

Director del capítulo
Jorma Saari

Sumario

Auditorías de seguridad y de gestión <i>Johan Van de Kerckhove</i>	57.2
Análisis de riesgos: el modelo de causalidad de accidentes <i>Jop Groeneweg</i>	57.7
Riesgos de los equipos <i>Carsten D. Groenberg</i>	57.13
Análisis de riesgos: factores organizativos–MORT <i>Urban Kjellén</i>	57.19
Inspección en el lugar de trabajo y aplicación normativa <i>Anthony Linehan</i>	57.21
Análisis y presentación de informes: investigación de accidentes <i>M. Monteau</i>	57.24
Comunicación y recopilación de estadísticas sobre accidentes <i>Kirsten Jorgensen</i>	57.29

● AUDITORIAS DE SEGURIDAD Y DE GESTION

Johan Van de Kerckhove

En el decenio de 1990 los factores de organización en la política de seguridad van cobrando cada vez mayor importancia. Al mismo tiempo, la visión de las organizaciones respecto a la seguridad han experimentado un cambio radical. Así, los expertos en esta materia, en su mayoría dotados de una formación técnica, se enfrentan con una doble tarea. Por una parte, deben aprender a comprender los aspectos de organización y a tenerlos en cuenta al elaborar los programas de seguridad. Por otra, es importante que tomen conciencia de que las organizaciones conceden cada vez menos importancia al concepto de la máquina y prestan una mayor atención a factores menos tangibles y mensurables, como la cultura organizativa, la modificación del comportamiento, el aumento de la responsabilidad y el compromiso. En la primera parte de este artículo se trata brevemente la evolución de las opiniones relativas a las organizaciones, la gestión, la calidad y la seguridad. En la segunda, se especifican las repercusiones de esta evolución en los sistemas de auditoría. Posteriormente se analizan de forma concisa estos efectos en un contexto material, utilizando el ejemplo de un sistema real de auditoría de seguridad basado en las normas 9001 de la Organización Internacional de Normalización (ISO).

Nuevas opiniones relativas a la organización y a la seguridad

Cambios de las circunstancias socioeconómicas

La crisis económica que comenzó a afectar al mundo occidental en 1973 ha ejercido una influencia notable en el pensamiento y en la práctica en el campo de la gestión, la calidad y la seguridad en el trabajo. En el pasado, en el ámbito del desarrollo económico, se hacía hincapié en la expansión del mercado, en el incremento de las exportaciones y en una mejora de la productividad. Con todo, los objetivos cambiaron con el tiempo y pasó a concederse mayor importancia a la reducción de pérdidas y a la optimización de la calidad. Para mantener a los clientes y captar a otros nuevos, comenzaron a atenderse más directamente sus exigencias y expectativas. Con esta tendencia se hizo necesario ampliar la diferenciación de los productos, lo que obligó a flexibilizar las organizaciones para garantizar en todo momento su capacidad de respuesta inmediata a las fluctuaciones del mercado sobre la base de "just in time" (justo a tiempo). El compromiso y la creatividad de los trabajadores se consideraron prioritarios como principal ventaja competitiva en el contexto de la competencia económica. Además del momento de la calidad, la limitación de las actividades que generaban pérdidas llegaron a ser un medio importante para mejorar los resultados de las operaciones.

Los expertos en seguridad implantaron esta estrategia mediante el desarrollo e institucionalización de programas de "control total de pérdidas". En éstos, no sólo se tienen en cuenta los costes directos de los accidentes o el aumento de las primas de seguro, sino también todos los costes y pérdidas innecesarios, directos o indirectos. Al estudiar en qué medida debería aumentar la producción en términos reales para compensar estas pérdidas, se deduce de inmediato que actualmente la reducción de costes es más eficaz y rentable que el incremento de la producción.

En este contexto de mejora de la productividad, recientemente se han hecho referencias a las grandes ventajas que reporta la reducción del absentismo por enfermedad, así como la motivación de los trabajadores. En el marco de esta evolución,

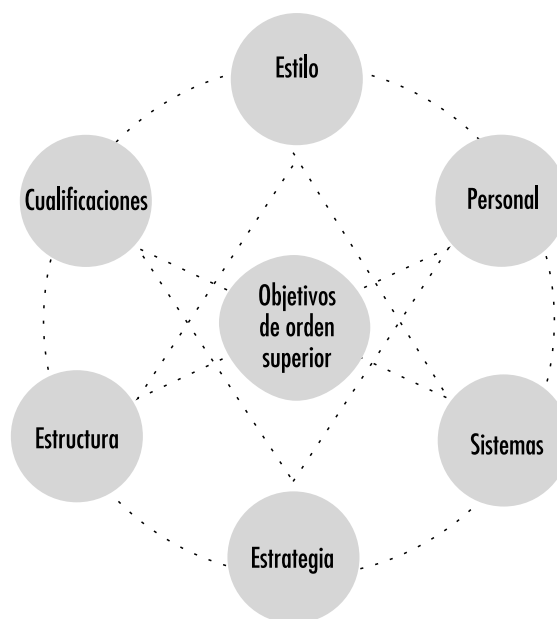
la política de seguridad adopta cada vez más claramente una nueva forma con diferentes prioridades. Antes, la mayoría de los directivos de las empresas consideraban la seguridad en el trabajo como una mera obligación legal, como una carga que trasladaban inmediatamente a los especialistas técnicos. En la actualidad, la política de seguridad se está considerando como un medio de alcanzar los objetivos de reducción de pérdidas y optimización de la política corporativa. Por tanto, evoluciona hacia su consolidación como un barómetro fiable de la adecuación del éxito de una empresa respecto a dichos objetivos. Con el fin de medir los avances logrados, se presta cada vez más atención a las auditorías de seguridad y de gestión.

Teoría organizativa

No son sólo las circunstancias económicas las que han modificado las opiniones de los dirigentes empresariales. Los nuevos conceptos referentes a la gestión, la teoría organizativa, la atención a la calidad total y, en esta misma línea, la atención a la seguridad, están generando cambios significativos. Un cambio fundamental en las opiniones sobre la organización se fue elaborando en la conocida obra publicada por Peters y Waterman (1982) *En busca de la excelencia*. En ella se exponían las ideas que Pascale y Athos (1980) descubrieron en Japón y describieron en *El Arte de la gestión japonesa*. Se trata de una nueva concepción que puede representarse en cierto sentido mediante la estructura de los "7 factores" de McKinsey (en Peters y Waterman 1982). Además de los tres aspectos tradicionales de gestión (Estrategia, Estructura y Sistemas), las empresas hacen hincapié actualmente en otros tres (Personal, Cualificaciones y Estilo). Estos seis factores constituyen la base del séptimo factor: los Objetivos de Orden Superior (Figura 57.1). Con este planteamiento, es evidente la prioridad concedida a los aspectos de carácter humano de la organización.


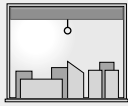
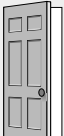
Los cambios fundamentales pueden ilustrarse mediante el modelo propuesto por Scott (1978), utilizado asimismo por

Figura 57.1 • Los valores, la misión y la cultura organizativa de una empresa de acuerdo con la estructura de los 7 factores de McKinsey.



Fuente: Peters y Waterman 1982.

Figura 57.2 • Teorías organizativas.

		RELACION CON EL ENTORNO	
			
RELACION CON EL INTERIOR	Cerrados de carácter mecánico 	Taylorismo <ul style="list-style-type: none"> • Control • Estructura • Trabajo de ciclo corto 	Planteamiento basado en las contingencias <ul style="list-style-type: none"> • Gestión estratégica • Control de procesos • Sociotécnica • Orientación al cliente
	Abiertos de carácter orgánico 	Relaciones humanas <ul style="list-style-type: none"> • Estilo de liderazgo • Atmósfera social • Trabajo de equipo • GRH 	Desarrollo organizativo <ul style="list-style-type: none"> • Valores • Cultura • Gestión humanizada • Compromiso—capacitación

Fuente: Scott 1978.

Peters y Waterman (1982). Este modelo utiliza dos tipos de planteamientos:

1. Los planteamientos de un sistema cerrado que desprecia la influencia de los factores externos a la organización. Con este tipo de enfoque mecanicista, los objetivos de una organización se definen claramente y pueden ser determinados de un modo lógico y racional.
2. Los planteamientos de un sistema abierto, que tienen plenamente en cuenta las influencias de los factores externos, y los objetivos son más el resultado de procesos diversos en los que la toma de decisiones se ve afectada por factores claramente irracionales. Este tipo de planteamiento reflejan con mayor precisión la evolución de una organización, que no puede ser determinada matemáticamente o sobre la base de la lógica deductiva, sino que avanza orgánicamente sobre la base de las personas reales y de sus interacciones y valores (Figura 57.2).

Así, en la Figura 57.2 se crean cuatro campos. Dos de ellos (Taylorismo y planteamiento de contingencias) son mecánicamente cerrados, y los otros dos (relaciones humanas y desarrollo organizativo) son orgánicamente abiertos. Se ha experimentado un enorme desarrollo en la teoría de gestión, pasando del modelo mecanicista autoritario, racional y tradicional (taylorismo), al modelo orgánico de orientación humana de la gestión de recursos humanos (GRH).

La eficacia y la eficiencia organizativas se vinculan cada vez con mayor claridad a la gestión estratégica óptima, a la estructura organizativa horizontal y a los sistemas de calidad. Además, actualmente se está prestando mayor atención a los objetivos de orden superior y los valores significativos que tienen un efecto de interconexión en el seno de la organización, como las cualificaciones (sobre las que la organización basa su ventaja respecto a sus competidores) y un personal motivado para lograr la máxima creatividad y flexibilidad haciendo hincapié en el compromiso y la capacitación. Con estos planteamientos abiertos, una auditoría de gestión no puede limitarse a ciertas características formales o estructurales de la organización. La auditoría debe también incluir un estudio de métodos que permitan determinar los aspectos culturales menos materiales y mensurables.

Del control del producto a la gestión de la calidad total

En el decenio de 1950, la preocupación por la calidad se limitaba a un control a posteriori del producto final; se trataba del control de la calidad total (CCT). En el de 1970, en parte debido al impulso de la OTAN y del gigante de la automoción Ford, se comenzó a conceder prioridad a la consecución del objetivo del aseguramiento de la calidad total (ACT) en el proceso productivo. Fue sólo durante el decenio de 1980 cuando estimulado por las técnicas japonesas, se pasó a centrar la atención en la calidad del sistema de gestión total y nació la gestión de la calidad total (GCT). El cambio fundamental en el sistema de la calidad ha sido gradual, ya que cada una de las fases se ha ido integrando en la siguiente. Asimismo, es obvio que, mientras que el control del producto y la inspección de seguridad son elementos relacionados más estrechamente con un concepto organizativo taylorista, el aseguramiento de la calidad se asocia más con un planteamiento sociotécnico respecto a los sistemas, en el que el objetivo consiste en no traicionar la confianza del cliente (externo). Por último, la GCT se relaciona con la adopción por parte de la organización de un enfoque centrado en la GRH, y la mejora del producto ha dejado de ser el único factor tomado en consideración: ahora también se tienen en cuenta la optimización continua de los aspectos organizativos y se presta una atención específica a los trabajadores.

En el planteamiento de liderazgo de la calidad total (LCT) adoptado por la Fundación Europea para la Gestión de la Calidad (EFQM), se concede una gran importancia a la repercusión equitativa de la organización sobre el cliente, los trabajadores y el conjunto de la sociedad, considerándose el medio ambiente un aspecto fundamental. Son objetivos que pueden alcanzarse mediante la consideración de conceptos como el "liderazgo" y la "gestión de personas".

Es evidente que existen asimismo diferencias importantes en cuanto a prioridad entre el aseguramiento de la calidad descrita en las normas ISO y el planteamiento del LCT de la EFQM. El primero constituye una forma ampliada y mejorada de la inspección de la calidad, que no sólo se centra en los productos y los clientes internos, sino también en la eficiencia de los procesos técnicos. El objetivo de la inspección es investigar la conformidad con los procedimientos establecidos en ISO. Por otra parte, la GCT se propone satisfacer las expectativas de todos los clientes internos y externos, así como del conjunto de los procesos de la organización, incluidos los menos complejos y los de orientación humana. Es evidente que la participación, el compromiso y la creatividad de los trabajadores son aspectos importantes de la GCT.

Del error humano a la seguridad integrada

La política en materia de seguridad ha evolucionado de un modo similar a la gestión de la calidad. Se ha pasado de prestar atención al análisis a posteriori de los accidentes, haciendo hincapié en la prevención de las lesiones, a adoptar un planteamiento más global. La seguridad se concibe más en el contexto del "control total de pérdidas": una política encaminada a evitar las pérdidas mediante una gestión de la seguridad en la que interviene la interacción de las personas, los procesos, los materiales, los equipos, las instalaciones y el medio ambiente. Por tanto, la seguridad se centra en la gestión de los procesos que pueden generar pérdidas. En el período inicial de desarrollo de la política de seguridad, se concedía prioridad al planteamiento del *error humano*. En consecuencia, se asignaba a los trabajadores una amplia responsabilidad respecto a la prevención de los accidentes de trabajo. Siguiendo una filosofía Taylorista, se elaboraban condiciones y procedimientos y se establecía un sistema de control para mantener las normas de comportamiento prescritas. Esta filosofía puede reflejarse en la moderna política de seguridad a través de

los conceptos ISO 9000, que dan lugar a la imposición en los trabajadores de cierto sentimiento de culpa implícito e indirecto, con todas las consecuencias adversas que tiene ésta en la cultura corporativa; por ejemplo, puede desarrollarse una tendencia a dificultar en lugar de facilitar la ejecución de las tareas.

