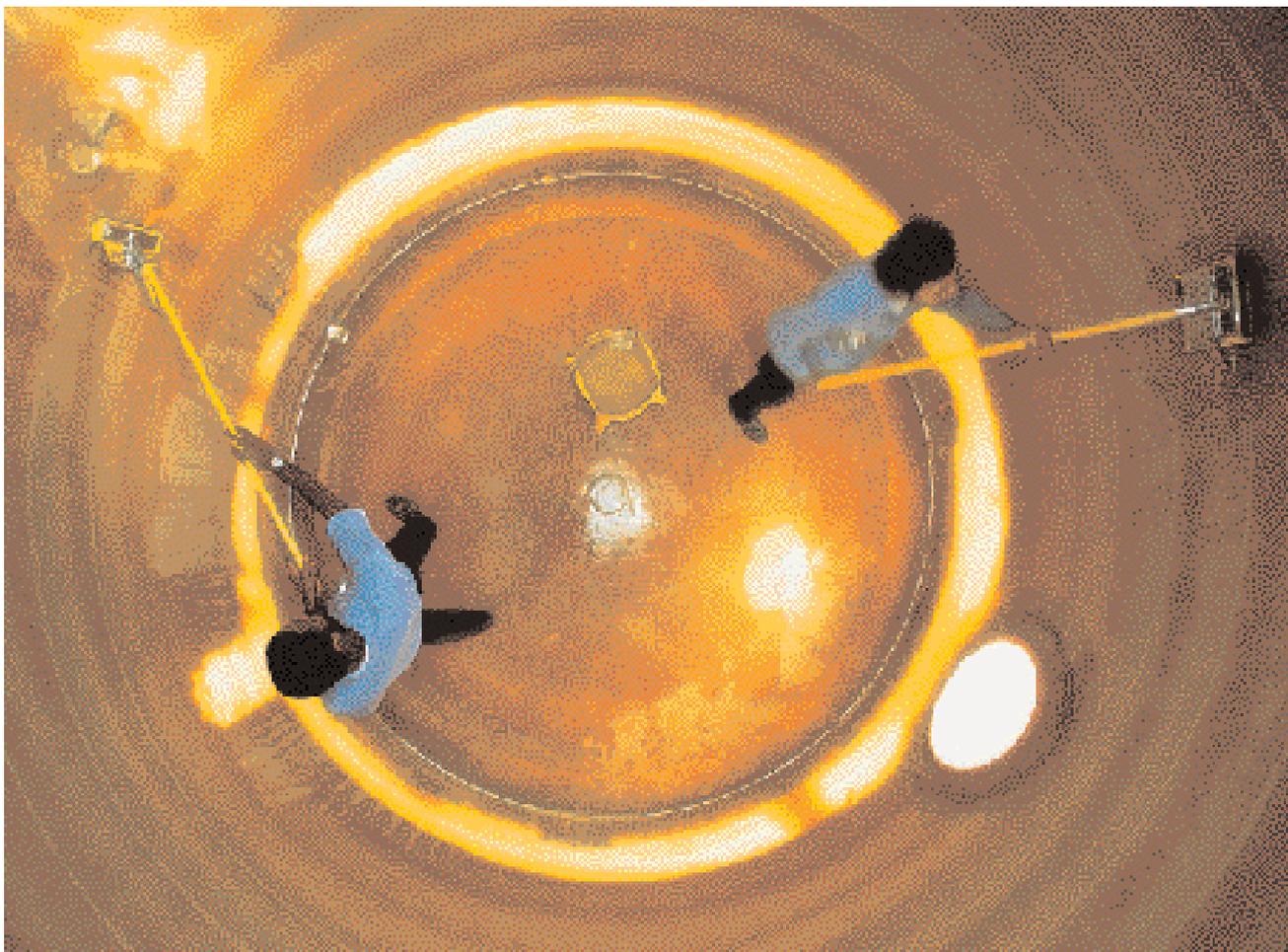


Procedimiento de trabajo para la intervención en espacios confinados (*)



SUMARIO

Legal y técnicamente es necesario que los trabajadores que intervienen en espacios confinados dispongan de procedimientos de trabajo específicos donde se definan las prevenciones que se deben adoptar para controlar los riesgos existentes.

Se propone un esquema para el proceso de elaboración y aplicación de estos procedimientos de trabajo, basado en cinco etapas: Información previa sobre el recinto, Identificación de riesgos generales por exposición a atmósferas peligrosas, Evaluación de los riesgos identificados, Planificación de las medidas de prevención, Redacción del documento y Control y seguimiento del procedimiento de trabajo.

Palabras clave: Atmósferas peligrosas, espacios confinados, evaluación de riesgos, procedimiento de trabajo.

JESÚS MARÍA ROJAS LABIANO

Perito Industrial Químico.

Técnico superior de Prevención de Riesgos Laborales.

OSALAN (Instituto Vasco de Seguridad y Salud Laborales).

INTRODUCCIÓN

La investigación de las causas que provocaron más de una veintena de accidentes laborales por exposición a atmósferas peligrosas en espacios confinados, y su análisis continuado durante más de una década, nos han permitido obtener algunas conclusiones que pueden resultar de interés

(*) Este artículo es un resumen del trabajo que se está llevando a cabo como resultado de una beca de investigación concedida por la Fundación MAPFRE en la Convocatoria 2000-2001.

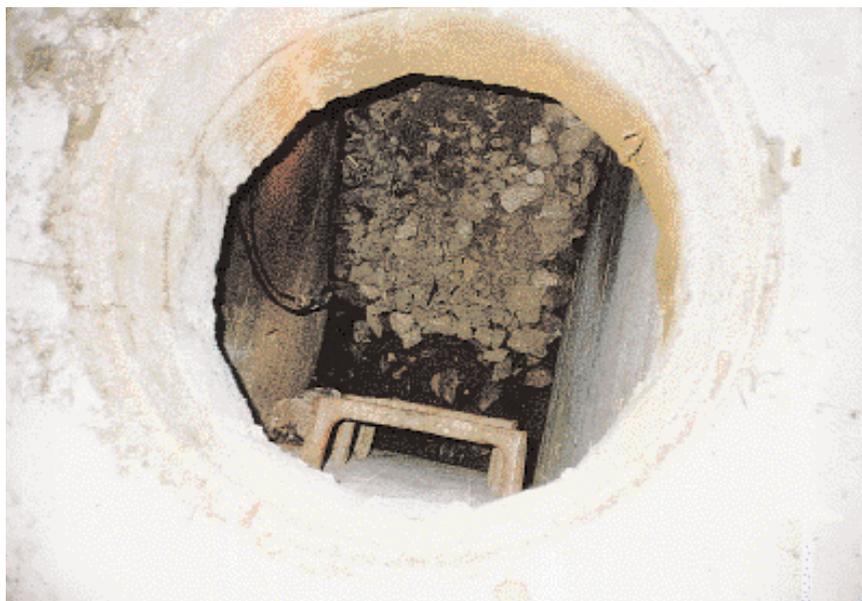
general para prevenir y evitar este tipo de siniestros.

La causa básica común de todos los accidentes investigados, en los que fallecieron 13 trabajadores y otros 24 resultaron lesionados, fue que en ninguno de ellos se siguió un procedimiento de trabajo específicamente diseñado para controlar los riesgos característicos de las intervenciones en espacios confinados. Solamente en dos casos existían instrucciones por escrito para estas intervenciones, pero en la práctica no se aplicaban.

Los agentes materiales identificados como causantes de los referidos accidentes fueron de muy distinta naturaleza, tal como se reflejará más adelante, sin embargo, las medidas preventivas que se consideró oportuno recomendar en todos los casos para evitar accidentes similares a los ocurridos consistieron básicamente en controlar las entradas a los espacios confinados mediante el establecimiento de procedimientos de trabajo que incluyeran la aplicación equilibrada de las prevenciones convencionales: evaluación de la peligrosidad de la atmósfera interior, ventilación, protección respiratoria y prevención de emergencias.

Desde el punto de vista de la normativa legal vigente, la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales, que transpone, entre otras, la Directiva 89/391/CEE, establece de forma general la necesidad de planificar la acción preventiva de las empresas en función de los resultados de la evaluación de los riesgos para la seguridad y salud de sus trabajadores en el desarrollo de su actividad.

