corrosiones en aceros no aleados es sumergirlos en un baño de ácido caliente. Esto supone, cuando se trata de máquinas, proceder al desmontaje de la misma.

Existe una gran variedad de ácidos utilizados como disolventes de óxido, siendo los aspectos cualitativos que deben caracterizarlos:

- Gran poder de eliminación de los productos de corrosión
- Mínimo ataque del material de base

---

<sup>3</sup> Esta acción debe llevarse a cabo de acuerdo con los servicios de extinción de incendios.



Entre los reactivos básicos más utilizados, destaca el hidróxido de sodio que neutraliza los cloruros de hidrógeno dando lugar a cloruros sódicos y agua.

El secado de los materiales con posterioridad al tratamiento es un paso previo al de protección que no se puede obviar.

#### Metales con propensión a ser corroídos .

Se procederá a la eliminación de los condensados de gases de combustión y del hollín. La eliminación de hollines se realiza por soplado o aspiración con aire o nitrógeno.

Los condensados de gases de combustión son eliminados mediante:

- Compuestos fabricados sobre una base de disolventes (hidrocarburos con cloruros o cloruro/fluoruro) o mezclas hidrosolubles con emulsificante.
- Agua con pequeñas cantidades de tensidos no ionogénicos y emulsificantes de gases de combustión no solubles en agua.

El siguiente paso es el secado y conservación, para lo cual se pueden utilizar agentes que cumplen con ambas características: deshidratante y antioxidante.

El saneamiento de **equipos electrónicos** depende del grado de contaminación por hollines y/o gases de combustión.

Cuando el equipo presenta una depósito de hollín no impregnado de cloruros, se procede a la retirada de los mismo mediante aspiración o soplado. Es, por tanto, un proceso seco.



En el caso de estar contaminados por cloruros, será necesario realizar un saneamiento específico con detergentes cuyas principales características son:

- Descontaminan sin alterar las características eléctricas de los diferentes materiales utilizados en electrónica.
- Se evaporan tras el saneamiento con facilidad y sin dejar restos.

Los óxidos ya formados se eliminan con compuestos de características similares a los disolventes usados en maquinaria, adaptados a los materiales de la electrónica.

La protección final frente a nuevos procesos corrosivos se realiza con aceites, pinturas o acabados galvanizados.

## **EDIFICIO**

El saneamiento de edificios, y concretamente del hormigón, se establece en función de:

- Concentración de cloruros.
- Penetración de cloruros.
- Condiciones del hormigón (seco, húmedo, semiseco).
- Elementos del edificio.

Para contaminaciones de cloruros inferiores a  $50 \mu\text{g}/\text{cm}^2$  suele ser suficiente una actuación superficial utilizando agua caliente a presión.

Para valores mayores pueden establecerse los límites de intervención perforando con un taladro estándar y analizando el contenido de cloruros en tanto por ciento en peso de cemento extraído.



Los límites de intervención se fijan en:

- 0,2% Cl<sup>-</sup>/cemento en peso para el hormigón pretensado
- 0'4% Cl<sup>-</sup>/cemento en peso para el hormigón armado

Los métodos de saneamiento en función de la penetración de los cloruros son:

- Hasta 0'5 mm.: se utilizan hidrolimpiadoras que proyectan agua caliente y/o neutralizante a unos 100 bares de presión.
- De 0'5 mm. a 2 mm.: se realiza un tratamiento químico previo con NaOH para atraer a la superficie los iones cloro. A continuación se procederá como en el caso anterior.
- De 2 mm. a 5 mm.: el tratamiento se realiza con Ca(OH)<sub>2</sub> en lugar del NaOH.
- A partir de 5 mm. no es posible tratamiento químico debiéndose proceder a la aplicación de tratamientos mecánicos.

Los elementos estructurales del edificio son, como es lógico, los que requieren una mayor atención respecto al saneamiento.



## **LABORES DE SALVAMENTO Y RECUPERACION TRAS INUNDACION**

En caso de un siniestro por inundación, el Saneamiento y Recuperación debe contemplar fundamentalmente la eliminación del agua (drenaje y secado), así como el tratamiento anticorrosivo.

Cada material requiere un reactivo desecante determinado que debe emplearse junto con los anticorrosivos y el equipo de secado adecuado para cada elemento: papel, madera, suelos, techos, etc.

Las leyes físicas de estado que definen el comportamiento del agua, determinan que el método más efectivo para el secado es el tratamiento con aire caliente y seco: a mayor temperatura, mayor es la humedad de saturación potencial, es decir, el mismo volumen de aire puede arrastrar mayor volumen de agua en forma de vapor.