En una fase posterior de la evolución de la política de seguridad, se tomó conciencia de que los trabajadores llevan a cabo su actividad en un entorno concreto con recursos laborales bien definidos. Los accidentes de trabajo eran considerados como sucesos multicausales en un sistema hombre/máquina/entorno en el que comenzó a adoptarse prioritariamente un *planteamiento basado en el sistema técnico*. En este caso nos encontramos de nuevo la analogía con el aseguramiento de la calidad, en la que se hace especial hincapié en el control estadístico de los procesos técnicos a través de medios como el control de procesos.

Recientemente, en parte debido a la influencia de los principios de la GCT, en los sistemas de formulación de la política de seguridad se ha optado por un *planteamiento basado en el sistema social*, lo que constituye un paso lógico en el camino hacia el perfeccionamiento del sistema de prevención. Para optimizar el sistema hombre/máquina/entorno, no basta con garantizar la disposición de máquinas y herramientas seguras mediante la aplicación de una política preventiva sólida, sino que también es necesario establecer un sistema de mantenimiento preventivo y el aseguramiento de todos los procesos técnicos. Además, es esencial que los trabajadores cuenten con la formación, la capacitación y la motivación suficientes en lo que respecta a la consecución de los objetivos de salud y seguridad. En la sociedad actual, este último objetivo no puede alcanzarse a través de planteamientos tayloristas de carácter autoritario, ya que la retroinformación positiva incentiva mucho más que un sistema de control represivo que, a menudo, sólo tiene efectos negativos. La gestión moderna exige la generalización de una cultura empresarial abierta y motivadora, en la que se asuman compromisos comunes con la consecución de los objetivos corporativos esenciales en un planteamiento basado en la participación y el trabajo en equipo. En el *planteamiento de la cultura de la seguridad*, ésta se concibe como una parte íntegra de los objetivos de las organizaciones y, por tanto, como un elemento esencial de la actividad de todos, desde la alta dirección, pasando por el conjunto del escalafón jerárquico, hasta los trabajadores de base.

Seguridad integrada

El concepto de seguridad integrada presenta de inmediato un número de factores centrales en un sistema de seguridad integrada, las más importantes de las cuales se resumen a continuación:

Un compromiso manifiesto por parte de la alta dirección. Es un compromiso que no sólo se expone por escrito, sino que también es trasladado hacia abajo en los centros de trabajo en acciones prácticas.

Participación activa de la escala jerárquica y de los departamentos de apoyo central. El interés por la seguridad, la salud y el bienestar forma parte no sólo de las tareas del conjunto de participantes en el proceso de producción, sino también de la política de recursos humanos, del mantenimiento preventivo, de la fase de diseño y del propio trabajo en terceras partes.

Participación plena de los trabajadores. Los trabajadores se constituyen en agentes activos de los debates, con los que es posible una comunicación abierta y constructiva, y su contribución es objeto de la máxima consideración. De hecho, su participación es esencial para aplicar la política empresarial y de seguridad de un modo eficaz y motivador.

Adecuación del perfil del experto en seguridad. El experto en seguridad ya no es un técnico o un factótum, sino un asesor

calificado de la alta dirección que se ocupa en especial de la optimización de los procesos de formulación de políticas y del sistema de seguridad. Por tanto, no es alguien con una formación solamente técnica, sino que debe ser un buen organizador, capaz de relacionarse con las personas y motivarlas y de colaborar con otros expertos en prevención de un modo sinérgico.

Una cultura de seguridad proactiva. El aspecto esencial de una política de seguridad integrada consiste en una cultura de seguridad proactiva caracterizada, entre otros, por los siguientes factores:

- La seguridad, la salud y el bienestar son los ingredientes clave del sistema de valores de una organización y de los objetivos que trata de alcanzar.
- Prevalece un ambiente de franqueza, basado en la confianza y el respeto mutuos.
- Existe un alto nivel de cooperación, el flujo de información es sencillo y el nivel de coordinación, apropiado.
- Se aplica una política proactiva, junto a un sistema dinámico de mejora constante que encaja perfectamente con el concepto de prevención.
- La promoción de la seguridad, la salud y el bienestar es un componente fundamental de todos los procesos de toma de decisiones, de consultas y de trabajo en equipo.
- Cuando se producen accidentes de trabajo, se trata de adoptar las medidas preventivas adecuadas, no buscan un responsable.
- Se anima a los miembros de la plantilla a actuar por iniciativa propia, de modo que posean la mayor competencia, conocimiento y experiencia posible que les permita intervenir adecuadamente en situaciones imprevistas.
- Se ponen en marcha procesos con vistas a promover la formación individual y colectiva en la mayor medida posible.
- Se celebran regularmente debates sobre objetivos de salud, seguridad y bienestar motivadores y alcanzables.

Auditorías de seguridad y de gestión

Descripción general

Las auditorías de seguridad son una forma de análisis y evaluación de riesgos en la que se lleva a cabo una investigación sistemática con el fin de determinar en qué medida se dan las condiciones que permiten el desarrollo e implantación de una política de seguridad eficaz y eficiente. Por tanto, en cada auditoría se establecen los objetivos que deben alcanzarse y las mejores circunstancias organizativas para llevarlos a la práctica.

En principio, todo sistema de auditoría debe determinar lo siguiente:

- ¿Cuáles son los objetivos de gestión a alcanzar, por qué medios y mediante qué estrategia?
- ¿Cuáles son las disposiciones necesarias en lo que se refiere a los recursos, las estructuras, los procesos, las normas y los procedimientos para lograr los objetivos propuestos y cuáles han sido adoptadas?
- ¿Cuáles son los criterios operativos y mensurables que deben satisfacer los objetos del estudio para que el sistema funcione de forma óptima?

Acto seguido, la información se somete a un análisis exhaustivo para determinar en qué medida satisfacen los criterios previstos la situación actual y el grado de consecución de objetivos, y se elabora un informe con una retroalimentación positiva que hace especial hincapié en los puntos fuertes y una retroalimentación negativa referente a los aspectos que requieren un posterior perfeccionamiento.

Auditorías y estrategias cambio

Cada sistema de auditoría explícita o implícitamente contiene una visión específica del diseño y la concepción de una organización ideal, así como del modo óptimo de aplicar las mejoras.

Bennis, Benne y Chin (1985) distinguen tres estrategias respecto a los cambios previstos, cada una de ellas basada en una visión diferente de las personas y de los medios para influir en su comportamiento:

- *Estrategias de aplicación de la fuerza* se basan en la idea de que el comportamiento de los trabajadores puede ser modificado mediante la imposición de sanciones.
- *Estrategias racionales-empíricas* se basan en el axioma de que las personas realizan elecciones racionales en función de la maximización de su propio beneficio.
- *Estrategias normativas-reeducativas* se basan en la premisa de que las personas son seres irracionales y emocionales, por lo que, para llevar a cabo un cambio real, también debe prestarse atención a su percepción de los valores, la cultura, las actitudes y las destrezas sociales.

La estrategia para el ejercicio de influencia que resulta más apropiada en una situación específica no sólo depende de la visión inicial, sino también de la situación real y de la cultura organizativa existentes. En este sentido, es muy importante saber sobre qué tipo de comportamiento ha de influirse. En el famoso modelo concebido por Rasmussen (1988), especialista danés en riesgos, se distinguen los tres tipos de comportamiento siguientes:

- *Acciones rutinarias (comportamiento basado en las destrezas)* siguen automáticamente a la señal asociada. Son acciones que se llevan a cabo sin que se les preste atención conscientemente (por ejemplo, la mecanografía o el cambio manual de marchas al conducir).
- *Acciones efectuadas conforme a unas instrucciones (basadas en las normas)* exigen una atención más consciente, ya que no existe una respuesta automática a la señal y debe elegirse entre las diversas instrucciones y normas disponibles. Con frecuencia, estas acciones pueden describirse mediante una secuencia "si..., entonces", como en "si el contador sube a 50, entonces debe cerrarse esta válvula".
- *Acciones basadas en el conocimiento y en la percepción (basadas en el conocimiento)* se realizan después de una interpretación y una evaluación consciente de las diversas señales de problema y las posibles soluciones alternativas. Por tanto, un requisito previo para efectuar este tipo de acciones es contar con un elevado grado de conocimiento y percepción del proceso en cuestión, así como en la capacidad para interpretar señales poco habituales.

Niveles en el cambio de cultura y de comportamiento

Basándose en lo anterior, la mayoría de los sistemas de auditoría (incluidos los que se fundamentan en las serie de normas ISO) se apartan implícitamente de las estrategias de aplicación de la fuerza y de las racionales empíricas, que conceden prioridad al comportamiento rutinario o de procedimiento. Así, en estos sistemas se presta una atención insuficiente al "comportamiento basado en el conocimiento" que puede modificarse principalmente mediante las estrategias normativas reeducativas. En la tipología utilizada por Schein (1989), se centra el interés únicamente en los fenómenos superficiales materiales y conscientes de la cultura organizativa y no en otros niveles de mayor calado, invisibles y subconscientes más relacionados con valores y presupuestos fundamentales.

La mayoría de los sistemas de auditoría se limitan a considerar si se aplica una disposición o un procedimiento concreto. Por tanto, se asume de modo implícito que la mera existencia de estos mecanismos constituye una garantía suficiente para el buen funcionamiento del sistema. Además de éstos, existen siempre otros "estratos" diferentes (o niveles de respuesta probable) que deben abordarse en un sistema de auditoría para proporcionar información suficiente y garantizar un funcionamiento óptimo del sistema.

En términos más concretos, el siguiente ejemplo se refiere a la respuesta a una emergencia de incendio:

- Existe una disposición, una instrucción o un procedimiento ("activar la alarma y utilizar el extintor").
- Las partes interesadas están familiarizadas con ciertas instrucciones y procedimientos (los trabajadores saben dónde se halla las alarmas y los extintores y cómo activarlos y utilizarlos).
- Las partes interesadas conocen tanto como sea posible "el cómo y el por qué" de una determinada medida (los trabajadores han sido entrenados o educados en el seno de los extintores y los tipos de incendio habituales).
- Los trabajadores están también motivados para aplicar las medidas necesarias (autoprotección, salvaguardia del puesto de trabajo, etc.).
- Hay suficiente motivación, competencia y capacidad para actuar en circunstancias imprevistas (los trabajadores saben qué hacer en el caso de que el incendio escape a su control, solicitando la ayuda de servicios de extinción de incendios profesionales).
- Existen buenas relaciones humanas y una atmósfera de comunicación abierta (los supervisores, los directivos y los trabajadores han debatido y acordado los procedimientos de respuesta en caso de emergencia por incendio).
- En una organización donde se fomenta el aprendizaje, se instituyen procesos creativos espontáneos (se aplican cambios en los procedimientos tras haber "aprendido la lección" en situaciones de incendio reales).

En la Tabla 57.1 se especifican ciertos niveles en la política de calidad y seguridad.

Tabla 57.1 • Niveles en la política de calidad y seguridad.

Estrategias	Comportamiento		
	Destrezas	Normas	Conocimiento
Aplicación de la fuerza	Planteamiento basado en el error humano Taylorismo CCT		
Racional-empírica		Planteamiento basado en el sistema técnico SAP ACT ISO 9000	
Normativa-reeducativa		Planteamiento basado en el sistema social CCT	Planteamiento basado en la cultura de la seguridad SAP EFQM

El sistema de auditoría de Pellenberg

La denominación de *sistema de auditoría de Pellenberg* (SAP) se debe al lugar en el que solían reunirse sus diseñadores para elaborarlo (el castillo de Maurissens en Pellenberg, un edificio de la Universidad Católica de Lovaina). El SAP es el resultado de la intensa colaboración de un equipo multidisciplinar de expertos con años de experiencia práctica, tanto en el área de la gestión de la calidad, como en la de los problemas de seguridad y ambientales, caracterizada por el planteamiento de diversos enfoques y experiencias. Asimismo, el equipo recibió la ayuda de los departamentos científicos y de investigación de la universidad y se benefició de la disposición de los conocimientos más actuales en los campos de la gestión y la cultura organizativa.

El SAP consta de un conjunto completo de criterios que un sistema empresarial de prevención de categoría superior debe cumplir (véase la Tabla 57.2). Los criterios se clasifican de acuerdo con el sistema de normas ISO (aseguramiento de la calidad en el diseño, desarrollo, producción, instalación y prestación de servicios). Ahora bien, el SAP no es una mera traslación del sistema ISO al ámbito de la seguridad, la salud y el bienestar. Se desarrolla una nueva filosofía, que se aparta del producto específico obtenido mediante la política de seguridad: puestos de trabajo significativos y seguros. El contrato del sistema ISO se sustituye por las disposiciones legales y por las expectativas en evolución de las partes que conforman el espectro social respecto a la salud, la seguridad y el bienestar. La creación de puestos de trabajo seguros y significativos se considera un objetivo esencial de cada organización en el marco de su responsabilidad social. La empresa es el suministrador y los clientes los empleados.