El Real Decreto 486/1997, transposición de la Directiva 89/654/CEE, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, se refiere a este tema en el apartado 2.3º. de su Anexo I-A, quedando ampliado en la *Guía Técnica* elaborada al efecto por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo en los siguientes términos: «El acceso de los trabajadores autorizados a zonas peligrosas de los lugares de trabajo, donde su seguridad pueda verse afectada por distintos riesgos, exigirá una evaluación previa de dichos riesgos y la adopción de las medidas de control precisas para protegerlos. Un ejemplo típico de trabajo en zona peligrosa que genera multitud de accidentes graves y mortales es el realizado en espacios confinados (galerías de servicios, fosos, túneles, alcantarillas, sótanos y desvanes, silos, etc.). Estos trabajos requerirán una evaluación específica de los riesgos presentes en



Entrada de un recinto, con peldaños.

el acceso, permanencia y salida de dichos espacios. Cuando los resultados de la evaluación lo hagan necesario, las medidas preventivas y de protección que se deben adoptar se deberán recoger en un procedimiento de trabajo en el que conste el trabajo que hay que realizar, quién o quiénes deben realizarlo, cuáles son las medidas de prevención y protección a adoptar en cada etapa del trabajo y qué registros hay que cumplimentar para evidenciar que se han cumplido dichas medidas. En estas zonas es importante adoptar las medidas necesarias para impedir que los trabajadores no autorizados puedan acceder a ellas.»

Así pues, tanto legal como técnicamente, es clara la necesidad de que los trabajadores que intervengan en espacios confinados deben disponer previamente de procedimientos de trabajo proporcionados por los responsables de su seguridad y salud laborales donde se definan claramente las condiciones en las que deben efectuarse los trabajos para que los riesgos queden controlados satisfactoriamente.

El objetivo del presente trabajo no es otro que presentar una serie de consideraciones que se considera conveniente tener en cuenta a la hora de elaborar estos procedimientos de trabajo.

PLANTEAMIENTO GENERAL

En el campo de la prevención de riesgos laborales, los conceptos «espacios confinados» y «procedimiento de trabajo específico» son insepara-

bles, por lo que conviene tener muy claro cuándo estamos ante un lugar de trabajo calificable como espacio confinado y hasta dónde pueden llegar a ser especiales las técnicas de control de riesgos que deben acompañar a las habituales instrucciones de trabajo.

Decimos esto por dos motivos: el primero es que en buena parte de los casos investigados las personas entrevistadas mostraron cierta extrañeza cuando se aplicaba este rango a lugares donde había ocurrido el accidente, tales como un recinto sin cubierta superior, una galería de gran longitud, una arqueta de menos de dos metros de profundidad, o un tramo de conducto de aire acondicionado aún sin colocar. Ciertamente, el término «espacio confinado» representa algo más que un tanque cerrado o un recinto exiguo, tal como lo indica su definición:

«Un espacio confinado es cualquier espacio con las siguientes características:

- Medios limitados de entrada y salida.
- Ventilación natural desfavorable.
- Posibilidad de acumulación de contaminantes tóxicos o inflamables.
- Posibilidad de formarse atmósferas deficientes en oxígeno o sobreoxigenadas.
- No estar concebido para una ocupación continuada por parte del trabajador.»

El segundo motivo es porque, cuando efectivamente nos encontremos frente a una intervención de este tipo,

puede ocurrir que las prevenciones a incorporar al procedimiento de trabajo requieran tal grado de especialización en equipamiento y conocimientos técnicos que inviten a plantearse la alternativa de bien establecer un plan preventivo global que cubra las necesidades, tanto de dotación de recursos humanos y técnicos como de planes de formación y vigilancia de la salud, lo que puede resultar apropiado cuando la actividad de la empresa exige la intervención continuada en este tipo de recintos, o bien sea preferible encomendar estos trabajos a empresas especializadas, como puede ser el caso de las limpiezas anuales de determinadas instalaciones en industrias de actividades comunes.

En cualquier caso, la preparación de los procedimientos de trabajo normalmente requerirá un estudio detenido individualizado para cada recinto y para cada tarea a realizar en él, desistiendo de generalizaciones que en la práctica conducirían fácilmente a situaciones no deseables de sobre protección o, lo que sería más grave, de protección insuficiente. Solamente la experiencia contrastada permitirá su extensión a intervenciones similares, introduciendo, si es preciso, las modificaciones oportunas.

A título orientativo se expone a continuación lo que se considera que podría ser un esquema general del proceso a seguir en la elaboración de procedimientos de trabajo para intervenciones en espacios confinados, basado en las siguientes etapas:

1ª Información sobre el recinto y el trabajo a realizar.

2ª Identificación de los posibles riesgos existentes.

3ª Evaluación de los riesgos identificados.

4ª Planificación de las medidas preventivas para el control de los riesgos detectados.

5ª Redacción del documento «procedimiento de trabajo».

6ª Definición del sistema de control y seguimiento del procedimiento establecido.

INFORMACIÓN PREVIA

Como en cualquier otro proyecto, el primer paso a dar será reunir los máximos datos posibles sobre las características del recinto a visitar, del trabajo que se va a realizar y del personal que lo va a llevar a cabo. Como posibles fuentes de información pueden señalarse:

– El historial del espacio confinado; es decir, los resultados de anteriores

mediciones, métodos de trabajo seguidos y especialmente los accidentes e incidentes ocurridos anteriormente en el recinto, que evidenciarán por sí mismos los riesgos que los originaron.

– Las entrevistas con el personal implicado, jefes de servicio, encargados y trabajadores, que pueden aportar datos y detalles muy valiosos, fruto de su experiencia, difícilmente apreciables *a priori* por el profano.

– El estudio, sobre planos y en campo, del recinto y de su entorno, que puede resultar decisivo para loca-

Tanto legal como técnicamente es clara la necesidad de que los trabajadores que intervengan en espacios confinados deben disponer previamente de procedimientos de trabajo proporcionados por los responsables de su seguridad y salud laborales donde se definan claramente las condiciones en las que deben efectuarse los trabajos para que los riesgos queden controlados satisfactoriamente. En el campo de la prevención de riesgos laborales, los conceptos espacios confinados y «procedimiento de trabajo específico» son inseparables.

lizar posibles conexiones e interferencias con otras instalaciones.

– En recintos integrados en procesos de fabricación será imprescindible la consulta a los departamentos de producción y mantenimiento para conocer de qué forma pueden afectar el régimen del proceso o los posibles equipos instalados en el recinto a nuestra intervención.

– El departamento técnico que ha proyectado el trabajo, que conocerá con detalle las operaciones a realizar

y los equipos, máquinas y herramientas que se emplearán.

– Los manuales de instrucciones de estos equipos, que recogerán los principales riesgos derivados de su utilización y las medidas de prevención básicas para su control.

– En trabajos a desarrollar en empresas ajenas solicitaremos la evaluación de riesgos que puedan existir en relación con la intervención.

– El conocimiento directo del personal que va a realizar el trabajo puede resultar decisivo. Cada detalle, piénsese, por ejemplo, que simplemente la constitución física de una persona puede resultar excluyente para la entrada de recintos con accesos problemáticos.

IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

Tanto por la naturaleza de los riesgos como por las características de las medidas de prevención a aplicar posteriormente, conviene estudiar separadamente los riesgos generales, comunes a cualquier actividad laboral, y los riesgos por exposición a atmósferas peligrosas, que pueden considerarse como específicos de las intervenciones en espacios confinados.

Aquí trataremos escuetamente los primeros, por considerarlos de dominio general, mientras que cuando hablemos de los segundos procuraremos llamar la atención sobre aspectos que se han mostrado más desconocidos en los accidentes estudiados.

En la exploración de ambos tipos de riesgos tendremos en cuenta las condiciones del entorno del espacio confinado, del propio recinto y del trabajo a realizar en él, lo que muy probablemente nos conducirá también a riesgos y medios de control diferenciados.

Riesgos generales

Entre los riesgos generales más comúnmente asociados a las intervenciones en espacios confinados se pueden destacar los siguientes:

Riesgos debidos al entorno del espacio confinado

Tráfico. Atropellos y golpes por vehículos en las proximidades de vías de circulación rodada.

Entorno boca de entrada. Caída de materiales y objetos próximos a la boca de entrada por deslizamientos, desplomes, etc.; caídas al mismo nivel al transitar por terrenos irregulares.

Comunicaciones intempestivas con otras instalaciones. Ahogamiento por invasión repentina de líquidos de depósitos, balsas, etc., comunicados con el recinto; sepultamiento por áridos (arenas, granos, harinas, granzas, virutas etc.) por aperturas de cierres de tolvas, silos, etc.; contactos con sustancias peligrosas o a elevada temperatura llegadas inesperadamente.

Riesgos debidos a las características propias del espacio confinado

– **Accesos.** Sobreesfuerzos y golpes al abrir las tapas de cierre; golpes y rozaduras con los cuellos de acceso; caídas a distinto nivel al entrar y salir de los recintos y al transitar por las proximidades de sus bocas de entrada.

– **Configuración.** Caídas al mismo nivel; golpes con techos y paredes; pisadas sobre objetos cortantes o punzantes; desplomes.

– **Contenido.** Ahogamiento por inmersión en líquidos; ahogamiento por sumersión en áridos; contactos con sustancias químicas peligrosas.

– **Equipos instalados.** Atrapamientos, cortes o golpes por objetos en movimiento; contactos térmicos; electrocuciones.