Debe, en cualquier caso, determinarse claramente cuál es la temperatura máxima a la que un determinado material puede ser sometido y el tiempo de exposición.

Por ello, se ha diversificado ampliamente las tecnologías a aplicar, así como los equipos:

- a) Saneamiento flotante por aire seco y caliente para suelos, aislamientos en contacto con hormigón, en el que se utilizan corrientes de aire seco que se inyectan entre el pavimento y el hormigón. El aire es tomado del entorno, secado y dirigido a presión.
- b) Deshumidificación por absorción continuada. En este caso es necesario actuar sobre un recinto cerrado y estanco. Si las puertas, ventanas, etc. no reúnen estas condiciones, deben adecuarse provisionalmente estos recintos mediante plásticos o mamparas. El



aire es lanzado mediante un sistema "ida y vuelta" de tubos conductores, con una ligera sobrepresión y ésta se mantiene en el recinto para evitar intercambio con aire exterior, excepto a través del sistema de tubos conductores.

- c) Secadoras acondicionadores de papel: tratamiento costoso aplicable a documentos relevantes.



## **METODOLOGIA DE LOS TRABAJOS DE SALVAMENTO Y RECUPERACION TRAS SINIESTRO**

El esquema anexo representa una posible planificación de los pasos a dar tras un siniestro en el que se contempla la intervención de una empresa especializada en labores de Recuperación y Salvamento de bienes.

Este proceso suele comprender las siguientes fases:

### **1. Primera evaluación y aplicación de las medidas inmediatas**

Se trata de obtener una caracterización "de visu" por parte de técnicos especializados.

En esta primera toma de contacto, ésta presencia junto a los peritos encargados del siniestro y responsables de la Empresa siniestrada, permitirá una mayor comprensión del alcance de los daños causados y una rápida decisión en cuanto a las medidas de urgencia que se han de tomar para evitar la progresión de los daños.

Por esto mismo, la rapidez y fluidez de la comunicación entre las partes implicadas en el siniestro y casas especializadas en labores de Recuperación y Salvamento es importante, a fin de conseguir:

- Reducir los daños materiales.
- Reducir el periodo de paralización de la actividad empresarial.
- Maximizar la Recuperación de bienes de forma especial en los casos de moldes, matrices, documentos, software...



## 2. Toma de muestras y análisis

En ocasiones, existe el riesgo de daños ocultos que se ponen de manifiesto con posterioridad. Por ello, es de suma importancia la evaluación detallada previa que permita decidir la necesidad de una descontaminación y, de ser necesaria, los agentes químicos a emplear en función del tipo de daño.

Según el Swiss Federal Laboratories for Materials Testing and Research (EMPA), los límites admisibles de depósitos de cloruros son:

- 10  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$  sobre superficies metálicas de maquinaria.
- 5  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$  sobre equipos electrónicos.

## 3. Desarrollo de los trabajos

Una vez que se ha determinado la viabilidad técnica y económica de la Recuperación se procede, en caso de acuerdo entre las partes, a la ejecución de los trabajos de descontaminación.

El desarrollo de los mismo se hace en base a los equipos cuya Recuperación es prioritaria y siguiendo un calendario preestablecido.

En algunos casos, el saneamiento de un equipo o máquina es sólo viable parcialmente, siendo necesaria una sustitución de los componentes irrecuperables.

El lugar donde se llevan a cabo los trabajos dependerá de las circunstancias de cada caso: in situ, en local arrendado para la ocasión, en los talleres de la empresa especializada, etc.