Hay otros sistemas integrados en el SAP:

- *A un nivel estratégico*, los conceptos y requisitos de la Norma ISO revisten especial importancia. En la medida de lo posible, éstos se complementan con la visión de la gestión que originalmente desarrolló la Fundación Europea para la Gestión de la Calidad.
- *A un nivel táctico*, la sistemática de MORT (Management's Oversight and Risk Tree: Supervisión de la dirección y árbol de riesgos) anima a las personas a establecer cuáles son las condiciones necesarias y suficientes para lograr el resultado deseado en materia de seguridad.
- *A un nivel operativo*, se puede recurrir a múltiples fuentes, como la legislación, las disposiciones y otros criterios vigentes, como el Sistema Internacional de Evaluación de la seguridad (SIES), en el que se hace hincapié en ciertas condiciones concretas que deben garantizar la consecución del resultado previsto en materia de seguridad.

El SAP se refiere constantemente a la política corporativa general de la que forma parte la política de seguridad. Después de todo, una política de seguridad óptima es, simultáneamente, un producto y un producto de una política empresarial proactiva. Suponiendo que una empresa segura es, al mismo tiempo, una organización eficaz y eficiente y viceversa, debe prestarse especial atención a la integración de la política de seguridad en la política general de la empresa. Los elementos esenciales de una política empresarial orientada al futuro incluye una cultura corporativa sólida, un compromiso de amplio alcance, la participación de los trabajadores, un interés especial en la calidad del trabajo y un sistema dinámico de mejora continua. Aunque estos conceptos también fundamentan en parte el SAP, no siempre son fáciles de conciliar con el enfoque más formal y basado en los procedimientos de los principios ISO.

No hay duda de que los procedimientos formales y los resultados directamente identificables son importantes en la polí-

Tabla 57.2 • Elementos de la auditoría de seguridad del SAP.

	Elementos de la auditoría de seguridad del SAP	Correspondencia con ISO 9001
1.	Responsabilidad de la dirección	
1.1.	Política de seguridad	4.1.1.
1.2.	Organización	
1.2.1.	Responsabilidad y autoridad	4.1.2.1.
1.2.2.	Personal y recursos de verificación	4.1.2.2.
1.2.3.	Servicio de salud y seguridad	4.1.2.3.
1.3.	Revisión del sistema de gestión de la seguridad	4.1.3.
2.	Sistema de gestión de la seguridad	4.2.
3.	Obligaciones	4.3.
4.	Control del diseño	
4.1.	General	4.4.1.
4.2.	Diseño y planificación del desarrollo	4.4.2.
4.3.	Factores aplicados al diseño	4.4.3.
4.4.	Resultados del diseño	4.4.4.
4.5.	Comprobación del diseño	4.4.5.
4.6.	Variaciones del diseño	4.4.6.
5.	Control de documentos	
5.1.	Aprobación y expedición de documentos	4.5.1.
5.2.	Cambios y modificaciones de documentos	4.5.2.
6.	Adquisición y contratación	
6.1.	General	4.6.1.
6.2.	Evaluación de proveedores y contratistas	4.6.2.
6.3.	Datos sobre adquisiciones	4.6.3.
6.4.	Productos de terceros	4.7.
7.	Identificación	4.8.
8.	Control de procesos	
8.1.	General	4.9.1.
8.2.	Control de la seguridad de los procesos	4.11.
9.	Inspección	
9.1.	Recepción e inspección previa a la puesta en funcionamiento	4.10.1. 4.10.3.
9.2.	Inspecciones periódicas	4.10.2.
9.3.	Registros de la inspección	4.10.4.
9.4.	Equipos de inspección	4.11.
9.5.	Estado de la inspección	4.12.
10.	Accidentes e incidentes	4.13.
11.	Acción correctora y preventiva	4.13. 4.14.
12.	Registros de seguridad	4.16.
13.	Auditorías de seguridad internas	4.17.
14.	Formación	4.18.
15.	Mantenimiento	4.19.
16.	Técnicas estadísticas	4.20.

tica de seguridad. Ahora bien, no basta con basar el sistema de seguridad únicamente en este planteamiento. Los resultados de dicha política en el futuro dependen de la política actual, de las iniciativas sistemáticas, de la búsqueda constante de mejoras y, sobre todo, de la optimización fundamental de los procesos que aseguren resultados duraderos. En el SAP se incorpora esta visión y se hace especial hincapié, entre otras cosas, en el perfeccionamiento sistemático de la cultura de seguridad.

Una de las principales ventajas del SAP es la oportunidad para la sinergia. Al alejarse de la sistemática de la ISO, las diversas líneas de planteamiento resultan reconocibles de inmediato para todos los interesados en la gestión de la calidad total. Obviamente, se presentan varias opciones para la sinergia entre las distintas áreas de formulación de políticas, ya que, en todas ellas, la mejora de los procesos de gestión constituye un aspecto fundamental. Una política cuidadosa de compras, un adecuado sistema de mantenimiento preventivo, unos servicios de conservación eficaces, una gestión propicia a la participación y el fomento de la adopción de un planteamiento emprendedor por parte de los trabajadores tienen una importancia capital para el conjunto de las áreas mencionadas.

Los diversos sistemas de vigilancia se organizan de manera análoga, basándose en principios como el compromiso de la alta dirección, la implicación de la línea jerárquica, la participación activa de los trabajadores y la contribución valorada de expertos específicos. Los diferentes sistemas también contienen instrumentos semejantes para la formulación de políticas, como la declaración de intenciones, los planes de acción anuales, los sistemas de medición y control, las auditorías internas y externas, etc. Por tanto, el SAP invita claramente a la cooperación sinérgica eficaz y dirigida al recorte de gastos entre todos estos sistemas.

El SAP no ofrece la vía más fácil para la consecución de resultados a corto plazo. Son pocos los directivos que se dejan seducir por un sistema que promete grandes ventajas inmediatas con un pequeño esfuerzo. Cada política sólida exige un planteamiento pormenorizado y el establecimiento de bases firmes en las que asentar su desarrollo futuro. A corto plazo, más que los resultados, es importante garantizar la consolidación de un sistema que los genere de manera sostenible en el futuro, no sólo en el campo de la seguridad, sino también en el contexto de una política empresarial general eficaz y eficiente. En este sentido, trabajar a favor de la salud, la seguridad y el bienestar equivale a actuar para la consecución de puestos de trabajo seguros y significativos, trabajadores motivados, clientes satisfechos y resultados de explotación óptimos. Todo esto realizado en una atmósfera dinámica y proactiva.

Resumen

La mejora continua es una condición previa esencial para cada sistema de auditoría de seguridad con los que se pretende cosechar un éxito duradero en una sociedad en rápida transformación como la actual. La mejor garantía para que un sistema dinámico mejore continuamente y mantenga una flexibilidad constante consiste en el compromiso pleno aceptado por trabajadores competentes, que crecen con la organización porque sus esfuerzos se valoran sistemáticamente y se les brinda la oportunidad de desarrollar y actualizar regularmente sus cualificaciones. En el proceso de una auditoría de seguridad, la mejor garantía de lograr resultados duraderos es la consolidación de una organización que promueve el aprendizaje, en la que los trabajadores y la propia entidad se instruyen y evolucionan de forma constante.

ANALISIS DE RIESGOS: EL MODELO DE CAUSALIDAD DE ACCIDENTES

Jop Groeneweg

Este artículo examina el papel de los factores humanos en los procesos de causalidad de accidentes y revisa las diferentes medidas preventivas (y su eficacia) por las que puede controlar el error humano y su aplicación al modelo de causalidad de accidentes. El error humano es una causa de contribución importante en al menos el 90 % de los accidentes de trabajo. Aunque los fallos estrictamente técnicos y las circunstancias físicas incontrolables también pueden contribuir a que se produzca un accidente, el error humano constituye la principal fuente de incidencia. El avance y la mejora de la fiabilidad de la maquinaria da lugar a un aumento de la proporción de accidentes atribuidos al error humano a medida que el número absoluto de accidentes disminuye. Asimismo, el error humano es la causa de muchos de los incidentes que, aunque no producen lesión o muerte, provocan un daño económico importante para las empresas. Por tanto, constituye un objetivo esencial de la prevención y revestirá cada vez más importancia en el futuro. Para que los sistemas de gestión de la seguridad y los programas de identificación de riesgos sean eficaces, es importante que puedan determinar con precisión el componente humano mediante la utilización de análisis de fallo general.

La naturaleza del error humano

El error humano puede considerarse como el fallo en la consecución de un objetivo del modo en que había sido planificado, ya sea desde un punto de vista específico o general, y debido a un comportamiento deliberado o involuntario. Las acciones planeadas pueden dejar de ofrecer los resultados deseados por alguna de las cuatro razones siguientes:

1. Comportamiento involuntario:
 - Las acciones no se desarrollaron según lo planificado (descuidos).
 - Las acciones no se llevaron a cabo (omisiones).
2. Comportamiento intencionado:
 - El plan en sí era inadecuado (equivocaciones).
 - Se produjeron desviaciones respecto al plan original (violaciones).

Las desviaciones pueden dividirse en tres clases: errores basados en las destrezas, en las normas y en el conocimiento.

1. En lo que se refiere a las destrezas, el comportamiento se rige por pautas de acción programadas previamente. Las tareas son rutinarias y continuas, y la retroalimentación suele ser escasa.
2. En cuanto a las normas, el comportamiento se rige por reglas generales simples y que pueden aplicarse en múltiples ocasiones en situaciones específicas. Las tareas consisten en secuencias de acción relativamente frecuentes, iniciadas después de realizar una elección entre las diversas normas y procedimientos. El usuario dispone de una opción, las normas no se aplican automáticamente, sino que se eligen de forma activa.
3. El comportamiento basado en el conocimiento se manifiesta en situaciones completamente nuevas, en las que se carece de normas y donde se requiere un pensamiento creativo y analítico.

En algunas situaciones, el término *limitación humana* sería más apropiado que el de *error humano*. La capacidad para prever el

comportamiento futuro de sistemas complejos también es restringida (Gleick 1987; Casti 1990).

En el modelo de Reason y Embrey, el Sistema de creación de modelos de error genérico (SCMEG) (Reason 1990), se tienen en cuenta los mecanismos de corrección de errores a escala de las destrezas, las normas y los conocimientos. Un supuesto básico del SCMEG es que el comportamiento día a día implica la adquisición de rutinas. El comportamiento rutinario se comprueba con regularidad, pero entre estos momentos de acumulación de información, el comportamiento es plenamente automático. Puesto que se basa en las destrezas, los errores son descuidos. Cuando la información acumulada indica una desviación respecto al objetivo deseado, se aplica la corrección basada en las normas. El problema se diagnostica sobre la base de los síntomas detectados y una norma de corrección es aplicada automáticamente una vez determinada la naturaleza de la situación. La aplicación de una norma errónea constituye una equivocación.

Cuando la situación se desconoce por completo, se utilizan las normas basadas en el conocimiento. Los síntomas se estudian a la luz del conocimiento sobre el sistema y sus componentes. Este análisis puede llevar a la elección de una solución cuya aplicación constituya un caso de comportamiento basado en el conocimiento. (Asimismo, es posible que el problema no pueda resolverse de un modo determinado y que deba recurrirse a otras normas basadas en el conocimiento). En este contexto, todos los errores son equivocaciones. Se comete una violación si se aplica una norma y se sabe que es inadecuada: el trabajador puede pensar que el recurso a una norma alternativa llevará menos tiempo o resultará más adecuado para la situación actual, probablemente excepcional. El tipo de violación más perverso es el sabotaje, una cuestión que no se considera en el presente artículo. Cuando las organizaciones traten de eliminar el error humano, deben tener en cuenta a qué categoría pertenecen (a los basados en las destrezas, en las normas o los conocimientos), ya que cada una exige la utilización de técnicas específicas (Groeneweg 1996).

La influencia en el comportamiento humano: visión general

Al hacer referencia a un determinado accidente, suele comentarse "puede que no se diera cuenta en ese momento, pero si

hubiese actuado de cierta manera, el accidente no se habría producido". Gran parte de la prevención de accidentes tiene como fin influir en el momento crucial del comportamiento humano al que se alude en este comentario. En muchos sistemas de gestión de la seguridad, las soluciones y las políticas propuestas se encaminan a influir directamente en el comportamiento humano. Con todo, es muy poco frecuente que las organizaciones evalúen la eficacia real de estos métodos. Los psicólogos han prestado gran atención a determinar cuál es la mejor manera de influir en el comportamiento humano. A continuación se exponen seis formas de ejercer control sobre el error humano y se evalúa la eficacia relativa de cada alternativa para vigilar el comportamiento humano a largo plazo (Wagenaar 1992). (Véase la Tabla 57.3.)