– **Animales intrusos.** Mordeduras; picaduras venenosas.

– **Contaminantes biológicos.** Transmisión de enfermedades infecciosas por vía respiratoria, digestiva o parenteral; infección de heridas; zoonosis.

Riesgos debidos al trabajo realizado

En la identificación de los riesgos debidos al trabajo realizado deberá tenerse en cuenta que los riesgos asociados a los equipos de trabajo y tareas se verán agravados muy probablemente por las condiciones desfavorables de los recintos: espacio limitado, humedad, superficies resbaladizas, accesos dificultosos, iluminación deficiente, etc.

Al igual que cuando se trata de trabajos en lugares convencionales, conviene tener presente el listado general de formas de accidente y enfermedad profesional, que recordamos escuetamente:

– **Riesgos de accidente.** Caídas de persona a distinto y al mismo nivel; caídas de objetos por desplome o derrumbamiento, en manipulación y por desprendimiento; pisadas sobre objetos; choques contra objetos inmóviles y móviles; golpes o cortes por objetos o herramientas; proyección de frag-

mentos o partículas; atrapamiento por o entre objetos; atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos; sobreesfuerzos; exposición a temperaturas ambientales extremas; contactos térmicos y eléctricos; exposición a sustancias nocivas o tóxicas; contacto con sustancias cáusticas o corrosivas; exposición a radiaciones; explosiones; incendios; accidentes causados por seres vivos; atropellos o golpes con vehículos.

– **Riesgos de enfermedades profesionales.** Exposición a contaminantes químicos y biológicos; ruido; vibraciones, estrés térmico; radiaciones ionizantes y no ionizantes; iluminación inadecuada.

– **Riesgos de accidentes o enfermedades profesionales por fatiga física.** Posturas forzadas; presiones posturales; desplazamientos; esfuerzo; manejo de cargas.

Riesgos por exposición a atmósferas peligrosas

La identificación de los riesgos por exposiciones a atmósferas peligrosas puede resultar una de las etapas más delicadas de la elaboración de los procedimientos de trabajo en espacios confinados.

Tanto por la naturaleza de los riesgos como por las características de las medidas de prevención a aplicar posteriormente, conviene estudiar separadamente los riesgos generales, comunes a cualquier actividad laboral, y los riesgos por exposición a atmósferas peligrosas, que pueden considerarse como específicos de las intervenciones en espacios confinados.

En la exploración de ambos tipos de riesgos tendremos en cuenta las condiciones del entorno del espacio confinado, del propio recinto y del trabajo a realizar en él.

En ella se analizará las posibilidades de exposición a ambientes asfixiantes, explosivos o tóxicos, teniendo en cuenta que estas atmósferas pueden existir antes de entrar en el recinto, o formarse durante la permanencia en él, bien de forma paulatina o bien repentinamente, tanto por el trabajo realizado como por motivos ajenos al mismo. A este respecto es importante tener claro que pequeñas cantidades de gases, líquidos o vapores, que en condiciones convencionales carecen de importancia, en los espacios confinados pueden originar atmósferas peligrosas con extraordinaria facilidad.

Los criterios para valorar la peligrosidad de una atmósfera varían según los países y los organismos de normalización, pero, salvo pequeñas variaciones en algunos de los valores, de modo general se acepta lo siguiente:

– *Una atmósfera se considera peligrosa para las personas cuando, debido a su composición, existe riesgo de muerte, incapacitación, lesión o enfermedad grave, o dificultad para abandonar el recinto por sus propios medios.* Esta situación se presenta cuando se da alguna de las siguientes condiciones:

- Riesgos de asfixia por deficiencia de oxígeno, cuando su concentración es inferior al 19,5 por ciento en volumen.

- Riesgo de incendio o explosión, cuando la concentración de gases o vapores inflamables supera el 10 por ciento de su límite inferior de explosividad (LIE o LEL), o cuando la concentración de oxígeno es superior al 23,5 por ciento en volumen.

- Riesgo de intoxicación por inhalación, cuando la concentración ambiental de los contaminantes presentes supera, individual o colectivamente, sus valores límites de exposición profesional (VLA, TLV, MAK, PDK, etc.).

– *Una atmósfera se considera inmediatamente peligrosa para la vida cuando, debido a su composición, existe riesgo de muerte inminente, lo que ocurre cuando:*

- El contenido de oxígeno es inferior al 17 por ciento en volumen.

- La concentración de gases o vapores inflamables alcanza el 25 por ciento del límite inferior de explosividad.

- La concentración ambiental de algún contaminante alcanza su respectivo límite de concentración inmediatamente peligrosa para la vida o la salud (IPVS ó IDLH).

Sobre esta clasificación queremos hacer las siguientes observaciones:

– No se ha incluido, ni se tratará, el capítulo correspondiente a las atmósferas peligrosas por riesgo de incendio o explosión de materiales pulvúrgenos, como polvos de carbón, madera, cereales, plásticos, colorantes, metales, etc., no precisamente porque supongan riesgos menores, sino porque sus peculiaridades, en cuanto a su generación, evaluación y control, exigen un tratamiento específico de difícil cabida en el ámbito de esta exposición.

– El riesgo de ahogamiento por sumersión en áridos suele catalogarse como debido a un tipo especial de atmósfera peligrosa; sin embargo, se ha considerado más práctico para el fin propuesto incluirlo dentro de los riesgos generales.

– Todos los límites que se han indicado constituyen referencias obligadas para la evaluación de la peligrosidad de una atmósfera, pero esto no quiere decir que cuando se realicen las mediciones de estos parámetros se busquen exclusivamente conclusiones del tipo «pasa»-«no pasa», sino que, por el contrario, habrá que tener presente que en un espacio confinado cualquier resultado de la evaluación de su atmósfera interior que se aparte de las condiciones ambientales normales en el exterior evidenciará una contaminación, que exigirá una atención máxima hasta determinar exactamente su origen e intensidad, fundamentalmente por dos razones:

- La primera es que, por la propia naturaleza de los gases, la concentración encontrada en un punto y momento determinados puede variar ampliamente con la distancia, el tiempo, la dirección e intensidad del flujo del gas, etc.

- La segunda es que, en recintos reducidos con ventilación precaria, ligeras alteraciones en la fuente de contaminación pueden provocar cambios decisivos en la concentración de los contaminantes.

Dicho esto, pasemos a describir diversas causas de generación de atmósferas peligrosas en espacios confinados, siguiendo el orden anteriormente indicado.

Atmósferas peligrosas debidas al entorno del espacio confinado

El estudio detenido de las instalaciones, estructuras, conducciones, terrenos, etc., que puedan incidir en el recinto a intervenir nos evitará posteriores sorpresas indeseables.

A veces, como en el caso de los recintos integrados en instalaciones y procesos industriales, o en estructu-

En un espacio confinado cualquier resultado de la evaluación de atmósfera interior que se aparte de las condiciones ambientales normales en el exterior evidenciará una contaminación, que exigirá una atención máxima hasta determinar exactamente su origen e intensidad.

ras navales, aeronáuticas, de aire acondicionado, etc., tales como reactores químicos, depósitos, bodegas, conductos, cámaras de filtros, etc., resultará poco menos que intuitivo examinar las posibilidades de que sean invadidos por gases, vapores, humos, etc., procedentes del resto de las instalaciones.

Lo mismo ocurre en el alcantarillado, donde se sabe que en un momento determinado un vertido incontrolado puede contaminar rápidamente un amplio tramo de la canalización.

Pero hay otras ocasiones en las que las posibles transferencias perniciosas pueden ser menos evidentes, como ocurre en el gran grupo de los espacios confinados del subsuelo, tales como pozos, arquetas de registro, cámaras subterráneas, redes de conducción, etc., donde la configuración del entorno lo convierte fácilmente en receptores y acumuladores de gases y vapores generados en lugares aparentemente independientes de ellos, pero que en realidad están perfectamente intercomunicados por vías muy características de estas estructuras.

Dentro de los múltiples planteamientos posibles referiremos varios ti-

pos de interferencias del entorno que dieron lugar a algunos de los accidentes estudiados y que pueden resultar ilustrativas de lo que acabamos de indicar:

– Los vertederos de residuos orgánicos generan el llamado «biogas» o «gas de vertedero», pobre en oxígeno y rico en metano y anhídrido carbónico, que puede desplazarse a través de canalizaciones de desagüe, tendidos eléctricos subterráneos, permeabilidad del terreno, etc., llegando a crear atmósferas explosivas, asfixiantes o tóxicas no solamente en recintos de las instalaciones del propio vertedero, sino también en lugares relativamente alejados de él.

– Las corrientes de agua pueden actuar como excelentes transportadores de gases, contaminando recintos con gases absorbidos anteriormente en zonas muy distantes no solamente cuando se trata de aguas residuales o lixivados de vertederos, sino que incluso aguas de manantiales pueden desprender gases absorbidos en los terrenos por los que han discurrido, como es el caso del anhídrido carbónico de las aguas carbonatadas.