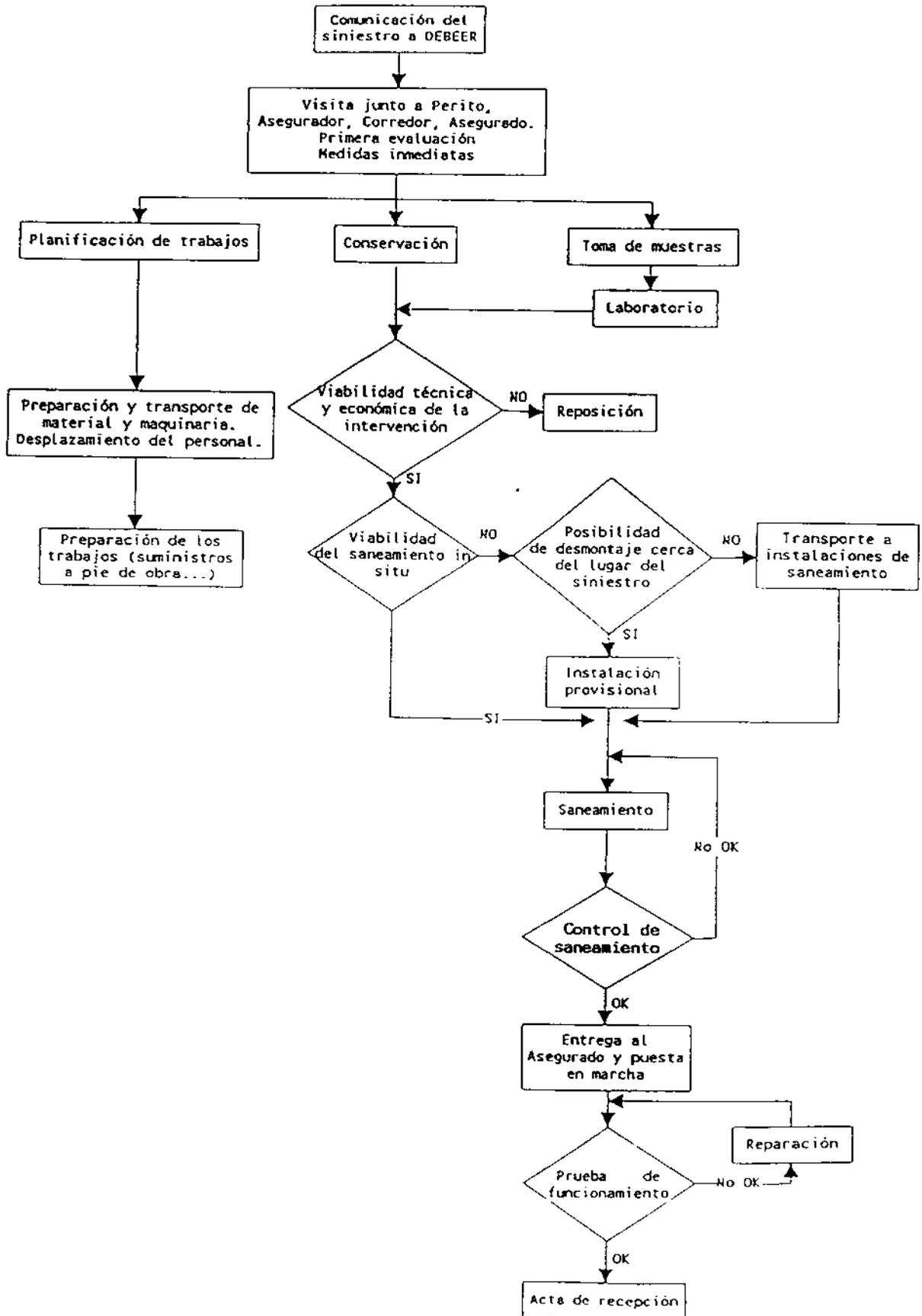


#### 4. **Comprobación de los resultados**

Como cualquier proceso fabril, tras la conclusión de los trabajos se deben realizar los oportunos controles de calidad: montajes, conexiones eléctricas, puesta a punto, ausencia de aparición de reoxidaciones y, sobre todo, nueva toma de muestras para analizar, preferentemente, por laboratorio acreditado, que garantice valores de cloruros por debajo de los admisibles.



RECUPERACION Y SALVAMENTO:  
Desarrollo de los Trabajos





## **ACTUACIONES EN OTROS SINIESTROS**

Existen otros accidentes cuyas consecuencias para las empresas pueden llegar a ser, en ocasiones, más gravosas que los propios incendios o inundaciones.

Algunos ejemplos de éstos son:

- Contaminación por PCB's, dioxinas y/o furanos
- Legionelosis
- Escapes de ácido nítrico
- Fugas o derrames en depósitos de hidrocarburos de petróleo
- etc.

Para estos casos también existen soluciones técnicas que muy pocas empresas hoy día son capaces de proporcionar.

Al igual que en el caso de contaminación por haluros de hidrógeno, la demora en el inicio de las labores de descontaminación debe ser mínima, siendo éste un factor importante que condiciona la viabilidad técnica y el coste de una intervención.



## CONTAMINACIÓN POR PCB'S, DIOXINAS Y FURANOS

Los PCB's o policlorobifenilos fueron ampliamente utilizados por sus características dieléctricas y no inflamabilidad en transformadores, condensadores, ...

El nombre comercial más conocido es el de 'Askarel'.

Los PCB's resultan especialmente contaminantes debido a:

- a) Son muy estables y se acumulan peligrosamente en el agua del mar y particularmente en los peces.
- b) A temperaturas próximas a los 600°C liberan compuestos muy tóxicos (dioxinas y furanos) en concentraciones débiles.

