

DESCONTAMINACIÓN

Guía para descontaminación de Bomberos y equipos luego de incidentes con materiales peligrosos.

La cantidad de accidentes que involucran materiales peligrosos y para los cuales se solicita el auxilio de Bomberos, crece año a año, y con ella, la posibilidad de que los bomberos se contaminen con estos; sin embargo no se piensa en la importancia de la descontaminación, o de hacerlo en la mayoría de los casos se realiza en forma superficial.

Internacionalmente existen una serie de **pautas** para la descontaminación, que cualquier cuerpo de bomberos puede adoptar, de acuerdo con circunstancias particulares. Es necesario hacer notar que el presente informe describirá **pautas** de procedimiento y no **normas** al respecto.

Los referidos procedimientos están diseñados de tal manera que cualquier departamento de bomberos pueda llevarlos a cabo, sea rural o urbano, de voluntarios o empleados, con un mínimo de inversión en equipo especial.

Dentro de los distintos procedimientos seguidos en América del Norte; Europa y Japón, se puede concluir que existen tres filosofías básicas:

1. procedimientos húmedos y secos.
2. Disposición o Retención de los escurrimientos.
3. Gravedad del incidente y tipo de material involucrado.

La idea de un procedimiento seco es factible porque es de fácil contención y por no reaccionar con el agua. Sin embargo, el uso de un solo procedimiento húmedo no parecía completo; por otro lado, algunos procedimientos húmedos demandan hacer soluciones de diversas sustancias químicas, lo que resulta complicado para que cada cuerpo de Bomberos las pudiera usar en cualquier lugar.

La filosofía de “eliminar o retener” los derrames consiste en un procedimiento húmedo, sin embargo basar el procedimiento a seguir solamente tomando en cuenta los escurrimientos, sería demasiado simplista. Es necesario hacer notar que la importancia de los escurrimientos se menciona más adelante.

La tercera filosofía, examinada en mayor detalle, dejó ver que diversos cuerpos de Bomberos definieron los métodos para determinar la gravedad y el tipo de material involucrado de acuerdo con los siguientes criterios:

1. Por la clasificación de las Naciones Unidas
2. Por sus efectos sobre el ambiente
3. Por sus características químicas
4. Por sus efectos fisiológicos en humanos
5. Por grandes grupos.

Se consideró que la primera alternativa no era apropiada porque existen demasiadas variables dentro de una clase p. ej. Algunos líquidos inflamables son altamente tóxicos; otros no lo son.

La segunda alternativa tiene importancia secundaria en relación con la seguridad de los bomberos. En efecto, se encontró que las alternativas tercera y cuarta se podían usar para arribar a la quinta alternativa y que esta era la ruta a seguir para definir los procedimientos que se expresan en este informe.

Procedimientos

Se pueden dividir como sigue:

- Tres métodos generales para peligros leves, medianos y muy grandes.
- Dos procedimientos específicos para sustancias que no pueden ser clasificadas dentro de los tres grupos generales antes mencionados (aunque compartan factores comunes), y
- Una rutina inicial que se lleve a cabo en algunos casos antes de iniciar cualquiera de los otros procedimientos.

Se debe tener en cuenta que si se van a llevar a cabo los procedimientos listados, en forma completa, será necesario contar con personal para la descontaminación; esto hará que se requieran los servicios de por lo menos una dotación completa de Bomberos para lograr completar exitosamente la descontaminación.

Generalidades

A continuación se describen seis niveles de descontaminación. El Jefe de operaciones deberá decidir cual de los niveles es el apropiado en función de la sustancia de que se trate, consultando todas las fuentes de referencia que puedan estar relacionadas con el método a utilizar. Si no se dispone de referencias, se deberá consultar con expertos como toxicólogos, representantes de compañías de productos químicos o de instituciones.

- Niveles:
- A-** Para productos ligeramente tóxicos
 - B-** Para productos de toxicidad media
 - C-** Para productos de alta toxicidad
 - D-** Descontaminación en seco para productos que reaccionan con el agua y con ciertas sustancias secas.
 - E-** Para agentes causantes de enfermedades y ciertos plaguicidas y venenos secos.
 - R-** Para materiales radiactivos.

Para indicar los tipos de sustancias que garantizan acciones de descontaminación a diversos niveles al final de cada procedimiento se listan ejemplos de sustancias químicas que son comúnmente usadas en la región y que se sabe que están en los diversos grupos.

El nivel de descontaminación que se usa con mayor frecuencia es el **A** y es necesario solamente hacerlo en la estación de Bomberos. Sin embargo para los otros niveles es necesario que el proceso se empiece en el sitio del incidente y que se continúe al regresar a la estación.

El nivel **C**, el más estricto para descontaminar sustancias altamente tóxicas, puede requerir la destrucción total de las ropas utilizadas.

En algunos casos el lavado de ropa deberá hacerlo personal provisto de aparatos de respiración a fin de evitar la inhalación de vapores nocivos.

El nivel **D** casi siempre es seguido por algunos de los otros niveles dependiendo de la sustancia que se trate.

El procedimiento debe ser fomentado para tratar a todas las personas que hayan o que pudieran haber estado directamente expuestas a agentes químicos o sus vapores, productos de combustión etc.

Los funcionarios responsables deberán estar al tanto de cualquier corte, herida, lesión que hubiera sufrido cualquier miembro del personal actuante, a fin de evitar que se contaminen a través de las heridas. Debe tenerse en cuenta que las sustancias químicas que se absorben a través de la piel, lo hacen mucho más rápido si la piel está escoriada, representando así un alto riesgo para la salud.

Es sumamente importante saber determinar cuándo es necesario llevar a cabo una descontaminación a fin de tomar medidas rápidamente e instalar una zona para la descontaminación en el sitio del incidente y contar con el personal y el equipo necesarios.

PROCEDIMIENTO DE DESCONTAMINACION: NIVEL A

Para productos ligeramente tóxicos.

Al regresar a la estación de Bomberos.