– Cultivos regados con los purines de ganado pueden ser causa de filtraciones en el terreno y contaminación de corrientes subterráneas, provocando aguas con emanaciones gaseosas similares al biogás en el interior de pozos y arquetas situados en cotas inferiores.

– En las estaciones de tratamiento de aguas potables, el agua puede actuar como vehículo de transporte de gases, generando acumulaciones de ozono y cloro en recintos sin ninguna comunicación aérea con las respectivas cámaras de ozonización y cloración.

– Los depósitos enterrados de combustibles líquidos de estaciones de servicio y afines pueden presentar fugas que acaben filtrándose a arquetas, pozos, etc., originando en ellos atmósferas tóxicas o explosivas.

– En tendidos eléctricos subterráneos, cortocircuitos en los cables conductores pueden originar la difusión de humos y gases de combustión y pirólisis por las conducciones, creando atmósferas asfixiantes o tóxicas en arquetas y cámaras situadas a grandes distancias de la avería.

– En las redes de distribución de gases combustibles, las fugas pueden transmitirse a través de canalizaciones de líneas eléctricas próximas, incluso por pequeños tubos pasacables, y generar atmósferas explosivas en casetas de transformación y recintos similares.

Atmósferas peligrosas debidas al propio espacio confinado

En el interior del recinto a visitar, e independientemente de nuestra intervención, pueden existir atmósferas peligrosas debidas fundamentalmente a su contenido. Como casos más generales pueden señalarse los siguientes:

– Atmósferas explosivas, asfixiantes o tóxicas pueden formarse con facilidad en aquellos recintos en los que existan purines, aguas residuales, fecales e incluso pluviales, debido a los productos generados en la descomposición de la materia orgánica, tales como metano, anhídrido carbónico, sulfuro de hidrógeno, etc.

– En las aguas residuales industriales pueden desprenderse tanto los contaminantes procedentes de los procesos de fabricación y limpieza como los generados por posibles reacciones químicas entre ellos. Entre los primeros pueden citarse como referencia los disolventes orgánicos presentes en pinturas, barnices, colas, etc., y entre los segundos, los generados al reaccionar los ácidos con lejías para dar cloro, con sulfuros para dar sulfuro de hidrógeno, con cianuros para dar ácido cianhídrico, etc.

– Un proceso de generación de atmósferas peligrosas en espacios confinados, quizá menos intuitivo pero no menos real, es el caso de las aguas consideradas como «limpias», que pueden dar lugar a un intercambio de

gases con la atmósfera, tanto más intenso cuanto mayor sea su estado de agitación. Así, en el caso de afloramiento de aguas subterráneas puede desprenderse anhídrido carbónico, metano, e incluso hidrógeno, y absorberse oxígeno. Tampoco puede descartarse que este proceso pueda darse en la circulación de aguas superficiales canalizadas, especialmente en lo referente a la absorción de oxígeno.

– En el interior de tanques o cisternas de transporte, pequeñas cantidades residuales de líquidos inflamables, incluso de lubricantes, pueden originar atmósferas explosivas en poco tiempo, simplemente por estar expuestos al sol.

– En los recintos de almacenamiento y transporte, como silos, cisternas y bodegas de barco, además de los riesgos propios del producto contenido, como sería el caso clásico de la inflamabilidad de las gasolinas, deben tenerse en cuenta los productos generados por posibles degradaciones y reacciones químicas espontáneas, como, por ejemplo:

- Los forrajes en el interior de los silos consumen el oxígeno del recinto y lo saturan de anhídrido carbónico. Efectos similares pueden esperarse de otros productos agrícolas, como cereales, granos, hortalizas, etc.

- Los carbones, especialmente cuando se encuentran pulverizados, se combinan lentamente con el oxígeno del aire, desprendiendo monóxido de carbono. También debe tenerse en cuenta el posible desprendimiento de metano.

- La oxidación de la propia estructura metálica del recinto puede en ocasiones originar una atmósfera asfixiante en su interior.



Los conductos pasacables constituyen excelentes medios de transmisión de gases en los espacios confinados del subsuelo.



La presencia de agua en los recintos supone una fuente de riesgos añadida.

Atmósferas peligrosas debidas al trabajo realizado

La actividad a desarrollar en un espacio confinado puede provocar la degradación drástica de su atmósfera interior, con intensidad y rapidez inusuales en ambientes convencionales. Fuentes de contaminación normalmente intrascendentes pueden dar lugar fácilmente a atmósferas peligrosas cuando se encuentran en el interior de estos recintos.

Por ello, resulta necesario estudiar los contaminantes que podemos introducir directamente, los que se pueden generar con los productos a aplicar y los equipos y herramientas a utilizar, y aquellos que puedan presentarse como consecuencia de las alteraciones

que se provoquen en los elementos del recinto en el transcurso de la intervención.

Como ejemplos más relevantes de lo expuesto se pueden citar los siguientes:

– El empleo de equipos con motor de combustión interna como generadores eléctricos, bombas de achique, compresores, motosierras, etc., especialmente si son de gasolina, generan atmósferas altamente tóxicas por el monóxido de carbono de los gases de escape.

– La utilización de sopletes para soldadura y oxicorte puede ocasionar atmósferas asfixiantes por consumo del oxígeno, explosivas por fugas del gas combustible (acetileno, propano, etc.), sobreoxigenadas altamente inflamantes por fugas de oxígeno, o tóxicas por la generación de humos y gases de soldadura.

– En las aplicaciones de pintado, impermeabilizado con resinas de poliéster y similares, encolado, limpieza con disolventes orgánicos, etc., pueden crearse atmósferas tóxicas por la evaporación de sus componentes volátiles, que incluso pueden llegar a ser explosivos.

– Las aplicaciones en forma de aerosol *spray* de productos lubricantes, sellantes, etc., con gases propelentes inflamables, pueden formar atmósferas inflamables o explosivas, muy peligrosas cuando existen fuentes de ignición en las proximidades.

– Las operaciones de corte y abrasión con amoladoras, motosierras, etc., generan altas concentraciones de partículas sólidas en el ambiente, de peligrosidad variable según su naturaleza. Recuérdese a este respecto el contenido de amianto de los elementos constructivos de fibrocemento.

– En las limpiezas con agua a presión se producen nebulizaciones, de especial importancia cuando están presentes contaminantes biológicos, como puede ser el caso de los recintos de las redes de alcantarillado.

– La inertización de tanques y cisternas con nitrógeno y otros gases no combustibles implica la creación de atmósferas instantáneamente asfixiantes, incluso en momentáneas exposiciones de inspección.

– En la limpieza de depósitos y tanques industriales pueden darse reacciones químicas con liberación de gases peligrosos, como las anteriormente referidas por la acción de los ácidos. A este respecto referiremos dos casos que pueden resultar menos esperados, pero igualmente reales:



Los equipos con motor de combustión interna crean fácilmente atmósferas altamente tóxicas por el monóxido de carbono de los gases de escape.

• El aluminio finamente dividido, como es el caso de los residuos de procesos de abrasión, pulido, corte al plasma sumergido, etc., en contacto con el agua genera hidrógeno, que fácilmente forma atmósferas explosivas en recintos confinados.

• La limpieza de fangos de depósitos de ácido sulfúrico, especialmente empleando utensilios galvanizados, ha causado accidentes mortales por inhalación de arsenamina formada al reaccionar el hidrógeno naciente resultante del ataque del ácido al zinc con el arsénico presente en los fangos por contaminación del ácido en su obtención por el método de las cámaras de plomo.

– Finalmente conviene señalar que no siempre son necesarios equipos complejos o procesos de larga duración para generar una atmósfera peligrosa en un espacio confinado. Como referencia puede citarse que en las redes de aguas residuales a veces puede bastar la liberación de una obstrucción, el removido de fangos o la perforación de un conducto para que se liberen súbitamente gases ocluidos, generalmente con sulfuro de hidrógeno y carentes de oxígeno, de fatales consecuencias.

EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS IDENTIFICADOS

Recordemos que la evaluación de riesgos consiste, básicamente, en estimar la gravedad de ellos en función de la probabilidad de que se materialicen en accidentes y de la severidad

de los daños esperables de los mismos; y que la acción preventiva se planificará con la urgencia y rigurosidad que se deriven de dicha evaluación.

Aplicando estos conceptos a los espacios confinados, nos encontraremos con que las medidas de prevención a adoptar para controlar los riesgos identificados tendrán, prácticamente, siempre el carácter de aplicación imprescindible, muy especialmente las relativas a los riesgos de caídas a distinto nivel y a la exposición a atmósfera peligrosas.

Esto será así, ya que el daño esperable será máximo, es decir, el accidente resultará fácilmente grave o mortal, y la probabilidad de que se produzca dependerá en gran parte precisamente del grado de eficacia de la medida preventiva aplicada.