Diversos accidentes e incidentes han puesto en evidencia la peligrosidad de los PCB's y los productos de su descomposición. Entre ellos destacan:

- Yusho: Japón 1968. Intoxicación de 325 personas por PCB.
- Guerra del Vietnam: Intoxicaciones masivas con "gas naranja" por dioxinas y furanos.
- Seveso: Italia 1976. Intoxicación por dioxinas y furanos

El caso más importante ocurrió en 1981 en el incendio de Binghamton (EEUU). Se trataba de un inmueble de 22 pisos que sufrió contaminación por PCB, dioxinas y furanos al producirse un fuego de un transformador conteniendo PCB. La demora en el comienzo del acondicionamiento y descontaminación de los locales afectados hizo que el siniestro tuviera una trascendencia que de otra forma no la habría tenido.



La **eliminación** de PCB's en materiales contaminados se lleva a cabo mediante incineración a alta temperatura.

Lo más importante es mantener una temperatura de combustión por encima de 700°C y que la combustión sea completa.

A dicha temperatura el rendimiento de la eliminación es de 99'99%. No llegan a detectarse furanos a temperaturas superiores a los 800°C.

## **LEGIONELOSIS**

La enfermedad del legionario es identificada en 1976 a raíz de una epidemia de neumonía que afectó a 200 personas con un 15% de mortalidad. Esto ocurría durante un congreso de la legión americana en un hotel de Filadelfia (EEUU).

La enfermedad es provocada por la bacteria 'legionella', germen con afinidad por el agua y ambientes hídricos que contagia por inhalación. Los focos epidémicos se localizan en instalaciones de agua y aire acondicionado.

La enfermedad se manifiesta como neumonía progresiva de curso fulminante. No tiene tratamiento antibiótico por lo que puede producir una considerable mortalidad.

Además de hoteles, como el mencionado de Filadelfia, los hospitales son otros de los lugares habituales donde se presentan este tipo de epidemias. En España los primeros casos detectados se presentaron en un hotel de Benidorm.

Considerando los mecanismos que potencian estos gérmenes, no es extraño que la época de mayor afectación sea el verano, debido al uso de los sistemas de refrigeración de aire y la elevación de la temperatura del agua.

Detectado el brote, debe procederse al saneamiento de las conducciones de inmediato mediante rozadoras rotativas y aspiración.



## **ACIDO NITRICO**

Con cierta frecuencia se producen derrames de ácido nítrico en plantas industriales lácteas, de la celulosa, de pinturas, etc.

Los vapores de óxido de nitrógeno afectan a bienes y maquinaria suponiendo un deterioro progresivo de los materiales y, en consecuencia, un acortamiento de la vida útil.

Una intervención rápida de empresas especializadas en Salvamento y Recuperación puede evitar importantes pérdidas materiales y minimizar el tiempo de paralización de la actividad.

## **CONTAMINACION DE SUELOS**

Se puede decir que cualquier siniestro de incendio o inundación causa en mayor o menor medida la contaminación del suelo.

Normalmente se debe a hollines, condensados de gases y lixiviados.

Junto a éstos existen otros posibles siniestros contaminantes como son:

- Fugas de depósitos, v. gr. depósitos enterrados de gasolineras.
- Contaminación gradual de los procesos industriales

La migración de los contaminantes presentes en un suelo contaminado es un riesgo a controlar mediante técnicas que pueden, en ocasiones, llegar a preveer su alcance y evolución. Se trata de simulaciones por ordenador soportadas en adecuados sistema de toma de muestras.

El Saneamiento y Recuperación de suelos contaminados tiene como finalidad controlar, disminuir o, incluso, eliminar los contaminantes o sus efectos.



Para cada caso concreto se establecen acciones correctoras específicas. Entre ellas se encuentran:

- a) Extracción y sustitución del suelo contaminado con su correspondiente gestión (incineración, inertización, depósito de seguridad, ...)
- b) Extracción del agua subterránea contaminada
- c) Tratamiento "in situ". Limitado a suelos permeables y contaminantes tratables por biodegradabilidad, volatilidad, solubilidad, etc.

Algunos procedimientos "in situ" utilizados son:

- . Biorrestauración por estimulación de la biodegradación de los contaminantes.
- . Aireación o ventilación que provoque la volatilidad a través del suelo.
- . Lavado
- . Electrorecuperación. Estimula la desorción y la migración de cationes metálicos mediante la aplicación de campos eléctricos en el suelo contaminado.
- . Transformación química. Introducción en el suelo contaminado de reactivos. Entre estos procedimientos se encuentran: hidrólisis, oxidación, reducción, dechloración, neutralización y polimerización.