1. Lavar toda la ropa del Bombero con una solución ligera de fosfato trisódico (de 1 a 2%) y enjuagar con agua.
2. lavar los cilindros de los aparatos de respiración, las mascarillas y los arneses con una solución ligera de fosfato trisódico, teniendo cuidado de enjuagar sin restregar alrededor de los reguladores; volver a enjuagar con agua limpia.

3. Lavar intensamente manos y cara con agua y jabón.

Si al frotar la ropa se liberaran vapores dañinos retenidos en las fibras de los tejidos, podría ser necesario usar un respirador durante el proceso de lavado. La liberación de vapores puede indicar la necesidad de una limpieza comercial.

Las siguientes sustancias químicas son ejemplos de los productos para los cuales es normalmente adecuada la descontaminación de nivel **A**:

Aceite de hígado de bacalao – Aceite lubricante - Aceite pesado – Acetofenona – Acetona – Ácido atípico – Ácido cloroisocianúrico – Ácido oleico – Ácido oxalico – Alcohol de etileno – Alcohol etílico – Alcohol metílico - Amoníaco – Benceno – Benceno Amílico – Butadieno 1,3 (divinal eritreno) – Butil acetato – Butil benzoato
Cicloexano – Clorobenceno – Cloroformo – 1-Cloropentano – Cloruro de amonio – Cloruro de vinilo – Disulfuro de carbono – 1,2 etanodiol – Eter metiletilico – Etilenglicol – 2-Etilexilacrilato – Etilmetilcetona – formaldehído – Gasolina – Glicerina.

PROCEDIMIENTO DE DESCONTAMINACIÓN : NIVEL B

Para productos de toxicidad media.

En el sitio del incidente

1. No se quite la mascarilla del aparato de respiración. Colóquese el casco en la parte de atrás del cuello.
2. se debe ayudar a los Bomberos a que se enjuagen de la cabeza a los pies con abundante agua a baja presión con la manguera de incendios. En este enjuague es necesario incluir el interior y exterior del casco y botas de arriba abajo, así como el interior de los abrigos de la muñeca a los puños
3. No fumar, comer, beber ni tocarse la cara.

Al regresar a la estación de Bomberos

1. Poner los aparatos respiratorios fuera de servicio temporalmente.
2. Quitarse toda la ropa usada (Chaqueta, cinturón , botas, casco y demás); quite el forro del casco y lave frotando por dentro y fuera, con una solución ligera de fosfato trisódico (1 a 2 %) y enjuague con agua muy abundante.

Si al frotar la ropa se liberaran vapores dañinos retenidos en las fibras de los tejidos, podría ser necesario usar un respirador durante el proceso de lavado. La liberación de vapores puede indicar la necesidad de una limpieza comercial.

3. Lave frotando todas las demás piezas protectoras como guantes, partes del aparato de respiración. Asegúrese de enjuagar muy bien los guantes

- con agua. Si el aparato de respiración se hubiera guardado en su estuche al regresar del lugar del incidente, lave cuidadosamente el estuche también.
4. Quitar toda la ropa usada durante el incidente incluyendo la ropa interior y colóquese en una bolsa impermeable para su lavado y /o limpieza en seco. Lleve todas las bolsas con ropa contaminada a un lugar en donde sea posible asear esta ropa por separado.
 5. Ducharse frotando todo el cuerpo con agua y jabón con especial énfasis en las áreas alrededor de la boca, las fosas nasales y debajo de las uñas. Lámesse el cabello con champú y limpie cuidadosamente su bigote en caso de tenerlo.
 6. No fumar, beber, comer, tocarse la cara ni orinar antes de haber completado el paso 5.
 7. vestirse con ropa limpia
 8. no volver a usar los aparatos hasta que estén perfectamente limpios.

Para cambiar los cilindros del aparato de respiración en el lugar del incidente

Mojar los cilindros vacíos y el área que los rodea en la espalda de los bomberos con abundante agua a baja presión con la manguera para incendios. También limpiar con agua la mascarilla y el tubo de respiración para evitar la inhalación de materiales dañinos cuando se desconecte el regulador.

Use guantes del tipo guantelete como los que usan los electricistas. Enjuague los guantes después de usarlos y antes de quitárselos.

Las siguientes sustancias químicas son ejemplos de los productos para los cuales es normalmente adecuada la descontaminación de nivel **B**:

Acetaldehído – Ac. Clorhídrico – Ac. Perclórico- acrilato de etilo –Alcohol arílico – Acroleína – Anilina – Bromo – Bromuro de metilo – Dietilzinc – 1,4, Dioxano – Cianuro de mercurio – Cicloexanol – Cicloexanona – Ciclopentano – Clorato de potasio – Cloro – Cloronitrobenzeno – Cloruro de bromo – Cloruro de etilo – Cloruro de metilo – Cumeno – Bicloruro de etileno Diisopropilamina – Etilamina – Etilenimina – Fluor – Fluoruro de hidrógeno – Fosfina – Hidrosulfito de sodio – Hidróxido de sodio – Hidruro de litio – Isopropilamina – litio – Metilamina – Metilnaftaleno – Metilparatió – Níquel de carbonilo – Nitrato de estroncio – Nitrato sódico – Nitrobenzeno – Nitroglicerina – Nitrofenol – nitrometano – Oleum – Oxido de etileno – Paraaldehido – Pentaclorofenol – Pentasulfuro de fósforo – Peróxido de hidrógeno – Piridina – Plaguicidas líquidos y sólidos – Sulfato de dietilo – Sulfato y sulfuro de dimetilo – Sulfuro de hidrógeno – Sulfuro de potasio – Tetraóxido de nitrógeno – Toluidina – 1,1,2-Tricloroetano – Trisulfato de arsénico – Vinil eter – Xilidina.