No intentar inducir a la adopción de un comportamiento seguro, sino hacer el sistema "a prueba de torpezas"

La primera opción consiste en abstenerse de influir en el comportamiento de las personas y diseñar el lugar de trabajo de forma que, haga lo que haga el trabajador, sus acciones no provoquen resultados indeseables. Hay que admitir que, gracias a la ayuda de la robótica y la ergonomía, los diseñadores han mejorado considerablemente la adecuación al usuario de los equipos empleados en el lugar de trabajo. Ahora bien, es casi imposible anticiparse a todos los tipos de comportamiento que una persona puede manifestar. Además, los trabajadores suelen considerar los diseños a prueba de torpezas como un desafío a "vencer al sistema". Por último, como los diseñadores también son humanos, los equipos, por más precauciones que se adopten al concebirlos, puede tener defectos (véase, p. ej., Petroski 1992). La ventaja adicional que aporta este planteamiento respecto a los niveles de riesgo es marginal y, en cualquier caso, los costes iniciales de diseño e instalación pueden aumentar de forma exponencial.

Instruir a los interesados respecto a lo que deben hacer

Otra posibilidad consiste en instruir a los trabajadores respecto a cada una de las actividades existentes, con el fin de poner su comportamiento bajo el control estricto de la dirección. Ello exige la adopción de un sistema de control para la instrucción y el inventario de tareas, extenso y no muy práctico. Puesto que todos los comportamientos dejan de ser automáticos, se eliminarán en gran medida los descuidos y las omisiones, hasta que las instrucciones formen parte de la rutina y el efecto vaya desapareciendo.

No es de gran ayuda decir a las personas que lo que hacen es peligroso (la mayoría lo saben perfectamente), ya que tomarán sus propias decisiones respecto al riesgo con independencia de los intentos de persuadirlos de lo contrario. Su motivación para actuar de este modo se basa en la pretensión de facilitar el trabajo, ahorrar tiempo, desafiar a la autoridad y, quizá, mejorar sus perspectivas profesionales o reivindicar algún tipo de compensación económica. La instrucción a las personas es relativamente asequible y la mayoría de las organizaciones celebran sesiones formativas antes de iniciar una actividad. A pesar de la adopción de un sistema de instrucción, se estima que la eficacia de este planteamiento es escasa.

Premio y sanción

Aunque los sistemas de premio y sanción constituyen un medio poderoso y muy popular para controlar el comportamiento humano, no están exentos de problemas. El premio funciona adecuadamente sólo si su receptor lo percibe como algo de valor en el momento de su obtención. La sanción del comportamiento ajeno al control del trabajador (un descuido) no es eficaz. Por ejemplo, es más rentable mejorar la seguridad en el tráfico mediante el cambio de las condiciones que subyacen al

Tabla 57.3 • Seis modos de inducir un comportamiento seguro y evaluación de su eficacia en función del coste.

N.º	Modo de influencia	Coste	Efecto a largo plazo	Evaluación
1	No inducir un comportamiento seguro, sino lograr un sistema "a prueba de torpezas".	Alto	Limitado	Poco satisfactorio
2	Decir a los interesados lo que deben hacer.	Bajo	Limitado	Satisfacción intermedia
3	Premio y sanción.	Medio	Medio	Satisfacción intermedia
4	Aumentar la motivación y la sensibilización.	Medio	Limitado	Poco satisfactorio
5	Seleccionar personal capacitado.	Alto	Medio	Satisfacción intermedia
6	Modificar el entorno.	Alto	Significativo	Satisfactorio

comportamiento en este contexto que a través del lanzamiento de campañas públicas o de programas de premio y sanción. Ni siquiera un aumento de las posibilidades de ser "cogido" modificarán necesariamente la actitud de una persona, ya que las oportunidades de violar la norma siguen existiendo, al igual que el reto que supone salir airoso de la violación. Si las situaciones de trabajo invitan a cometer este tipo de violaciones, las personas optarán automáticamente por el comportamiento inadecuado, ya sean sancionados o recompensados. La eficacia de este planteamiento se califica de calidad media, y sus efectos suelen sentirse a corto plazo.

Aumentar la motivación y la sensibilización

En ocasiones se cree que las personas causan accidentes porque carecen de motivación o no son conscientes del peligro. Este supuesto es falso, como han demostrado varios estudios (p. ej., Wagenaar y Groeneweg 1987). Además, aun en el caso de que los trabajadores sean capaces de juzgar el peligro con precisión, no actúan necesariamente en consecuencia (Kruyssen 1993). Los accidentes se producen incluso en personas con el grado más elevado de motivación y sensibilización en materia de seguridad. Existen métodos eficaces para mejorar la motivación y la conciencia, analizados más adelante en el apartado "Cambiar el entorno". Se trata de una opción delicada: a diferencia de la dificultad que conlleva optimizar la motivación, es más fácil (quizá demasiado) desmotivar a los trabajadores hasta el punto de que llegue a considerarse el sabotaje.

Los efectos de los programas de mejora de la motivación son positivos sólo cuando se combinan con técnicas de modificación del comportamiento, como el fomento de la participación de los trabajadores.

Seleccionar personal formado

La primera reacción ante un accidente suele ser la de afirmar que los implicados en el mismo han actuado de manera incompetente. A posteriori, las situaciones de accidente parecen sencillas y fáciles de prevenir para alguien con la inteligencia suficiente y la formación apropiada, pero esta percepción es engañosa: en la práctica, los trabajadores afectados no podían haber previsto lo sucedido de ningún modo. Por tanto, la mejora de la formación y la selección no tendrá el efecto oportuno. Con todo, un nivel básico de instrucción es un requisito previo para desarrollar actividades en condiciones de seguridad. La tendencia observada en algunas empresas a sustituir personal con años de servicio por trabajadores sin experiencia y con una formación inadecuada no es recomendable, ya que el aumento de la complejidad de las situaciones exige una forma de pensamiento basada en las normas y los conocimientos y en un nivel de experiencia que el personal con menores costes de mano de obra no suele poseer. Un efecto secundario negativo de instruir adecuadamente y seleccionar en exclusiva a las personas de mayor cualificación es que el comportamiento puede automatizarse y es posible que se produzcan descuidos. La selección resulta cara, mientras que el efecto no pasa de ser intermedio.

Cambiar el ambiente de trabajo

Los distintos comportamientos se deben en gran medida a una reacción a los factores existentes en el ambiente de trabajo: horarios, planes, y expectativas y demandas de la dirección. Antes de que el ambiente de trabajo pueda modificarse en la práctica, deben resolverse varios problemas. En primer lugar, deben determinarse los factores ambientales que provocan el comportamiento no deseado. En segundo lugar, estos factores deben ser controlados. Por último, la dirección debe permitir el debate acerca del papel que desempeñan en la creación de un entorno de trabajo perjudicial.

Resulta más práctico influir en el comportamiento mediante la consolidación del entorno de trabajo apropiado. Los problemas cuya resolución debe acometerse antes de la aplicación de esta medida son: *a)* conocer los factores ambientales que causan el comportamiento no deseado, *b)* controlar estos factores, y *c)* considerar las decisiones previas de la dirección (Wagenaar 1992; Groeneweg 1996). De hecho, todas estas condiciones pueden satisfacerse, como se argumentará a continuación en el presente artículo. La eficacia de la modificación del comportamiento puede ser elevada, aunque es posible que la transformación del entorno sea costosa.

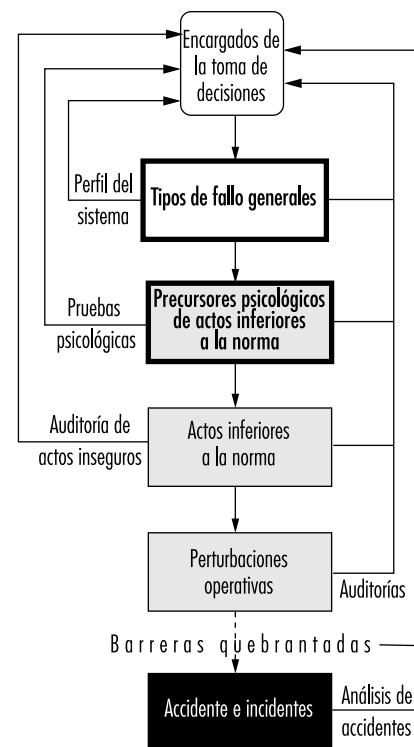
El modelo de causalidad de accidentes

Para comprender mejor los aspectos susceptibles de control en el proceso de causalidad de accidentes, es necesario conocer los posibles flujos de datos existentes en un sistema de información sobre seguridad. En la Figura 57.3, se presenta la estructura completa de un sistema de este tipo, que puede servir como base para el control de los errores humanos por parte de la dirección. Se trata de una versión adaptada del sistema propuesto por Reason y cols. (1989).

Investigación de accidentes

Al investigar accidentes se elaboran informes sustanciales, y los encargados de la toma de decisiones reciben información acerca del componente de error humano del accidente. Por fortuna, esta práctica está cayendo en desuso en numerosas empresas. Es más eficaz analizar las "perturbaciones operativas" que preceden a los accidentes y los incidentes. Por ejemplo, si un accidente se define como una perturbación operativa seguida por las consecuencias, entonces el salirse de la carretera es una perturbación, y la

Figura 57.3 • Un sistema de información sobre seguridad.



Fuente: Adaptado de Reason y cols. 1989.

muerte del conductor por no llevar el cinturón de seguridad es un accidente. Pueden haberse colocado barreras entre la perturbación operativa y el accidente, pero han fallado, se han infringido o evitado.

Auditoría de actos inseguros

En este artículo, un acto erróneo cometido por un trabajador se denomina "acto deficiente" y no de "acto inseguro": la noción de "inseguro" parece limitar su aplicabilidad al campo de la seguridad, cuando también puede referirse, por ejemplo, a problemas ambientales. Los actos deficientes se registran a veces, pero la información detallada sobre qué descuidos, equivocaciones y violaciones se cometieron y por qué razón no suele llegar a los niveles de dirección superiores.

Investigación del estado mental del trabajador

Antes de cometer un acto deficiente, la persona implicada se encuentra en un estado mental determinado. Si los precursores psicológicos, como la sensación de prisa o el sentimiento de tristeza, pudiesen controlarse adecuadamente, las personas no alcanzarían un estado mental propenso al acto deficiente. Puesto que tales estados no pueden controlarse eficazmente, dichos precursores se consideran material semejante al que figura en una "caja negra" (Figura 57.3).

Tipos de fallo general

En el recuadro de TFG (tipos de fallo general) de la Figura 57.4 se presentan los mecanismos generadores de un accidente; es decir, las causas de las situaciones y los actos deficientes. Puesto que éstos actos deficientes no pueden controlarse directamente, es necesario modificar el ambiente de trabajo, que queda determinado por 11 de los mecanismos mencionados (Tabla 57.4).

Al recuadro de TFG le precede el de los "encargados de la toma de decisiones", ya que estas personas determinan en gran medida la bondad de la gestión de los TFG. La dirección se encarga de controlar el entorno de trabajo mediante la gestión de los 11 TFG, supervisando así indirectamente los posibles errores humanos.

Todos estos tipos pueden contribuir a la existencia de accidentes de forma sutil, al permitir combinaciones indeseables de situaciones y acciones, incrementar la probabilidad de que ciertas personas realicen actos deficientes y dejar de ofrecer los medios de interrupción de las secuencias de accidentes iniciadas.

Hay dos TFG que requieren una explicación adicional: gestión del mantenimiento y defensas.

Gestión del mantenimiento (GM)

Puesto que la gestión del mantenimiento es una combinación de factores que pueden encontrarse en otros TFG, la GM no es, en sentido estricto, un tipo independiente; por el contrario, no difiere fundamentalmente de otras funciones de gestión. Puede tratarse como una actividad específica porque el mantenimiento desempeña un papel importante en numerosas situaciones de accidente y porque la mayoría de las organizaciones disponen de una función de mantenimiento autónoma.

Defensas (DF)

La categoría de defensas tampoco constituye un verdadero TFG, ya que no está relacionada con el proceso de causalidad de accidentes propiamente dicho. Este TFG tiene que ver con lo que sucede *después* de una perturbación operativa. No genera estados mentales psicológicos ni actos deficientes en sí mismo. Es una reacción al fallo debido a la acción contemplada en uno o varios TFG. Aunque es cierto que un sistema de gestión de la seguridad debe ocuparse de los elementos controlables de la cadena de causalidad de accidentes *antes* y no *después* del incidente no

Tabla 57.4 • Tipos de fallo general y sus definiciones.