Así pues, en las elaboraciones de procedimientos de trabajo para las intervenciones en espacios confinados, la evaluación de riesgos se centrará especialmente en localizar toda posible fuente de riesgos, de máxima trascendencia en el caso de las atmósferas peligrosas; y cuando no sea posible evitarlos, la acción preventiva buscará medidas de control de la máxima eficacia posible.

PLANIFICACIÓN DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN

En la planificación de las medidas de prevención puede resultar adecuado mantener el siguiente orden:

1. Estudio de posibles alternativas a la entrada al recinto.

2. Revisión de las normas elementales de prevención de aplicación general.
3. Control de los riesgos generales
4. Control de los riesgos debido a posibles atmósferas peligrosas.
5. Prevención de emergencias.

Alternativas a la entrada al recinto

En principio, el procedimiento de trabajo con mayores garantías de seguridad en las intervenciones en un espacio confinado será aquel que permita realizarlo sin necesidad de entrar a su interior.

Así pues, siempre conviene comenzar por estudiar las posibles alternativas a la entrada a los recintos y los métodos que permitan reducir el tiempo de permanencia en su interior:

- En ocasiones esto se podrá conseguir al diseñar las instalaciones, como, por ejemplo, conducciones de fluidos con telecontrol de equipos de aforo y regulación de caudales; estaciones y pozos de bombeo de aguas residuales con equipos mecánicos motorizados para la extracción de rejillas de retención y bombas sumergidas; en las estaciones de depuración de aguas, situando las llaves de paso de las conducciones en la superficie y no en el interior de cámaras subterráneas; construcción de pozos y arquetas con módulos prefabricados, con los pates ya instalados; estructuras con medios de acceso ergonómicos; distancias limitadas entre bocas de registro y sección adecuada de las mismas; etc.

- Otras veces será necesario dotarse de equipamiento adecuado, como: camiones de saneamiento con equipos de presión y succión para operaciones de liberación de obstrucciones y retirada de residuos; equipos con cabezales con agua a alta presión para la limpieza de reactores, tanques y cisternas; equipos robotizados para la limpieza de instalaciones de aire acondicionado; cámaras de televisión fijas y desplazables por telemando para la inspección de cámaras subterráneas, colectores y galerías; etc.

- En otros muchos casos bastará con previsiones elementales, como la utilización de mangueras de agua a presión para la limpieza desde el exterior de paredes y fondos de cámaras o de los equipos instalados en ellas, o simplemente estableciendo normas claras de prohibición de entradas no imprescindibles a los recintos.

- Finalmente, insistiendo en lo ya dicho, si los medios disponibles no ofrecen suficiente garantía, lo procedente será encargar los trabajos a otras empresas especializadas en estas actividades.

Normas elementales de prevención de aplicación general en los espacios confinados

En la planificación de la acción preventiva no olvidaremos nunca revisar las medidas de prevención básicas en cualquier intervención en espacios confinados. Entre ellas pueden destacarse:

- Comunicación y coordinación entre empresas, departamentos de la

empresa, gremios, etc., que puedan intervenir, interferir o afectar a los trabajos a desarrollar.

- Control de entradas mediante permisos de trabajo, instrucciones de trabajo, etc.

- Señalización del recinto de acuerdo con su grado de peligrosidad.

- Aislamiento o bloqueo del recinto del resto de las instalaciones para evitar invasiones de líquidos, gases, fuentes de calor, etc., mediante cierre de válvulas, bridas ciegas, balones tapón, etc.

- Desconexión y enclavamiento de los equipos instalados para evitar toda posibilidad de su puesta en marcha intempestiva.

- En días lluviosos no entrar en colectores, galerías de alcantarillado y similares.

- Antes de acceder al recinto, eliminar en lo posible todo residuo peligroso de su interior.

- Seleccionar equipos de trabajo de menor contaminación y riesgo posible; por ejemplo, las herramientas hidráulicas producirán menor nivel sonoro que las neumáticas y no presentarán el riesgo de electrocución de las eléctricas.

- Evitar la introducción de botellas de gases a presión: soldadura, oxicorte, etc. Los sopletes y mangueras se extraerán en cuanto se suspenda su uso.

- Evitar el uso de aerosoles, tales como lubricantes o sellantes, con productos o gases propelentes inflamables.

- En ambientes potencialmente explosivos no introducir fuentes de ignición, tales como lámparas comunes sin protección específica antideflagrante, cigarrillos encendidos, mecheros, etc.

- Evitar, en lo posible, el trabajo con equipos con llamas abiertas como sopletes y similares.

- En recintos calientes, tales como reactores, cubas de desengrase, decapados, cucharas de colada, etc., no entrar en los recintos hasta su total enfriamiento.

- Como norma general, no introducir equipos con motor de combustión interna, tales como bombas de achique, motosierras, generadores eléctricos, compresores, etc. En los casos excepcionales, en los que no pueda cumplirse esta norma, se reducirán al mínimo posible los niveles de emisión de gases de escape: motores de gasóleo en lugar de gasolina, puesta a punto de los motores, catalizadores, filtros de retención, etc., y se extremarán las medidas de control que se in-



La construcción de pozos y arquetas utilizando módulos con los peldaños ya instalados eliminan los riesgos derivados de su colocación a posteriori, incluidas las posibles exposiciones a atmósferas peligrosas.



El bloqueo de los recintos antes de entrar en ellos aislándolos y enclavando los equipos instalados, evita accidentes por invasiones de líquidos o gases y por puestas en marcha intempestivas, respectivamente.



Las lámparas portátiles convencionales, sin protección específica contra ambientes inflamables, y los mecheros son las fuentes de ignición más frecuentes en los accidentes por atmósferas explosivas.

dicarán a continuación, especialmente las relativas a la ventilación y a la medida o evaluación de la peligrosidad de la atmósfera.

- No introducir en los recintos recipientes con combustible para estos motores, ni otros líquidos inflamables de mantenimiento, como disolventes de pinturas y similares.

Control de los riesgos generales

Normalmente, los riesgos generales se evitarán o controlarán por métodos similares a los seguidos en los trabajos ordinarios, aunque generalmente será preciso una mayor rigurosidad en su aplicación, ya que las condiciones desfavorables de los recintos repercutirán en una agravación de los referidos riesgos.

Entre los medios de prevención más frecuentemente necesarios para reducir este género de riesgos en las intervenciones en espacios confinados pueden destacarse, a título orientativo, los siguientes:

De protección colectiva

- Señalización viaria diurna y nocturna.
- Entorno de la boca de entrada limpio y despejado de equipos y materiales.
- Entibaciones en caso de riesgo de corrimientos de tierras o desplomes.
- Herramientas especiales para la apertura de las tapas de acceso.
- Barandillas y defensas en las bocas de entrada.
- Revisión y mantenimiento de las escalas de pates y escaleras portátiles utilizadas para el acceso a los recintos.
- Dispositivos para el trasiego de equipos y materiales que eviten su transporte manual, especialmente en las bajadas y subidas.
- Estribos, tramos acoplables o similares para facilitar el acceso a los primeros pates de las escalas.

De protección individual

- Sistemas de protección anticaídas desde alturas: arneses, elementos de amarre, descensores, dispositivos retráctiles, líneas de anclaje rígidas y flexibles, etc.
- Ropa de trabajo de alta visibilidad cuando se trabaje en vías públicas.
- Cascos de seguridad.

- Calzado de seguridad con suela antideslizante y contra la perforación.
- En función del trabajo a desarrollar, equipos de protección individual de las distintas partes del cuerpo acordes con los riesgos presentes; por ejemplo, en las limpiezas de recintos de aguas residuales con proyección de agua a presión será necesario protegerse contra los contactos con contaminantes biológicos posiblemente presentes en las nebulizaciones mediante máscaras, guantes, calzado y vestimenta impermeables.

Control de los riesgos por posibles atmósferas peligrosas

En la fase de identificación de riesgos no siempre se conseguirá prever todas las posibles causas de formación de atmósferas peligrosas; de hecho, tras los accidentes, a veces suelen ser necesarios análisis exhaustivos para determinar el origen de la contaminación que los causó. Por ello, a la hora de establecer las medidas de prevención, es recomendable mantener la siguiente estrategia:

1. Definir los medios de control adecuados para anular, o en su defecto controlar suficientemente, las posibles causas de degradación de la atmósfera encontrada en la identificación de riesgos en los tres estadios: entorno, recinto y trabajo.

2. Crear un escudo protector complementario basado en la aplicación equilibrada de las técnicas de control ya referidas de medición, ventilación y protección individual respiratoria, acorde con las condiciones particulares de cada caso, que cubra el mayor número posible de contingencias.

Respecto a este último punto, y aunque enseguida lo comentaremos con más detalle, conviene señalar ahora las principales prestaciones y limitaciones de esta técnica:

- La medición o evaluación de la peligrosidad de la atmósfera, realizada correctamente con los equipos convencionales, nos permitirá controlar la mayoría de las situaciones. Sin embargo, no podremos evitar dos tipos de accidente: los debidos a degradaciones súbitas de la atmósfera y los debidos a contaminantes no detectables por los equipos de medida utilizados.