PROCEDIMIENTO DE DESCONTAMINACIÓN: NIVEL C

Para productos de alta toxicidad

En el sitio del incidente

1. Dejarse la mascarilla del aparato respiratorio puesta sobre la cara y colocarse el casco sobre la parte posterior del cuello.
2. Cada Bombero deberá ser lavado de la cabeza a los pies con agua muy abundante y a baja presión, incluyendo en el lavado el interior y exterior del casco, la mascarilla, los arneses del aparato de respiración, las botas y el interior de los protectores de los brazos. La persona que ejecute esta tarea deberá usar un traje de bombero completo; un aparato de respiración y, si es posible, un traje descartable de protección contra las sustancias químicas.
3. No fumar, no beber o tocarse la cara.
4. Coloque los cilindros de los aparatos de respiración que se hayan usado, y todo el equipo (incluyendo mangueras y lonas) del que se sepa o se sospeche que haya sido contaminado, en bolsas impermeables. Séllese las bolsas y envíense a la estación de bomberos. Cuando las circunstancias lo permitan, haga lo mismo con los aparatos usados en el incidente.

Al regresar a la estación de bomberos

5. Colocar al aire libre las bolsas que se trajeron del lugar del incidente y acordonar el área para impedir el acceso del público. Poner los aparatos de respiración fuera de servicio.
6. Los bomberos deberán desnudarse completamente y poner tanto la ropa para combatir incendios como sus prendas personales, en bolsas de plástico. Los radios portátiles se deberán poner en una bolsa aparte. Sellar todas las bolsas y colocarlas en el área acordonada al aire libre.
7. Obtener barriles metálicos y tan pronto como se tengan a disposición, meter las bolsas de plástico en ellos, sellar, marcar y colocar en el área acordonada al aire libre. El área deberá tener un radio de cinco metros como mínimo.
8. Los barriles deben recogerse y analizar su contenido. Quizás algunos objetos o todos deberán ser destruidos. Es posible que ciertos objetos puedan ser descontaminados y regresados a sus usuarios.
9. Ducharse, frotando todo el cuerpo con agua y jabón, con especial cuidado en las áreas alrededor de la boca, las fosas nasales y debajo de las uñas. Lavarse el cabello con champú y limpiar cuidadosamente el bigote en caso de tenerlo.

En caso de incidentes con sustancias radiactivas

Después de ducharse, se debe recorrer todo el cuerpo con un monitor para radiación, prestando especial atención en el cabello, las manos y las uñas. Se debe pasar a una distancia aproximada de tres centímetros del cuerpo. Si alguna lectura resulta por arriba del nivel normal, el bombero deberá ducharse de nuevo y lavarse con más jabón que antes.

10. No fumar, beber, comer, tocarse la cara ni orinar antes de completar el paso nro 9.
11. Vestirse con ropa limpia.
12. Acudir al hospital para un examen e informar al médico sobre los materiales peligrosos involucrados en el incidente.

Para cambiar los cilindros del aparato de respiración en el lugar del incidente

Limpiar los cilindros vacíos y el área que los rodea en la espalda del Bombero, con abundante agua a baja presión tomada de la manguera de incendio. También llenar de agua la máscara y el tubo de respiración para evitar la inhalación de materiales perjudiciales cuando se desconecte el regulador.

Use guantes de caucho del tipo guantelete, como los que usan los electricistas. Enjuagar los guantes luego de usarlos y antes de quitárselos.

Colocar el cilindro vacío en una bolsa de plástico para basura, y sellar para su descontaminación subsiguiente.

La persona que se encargue de manejar la manguera de agua y del cambio de los cilindros, deberá usar ropa de protección como para combatir el fuego; un equipo de respiración y si es posible un traje desechable para protección contra agentes químicos.

Siempre que las circunstancias lo permitan es preferible que todos los pasos descritos se lleven a cabo en el sitio del incidente (en lugar de ejecutar los pasos del 5 al 11 en la estación de bomberos); sin embargo, el procedimiento se ha descrito con el cambio de lugar debido a que se reconoce el hecho de que para la mayor parte de los departamentos de bomberos sería imposible ejecutar todos los pasos en el sitio del incidente.

Las siguientes sustancias químicas son ejemplos de los productos para los cuales es normalmente adecuada la descontaminación a nivel **C**:

Acrilonitrilo – Adiponitrilo – Aldrín – Alilamina – Arsina – Cianógeno – Cianuro de hidrógeno – Cloropicrina – 2,4-Disocianato de tolueno – Dibromuro de etileno – Dioxina – Fósforo – Fosgeno – Metilhidracina – Nitrato de uranio – Pentaborano –

Pentasulfuro de antimonio – Tetrametilo de plomo – Tetraóxido de nitrógeno – Tetraetilo de plomo.

PROCEDIMIENTO DE DESCONTAMINACIÓN: NIVEL D

Para sustancias que reaccionan con el agua

En el sitio del incidente

1. Conseguir una aspiradora con suministro de poder. Tener a mano cepillos secos y un contenedor para recoger los materiales que vayan desprendiéndose del personal contaminado. Los encargados de la descontaminación deberán utilizar ropa apropiada, aparatos de respiración y si es posible un sobretodo desechable de protección contra sustancias químicas.
2. Si se trata de un incidente con sustancias radiactivas:

Todos los Bomberos que pudieran estar contaminados deberán ser revisados cuidadosamente con un monitor de radiación para detectar contaminación superficial. También deberá examinarse de la misma manera toda su ropa y efectos personales, incluso la suela de sus botas. Si no se encuentra radiación, el personal ya revisado podrá abandonar el área de descontaminación.

3. Si no se trata de un incidente con radiación o si los Bomberos han sido contaminados con radiación:

Poner a cada Bombero de pie en el centro del área aislada, limpiar el casco Y ponérselo en la parte posterior del cuello y limpiar su interior.

4. Comenzar la limpieza de la cabeza hacia abajo, incluyendo todas las áreas externas. Afloje las correas del arnés del aparato de respiración a fin de poder limpiar debajo de ellas y de la placa posterior. Asimismo, afloje el cinturón y limpie debajo de él.
5. Cuando el Bombero haya sido sometido a la limpieza de la aspiradora o de los cepillos saldrá del área de descontaminación. Al momento de salir se deberá limpiar sus botas, incluyendo las suelas, para que cualquier contaminante quede dentro del área de contención.
6. los procedimientos continuarán de la siguiente forma:
 - Si se trata de un incidente con sustancias radiactivas, referirse a la rutina del Nivel **R**
 - Si se trata de incidentes con agentes etiológicos o con plaguicidas, en Polvo, referirse al Nivel **E**
 - Para otro tipo de incidente, referirse al nivel **B** (a menos que se reciban indicaciones de que el Nivel **C** sea más apropiado).