Fallos generales	Definiciones
1. Diseño	Fallos debidos al diseño deficiente de toda la instalación, así como de elementos específicos de los equipos
2. Equipos	Fallos debidos al estado deficiente o a la ausencia de equipos y herramientas
3. Procedimientos	Fallos debidos a la escasa calidad de los procedimientos operativos con respecto a la utilidad, la disponibilidad y la exhaustividad
4. Condiciones favorables al error	Fallos debidos a la calidad deficiente del entorno de trabajo, respecto a las circunstancias que aumentan la probabilidad de equivocación
5. Actividades de conservación	Fallos debidos a la deficiencia de las actividades de conservación
6. Formación	Fallos debidos a una formación inadecuada o a una experiencia insuficiente
7. Objetivos incompatibles	Fallos debidos a la escasa prioridad concedida a la seguridad y el bienestar interno respecto a otros objetivos
8. Comunicación	Fallos debidos a una calidad deficiente o a la ausencia de vías de comunicación entre las diversas divisiones, los departamentos y los trabajadores
9. Organización	Fallos debidos al modo en que se gestiona el proyecto y se administra la compañía
10. Gestión del mantenimiento	Fallos debidos a la escasa calidad de los procedimientos de mantenimiento en lo que se refiere a la calidad, la utilidad, la disponibilidad y la exhaustividad
11. Defensas	Fallos debidos a la calidad deficiente de la protección frente a las situaciones peligrosas

deseado, la idea de defensas puede utilizarse para describir la eficacia percibida de las barreras de seguridad después de una perturbación y para mostrar el modo en que fallaron en la prevención del accidente real.

Los directivos necesitan disponer de una estructura que les permita relacionar los problemas detectados con las acciones preventivas. Las medidas adoptadas respecto a las barreras de seguridad y los actos deficientes siguen siendo necesarias, aunque nunca pueden ser plenamente eficaces. Confiar en las barreras "de última línea" es confiar en factores que, en gran medida, son ajenos al control de la dirección, que no debe intentar abordar tales dispositivos externos incontrolables, sino tratar de hacer sus organizaciones intrínsecamente seguras a todas las escalas.

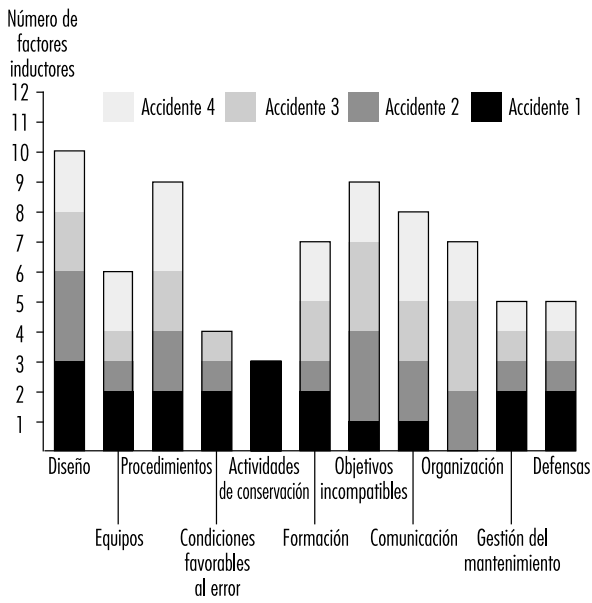
Medición del nivel de control sobre el error humano

Comprobar la presencia de los TFG en una organización permitirá a los investigadores de los accidentes identificar los puntos fuertes y débiles de la organización. Con esta información, se puede proceder al análisis de los accidentes, eliminar o reducir sus causas, e identificar los defectos estructurales en una empresa y fijarlos antes de que contribuyan de hecho a un accidente.

Investigación de accidentes

La tarea de un analista de accidentes consiste en identificar los factores que contribuyen a su existencia y clasificarlos. El número

Figura 57.4 • Perfil de un tipo de accidente.



de veces que un factor contribuye es identificado y catalogado en términos de un TFG e indica en qué medida está presente. A menudo, esta actividad se basa en la utilización de una lista de comprobación o de un programa informático de análisis.

Es posible y conveniente combinar los perfiles de diferentes, aunque similares, tipos de accidentes. Las conclusiones basadas en la acumulación de investigaciones de accidentes en un período de tiempo relativamente corto son mucho más fiables que las extraídas de los estudios en los que las características del accidente se obtienen de un único suceso. En la Figura 57.4 se presenta un ejemplo de este perfil combinado y se ofrecen los datos relativos a cuatro manifestaciones de un único tipo de accidente.

Algunos de los TFG (diseño, procedimientos y objetivos incompatibles) registran cifras elevadas en los cuatro accidentes concretos. Lo cual significa que en cada accidente se han detectado factores relacionados con estos TFG. En lo que respecta al perfil del accidente 1, el diseño es un problema. La actividad de conservación, aunque representa una dificultad esencial en el accidente 1, reviste menor importancia si se analizan otros accidentes aparte del número 1. Es aconsejable investigar y combinar unos diez tipos similares de accidentes en un perfil antes de adoptar medidas correctivas de gran envergadura y, posiblemente, costosas. De este modo, la identificación de los factores contribuyentes y su posterior clasificación puede realizarse de un modo muy fiable (Van der Schrier, Groeneweg y Van Amerongen 1994).

Determinación proactiva de los TFG en una organización

Es posible cuantificar proactivamente la presencia de los distintos TFG, con independencia de que existan accidentes o incidentes. Para ello, es necesario buscar indicadores de la presencia de estos TFG. Los indicados para este fin consisten en una respuesta afirmativa o negativa a una pregunta sencilla. La contestación del modo no deseado es una indicación que algo no funciona apropiadamente. Un ejemplo de pregunta indicativa es: "En los últimos tres meses, ¿ha asistido a una reunión que resultó cancelada? Una respuesta afirmativa del trabajador no significa necesariamente que exista peligro, pero pone de manifiesto una deficiencia en uno de los TFG: la comunicación. Ahora bien, si

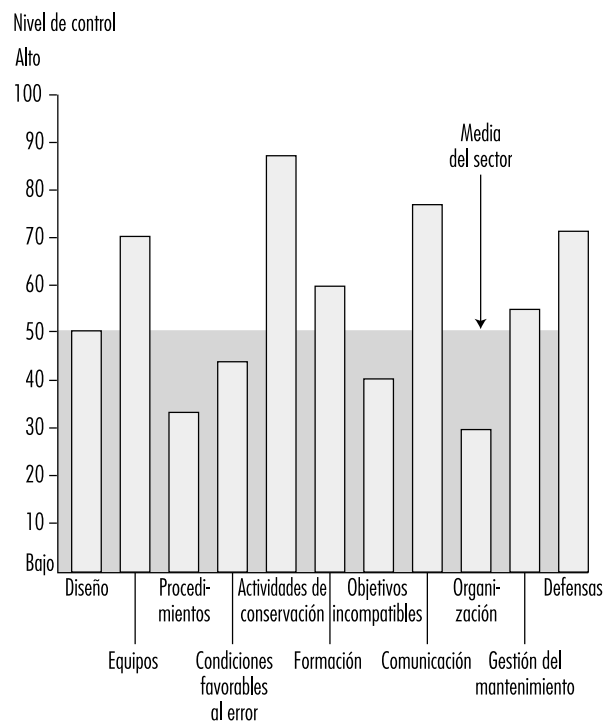
un número suficiente de preguntas de comprobación de un determinado TFG obtienen respuesta que indican una tendencia incorrecta, la dirección debe asumir que carece del control necesario sobre este TFG.

Para elaborar un perfil de seguridad del sistema (PSS), deben contestarse 20 preguntas para cada uno de los 11 TFG. A cada TFG se le asigna una puntuación que oscila entre 0 (nivel de control bajo) y 100 (nivel de control alto). La puntuación se calcula respecto a la media del sector en una determinada área geográfica. Un ejemplo de este procedimiento de clasificación se presenta en el recuadro.

Los indicadores se extraen pseudoaleatoriamente de una base de datos con algunos cientos de preguntas. Las listas de comprobación consecutivas no incluyen preguntas en común y éstas se disponen de forma que se cubran todos los aspectos de los TFG. Por ejemplo, un fallo de los equipos físicos puede ser el resultado de su ausencia o de su deficiencia. Ambos aspectos deben considerarse en la lista de comprobación. Las distribuciones de respuesta de todas las preguntas son conocidas y las listas se equilibran para igualar la dificultad.

Es posible comparar resultados obtenidos con listas de comprobación diferentes, así como con las obtenidas por otras organizaciones o departamentos, o las mismas unidades tras un cierto período de tiempo. Se han realizado pruebas de validación de gran amplitud para asegurar que todas las preguntas de la base de datos son válidas e indicativas del TFG a ser medido. Las puntuaciones altas indican un mayor nivel de control; es decir, un mayor número de preguntas se ha respondido "como era deseable". Un resultado de 70 indica que la organización en cuestión forma parte del 30 % de las mejores organizaciones similares del sector. Aunque una puntuación de 100 no significa que la organización controle plenamente un TFG, sí indica que, en lo que se refiere a ese tipo de fallo, es la mejor del sector.

Figura 57.5 • Ejemplo del perfil de seguridad de un sistema.



Indicación del nivel de control de su organización respecto al TFG "comunicación"

En este recuadro se presenta una relación de 20 preguntas. Han sido respondidas por trabajadores de más de 250 organizaciones de Europa occidental. Estas entidades operan en distintos ámbitos, que van desde el sector químico a las refinerías, pasando por la construcción. Normalmente, las preguntas se adaptan específicamente a cada rama de actividad. La relación ofrecida sirve únicamente como ejemplo para ilustrar el modo en que funciona esta herramienta en el caso de uno de los TFG. Se han seleccionado aquellas preguntas que han demostrado tener un carácter tan "general", que son aplicables en al menos un 80 % de los sectores.

En "la vida real", los trabajadores no sólo tendrían que responder estas preguntas (anónimamente), sino también justificar sus contestaciones. No basta con decir que "sí", por ejemplo, al indicador "¿Ha tenido que trabajar durante las 4 últimas semanas con un procedimiento obsoleto?" El trabajador tendría que indicar qué procedimiento era y en qué condiciones debió aplicarse. Esta justificación cumple un doble objetivo: aumenta la fiabilidad de las respuestas y ofrece a la dirección datos en los que basar su actuación.

Asimismo, hay que tomar precauciones al interpretar el resultado en percentiles; en una medición real, la organización se habría comparado con una muestra representativa de las entidades del sector para cada uno de los 11 TFG. La distribución de percentiles data de mayo de 1995, y esta distribución cambia ligeramente con el tiempo.

¿Cómo medir el "nivel de control"?

Debe responder a los 20 indicadores teniendo en cuenta la situación propia y siendo consciente de las limitaciones temporales de las preguntas. Algunas de las cuestiones pueden no ser aplicables en su caso particular; en ese caso, anote "n.a.". Algunas de las preguntas le resultarán imposibles de contestar; anote entonces un signo de interrogación.

Una vez contestadas todas las preguntas, compare sus respuestas con las de referencia. Se obtiene un punto por cada cuestión respondida "correctamente".

Suma el número de puntos logrados. Calcule el porcentaje de las preguntas respondidas correctamente dividiendo los puntos obtenidos entre el número de preguntas que haya respondido mediante un "sí" o un "no". Las respuestas "n.a." y "?" no se tienen en cuenta. El resultado es un porcentaje que oscila entre 0 y 100.

La medición puede realizarse con mayor fiabilidad aumentando el número de personas que contesta las preguntas y obteniendo la media de sus resultados respecto a los niveles o las funciones en la organización o en departamentos comparables.

Veinte preguntas sobre el TFG "comunicación"

Respuestas posibles a las preguntas: S = Sí; N = No; n.a. = no aplicable; ? = no sabe.

1. En las últimas cuatro semanas, ¿ha obtenido en la guía de teléfonos informaciones incorrectas o insuficientes?
2. En las últimas 2 semanas, ¿se ha visto interrumpida su conversación debido al mal funcionamiento del sistema telefónico?
3. ¿Ha recibido correo la semana pasada que no era de su incumbencia?
4. ¿Se ha realizado una auditoría interna o externa en los últimos 9 meses sobre el seguimiento de su documentación administrativa?
5. ¿Más del 20 % de la información que ha recibido en las últimas 4 semanas ha sido calificada como "urgente"?

6. ¿Ha tenido que trabajar en las últimas 4 semanas con un procedimiento que resultaba difícil de leer (p. ej., por problemas de redacción o lingüísticos)?
7. ¿Ha asistido a una reunión en las últimas 4 semanas que acabase no celebrándose?
8. ¿Ha tenido cinco o más reuniones algún día de las últimas 4 semanas?
9. ¿Existe un "buzón de sugerencias" en su organización?
10. En los últimos 3 meses, ¿se le ha invitado a debatir una cuestión sobre la que ya se había tomado una decisión?
11. ¿Ha remitido en las últimas 4 semanas algún tipo de información que nunca llegó a su destino?
12. En los últimos 6 meses, ¿ha recibido información acerca de cambios en las políticas o los procedimientos más de un mes después del comienzo de su aplicación?
13. ¿Se han enviado a su personal directivo las actas de las tres últimas reuniones de seguridad?
14. ¿Permaneció el personal directivo "administrativo" un mínimo de 4 horas en las instalaciones con ocasión de la última visita realizada sobre el terreno?
15. ¿Ha tenido que trabajar en las últimas 4 semanas con procedimientos basados en datos incompatibles?
16. Ha recibido en los últimos 3 días retroinformación relativa a las solicitudes de datos efectuadas en las 4 últimas semanas?
17. El personal de su organización, ¿habla idiomas o dialectos (distintos de su lengua materna)?
18. ¿Tuvo más del 80 % de la retroinformación que usted recibió (o remitió) de la dirección en los últimos 6 meses un "carácter negativo"?
19. ¿Hay partes de la instalación/lugar de trabajo donde resulta difícil entenderse debido a la existencia de niveles de ruido extremos?
20. En las últimas 4 semanas, ¿se han entregado herramientas y/o equipos que no habían sido solicitados?