- La ventilación, en principio, conseguirá eliminar todo tipo de atmósfera peligrosa, pero la configuración del recinto puede presentar problemas técnicos insalvables para su aplicación y para controlar los casos de de-

La medición o evaluación de la peligrosidad de la atmósfera nos permitirá controlar la mayoría de las situaciones. Sin embargo, no podremos evitar dos tipos de accidente: los debidos a degradaciones súbitas de la atmósfera y los debidos a contaminantes no detectables por los equipos de medida utilizados.

La ventilación, en principio, conseguirá eliminar todo tipo de atmósfera peligrosa, pero la configuración del recinto puede presentar problemas técnicos insalvables para su aplicación y para controlar los casos de degradación súbita, en ocasiones serían necesarios equipos y métodos desproporcionados para la operación a realizar.

Los equipos de protección respiratoria aislantes «autónomos» o

«semiautónomos» pueden proporcionar una protección adecuada contra atmósferas asfixiantes o tóxicas de cualquier naturaleza, pero no evitarán los accidentes por explosión, incendio o fuegos por sobreoxigenación.

gradación súbita, en ocasiones serían necesarios equipos y métodos desproporcionados para la operación a realizar.

- Los equipos de protección respiratoria aislantes «autónomos» o «semiautónomos» pueden proporcionar una protección adecuada contra atmósferas asfixiantes o tóxicas de cualquier naturaleza, pero no evitarán los accidentes por explosión, incendio o fuegos por sobreoxigenación. Su utilización normalmente implicará una limitación de movimientos del usuario que dificultará el desarrollo de las tareas.

Medición o evaluación de la peligrosidad de la atmósfera interior

Para poder planificar las medidas de prevención más oportunas es necesario conocer la peligrosidad de la atmósfera interior del recinto, tanto antes de la entrada en ellos como durante todo el tiempo que dure la intervención. Así mismo, estas determinaciones resultan igualmente útiles para comprobar la eficacia de posibles métodos de ventilación natural o forzada aplicados.

Como equipo básico de medición se considera indispensable disponer de detectores continuos convencionales con alarmas ópticas y acústicas para la detección simultánea del índice de explosividad y de las concentraciones de oxígeno, monóxido de carbono y sulfuro de hidrógeno. En su utilización deben seguirse fielmente las instrucciones del fabricante, especialmente en lo relativo a la comprobación rutinaria de la precisión de su respuesta, mediante test con gases de calibración de concentración contrastada.

El conocimiento de estos parámetros cubrirá las necesidades de la inmensa mayoría de las situaciones; no obstante, en algunos casos puede resultar necesario completarlo con otros, como, por ejemplo, anhídrido carbónico (CO₂) cuando se detecte una disminución significativa del contenido de oxígeno; contaminantes concretos esperables, como es el caso del cloro y del ozono en estaciones de depuración de aguas; contaminantes específicos generados por el trabajo realizado, como óxidos nitrosos en oxicorte, soldadura, etc.

Los tubos colorimétricos polivantes tipo Politest o Qualitest, aunque sólo proporcionan resultados cualitativos, pueden resultar un complemento muy útil por la amplia gama de contaminantes que pueden detectar. En su uso debemos tener muy en cuenta sus limitaciones; por ejemplo, no dan ninguna respuesta ante la falta de oxígeno, o la presencia de determinados contaminantes, como el referido anhídrido carbónico, por lo que no debemos cometer el error de confundirlos con detectores universales.

Las mediciones deben realizarse siempre antes de entrar en el recinto y, a ser posible, sin modificar sus condiciones iniciales. Como norma general, estas mediciones deberán continuar mientras haya personas en el interior de los recintos, ya que las condiciones pueden variar decisivamente por causas no siempre fáciles de prever.



Para que los equipos de medición continua proporcionen resultados fiables es necesario comprobar rutinariamente la precisión de su respuesta mediante gases de concentración contrastada.

Las mediciones deben abarcar todas las zonas de posible exposición, los puntos más desfavorables y los posibles focos de llegada de contaminación. En recintos verticales es aconsejable explorar por niveles descendentes hasta llegar al fondo, y en los horizontales se incluirán las capas a ras de suelo y junto al techo.

En todo momento debe garantizarse la seguridad del que realiza la medición, lo que cobra especial importancia en la evaluación inicial.

En recintos verticales normalmente se operará desde el exterior, utilizando sondas o, siempre que el aparato memorice suficientemente los resultados, descolgándolo mediante cuerdas.

En recintos horizontales conviene emplear sondas rígidas, y en algunos supuestos puede interesar desplazar el aparato por medios mecánicos, como robots o similares.

En determinados casos es posible que para realizar las mediciones pueda llegar a ser necesario utilizar equipos respiratorios aislantes «autónomos» o «semiautónomos».

Respecto al uso de sondas conviene señalar dos aspectos importantes que pueden conducir a fallos graves por lecturas erróneas por defecto:

- Uno es que el aparato de medición no reflejará las concentraciones existentes en el punto muestreado en tanto no se haya renovado totalmente

el aire existente previamente en el interior de la sonda, lo que, según su diámetro y longitud, puede exigir un tiempo de respuesta a considerar.

- El otro, no menos grave, es que determinadas sustancias pueden reaccionar con el material de la sonda, llegando al sensor del aparato en una concentración inferior a la del punto de muestreo; como caso extremo citaremos al ozono, que en escasos metros de sonda de látex puede desaparecer totalmente, por lo que resulta imprescindible la información del fabricante al respecto.

Otra posible fuente de error, no demasiado difundida, a tener en cuenta consiste en que determinados sensores de explosividad dan lecturas incongruentes cuando el contenido de oxígeno del ambiente muestreado es muy bajo, por lo que siempre conviene medir ambos parámetros en atmósferas potencialmente explosivas.

Finalmente, se insiste en que cualquier alteración en la composición de la atmósfera interior de un espacio confinado con respecto al ambiente natural debe constituir una señal inequívoca de alerta.

Ventilación

La ventilación puede considerarse como la técnica esencial para controlar los riesgos derivados de la exposición

a atmósferas peligrosas en los espacios confinados.

En su aplicación conviene tener en cuenta los siguientes aspectos:

- La ventilación debe garantizar aire de calidad respirable en la zona de exposición de los trabajadores de forma permanente. Su eficacia debe asegurarse mediante las evaluaciones referidas anteriormente. En su establecimiento resulta muy útil comprobar los barridos de aire realmente conseguidos mediante anemómetros y trazadores fumígenos.

- La *ventilación natural* realmente permite diariamente el trabajo en espacios confinados de todo tipo, pero también es verdad que todos los accidentes investigados ocurrieron cuando éste fue el único medio de ventilación aplicado.

Así pues, siempre convendrá establecer la máxima ventilación natural posible: apertura de bocas próximas a la intervención, tiempos de espera prudenciales antes de entrar, etc., pero habrá que ser consciente de que su intensidad y eficacia estará supeditada a la configuración del recinto y de su entorno, no debiendo esperarse ventilaciones eficaces en recintos incommunicados, donde, por ejemplo, pequeñas profundidades son suficientes para impedir la aireación de las zonas bajas de los recintos, y tampoco habrá que olvidar que puede variar decisivamente en el transcurso del tiempo, in-

cluso en recintos aparentemente bien ventilados, por causas no controlables, como cambios de las condiciones ambientales exteriores, cierre de puertas por efecto de las mareas, etc.

– Dadas las limitaciones de la ventilación natural, parte de las cuales se acaban de referir, es muy frecuente que en las intervenciones en espacios confinados resulte indispensable recurrir a la *ventilación forzada* para un control adecuado de los riesgos.

El equipo básico de ventilación puede consistir en ventiladores capaces de trabajar indistintamente por aspiración o por soplado, con juegos de mangueras acoplables a ambas bocas.

Para casos especiales, como la ventilación de grandes colectores, puede incluso ser necesario diseñar o seleccionar equipos con características acordes con la geometría de los recintos y los caudales de aire a manejar.

Y en determinados recintos, como pueden ser las estaciones de bombeo de aguas residuales visitables, puede resultar necesario instalar *sistemas de ventilación forzada permanente* con caudales de aire fijos o regulables.

A la hora de seleccionar el sistema de ventilación forzada a establecer, conviene tener en cuentas las principales características, prestaciones y limitaciones en los diferentes métodos. Así:

– La *ventilación forzada por impulsión o soplado*:

- Resulta indicada para la ventilación de recintos de gran longitud.
- Permite fácilmente suministrar aire limpio a una zona determinada.
- En su aplicación debe cuidarse el recorrido de los posibles contaminantes arrastrados, buscando siempre el trayecto ventilador>zona de inhalación>foco de contaminación.
- Puede crear corrientes excesivas sobre los trabajadores.
- Puede crear difusión de contaminantes, especialmente de polvo.