7. Todos los filtros usados y el material de desecho que se colecte se deberán poner en bolsas de plástico, sellarlas y etiquetarlas para luego ser eliminadas de una forma aceptable para la agencia oficial que tenga jurisdicción. Sobre el asunto.

Las siguientes sustancias químicas son ejemplos de los productos para los cuales es normalmente adecuada la descontaminación a nivel **D**:

Aleaciones de calcio – Aluminio en polvo no recubierto – Amalgamas de metales alcalinotérreos – Amidas de metales alcalinos – Bario metálico – Borohidruro de litio – Calcio metálico – Carburo aluminico – Carburo cálcico – Ferrosilicio – Fosforo de aluminio – fosforo de potasio – fosforo de zinc – hidruro de calcio – Litio metálico – Magnesio en polvo o sus aleaciones – Metilato sódico – Nitruro de litio .

PROCEDIMIENTO DE DESCONTAMINACIÓN : NIVEL E

Para agentes causantes de enfermedades

Equipo especial requerido

- Bomba para producir rocío (como las usadas para atomizar plaguicidas)
- Concentrado de cloro
- Bolsas plásticas para basura color naranja
- Bolsas plásticas para basura color negro
- Bolsas para esterilización (como las que se usan en lavanderías de hospitales).
- Caja de mascarillas quirúrgicas.

En el sitio del incidente

1. Preparar una solución de cloro del 5 al 6% y colocarla en la bomba rociadora. Tener en cuenta la concentración a la que está el cloro al hacer sus cálculos para solución, dado que muchas marcas comerciales ya venden soluciones al 6%.
2. Limpiar a los Bomberos de la cabeza a los pies (hacia abajo) con agua a baja presión. Posteriormente se pueden quitar las mascarillas del aparato de respiración. Poner los cascos en bolsas negras y sellarlas. Colocar las mascarillas quirúrgicas a los Bomberos.
3. Rociar con la solución de cloro de la bomba las botas de los Bomberos (pero no su ropa de incendio), las herramientas, mangueras y todo el equipo que se haya usado, excepto los radios portátiles. Dejar que la solución actúe durante 10 minutos y enjuagar con agua.
4. Quitarse los aparatos de respiración y colocarlos en bolsas de plástico negras y sellar. Colocar los abrigos de incendio de los Bomberos y sus guantes en bolsas de plástico anaranjadas y sellar. Retirar cualquier

radio portátil que se haya usado, ponerlo en una bolsa negra y sellar. Tirar las mascarillas quirúrgicas.

5. no fumar, no beber, ni tocarse la cara.
6. Antes de abandonar el sitio del incidente, un Bombero usando un aparato de respiración, deberá tratar de rociar con la solución del cloro lo más que pueda del suelo que haya estado expuesto al material y del agua de limpieza que se hubiere derramado. Posteriormente, se deberá enjuagar con agua limpia el exterior de la bomba rociadora.
7. Antes de abandonar el sitio del incidente, es necesario sellar las bolsas anaranjadas dentro de las bolsas de esterilización.

Al regresar a la estación de bomberos.

8. Poner los aparatos fuera de servicio temporalmente.
9. Uno de los Bomberos se debe vestir con ropa para apagar incendios y usar un aparato de respiración, y en un área de aire libre deberá llevar a cabo las siguientes tareas:

Abrir las bolsas plásticas negras y con un trapo ligeramente humedecido con la solución de cloro al 6% limpiar todos los cascos, radios portátiles, aparatos de respiración y cilindros usados. Después de 10 minutos limpiar todo con un trapo humedecido con agua limpia.

Sellar todas las bolsas negras que se hayan usado y los trapos en otra bolsa y ponerlas en el lugar que normalmente recoge el servicio de basura. Vaciar la bomba rociadora y enjuagarla para eliminar cualquier residuo de cloro.

10. Despojarse de toda la ropa usada en el incidente, incluyendo la anterior, colocarla en bolsas de plástico para ser enviadas a lavar y limpiar a seco. Llevar todas las bolsas con ropa contaminada al lugar donde ésta pueda limpiarse aparte.
11. Todo el personal interviniente deberá ducharse, frotándose todo el cuerpo con agua y jabón, prestando atención especial a las áreas alrededor de la boca, las fosas nasales y bajo las uñas. Lavarse el cabello con champú y limpiarse cuidadosamente el bigote en caso de tenerlo.
12. No fumar, comer, o beber, tocarse la cara ni orinar hasta haber completado el paso 11.
13. Vestirse con ropa limpia y poner en servicio los aparatos y equipos usados una vez descontaminados.
14. Hacer que los expertos revisen tanto las mangueras de incendio como los aparatos de respiración antes de que se pongan nuevamente en servicio.
15. Hacer los arreglos correspondientes para que las bolsas de esterilización sean llevadas a una lavandería de hospital para la limpieza y

esterilización de los abrigos contra incendio, guantes y cualquier otra prenda que se haya utilizado en el incidente.

Nota: Las bolsas de plástico negras son para objetos que se retienen en la estación de bomberos, mientras que las bolsas anaranjadas deben ser enviadas para su esterilización.

Para cambiar los cilindros del aparato de respiración en el lugar del incidente

Limpie los cilindros vacíos y el área que los rodea en la espalda del Bombero, con abundante agua a baja presión tomada de la manguera de incendio. También llenar de agua la máscara y el tubo de respiración para evitar la inhalación de materiales perjudiciales cuando se desconecte el regulador.

Use guantes de caucho del tipo guantelete, como los que usan los electricistas. Enjuagar los guantes luego de usarlos y antes de quitárselos.

Colocar el cilindro vacío en una bolsa de plástico para basura, y sellar para su descontaminación subsiguiente.

La persona que se encargue de manejar la manguera de agua y del cambio de los cilindros, deberá usar ropa de protección como para combatir el fuego; un equipo de respiración y si es posible un traje desechable para protección contra agentes químicos.