Respuestas de referencia:

1 = N; 2 = N; 3 = N; 4 = S; 5 = N; 6 = N; 7 = N; 8 = N; 9 = N; 10 = N; 11 = N; 12 = N; 13 = S; 14 = N; 15 = N; 16 = S; 17 = N; 18 = N; 19 = S; 20 = N.

Puntuación del TFG "comunicación"

Puntuación porcentual = $(a/b) \times 100$

Donde a = nº. de preguntas contestada correctamente y b = nº. de preguntas contestadas "S" o "N".

Puntuación (en %)	Percentil	%	Igual o mejor
0-10	0-1	100	99
11-20	2-6	98	94
21-30	7-14	93	86
31-40	15-22	85	78
41-50	23-50	79	50
51-60	51-69	49	31
61-70	70-85	30	15
71-80	86-97	14	3
81-90	98-99	2	1
91-100	99-100		

En la Figura 57.5 se ofrece un ejemplo de PSS. Las áreas débiles de la organización 1, indicadas por las columnas del cuadro, son los procedimientos, los objetivos incompatibles, y las condiciones favorables al error, ya que su puntuación no alcanza el nivel medio del sector, señalado mediante el sombreado en gris. Los resultados en materia de conservación, equipos y defensas son muy buenos en la organización 1. Aparentemente, esta organización bien equipada y ordenada, con todos los dispositivos de seguridad coloreados adecuadamente, parece un lugar de trabajo seguro. La organización 2 iguala exactamente la puntuación media del sector. No presenta grandes deficiencias y, aunque los resultados en equipos, conservación y defensas son menores, la empresa gestiona (como media) el componente de error humano mejor que la organización 1. De acuerdo con el modelo de causalidad de accidentes, la organización 2 es más segura que la 1, aunque esta conclusión no sería necesariamente evidente al realizar comparaciones basadas en auditorías "tradicionales".

Si estas organizaciones tuvieran que decidir dónde asignar sus recursos limitados, las cuatro áreas situadas por debajo de la media del sector serían prioritarias. Con todo, no debe concluirse que, puesto que los demás resultados de los TFG son tan favorables, es posible distraer recursos de estas áreas manteniendo la seguridad, ya que, probablemente, es esta dotación la que les ha mantenido a ese nivel elevado.

Conclusiones

Este artículo ha abordado la cuestión del error humano y la prevención de accidentes. El análisis de la bibliografía sobre control del componente de error humano en los accidentes deparó un conjunto de seis vías mediante las que puede tratarse de influir en el comportamiento. Sólo una, la reestructuración del ambiente o la modificación del comportamiento con el fin de reducir el número de situaciones en las que las personas es factible que comentan un error, tiene un efecto razonablemente favorable en una organización industrial consolidada en la que se hayan realizado con anterioridad otros muchos intentos. La dirección debe afrontar con firmeza la existencia de estas situaciones adversas y movilizar los recursos que sean necesarios para proceder al cambio de la empresa. Las otras cinco opciones no representan alternativas útiles, ya que su repercusión es escasa o nula y su coste, elevado.

"Controlar lo controlable" es el principio esencial que subyace al planteamiento presentado en este artículo. Los TFG deben ser detectados, abordados y eliminados. Se ha comprobado que los 11 tipos de fallos generales son mecanismos integrantes del proceso de causalidad de los accidentes. Con la determinación de diez de ellos se pretende prevenir las perturbaciones operativas, y con el restante (defensas), evitar que estas perturbaciones se conviertan en accidentes. La erradicación de los efectos de los TFG influye directamente en la atenuación de las causas inductoras de los accidentes. El objetivo de las preguntas incluidas en las listas de comprobación es medir el "estado de salud" de un determinado TFG, desde el punto de vista general y del de la seguridad. Esta se concibe como un elemento integrado de las operaciones habituales: realizar cada tarea de la forma debida. Es una visión coherente con los más recientes planteamientos de la gestión "orientados a la calidad". La disponibilidad de políticas, procedimientos y herramientas no es la principal preocupación de la gestión de la seguridad: la cuestión es si estos métodos se utilizan, se comprenden y se cumplen en la práctica.

El planteamiento descrito en el presente artículo se ocupa de los factores del sistema y del modo en que las decisiones de gestión pueden traducirse en condiciones inseguras en el lugar de trabajo, en contraste con la creencia extendida según la cual,

debe prestarse atención a los trabajadores que realizan actos inseguros, así como a sus actitudes, sus motivaciones y sus percepciones del riesgo.

RIESGOS DE LOS EQUIPOS

Carsten D. Groenberg

Este artículo aborda los riesgos de las "máquinas", que son específicos de los accesorios y los equipos utilizados en los procesos industriales asociados a conductos a presión, equipos de procedimiento, máquinas guiadas por motor y otras operaciones de riesgo intrínsecamente peligrosas. Por el contrario, no se tratan los riesgos del trabajador, vinculados a las acciones y el comportamiento de las personas, como el deslizamiento sobre superficies de trabajo, caídas de altura y los riesgos de utilización de herramientas ordinarias. Este artículo se centra en los peligros de las máquinas, característicos de un ambiente de trabajo industrial. Puesto que estos riesgos son una amenaza para las personas en contacto con las fuentes de peligro, y pueden serlo incluso para la población circundante y el medio ambiente externo, los métodos de análisis y los medios de prevención y control son semejantes a los métodos usados para eliminar los riesgos para el medio ambiente que generan las actividades industriales.

Riesgos asociados a las máquinas

Los equipos de buena calidad son muy fiables y la mayoría de los fallos se deben a efectos secundarios, como incendios, corrosión, desgaste y uso, etc. Claro está que, en ciertos accidentes, los equipos pueden ser objeto de una atención especial porque la deficiencia de uno de sus componentes constituye, a menudo, el vínculo más llamativo y visible de la cadena de acontecimientos. Aunque el término *equipos* se utiliza en un sentido amplio, los ejemplos ilustrativos de sus fallos y de su "entorno" inmediato en la causalidad de accidentes se han obtenido de los lugares de trabajo industriales. Entre los candidatos típicos para la investigación de los riesgos de las "máquinas" figuran los siguientes:

- conductos de presión y tuberías;
- motores, turbinas y otras máquinas de rotación;
- reactores químicos y nucleares;
- andamios, puentes, etcétera;
- láseres y otros radiadores de energía;
- maquinaria de corte y taladro, etcétera,
- equipo de soldadura.

Efectos de la energía

Los riesgos de los equipos pueden incluir una utilización incorrecta, errores en su construcción o sobrecarga frecuente y, por tanto, su análisis y disminución o prevención puede seguir diferentes direcciones. Con todo, las formas de energía física y química que eluden el control humano subyacen con frecuencia a este tipo de riesgos. Por tanto, un método general para determinar los riesgos de los equipos consiste en detectar las energías controladas normalmente en cada elemento del equipo o maquinaria, por ejemplo, en un aparato a presión que contiene amoníaco o cloro. Otros métodos utilizan el fin o la función prevista de los equipos reales como punto de partida y, posteriormente, se intenta establecer los efectos probables de las deficiencias de funcionamiento y de los fallos. Por ejemplo, un puente que no cumpla su función esencial expone a los sujetos situados sobre él un riesgo de caídas de altura; otros efectos secundarios consistirán en la caída de objetos, ya sean componentes

estructurales del puente u objetos situados sobre él. Más adelante en la cadena de consecuencias, pueden observarse efectos derivados relacionados con funciones en otras partes del sistema que dependían de que el puente desempeñara su papel adecuadamente, como en el caso de la interrupción del tráfico de vehículos de urgencias que atendían otro incidente.

Además de los conceptos de “energía controlada” y “función prevista”, la cuestión de las sustancias peligrosas puede abordarse mediante el planteamiento de preguntas como “¿Cómo pudo salir el agente X de los depósitos, los tanques o los sistemas de tuberías y cómo se produjo el agente Y?” (puede que uno de los dos o ambos sean peligrosos). El agente X puede ser un gas a presión o un disolvente, y el agente Y, una dioxina extremadamente tóxica cuya formación es propiciada por las temperaturas “adecuadas” en algunos procesos químicos o que podría producirse por oxidación rápida, como resultado de un incendio. En cualquier caso, los riesgos posibles son mucho más importantes que los generados por las sustancias peligrosas. Pueden existir condiciones o influencias que propicien que la presencia de un elemento específico de los equipos produzca consecuencias perjudiciales para las personas.

Ambiente de trabajo industrial

Entre los riesgos asociados a las máquinas también se encuentran los factores de carga o estrés que pueden resultar peligrosos a largo plazo, como los siguientes:

- temperaturas de trabajo extremas;
- altas intensidades de iluminación, ruido u otros estímulos;
- calidad del aire deficiente,
- demandas o cargas de trabajo excesivas.

Es posible detectar estos riesgos, y tomar precauciones porque las condiciones peligrosas ya están presentes. No dependen de que se produzca un cambio estructural de los equipos con resultados perjudiciales, ni de que un suceso concreto provoque daños o lesiones. Asimismo, los riesgos a largo plazo proceden de fuentes específicas en el entorno de trabajo, pero deben identificarse y evaluarse mediante la observación de los trabajadores y las tareas que desempeñan y no a través del mero análisis de la construcción y las funciones de los equipos.

Los equipos peligrosos o máquinas peligrosas suelen ser excepcionales y rara vez se encuentran en un entorno de trabajo adecuado, pero no pueden evitarse por completo. Hay varias formas de energía incontrolada, como la que generan los agentes de riesgo siguientes, que pueden ser consecuencia inmediata de un mal funcionamiento de los equipos:

- emisiones dañinas de gases, líquidos, polvo u otras sustancias peligrosas;
- incendios y explosiones;
- alta tensión;
- caída de objetos, misiles, etcétera;
- campos eléctricos y magnéticos;
- cortes, bloqueos, etcétera;
- desplazamiento de oxígeno;
- radiación nuclear, rayos X y luz láser;
- inundación y sumersión,
- chorros de líquido caliente o vapor.

Agentes de riesgo

Objetos en movimiento. Los objetos en caída o vuelo, los flujos de líquido, los chorros de líquido o vapor son a menudo las primeras consecuencias externas de fallos de equipos, y a ellos se debe una gran proporción de accidentes.

Sustancias químicas. Los riesgos químicos también contribuyen a accidentes de trabajo y repercuten en el medio ambiente y la población en general. Los accidentes de Seveso y Bhopal implicaron emisiones de sustancias químicas que afectaron a muchas personas, y numerosos incendios y explosiones industriales liberan productos químicos y humos a la atmósfera. En los accidentes de tráfico en los que intervienen camiones de distribución de gasolina u otros vehículos de transporte de mercancías peligrosas, coinciden dos agentes de riesgo: los objetos en movimiento y las sustancias químicas.

Energía electromagnética. Los campos eléctricos y magnéticos, los rayos X y los rayos gamma son manifestaciones del electromagnetismo, pero suelen abordarse por separado, ya que se dan en circunstancias bastante diferentes. Sin embargo, los peligros del electromagnetismo tienen el mismo tratamiento general: los campos y la radiación penetran en el cuerpo humano en lugar de limitarse a entrar en contacto con el área de aplicación, y no pueden percibirse directamente, aunque a intensidades muy elevadas provocan calentamiento de la zona del cuerpo afectada. Los campos magnéticos son creados por el flujo de la corriente eléctrica y se encuentran campos magnéticos intensos en las proximidades de grandes motores eléctricos, equipos de soldadura por arco eléctrico, aparatos de electrolisis, trabajos del metal y otros. Los campos eléctricos acompañan a la tensión eléctrica; incluso los voltajes de la red eléctrica ordinaria (200 a 300 voltios) causan la acumulación de suciedad al cabo de varios años, lo que constituye el signo visible de la existencia del campo y un efecto también conocido en el caso de las líneas eléctricas de alta tensión, los tubos de rayos catódicos de televisión, los monitores de ordenador, etc.

Los campos electromagnéticos suelen encontrarse cerca de sus fuentes, pero la *radiación* electromagnética recorre largas distancias, como lo demuestran las ondas de radar y de radio. La radiación electromagnética es dispersada, reflejada y se amortiguada a su paso a través del espacio y en su encuentro con objetos, superficies y diversas sustancias y atmósferas; por tanto, su intensidad se reduce de varias formas.

En general, las fuentes de riesgo electromagnéticas (EM) se caracterizan por:

- Es necesario utilizar instrumentos para detectar la presencia de campos EM o radiación EM.
- No dejan rastros primarios en forma de “contaminación”.
- Los efectos peligrosos suelen demorarse o se manifiestan a largo plazo, aunque en los casos graves se producen quemaduras de inmediato.
- Los rayos X y gamma con amortiguados, pero no parados, por el plomo y otros elementos pesados.
- Los campos magnéticos y los rayos X son parados inmediatamente cuando se elimina la energía de la fuente o se apaga el equipo.
- Los campos eléctricos pueden mantenerse durante períodos prolongados después de desconectar los sistemas generadores.
- Los rayos gamma se producen como consecuencia de procesos nucleares, y estas fuentes de radiación no pueden apagarse como muchas de las fuentes EM.