– La *ventilación forzada por extracción o aspiración*:

- Resulta indicada para recintos reducidos, sobre todo si son independientes.
- La boca de aspiración debe situarse en un punto que asegure un barrido eficaz del recinto, por ejemplo, en los recintos verticales, junto al fondo.
- En recintos comunicados pueden atraerse contaminantes de otras zonas.

- En recintos de gran longitud o volumen total, la zona controlada puede verse reducida al área inmediata a la boca de aspiración.

– La variante *extracción localizada* resulta la más indicada para trabajos con focos de emisión de contaminantes puntuales tipo soldadura.

– La *ventilación forzada combinando impulsión y extracción*:

- Aumenta la eficacia de las dos anteriores.

En los accidentes por asfixia o intoxicación en los espacios confinados, la gravedad de las lesiones aumenta decisivamente con el tiempo que transcurra entre la aparición de los primeros síntomas y la prestación de auxilio a las víctimas. Esto, unido al hecho de que en estos siniestros frecuentemente se presentan cuadros de debilidad general y confusión que imposibilitan a los afectados para salir de los recintos, hace necesario establecer un plan de vigilancia y auxilio desde el exterior que aseguren un rápido y eficaz rescate en caso de accidente en el interior. Antes de intervenir en un espacio confinado conviene plantearse la siguiente pregunta: «Si en un momento determinado, alguien perdiera el conocimiento o la movilidad en el interior de este recinto concreto, ¿qué haríamos exactamente?», y a continuación disponer los medios necesarios para obtener una respuesta satisfactoria.

- Puede resultar necesaria en recintos de gran dimensión, tales como colectores con bocas de registro muy distantes.

- Asegura barridos comprometidos como los casos de atmósferas potencialmente inflamables.

- Adecuada cuando existen grandes focos de contaminación; por ejemplo, durante el pintado de grandes superficies.

– Cualquiera que sea el sistema de ventilación aplicado, en determinadas situaciones pueden presentarse problemas adicionales debido a la naturaleza del contaminante a eliminar:

- Cuando la sustancia sea altamente peligrosa, pongamos como ejemplo el desamiantado de un vagón de ferrocarril, es necesario proceder al filtrado del aire extraído previamente a su vertido al ambiente libre.

- Cuando sea inflamable o explosivo, como puede ser el caso de los tanques de combustible, habrá que utilizar ventiladores con protección antideflagrante y mangueras de material que no propicie la acumulación de cargas electrostáticas.

- En casos extremos puede llegar a ser necesario eliminar los gases y vapores extraídos con ayuda de quemadores especialmente diseñados para este fin.

Protección individual respiratoria

En ocasiones puede ocurrir que no sea posible controlar suficientemente los riesgos por exposición a atmósferas peligrosas con las medidas de prevención colectivas tratadas anteriormente y sea necesario recurrir a los equipos individuales de degradaciones súbitas y agudas del ambiente.

A la hora de decidir la utilización de estos equipos de protección individual conviene tener en cuenta los siguientes aspectos:

– *Consideraciones generales*:

- Se utilizarán como último recurso, después de que las medidas colectivas se hayan mostrado insuficientes.

- Antes de su utilización es imprescindible conocer sus «instrucciones de uso», especialmente las relativas a las concentraciones máximas de contaminantes a las que se pueden enfrentar.

- Su utilización requiere el adiestramiento previo, especialmente con los equipos aislantes, «autónomos» o «semiautónomos». En este último caso el usuario deberá superar un examen médico de aptitud.



Los anemómetros y trazadores fumígenos permiten comprobar la calidad de la ventilación existente, tanto por la intensidad del flujo de aire como por el barrido efectivo de las zonas de exposición.

– *Protección frente a atmósferas asfixiantes por deficiencia de oxígeno:*

- Los equipos filtrantes no ofrecen ninguna protección frente a la falta de oxígeno. En estos casos únicamente son utilizables los equipos respiratorios aislantes.

- Estos equipos aislantes ofrecen distintos grados de protección, según el tipo al que pertenezcan. Cuando exista el riesgo de concentraciones de oxígeno inferiores al 17 por ciento en volumen no se utilizarán aquellos equipos calificados como «no aptos para exposiciones a atmósferas inmediatamente peligrosas para la vida».

- Cuando se utilicen equipos aislantes «semiautónomos» debe asegurarse que el aire que se les suministre sea de calidad respirable, prestando especial atención a posibles contaminaciones de la toma de aire con gases de escape de motores de combustión interna.

– *Protección frente a atmósferas explosivas:*

- El riesgo de explosión no es controlable con equipos de protección respiratoria. No obstante, en determi-

nadas circunstancias podrían mitigar los efectos de la inhalación de humos y gases resultantes de las combustiones.

– *Protección frente a atmósferas tóxicas mediante equipos filtrantes:*

- Su utilización en espacios confinados puede resultar problemático, salvo que la contaminación se deba exclusivamente a materia particulada.

- Para su uso correcto deben conocerse los contaminantes presentes y su concentración aproximada.

- En el marcado o en las instrucciones del filtro debe figurar expresamente el contaminante del que se pretende proteger y las concentraciones máximas a las que se puede enfrentar.

- Para gran número de contaminantes, por su naturaleza química o por su elevada agresividad, no existen equipos filtrantes eficaces para una exposición prolongada. Entre los más habituales de ellos se señala el monóxido de carbono y el anhídrido carbónico, para los cuales su eficacia es nula, salvo en casos excepcionales de diseños muy específicos.

– *Protección frente a atmósferas tóxicas mediante equipos aislantes:*

- Se utilizarán siempre que los equipos filtrantes resulten insuficientes.

- Tal como se ha indicado en el caso de atmósferas asfixiantes, se seleccionarán los tipos cuyo grado de eficacia esté más acorde con la concentración de contaminantes presentes y con su agresividad, prestando especial atención a las situaciones de posible exposición a atmósferas inmediatamente peligrosas para la vida.

- Resultan indispensables para el rescate de accidentados por exposición a atmósferas peligrosas en el interior de espacios confinados.

– *Equipos para evacuación, escape o autosalvamento:*

- Están diseñados para proteger al usuario durante un breve espacio de tiempo que permita el abandono rápido de una zona con atmósfera peligrosa, no para realizar un trabajo continuado con ellos.

- Pueden ser filtrantes, incluso contra el monóxido de carbono, o aislantes.

- Resulta adecuado disponer de ellos en intervenciones en recintos con atmósferas en principio aceptables, pero que en un momento determinado pueden degradarse, como puede ser el caso de inspecciones de galerías y colectores habitualmente bien ventilados.

- Pueden constituir una medida de seguridad adicional en previsión de fallos en los equipos aislantes ordinarios.

Prevención de emergencias

En los accidentes por asfixia o intoxicación en los espacios confinados, la gravedad de las lesiones aumenta decisivamente con el tiempo que transcurre entre la aparición de los primeros síntomas y la prestación de auxilio a las víctimas. Esto, unido al hecho de que en estos siniestros frecuentemente se presentan cuadros de debilidad general y confusión que imposibilitan a los afectados para salir de los recintos, hace necesario establecer un plan de vigilancia y auxilio desde el exterior que asegure un rápido y eficaz rescate en caso de accidente en el interior. En su diseño es recomendable tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Antes de intervenir en un espacio confinado conviene plantearse la siguiente pregunta: «Si en un momento determinado alguien perdiera el cono-

cimiento o la movilidad en el interior de este recinto concreto, ¿qué haríamos exactamente?», y a continuación disponer los medios necesarios para obtener una respuesta satisfactoria.

– Durante toda la intervención en el interior de los recintos deberá existir un servicio permanente de vigilancia desde el exterior en comunicación con los trabajadores en el interior preparado para prestar auxilio eficaz en caso de emergencia.

– Este equipo de vigilancia, que conviene que posea instrucción teórica y práctica para la prestación de primeros auxilios, debe conocer exactamente en qué supuestos acometerán ellos mismos las operaciones de rescate, y en qué otros deberán recurrir a equipos especializados de la propia empresa o ajenos de coordinación de emergencias, SOS, bomberos, policía, etc. En cualquier caso deberán disponer de teléfono móvil, radioteléfono en el vehículo de trabajo, o similares, que les permitan comunicarse inmediatamente con estos centros.

– Las personas que desciendan al interior de recintos verticales deberán ir provistas de un sistema de protección anticaídas que, a la vez, posibilite su rescate en caso de emergencia, constituido al menos por un arnés anticaídas y un elemento de amarre que facilite su izado.

– Las personas que trabajen en el interior deben estar en permanente comunicación con las del exterior, visual, oral, mediante emisores-receptores, señales convenidas mediante el cabo salvavidas, dispositivos de alarma «de persona inmóvil», etc.