Las siguientes sustancias químicas son ejemplos de los productos para los cuales es normalmente adecuada la descontaminación a nivel **E**:

Desechos clínicos de hospitales y veterinarias – Desechos de mataderos de reses
Sustancias infecciosas.

PROCEDIMIENTOS DE DESCONTAMINACIÓN: NIVEL R

Para materiales radiactivos

Que es la radioactividad

Los átomos existentes en la naturaleza pueden dividirse en dos grupos: ESTABLES e INESTABLES. Los primeros son aquellos que no cambian espontáneamente en el tiempo y pueden intervenir en numerosas y variadas reacciones químicas. Los inestables pierden su identidad por transformación en otros a través del tiempo.

El fenómeno mediante el cual el núcleo de un átomo se transforma espontáneamente en otro, recibe el nombre de "DESINTEGRACIÓN

RADIOACTIVA". Algunos núcleos mediante una sola desintegración alcanzan la estabilidad, otros necesitan sucesivas desintegraciones. Puesto que la transformación de núcleos va acompañada de emisión de radiaciones, a los núcleos inestables se los llama también radioactivos o activos.

Los núcleos pueden desintegrarse por distintos mecanismos, emitiendo en cada caso distintos tipos de radiaciones o partículas (Partículas ALFA, BETA, etc.).

RADIACIÓN ALFA

Este tipo de característica de los núcleos pesados con número atómico mayor de 82. Es de hacer notar que la mayoría de los nucleidos ALFA emisores se encuentran entre los nucleidos activos naturales.

En este tipo de desintegración el núcleo madre emite una partícula alfa dando lugar a la formación de un núcleo hija. Las partículas alfa son núcleos de helio y están constituidas por dos protones y dos neutrones.

Un núcleo al desintegrar puede quedar excitado, es decir tener mayor energía que la necesaria para alcanzar el estado fundamental y para lograr desexcitarse lo hace mediante la emisión de un rayo GAMMA.

Particularidades:

En la tabla de los nucleidos se los identifica con el color amarillo. Poseen poco alcance en el aire de 5 a 8 cm. Son fácilmente blindables, ni siquiera atraviesan los poros de la piel. Son altamente **contaminantes** si son **inhalados o ingeridos**.

RADIACIÓN BETA NEGATIVA

Si la relación de neutrones o protones de un nucleido es mayor o menor que la que corresponde a la estabilidad en la zona de la tabla a la cual pertenece el nucleido, ésta desintegra por BETA.

En este caso cuando la relación de neutrones a protones de un nucleido es mayor que la correspondiente a la estabilidad, un neutrón del núcleo, puede transformarse en un protón y emitirle una partícula BETA NEGATIVA y un neutrino.

Particularidades:

En la tabla de nucleidos se los identifica con el color celeste. Poseen un alcance en aire de hasta 8 m. El material blindante que se utiliza es el vidrio "LUXITE" o plástico. No deben brindarse con plomo por cuanto se originaría el fenómeno de radiación por frenado que produciría la emisión de rayos GAMMA.

RADIACIÓN BETA POSITIVA

Cuando la relación de neutrones a protones de un nucleido es menor que la que corresponde a la estabilidad, en la zona de la tabla a la cual pertenece el mismo, éste puede desintegrar por BETA POSITIVA.

En esta desintegración, un. protón se transforma en un neutrón y se emite un positrón y un neutrino.

Particularidades:

En la tabla. de nucleidos se los identifica con el color rosa. Poseen similares características que los BETA NEGATIVO. Se produce la aniquilación de los mismos y se origina radiación GAMMA.

RADIACIÓN GAMMA

Es la cual se origina al desexcitarse los nucleidos, es decir al pasar de un estado energético al estado fundamental. **Es la más peligrosa de las reacciones.**

Particularidades:

Es imposible blindarla pues su alcance en aire es infinito. Pero para lograr su atenuación se utilizan el plomo, el agua, el hormigón armado.

RADIACIÓN X

Es la que se obtiene por intermedio de los equipos de radiología. Tiene similares características que la GAMMA, pero su alcance en aire es menor, es decir que la energía de los fotones es de menor intensidad.

RIESGOS RADIOACTIVOS

Conociendo los distintos tipos de radiaciones, es necesario interpretar sus riesgos y las formas de contrarrestarlos.

DISTINTOS TIPOS

Los riesgos radioactivos para nuestros sentidos, son análogos al riesgo eléctrico; son insidiosos, porque son impalpables; invisibles, e inodoros y no pueden ser descubiertos y medidos sin la ayuda de aparatos especiales.

Existen dos clases de riesgos radioactivos:

La irradiación externa.

La irradiación interna o contaminación.

Hay irradiación externa cuando el cuerpo humano está sometido a las radiaciones emitidas por una fuente exterior (fuentes radioactivas o máquinas generadoras de radiación con protección insuficiente).

En este caso, la acción nociva toma fin desde el momento que el individuo abandona el campo de irradiación. La dosis recibida es en función de la intensidad de la irradiación y del tiempo de exposición.

LA PROTECCIÓN CONTRA LA IRRADIACIÓN EXTERNA

Existen tres maneras de protección individual contra la irradiación externa de aplicación única o concurrente.

- 1) *TIEMPO.*
- 2) *DISTANCIA.*
- 3) *BLINDAJE.*

TIEMPO

A menor tiempo de exposición, menor cantidad de dosis absorbida. Es decir, habría que ejecutar las tareas en el menor tiempo posible. Tratando de planificar las mismas en frío y con la cantidad de personal necesario, a fin de poder ir reemplazando el mismo.

DISTANCIA:

Este es un método de protección frecuentemente eficaz y económico, para reducir la irradiación externa. La tasa de exposición decrece según la inversa del cuadrado de la distancia. La tabla siguiente ilustra este punto en forma simple:

A 2 metros de la fuente se recibe cuatro veces menos radiación que a un metro.

A 3 metros de la fuente se recibe nueve veces menos radiación que a un metro.

A 10 metros de la fuente se recibe cien veces menos radiación que a un metro.

En la práctica la protección contra la irradiación externa mediante la distancia se materializa por:

- a) El alejamiento de los operarios con relación a la fuente.
- b) La utilización de herramientas especiales: TELEPINZAS, TELEMANIPULADORES, ROBOT TELECOMANDADOS, etc.