Radiación nuclear. Los riesgos asociados a la radiación nuclear revisten especial importancia para los trabajadores de centrales nucleares y de instalaciones donde se trabajen con materiales nucleares, como fabricación de combustible y reelaboración, transporte y almacenamiento de material radiactivo. Las fuentes de radiación nuclear también se utilizan en medicina y en algunas industrias a efectos de medición y control. Un uso muy común es en alarmas contra incendios y en detectores de humo, en los que se emplea un emisor de partículas alfa como el americio para controlar la composición del aire.

Los riesgos nucleares se concentran fundamentalmente en cinco factores:

- rayos gamma;
- neutrones;
- partículas beta (electrones);
- partículas alfa (núcleos de helio),
- contaminación.

Los riesgos se deben a los procesos *radiactivos* en la fisión nuclear y el deterioro de los materiales radiactivos. La emisión de este tipo de radiación deriva de los procesos de los reactores nucleares, del combustible utilizado en ellos, del material moderador, de los productos gaseosos de la fisión que pueden desarrollarse y de ciertos materiales de construcción que quedan activados por la exposición a emisiones radiactivas procedentes del funcionamiento del reactor.

Otros agentes de riesgo. A continuación se refieren otras clases de agentes de riesgo que liberan o emiten energía:

- radiación ultravioleta y luz láser;
- infrasonido;
- sonido de alta intensidad,
- vibración.

Multiplicación de los riesgos de los equipos

La transformación repentina y gradual de una situación controlada (o "segura") a otra en la que aumenta el peligro puede producirse a causa de las circunstancias siguientes, que pueden ser controladas mediante la utilización de los medios de organización apropiados, como la experiencia del usuario, la educación, las cualificaciones, la vigilancia y la comprobación del equipo:

- desgaste y sobrecarga;
- impacto externo (incendio o colisión);
- envejecimiento y fallo;
- suministro erróneo (energía, materias primas);
- mantenimiento y reparación insuficientes;
- error de control o de proceso;
- utilización o aplicación incorrectas;
- avería de los equipos,
- funcionamiento inadecuado de las barreras.

Puesto que una correcta operación no puede compensar de manera fiable la inadecuación del diseño y de la instalación, es importante considerar el conjunto del proceso, desde la selección y la concepción, hasta la instalación, el uso, el mantenimiento y la comprobación, con el fin de evaluar el estado y las condiciones reales de cada elemento del equipo.

Caso de riesgo: el tanque de gas presurizado

El gas puede conservarse en depósitos adecuados para el almacenamiento o transporte, como las botellas de gas y oxígeno utilizadas por los soldadores. A menudo, el gas se manipula a alta presión, lo que permite un gran aumento en la capacidad de almacenamiento, pero con un mayor riesgo de accidente. El fenómeno inductor de accidentes fundamental en el almacenamiento de gas a presión es la creación repentina de un orificio en el tanque, con los siguientes resultados:

- la función de confinamiento del tanque se interrumpe,
- el gas confinado pasa de inmediato a la atmósfera que le rodea.

Que se produzca un accidente de este tipo depende de los factores siguientes:

- tipo y cantidad de gas en el tanque;
- situación del orificio en relación con el contenido del tanque;
- tamaño inicial y ritmo de crecimiento posterior del orificio;
- temperatura y presión del gas y del equipo,

- condiciones del ambiente de trabajo inmediato (fuentes de ignición, presencia de personas, etc.).

El contenido del tanque puede quedar liberado casi de inmediato o tras un cierto período de tiempo, y dar lugar a diversas situaciones, desde la explosión del gas liberado por el tanque deteriorado, hasta una emisión moderada y más bien lenta a través de pequeñas perforaciones.

Comportamiento de diversos gases en caso de fuga

Al desarrollar modelos de cálculo de emisiones, es esencial determinar las condiciones siguientes, que afectan al posible comportamiento del sistema:

- estado del gas próximo al orificio (¿gaseoso, líquido?);
- temperatura y condiciones del aire;
- posible entrada de otras sustancias en el sistema o presencia de éstas en las proximidades del mismo,
- barreras y otros obstáculos.

Es difícil realizar el cálculo exacto relativo al proceso de emisión en el que un gas licuado escapa a través de un orificio en forma de chorro y posteriormente se evapora (o bien se presenta inicialmente pulverizado). Asimismo, la especificación de la dispersión posterior de las nubes resultantes constituye un problema complejo. Deben tenerse en cuenta los movimientos y la dispersión de las emisiones de los gases liberados, si el gas forma nubes visibles o invisibles y si se eleva o se mantiene al nivel del suelo.

Aunque el hidrógeno es un gas ligero comparado con la atmósfera, el gas amoníaco (NH_3 , con un peso molecular de 17,0) se eleva en una atmósfera ordinaria de oxígeno y nitrógeno con idénticas temperatura y presión. El cloro (Cl_2 , con un peso molecular de 70,9) y el butano (C_4H_{10} , con un peso molecular de 58) son ejemplos de sustancias químicas cuyos gases son más densos que el aire, incluso a temperatura ambiente. El acetileno (C_2H_2 , peso molecular: 26,0) tiene una densidad de unos 0,90 g/l, próxima a la del aire (1,0 g/l), lo que significa que, en un entorno de trabajo, el gas de soldadura emitido no tendrá una tendencia pronunciada a elevarse o descender, por lo que podrá combinarse fácilmente con la atmósfera.

Ahora bien, el amoníaco emitido por un depósito a presión en forma de líquido se enfriará inicialmente como consecuencia de su evaporación y, después, podrá escapar a través de diversas vías:

- El amoníaco líquido, presurizado, emana del orificio del tanque en forma de chorro o de nube.
- El amoníaco líquido puede depositarse sobre las superficies adyacentes.
- El amoníaco se evapora, enfriándose y refrigerando el entorno más próximo.
- El gas amoníaco intercambia calor gradualmente con el entorno y se equilibra con la temperatura ambiente.

Puede suceder que incluso una nube de gas ligero no ascienda de inmediato a raíz de una emisión de gas líquido; es posible que primero se forme una niebla (una nube de pequeñas gotas) que permanezca próxima al suelo. El movimiento de la nube de gas y su gradual mezcla o dilución con la atmósfera que la rodea depende de los parámetros meteorológicos y del entorno (área cerrada o abierta, viviendas, tráfico, presencia de personas, trabajadores, etc.).

Fallo del tanque

Las consecuencias de la avería de un tanque supone desde incendio y explosión, hasta asfixia, envenenamiento y pérdida del conocimiento, como lo demuestra la experiencia acumulada con

los sistemas de producción y manipulación de gas (propano, metano, nitrógeno, hidrógeno, etc.), con los depósitos de amoníaco o cloro y en las actividades de soldadura con gas (en las que se utiliza acetileno y oxígeno). Lo que inicia realmente la formación de un orificio en un tanque tiene gran influencia en el "comportamiento" de dicho orificio (que, a su vez, influye en el flujo de salida del gas) y es esencial para la eficacia de las medidas de prevención. Los depósitos de presión se diseñan y construyen para soportar ciertas condiciones de uso e impacto ambiental, así como para contener un determinado gas, o quizá un conjunto específico de gases. La capacidad real de un tanque depende de su forma, materiales, soldadura, protección y utilización, así como del clima del lugar en el que se emplea; por tanto, al evaluar su idoneidad como recipiente de gases peligrosos deben considerarse las especificaciones del fabricante, el historial del depósito, sus inspecciones y las pruebas a las que se le haya sometido. Las áreas críticas incluyen las soldaduras utilizadas en la mayoría de los depósitos de este tipo, los puntos en que se conectan al depósito dispositivos como los mecanismos de entrada y de salida, soportes y otros instrumentos; los extremos planos de los tanques cilíndricos, como los utilizados en los ferrocarriles, y otros aspectos de formas geométricas aún menos adecuadas. Las soldaduras se analizan visualmente, mediante rayos X o pruebas destructivas de muestras, ya que éstas ponen de relieve defectos locales, por ejemplo, de solidez, que pueden poner en peligro la solidez global del depósito o incluso desencadenar una avería grave.

La solidez de un tanque se ve afectada por su historial de utilización y, en primer lugar, por los procesos normales de desgaste y las erosiones y ataques de la corrosión típicos de cada sector y aplicación. Otros parámetros históricos de especial interés son:

- exceso de presión ocasional;
- calentamiento o enfriamiento extremos (internos o externos);
- impactos mecánicos;
- vibraciones y tensiones;
- sustancias que han sido almacenadas o han pasado a través del tanque,
- sustancias utilizadas durante su limpieza, mantenimiento y reparación.

El material de construcción (chapa de acero, chapa de aluminio, hormigón para aplicaciones no presurizadas, etc.) puede deteriorarse debido a la influencia de estos elementos de modo que no siempre es posible comprobar sin sobrecargar o destruir el equipo durante la prueba.

Un caso de accidente: Flixborough

La explosión de una gran nube de ciclohexano en Flixborough (Reino Unido) en 1974, que causó la muerte a 28 personas y grandes daños en la planta, es un caso sumamente instructivo. El suceso desencadenante fue la avería de una tubería temporal utilizada como sustitutoria en una unidad de reactor. El accidente fue "causado" por una pieza del equipo averiada, pero una investigación más pormenorizada reveló que el fallo se debió a una sobrecarga y que, de hecho, la instalación temporal era inadecuada para el uso que se le asignó. Después de dos meses de servicio, la tubería quedó expuesta a la acción de fuerzas de flexión debidas a un ligero aumento de la presión del ciclohexano contenido a 10 bar (10⁶ Pa) y a unos 150 °C. Los dos conductos flexibles entre la tubería y los reactores cercanos se rompieron, y se liberaron de 30 a 50 toneladas de ciclohexano que se incendiaron de inmediato, probablemente por la influencia de un horno situado a cierta distancia del punto de fuga. (Véase la Figura 57.6.) Kletz (1988) ofrece una cuidada descripción de este caso.

Análisis de riesgos

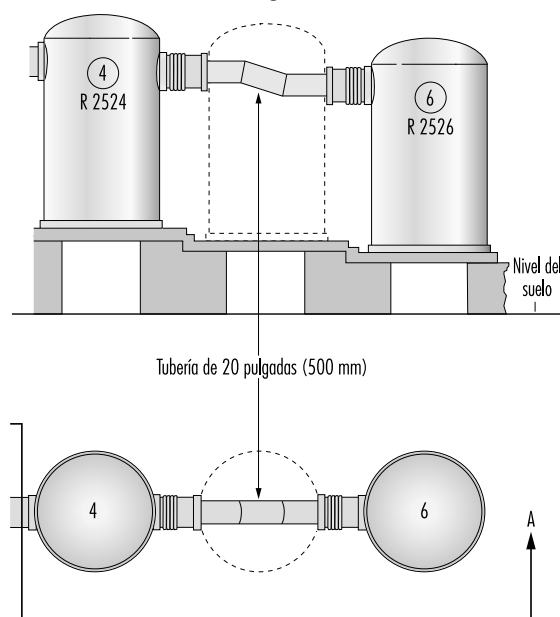
Los métodos elaborados para determinar los riesgos que pueden afectar a cada elemento de un equipo, a un proceso químico o a cierta operación se denominan "análisis de riesgos". En estos estudios se plantean preguntas como: "¿Qué puede ir mal?" "¿Podría ser grave?" y "¿Qué puede hacerse al respecto?" Los diversos métodos de llevar a cabo los análisis suelen combinarse para lograr una cobertura razonable, pero estos sistemas únicamente servirán de orientación o ayuda para que el equipo de analistas tome sus determinaciones. Las principales dificultades afrontadas en los análisis de riesgos son las siguientes:

- disponibilidad de datos relevantes;
- limitaciones de los modelos y los cálculos;
- materiales, montajes y procesos nuevos y desconocidos;
- complejidad de los sistemas;
- limitaciones de la imaginación humana,
- limitaciones de las pruebas prácticas.

Para elaborar evaluaciones de riesgos útiles en estas circunstancias, es importante definir estrictamente el alcance y el nivel de "ambición" adecuado para el análisis en cuestión; por ejemplo, es obvio que no es necesario disponer del mismo tipo de información a efectos de seguridad o de diseño, para la planificación de dispositivos de protección o para la construcción de sistemas de emergencia. En general, la determinación de los riesgos debe basarse en la combinación de técnicas empíricas (p. ej., estadísticas) con el razonamiento deductivo y la imaginación creativa.

Hay varias herramientas de evaluación de riesgos (incluso programas informáticos para el análisis de riesgos) que pueden resultar de gran utilidad. El estudio de riesgos y capacidad operativa (HAZOP) y modo de fallos y análisis de efectos (FMEA) son métodos utilizados habitualmente en la investigación de riesgos, especialmente en la industria química. El punto de partida del método HAZOP es el estudio de posibles situaciones de riesgo basándose en un conjunto de palabras de orientación; para cada situación se deben identificar las posibles

Figura 57.6 • Conexión temporal entre depósitos en Flixborough.