– Como norma general, no debe intentarse el rescate de un accidentado inconsciente por asfixia o intoxicación agudas en el interior de un espacio confinado sin asegurarse antes su propia seguridad: ventilación previa, equipos de protección respiratoria aislantes autónomos o semiautónomos, aviso a las centrales de socorro, vigilancia desde el exterior, etc.

– Normalmente, la primera medida de socorro a aplicar en caso de asfixia o intoxicación es el suministro de aire respirable a los accidentados, por lo que hay que procurárselo de la forma más rápida posible. Según los casos: izado inmediato, impulsión directa de aire con ventilador o compresor, traslado de equipo respiratorio hasta ellos, etc.

– Para el rescate de personas accidentadas o inconscientes del interior de los recintos conviene disponer de equipos de salvamento, tales como



Los equipos de protección respiratoria filtrantes no ofrecen ningún tipo de protección frente a la deficiencia de oxígeno.

dispositivos de salvamento mediante izado, arneses y lazos. La utilización de camillas especiales para el izado vertical de accidentados pueden resultar imprescindibles tanto en los recintos horizontales como en los verticales.

– Es muy importante que los trabajadores conozcan los principales signos y síntomas patológicos provocados por los contaminantes a los que potencialmente puedan estar expuestos durante su intervención. Esto ayudaría tanto a una evacuación precoz del recinto como a una acertada solicitud de asistencia médica posterior.

REDACCIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE TRABAJO

Lógicamente, la complejidad del documento que recoja el procedimiento de trabajo a seguir en la intervención en el espacio confinado variará ampliamente en función de la naturaleza de los recintos, los trabajos a realizar y la gravedad de los riesgos existentes. Aun así, es posible señalar una serie de características comunes a todos ellos que siempre será conveniente tener en cuenta en su colaboración:

– El objetivo fundamental del «procedimiento de trabajo» será definir claramente las condiciones en las que debe realizarse la intervención para asegurar que, siguiendo las instrucciones del documento, quedarán sa-

tisfactoriamente controlados todos los riesgos identificados.

– Su redacción deberá ser concisa, adecuada para su aplicación práctica, con instrucciones claras, fácilmente comprensibles por sus destinatarios, complementadas, si es necesario, con gráficos auxiliares y libre de términos que puedan conducir a error.

– Su contenido básico puede ser el siguiente:

- Personas que van a intervenir en el trabajo y sus cargos.
- Relación de los riesgos identificados y su procedencia.
- Personas y servicios a contactar cuando sea necesario coordinar la actuación con otros departamentos.
- Si procede, normas para el aislamiento del recinto de otras instalaciones y procesos, y para el enclavamiento de los equipos instalados que impidan su puesta en marcha intempestiva.
- Posibles operaciones a realizar previamente a la entrada al recinto.
- Prohibiciones específicas.
- Medios y equipos para el acceso al recinto.
- Equipos de protección, colectiva e individual, contra los riesgos generales detectados.
- Método a seguir en las evaluaciones de la peligrosidad de la atmósfera: aparatos de medición a utilizar; quién, qué, cuándo, dónde y cómo se debe medir; valores límite de la concentración de los contaminantes, y actuación a seguir en función de los resultados que se obtengan.

- Procedimiento de ventilación a aplicar, indicando los equipos a utilizar y su ubicación.

- Equipos de protección respiratoria a utilizar, con las normas básicas sobre su uso.

- Servicio de vigilancia y auxilio desde el exterior a establecer, definiendo a las personas, el equipamiento y los sistemas de comunicación.

- Plan de actuación en caso de emergencia. Teléfonos de los servicios de urgencia.

- Firmas de las personas que ordenan el trabajo y de los encargados de ejecutarlo.

– Como posibles complementos del documento principal que interesará utilizar en función de las circunstancias particulares del espacio confinado se señalan:

- «Permiso de entrada» o «permiso de trabajo» en recintos con especial peligrosidad.

- Volantes complementarios cuando se interviene en empresas ajenas para que fijen sus requisitos.

- Cartulinas-resumen plastificadas para trabajos diarios o muy repetitivos.

- Códigos de catalogación por peligrosidad en instalaciones con múltiples recintos.

- Carteles en la entrada de recintos de edificaciones visitadas periódicamente.

- Normas específicas para intervenciones de emergencia.

- Hojas separables para archivo de resultados de mediciones, incidencias, etc.

CONTROL Y SEGUIMIENTO DEL PROCEDIMIENTO DE TRABAJO

Una vez proyectadas las medidas de prevención a adoptar, será necesario comprobar detenidamente sobre el terreno su aplicabilidad y su eficacia real, teniendo en cuenta que no siempre se mantendrán las condiciones del primer momento, controladas lógicamente con la máxima atención por todo el personal implicado, sino que, por el contrario, es muy posible que en el transcurso del trabajo puedan suscitarse múltiples circunstancias, en los equipos, personal, recinto, operaciones, etc., que mermen la eficacia de las medidas preventivas consideradas inicialmente como adecuadas, por lo que, antes de dar por válido un procedimiento de trabajo, será necesario realizar un seguimiento crítico del mismo y, en su caso, introducir en él las modificaciones que resulten oportunas.

Esto resulta especialmente importante en el caso del control de las atmósferas potencialmente peligrosas, ya que las condiciones ambientales pueden variar por muchas causas, tales como: cambios atmosféricos, modificaciones en la posición de los ventiladores y sus mangueras acopladas, degradaciones inesperadas de la atmósfera interior, acumulación de contaminantes en el transcurso del trabajo, desajustes en los aparatos de medida, cambios de localización de los trabajadores, etc.

Una vez definido el procedimiento de trabajo, se incorporará a la evaluación general de registros de la empresa y a su planificación preventiva, en la cual resultará imprescindible establecer los mecanismos de control adecuados para asegurar su aplicación correcta y continuada a lo largo del tiempo.

Estos mecanismos dependerán de las políticas internas de cada empresa, pero, en general, resultará conveniente que queden nítidamente definidos los responsables del cumplimiento de lo establecido en el procedimiento de trabajo, y que ordenes de trabajo y procedimientos de trabajo vayan unidos, de forma que los incidentes que puedan surgir sigan la tramitación habitual de la organización del trabajo.

Para terminar, nos vamos a permitir hacer dos reflexiones obligadas:

La primera es que no debe olvidarse que la formación preventiva del personal y su vigilancia de la salud, necesarias en cualquier actividad laboral, resultan especialmente indis-

pensables en el caso de los trabajadores que intervienen en los espacios confinados, tanto para poder aplicar adecuadamente las técnicas de prevención referidas anteriormente, como para prevenir incompatibilidades y patologías propias de estos ambientes.

Sirvan como ejemplos de ello: la instrucción y reconocimientos médicos de aptitud indispensables para la utilización de los equipos respiratorios aislantes; la conveniencia de la detección precoz de los vértigos, claustrofobias, epilepsias, afecciones cardiovasculares, etc.; la oportunidad de los programas de vacunación contra enfermedades infecciosas para las personas en contacto con aguas residuales, o lo valioso de los conocimientos que pueda tener el personal sobre primeros auxilios.

La segunda es para que la planificación de los procedimientos de trabajo dé resultados satisfactorios es esencial que su aplicación se convierta en una práctica habitual en todos y cada uno de los espacios confinados, y no caer en el error de eludir los que *a priori* aparentan seguridad, ya que los accidentes en estos recintos se caracterizan precisamente por ocurrir por sorpresa. Baste decir a este respecto que dos de los accidentes investigados tuvieron lugar en pequeñas arquetas, cuya profundidad apenas rebasaba la estatura de los trabajadores accidentados.

BIBLIOGRAFÍA

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO: *Nota Técnica de Prevención 223*. Trabajos en recintos confinados. 1988

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO: *Nota Técnica de Prevención 246*. Intoxicaciones agudas. Primeros auxilios. 1988

CAISSE NATIONALE SUISSE D'ASSURANCE EN CAS D'ACCIDENT: *Cahiers Suisse de la sécurité du travail*, nº 124, 4ª edición. Travaux à l'intérieur de réservoirs et dans locaux exigus. 1992

OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH ADMINISTRATION: *29CFR Parts 1910-146*: Permit-Required Confined Spaces for General Industry; Final Rule- 1993

Real Decreto 486/1997, de 14 de abril (B.O.E. 12-6-97) por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. *Guía Técnica del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo*.

OSALAN: Instituto Vasco de Seguridad y Salud Laborales. *Guía para la prevención de riesgos laborales en el mantenimiento de redes de alcantarillado*. 1997

Para que la planificación de los procedimientos de trabajo dé resultados satisfactorios es esencial que su aplicación se convierta en una práctica habitual en todos y cada uno de los espacios confinados, y no caer en el error de eludir los que a priori aparentan seguridad, ya que los accidentes en estos recintos se caracterizan precisamente por ocurrir por sorpresa.