BLINDAJE:

La interposición de materiales apropiados entre las fuentes de radiación y las personas expuestas es también un método eficiente para controlar la exposición a la radiación externa. El plomo y el hormigón son los materiales utilizados para tal fin.

Donde exista blindaje, éste debe ser usado donde sea posible, pero puede darse el caso de que éste no pueda mantenerse y cumplir con el objetivo de extinguir el incendio. Además el blindaje puede resultar destruido o no haber existido antes de la emergencia. Por otra parte resulta prácticamente imposible la construcción de blindajes portátiles que puedan ser usados en estos casos.

De lo expuesto se deduce que la mejor protección que puede encontrar nuestro personal, es la combinación de permanecer tan lejos de la fuente como sea practicable y el menor tiempo posible. Este principio general, es válido para todas las operaciones de emergencia.

PROTECCIÓN CONTRA LA IRRADIACIÓN INTERNA O CONTAMINACIÓN

La penetración de sustancias radioactivas en el interior del cuerpo, ocasiona la irradiación interna de una parte o de todo el organismo, dependiendo de las propiedades químicas de la sustancia incorporada.

El contacto físico con una fuente radioactiva se denomina "contaminación", que será interna o externa, según que las sustancias radioactivas hayan o no penetrado al interior del organismo.

Si bien la contaminación externa es menos nociva, igual resulta indeseable, porque generalmente constituye el paso previo a la incorporación de sustancia radioactiva.

A diferencia de la irradiación externa, la cual desaparece cuando se hace abandono del lugar donde existe ese riesgo, la irradiación interna continúa mientras subsiste el depósito radioactivo, cuya eliminación depende de los períodos físicos y biológicos del contaminante.

La utilización de equipos de protección individual y de vestimentas especiales, tiene por objeto impedir la contaminación de la piel y de prevenir la inhalación y la ingestión del radioelemento. Estos equipos no deben en ningún caso ser considerados como de uso normal para paliar las insuficiencias de una instalación.

La sustancia radioactiva al igual que otros agentes tóxicos, pueden ganar entrada al interior del cuerpo por inhalación, ingestión o absorción.

INHALACION

Ciertas sustancias radioactivas pueden encontrarse finamente divididas pueden hallarse en suspensión en el aire, formando aerosoles radioactivos e ingresan a través del aparato respiratorio.

Igualmente pueden hacerlo las sustancias radioactivas gaseosas en forma de vapores y los sólidos en suspensión.

La protección individual de las vías respiratorias se materializa por el empleo de máscaras o aparatos respiratorios, generalmente de circuitos abiertos donde el aire respirado proviene de una botella de aire comprimido.

INGESTIÓN

La ingestión de bebidas y alimentos contaminados o la transferencia táctil de radioactividad a la boca, producen una contaminación interna.

La contaminación de manos y dedos con los que se toman alimentos u objetos que se llevan a la boca, es una causa corriente de incorporación de material radioactivo a través del aparato digestivo.

En aquellos sitios donde existe el riesgo de contaminación se emplean indumentarias especiales como ser: vestimenta enteriza, guantes, cubre zapatos, etc., con el objeto de interponer una barrera fácilmente descontaminable o desechable entre el cuerpo y la contaminación. Estas vestimentas no transponen jamás los límites del lugar en que se emplean, sin haberse verificado previamente la ausencia de contaminación.

ABSORCIÓN

Algunas sustancias tienen la particularidad de difundir a través de la piel y de esta forma fijarse en el cuerpo, tal es el caso del agua tiritada, que es absorbida por el organismo en igual forma que el agua común.

En caso de poseer o producirse heridas cortantes, las sustancias pueden incorporarse por contacto a través del torrente sanguíneo. Las medidas de protección individual dependen de las características del contaminante. Para el caso del agua tiritada se utilizan prendas impermeables.

En el sitio del incidente

1. Preparación:

A) Delimitar una zona de descontaminación dividida en dos partes.

- B) Hacer una solución de detergente en agua y tener a mano cepillos para limpiar frotando.
 - C) Disponer de un suministro de aire de reserva, de manera preferible con una unidad de trabajo, o bien equipo extra.
 - D) En la primer parte del área de descontaminación establecer un sistema para retener los escurrimientos, ya sea con piscinas de poca profundidad o con lonas.
 - E) A fin de evitar que las sustancias radiactivas contaminen el suelo, si es posible, hacer un camino o sendero de polietileno (con pesos encima, di es necesario, para fijarlo al suelo) desde la salida de la zona contaminada a la entrada del área de descontaminación.
2. El personal a cargo de la descontaminación deberá usar aparatos de respiración y trajes desechables de protección, si los hay disponibles.
 3. si se sospecha que algunos Bomberos han sido contaminados, se deberán revisar cuidadosamente con equipos para detectar radiación superficial. Se revisarán todas sus ropas y equipos personales, incluso las suelas de sus botas; si no se descubre radiación, el personal podrá abandonar el área de descontaminación.
 4. el personal que se encuentre contaminado tendrá que lavarse cuidadosamente con la solución de detergente. Este trabajo de lavado lo llevará a cabo el personal de descontaminación. Posteriormente se deberá enjuagar con agua a baja presión y se deberá procurar retener el agua derramada.
 5. Una vez completado el paso anterior, los Bomberos pasarán a la segunda parte del área de descontaminación, donde se les volverá a revisar con el monitor de radiación. En caso de encontrar alguna radiación, deberán regresar a la primera parte del área de descontaminación y se repetirá el paso 4.
 6. Cuando todo el personal haya sido limpiado de contaminación, los miembros del equipo de descontaminación se enjuagarán todo el cuerpo con el agua de las mangueras. Se discutirá con las autoridades competentes sobre la mejor forma de eliminar las aguas derramadas durante la descontaminación.
 7. en caso de que los Bomberos no tengan aire para respirar al estar siendo descontaminados, se les proporcionará la reserva de aire preparada según el paso nro 1. deberán contener la respiración mientras cambian las mascarillas.
 8. En caso de que a pesar de frotar repetidamente, algunos Bomberos no puedan ser descontaminados, estos se quitarán toda la ropa que puedan en la segunda parte del área de descontaminación y se pondrán ropa limpia. La ropa que se quiten deberá ser puesta en bolsas, sellarlas y enviarlas a la estación. Durante este proceso se deberá evitar la contaminación de la ropa limpia.
 9. Cualquier equipo contaminado, o que se sospeche que lo está, deberá ser colocado en bolsas de plástico, sellar y enviar a la estación.

Al regresar a la estación de Bomberos

Seguir los procedimientos del 5 al 12 del nivel **C** con los Bomberos que se encuentren contaminados, según el paso nro. 3 anterior, así como con todo el equipo correspondiente.

Para cambiar los cilindros del aparato de respiración en el sitio del accidente

Todo el personal que salga del sitio del incidente para cambiar los cilindros de sus aparatos de respiración deberá ser revisado con un monitor de contaminación radiactiva en forma idéntica a la descrita en el paso nro. 3 anterior.

Si no se encuentra radiación, el Bombero podrá proceder a cambiar el cilindro de su aparato de respiración en el área correspondiente y retornar al lugar del incidente.

El personal contaminado no podrá retornar al sitio. Ellos tendrán que sujetarse a todos los pasos de los procedimientos de descontaminación nivel **R** y otros Bomberos los reemplazarán.

Antes de que los Bomberos de reemplazo entren en acción, deberán tratar de obtener información acerca de los lugares en donde los otros miembros del personal se contaminaron, a fin de tomar precauciones cuando se aproximen a las áreas peligrosas.

Nota: antes de que salga el primer bombero del sitio del incidente se deberán haber completado los pasos 1 y 2 del nivel **R**. Si las circunstancias lo permiten, sería conveniente hacer dichas preparaciones aún antes de que el personal entre al sitio del incidente por primera vez.

OBSERVACIONES ESPECÍFICAS

Planificación antes de que ocurra un accidente.

Revise los procedimientos y si resultan apropiados para su localidad, reúna el equipo necesario en un contenedor fácilmente transportable. Por ejemplo algunos departamentos tienen todos los elementos necesarios para la descontaminación en incidentes con agentes causantes de enfermedades en un **“paquete para el Nivel E de descontaminación”**.

Muchos departamentos no necesitarán usar frecuentemente estos métodos. A fin de evitar que se olviden las habilidades y para que no se omitan ciertos pasos críticos, se sugiere que se tenga una copia de la guía a disposición de todo el personal en el lugar del accidente y que este se capacite con regularidad en la ejecución de los procedimientos. Cumplir éstos en forma exacta no es tan fácil como puede suponerse.

Cuando se tienen veinte bolsas para basura llenas de ropa contaminada en el piso de una estación de bomberos no es el momento para empezar a buscar una lavandería donde puedan lavar esa ropa. La mayor parte de los establecimientos comerciales no tienen interés en manejar ropa contaminada.

Aún más, debe reconocerse que en ciertos incidentes la naturaleza o la cantidad de contaminación puede ser tal que una descontaminación completa está por encima de las posibilidades y recursos de un departamento de bomberos, (especialmente en los niveles C, E y R) y se requerirá de un especialista para tratarla. Con estos tres métodos mencionados se deberá considerar la posibilidad de destruir todos los objetos permeables, en caso de exposición seria.

Por tanto los departamentos de Bomberos deben hacer arreglos para:

- Obtener tambores de acero o plástico a cualquier hora del día o la noche. Éstos deberán estar limpios y tener tapas removibles, no solo un vertedor y un agujero de ventilación
- Análisis y descontaminación de ropa y equipo contaminado con algunas sustancias muy peligrosas, realizado por expertos. Esto es necesario para los niveles C y R , aunque diferentes compañías parecen ser necesarias para los dos niveles;
- Métodos aceptables para eliminar o disponer objetos que no puedan limpiarse, o cuya limpieza fuera antieconómica para contaminantes en los niveles C, E y R;
- Poder usar un servicio de lavandería de hospital para llevar a cabo la descontaminación en el nivel E. Se debe arreglar con la lavandería el préstamo de bolsas de esterilización, que típicamente se usan para poner sopa sucia para enviar a ese servicio. Es necesario comprobar si el servicio de lavandería del hospital puede manejar abrigos protectores contra el fuego. En algunos casos, las hebillas pueden maltratar mucho el interior de las máquinas;
- Comprobar la posibilidad de reemplazar la ropa de protección contra el fuego y el equipo que puede usarse mientras los objetos que se usan normalmente son descontaminados de acuerdo a los niveles C, E ó R.
- Otra precaución muy útil durante la etapa de preplanificación es anotar los nombres y maneras de contactar a expertos locales que pueden ayudar a aconsejar al departamento de Bomberos durante los incidentes y los procesos ulteriores de descontaminación.

Es probable que se desee establecer una política respecto a objetos personales tales como anillos, billeteras, relojes etc. muchos de éstos, especialmente los de cuero no pueden ser descontaminados y quizá deba ser necesario destruirlos. Los Bomberos deben conocer las políticas de sus respectivos departamentos en lo que se refiere al reemplazo o indemnización por pérdida de objetos personales.

ARREGLO DEL ÁREA DE DESCONTAMINACIÓN.

Al seleccionar la localización del área de descontaminación es necesario considerar los siguientes aspectos:

- Condiciones prevalecientes del clima (temperatura, precipitación, etc)
- Dirección del viento.
- Pendiente del terreno
- Material de superficie y porosidad (césped, grava, asfalto etc.
- Disponibilidad de agua
- Disponibilidad de energía eléctrica, alumbrado, iluminación
- Proximidad al lugar del incidente
- Localización de drenajes, alcantarillas y corrientes de agua.

Al establecer el área proveer lo siguiente:

- Contención del agua de lavado si es necesario
- Reserva extra de aire para respirar (equipos de respiración; cilindros unidades para recarga etc.
- Una reserva de bolsas resistentes de plástico para basura de tipo industrial
- Demarcación clara de los límites del área, no solo una cuerda tirada sobre el piso.
- Puntos de entrada y salida claramente marcados, con la salida a favor del viento. El lugar de descontaminación debe situarse en las áreas que están **a favor del viento**
- Un lugar de espera a la entrada del área de descontaminación, donde el personal contaminado pueda esperar su turno sin desparramar más los elementos contaminantes
- Acceso al lugar donde se separan a los heridos según su gravedad y los servicios médicos desde la salida si es necesario
- Protección del personal contra el mal tiempo
- Seguridad y control de área desde un establecimiento hasta la limpieza final del sitio.

CONSIDERACIONES AMBIENTALES

Un concepto fundamental sirve de base para estos procedimientos de descontaminación:

EL SER HUMANO ESTÁ ANTES QUE EL AMBIENTE

No obstante lo anterior, cuando sea necesario controlar los escurrimientos, se deben hacer los esfuerzos precisos aunque solo sea para evitar posibles consecuencias legales. Los siguientes son ejemplos de cuencas de contención:

- Piletones de lona para niños
- Tanques portátiles (como los usados para combatir incendios forestales)
- Lonas puestas sobre un marco formado por mangueras duras de succión o pequeñas escaleras en el suelo
- Diques hechos con tierra, bolsas de arena cubiertas con lonas.

Los Bomberos al salir de cualquier cuenca de contención deberán levantar un pie, enjuagarlo de manera que el agua caiga dentro de la cuenca, colocar este pie fuera y enjuagar el otro pie de la misma manera. Cuando se llena una cuenca de contención, es necesario que se pueda vaciar por medio de un sifón o una bomba y colocar el derrame en tambores o en un camión pipa para disponer del escurrimiento de manera aceptable para la autoridad correspondiente.

Cualquier escurrimiento que no se controle entrará eventualmente al drenaje y a las corrientes de agua o si se absorbe en el suelo podrá llegar por último a la capa freática. El departamento de Ingeniería Mecánica e Hidráulica de la Universidad de Leeds (Reino Unido) ha encontrado que si una sustancia química se diluye en agua a una tasa aproximada de 2000 : 1 se reduce significativamente la contaminación de las corrientes de agua.

Existe también un cambio de actitud de las autoridades del sector ambiental y estas reconocen que una pequeña cantidad de una sustancia química como la que puede resultar de lavar a los Bomberos después de un incidente con una dilución adecuada, resultará en un daño mínimo al ambiente.

Se deberá informar a las autoridades del sector ambiental sobre cualquier sustancia que entre en el drenaje y corrientes de agua. También se deberá avisar al personal de la planta de tratamiento de agua a la que pudiera llegar esta sustancia. Si es necesario se tendrá en alerta a la autoridad sobre contaminación comprobada o potencial.

La manera más adecuada de descontaminar materiales que tienen efectos serios sobre el ambiente será el uso de cantidades mínimas de agua y control de los escurrimientos. Otras sustancias deberán ser lavadas del personal, diluyéndolas a razón de 2000 : 1 como mínimo.

OBSERVACIONES FINALES

A lo largo de este informe se desarrolla la idea de que es más conveniente manejar los incidentes con materiales peligrosos con trajes de protección contra sustancias químicas, que con la ropa usualmente utilizada para incendios. El costo de los trajes desechables es relativamente bajo; aún para un departamento pequeño. Gastar un poco de dinero al desechar unos trajes después de haberlos usado una sola vez, será menos costoso que reemplazar trajes para incendio o pagar por su limpieza comercial.

En muchos sitios el servicio de Bomberos puede recuperar el costo del equipo que se destruya, ya que el responsable de la ocurrencia del incidente tendrá que pagar por la destrucción del equipo u por ende de los trajes desechados.

Es necesario tener presente siempre que si el grupo humano no cuenta con los elementos necesarios para entrar en una atmósfera peligrosa o tóxica, se debe considerar la opción de “no hacerlo” como táctica más apropiada, siempre y cuando no existan vidas en juego.

Otro factor a tenerse en cuenta es que en la descontaminación se considera más importante la **minuciosidad** que la **velocidad**. Por lo que bajo circunstancias **no críticas** se deben llevar a cabo ciertas acciones que dicta el sentido común tal como descontaminar primero a los Bomberos que cuenten con las reservas de aire más bajas.

La velocidad es importante solo cuando hay una víctima y aún entonces se debe llevar a cabo una descontaminación tan meticulosa como se pueda.

Las circunstancias pueden dictar a veces dadas ciertas circunstancias, una descontaminación de emergencia, esto podría pasar cuando los trajes de protección se desgarran o se dañan, o cuando resulta herido un Bombero; o se contamina gente del público o personal de las ambulancias etc. En tal caso, la forma de proceder será la siguiente:

PROCEDIMIENTO DE DESCONTAMINACION DE EMERGENCIA

Debe llevarse a cabo tan pronto como sea posible.

1. sacar a la víctima de la zona contaminada y llevarla a la zona de descontaminación. Asegurarse de que se le proporcione aire u oxígeno no contaminado.
2. quitarle el casco de protección si lo tuviere, y lavar inmediatamente, con grandes cantidades de agua, las partes del cuerpo que pudieran estar contaminadas.
3. si la víctima estuviera usando un aparato de respiración, aflojar el arnés y quitar todo el aparato dejándole la mascarilla de respiración puesta.
4. quitar la ropa a la víctima o el traje de protección, asegurándose en lo posible de que no siga en contacto con el contaminante. Continuar lavando a la víctima mientras se le quita la ropa.
5. trasladar la víctima a un área limpia. Proporcionarle los primeros auxilios necesarios pero **no dar respiración boca a boca**, tan pronto terminado el procedimiento de emergencia para descontaminación llevarla a un centro sanitario para que reciba tratamiento médico.
6. asegurarse de que tanto el personal de la ambulancia como el del hospital estén informados acerca del contaminante de que se trate.

Bibliografía:

Canadian Association of Fire Chief Inc. Liverpool Court, Ottawa, Ontario, Canadá.
Centro Panamericano de ecología Humana Y Salud, Programa de Salud Ambiental. Metepec, Edo. Mexico.