Fuente: Advisory Committee on Major Hazards 1984.

causas y consecuencias. En una segunda fase se intenta encontrar los medios de reducir las probabilidades o atenuar las consecuencias de esas situaciones consideradas inaceptables. Charsley (1995) lleva a cabo un examen de este método. En el método FMEA se plantea una serie de preguntas del tipo: "¿qué pasaría si...?" para detectar todos los componentes de riesgo posibles, determinar con precisión los tipos de modo de fallos que pueden producirse y determinar por último los efectos de estos fallos en el funcionamiento del sistema. En el ejemplo de un sistema de transporte de gas que se cita más adelante en el presente artículo se describe este análisis.

Los árboles de fallos y de sucesos y los modos de análisis lógico característicos de las estructuras de causalidad de accidentes y del razonamiento de probabilidad no son específicos en absoluto del análisis de riesgos de los equipos, ya que se trata de herramientas generales para evaluar los riesgos de los sistemas.

Determinación de los riesgos de los equipos en una planta industrial

Para determinar posibles riesgos, puede recabarse información sobre la construcción y el funcionamiento de:

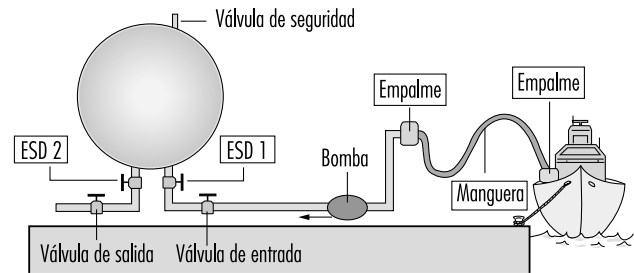
- equipo e instalaciones;
- sustitutos y modelos;
- planos, diagramas eléctricos, diagramas de disposición de las tuberías e instrumentación (T/I), etc.;
- descripción de procesos;
- planes de control;
- fases y los modos de operación,
- órdenes de trabajo, órdenes de modificación, informes de mantenimiento, etc.

Al seleccionar y elaborar esta información, los analistas se hacen una idea del objeto de riesgo en sí, de sus funciones y de su utilización en la práctica. En caso de que los distintos elementos no estén ensamblados (o no se encuentren disponibles para la inspección), no pueden realizarse observaciones significativas y la evaluación debe basarse enteramente en las descripciones, los proyectos y los planos. Algunas evaluaciones pueden parecer pobres, pero, en la práctica, la mayoría de las evaluaciones de riesgos se efectúan de este modo, ya sea con el fin de procurar una aprobación autorizada que permita adoptar una nueva estructura en las aplicaciones o para comparar la seguridad relativa de las soluciones de diseño alternativas. Se consultan los procesos elaborados en la realidad para recopilar la información que no figura en los diagramas formales o no se describe oralmente mediante una entrevista, así como para comprobar que los datos recopilados procedentes de estas fuentes son objetivos y se corresponden con las condiciones reales. Las fuentes de información son las siguientes:

- cultura y práctica real;
- datos sobre estructura/mecanismos de fallos adicionales;
- "desvíos" (véase más adelante);
- causas comunes de error;
- riesgos derivados de fuentes externas/misiles;
- exposiciones o consecuencias específicas,
- incidentes, accidentes y cuasiaccidentes en el pasado.

La mayor parte de esta información adicional, y en especial los "desvíos", sólo puede ser recabada por observadores avezados con una experiencia considerable, y en el caso de algunos datos, resulta casi imposible especificarlos mediante cuadros y diagramas. Por desvíos se entiende las interacciones involuntarias e imprevistas entre sistemas, en las que el funcionamiento de uno afecta a las condiciones o el funcionamiento del otro a través de vías ajenas a las funcionales. Suele darse esta

Figura 57.7 • Conducto de transmisión para el transporte de gas licuado de un buque a un tanque de almacenamiento.



forma de influencia cuando se sitúan juntos componentes con funciones diferentes o, por ejemplo, cuando una fuga hace que una sustancia caiga sobre un equipo situado debajo y provoca una avería. Otra posibilidad es la introducción de sustancias o componentes erróneos en un sistema mediante la utilización de instrumentos o herramientas durante la operación o el mantenimiento: las estructuras y las funciones previstas se modifican a través de los "desvíos". Con averías comunes se alude a ciertas situaciones (como una inundación, una descarga eléctrica o una interrupción de la corriente eléctrica) capaces de perturbar varios sistemas a un tiempo, quizá dando lugar a bloqueos y accidentes de gravedad inesperada. En general, los efectos de los desvíos y las averías comunes tratan de evitarse mediante una instalación adecuada y la introducción de distancias, aislamiento y diversidad en las distintas operaciones.

Un caso de análisis de riesgos: transporte de gas desde un buque a un tanque

En la Figura 57.7 se muestra un sistema de transporte de gas desde un buque a un tanque de almacenamiento. Puede producirse una fuga en cualquier punto del mismo: el buque, la línea de transmisión, el tanque o la línea de salida; teniendo en cuenta las características de los dos depósitos del tanque, una fuga en la canalización podría permanecer activa durante horas.

Los componentes esenciales del sistema son los siguientes:

- el tanque de almacenamiento;
- el conducto entre el tanque y el buque;
- otras mangueras, conductos, válvulas y conexiones;
- la válvula de seguridad en el tanque de almacenamiento,
- las válvulas de cierre de emergencia VCE 1 y 2.

El tanque de almacenamiento dotado de un gran depósito de gas líquido se sitúa en el primer lugar de la lista, ya que resulta difícil detener una fuga procedente de este tipo de dispositivos en poco tiempo. El segundo elemento de esta relación (la conexión con el buque) es crítica, puesto que los escapes en las mangueras y los conductos, las conexiones y empalmes con juntas desgastadas y las variaciones entre los distintos buques pueden dar lugar a la pérdida de producto. Los componentes flexibles, como las mangueras y los conductos flexibles, revisten mayor importancia que las partes rígidas y exigen regularidad en el mantenimiento y la inspección. Los dispositivos de seguridad, como la válvula de regulación de la presión situada en la parte superior del tanque y las dos válvulas de cierre de emergencia, son críticas, ya que su comprobación debe permitir la detección de averías latentes o en proceso de desarrollo.

Hasta aquí, la clasificación de los componentes del sistema según su importancia para la fiabilidad se ha realizado de acuerdo con criterios generales. A continuación, a efectos analíticos, se hará hincapié en las funciones específicas del sistema;

obviamente, la principal es el traslado de gas licuado del buque al tanque de almacenamiento hasta que el depósito del primero quede vacío. El riesgo más importante es una fuga, y los factores inductores de la misma son los siguientes:

- pérdidas en los empalmes o las válvulas;
- rotura del tanque;
- rotura de tuberías o mangueras,
- avería del tanque.

Aplicación del método FMEA

La idea central del enfoque FMEA, análisis basado en el planteamiento de preguntas del tipo "¿qué pasaría si...?", consiste en registrar explícitamente, para cada componente del sistema, sus modos de fallo y, para cada fallo, determinar las posibles consecuencias para el sistema y el medio ambiente. Para componentes normalizados como un tanque, una tubería, una válvula, una bomba, un medidor de flujo, etc., los modos de fallo siguen pautas generales. Por ejemplo, en el caso de una válvula, incluye las siguientes condiciones:

- la válvula no puede cerrarse a voluntad (existe un flujo limitado a través de una válvula "abierta");
- la válvula tiene pérdidas (existe un flujo residual a través de una válvula "cerrada",
- la válvula no puede abrirse a voluntad (la posición de la válvula oscila).

En el caso de una tubería, los modos de fallo pueden concretarse en las siguientes:

- flujo limitado;
- fuga;
- flujo detenido a causa de un bloqueo,
- ruptura del conducto.

Los efectos de las fugas parecen obvios, pero, en ocasiones, las repercusiones más importantes pueden no ser las primeras: por ejemplo, ¿qué sucede si una válvula se bloquea en una posición semiabierta? Una válvula de apertura y cierre situada en el conducto de transporte que no se abre completamente a voluntad retrasará el proceso de llenado del tanque, lo que no resulta muy peligroso. En todo caso, si esta posición semiabierta se mantiene en el momento en que se pretende cerrar el dispositivo, cuando el tanque se encuentra casi completo, puede producirse un llenado en exceso (salvo en el caso de que la válvula de cierre de emergencia se active con éxito). En un sistema de diseño y funcionamiento correctos, la probabilidad de que estos dos tipos de válvula se bloqueen simultáneamente será relativamente baja.

No cabe duda de que una válvula de seguridad que no funciona a voluntad puede provocar un desastre; de hecho, es posible afirmar que todos los dispositivos de seguridad están amenazados de manera constante por la posibilidad de averías latentes. Por ejemplo, las válvulas reguladoras de la presión pueden presentar deficiencias debido a la corrosión, la suciedad o la pintura (normalmente a causa de un mal mantenimiento) y, en el caso del gas licuado, estos defectos, unidos a la reducción de temperatura asociada a la fuga de gas, pueden producir hielo y, por tanto, reducir o incluso detener el flujo del material a través de la válvula de seguridad. Si una válvula reguladora no funciona a voluntad, la presión puede aumentar en el tanque o en los sistemas conectados al mismo, causando en última instancia otras fugas o la rotura del depósito.

Para simplificar, en la Figura 57.7 no se muestran los instrumentos, es evidente que se instalarán instrumentos relativos a la presión, el flujo y la temperatura, que son los parámetros esenciales para controlar el estado del sistema, transmitiéndose las

señales pertinentes a consolas de operador o a una sala de control para fines de muestreo y control. Además, existirán conductos de suministro distintos de los previstos para el transporte del material (eléctricos, hidráulicos, etc.) y dispositivos adicionales de seguridad. Un análisis exhaustivo debe comprobar estos mecanismos y determinar los modos de fallo y los efectos de estos componentes. En concreto, las tareas de investigación de los efectos comunes y de los desvíos exigen el conocimiento pormenorizado de los principales componentes, controles, instrumentos, suministros, operadores, regímenes de actividad, mantenimiento y otros elementos esenciales del sistema.

Los ejemplos de efectos comunes que deben considerarse en relación con los sistemas de transporte de gas se abordan mediante el planteamiento de preguntas como:

- ¿Se transmiten las señales de activación correspondientes a las válvulas de suministro y a las de cierre de emergencia a través de un conducto común (cable, canales de cableado)?
- ¿Comparten dos válvulas el mismo conducto de transporte de energía?
- ¿Se lleva a cabo el mantenimiento por la misma persona de acuerdo con un plan determinado?

Incluso un sistema de diseño excelente, dotado de conductos de transporte de energía redundantes e independientes, puede ser objeto de un mantenimiento deficiente en el que, por ejemplo, se dejen una válvula y su dispositivo de reserva correspondiente (la válvula de cierre de emergencia en el ejemplo) en mal estado después de una prueba. Un efecto común importante en los sistemas de manipulación de amoníaco consiste en la propia situación de fuga de material: un escape moderado puede dificultar (y retrasar) la totalidad de las operaciones manuales relativas a los componentes de la instalación debido a la utilización de la protección de emergencia necesaria.

Resumen

En contadas ocasiones puede culparse a los componentes de los equipos de los accidentes producidos; por el contrario, deben determinarse las causas fundamentales en otros eslabones de la cadena: conceptos erróneos, diseños inadecuados, errores de mantenimiento, de los operarios o de gestión, etc. Ya se han planteado varios ejemplos de las condiciones y los actos específicos que pueden provocar una avería; a continuación se refieren algunos de ellos:

- colisión;
- corrosión, erosión;
- cargas excesivas;
- soporte deficiente y componentes envejecidos o desgastados;
- soldaduras de escasa calidad;
- misiles;
- ausencia de componentes;
- exceso de calor o enfriamiento;
- vibración,
- utilización de material de construcción inapropiado.

El control de los riesgos de los equipos en un ambiente de trabajo exige el estudio de todas las causas posibles y el respeto de las condiciones de los sistemas reales consideradas esenciales. Las consecuencias de este requisito para la organización de los programas de gestión de riesgos se abordan en otros artículos, pero, como indica claramente la relación anterior, el seguimiento y el control de las condiciones de los equipos pueden ser necesarios desde el mismo momento de la elección de los conceptos y los diseños correspondientes a los sistemas y los procesos seleccionados.

● ANALISIS DE RIESGOS: FACTORES ORGANIZATIVOS—MORT

Urban Kjellén

A raíz de la industrialización, los trabajadores fueron organizándose en fábricas a medida que se generalizó la utilización de la máquina de vapor. Comparada con la artesanía tradicional, la producción mecanizada, con mayores fuentes de energía, presentó nuevos riesgos de accidente. Con el aumento de la energía empleada, los trabajadores quedaron al margen del control directo de esta energía. Las decisiones que afectaban a la seguridad eran adoptadas normalmente por el nivel de dirección y no por las personas expuestas directamente a dichos riesgos. En este estado de industrialización se hizo evidente la necesidad de aplicar una gestión de la seguridad.

A finales del decenio de 1920, Heinrich formuló el primer marco teórico global relativo a la gestión de la seguridad, según el cual, ésta debe realizarse a través de las decisiones adoptadas

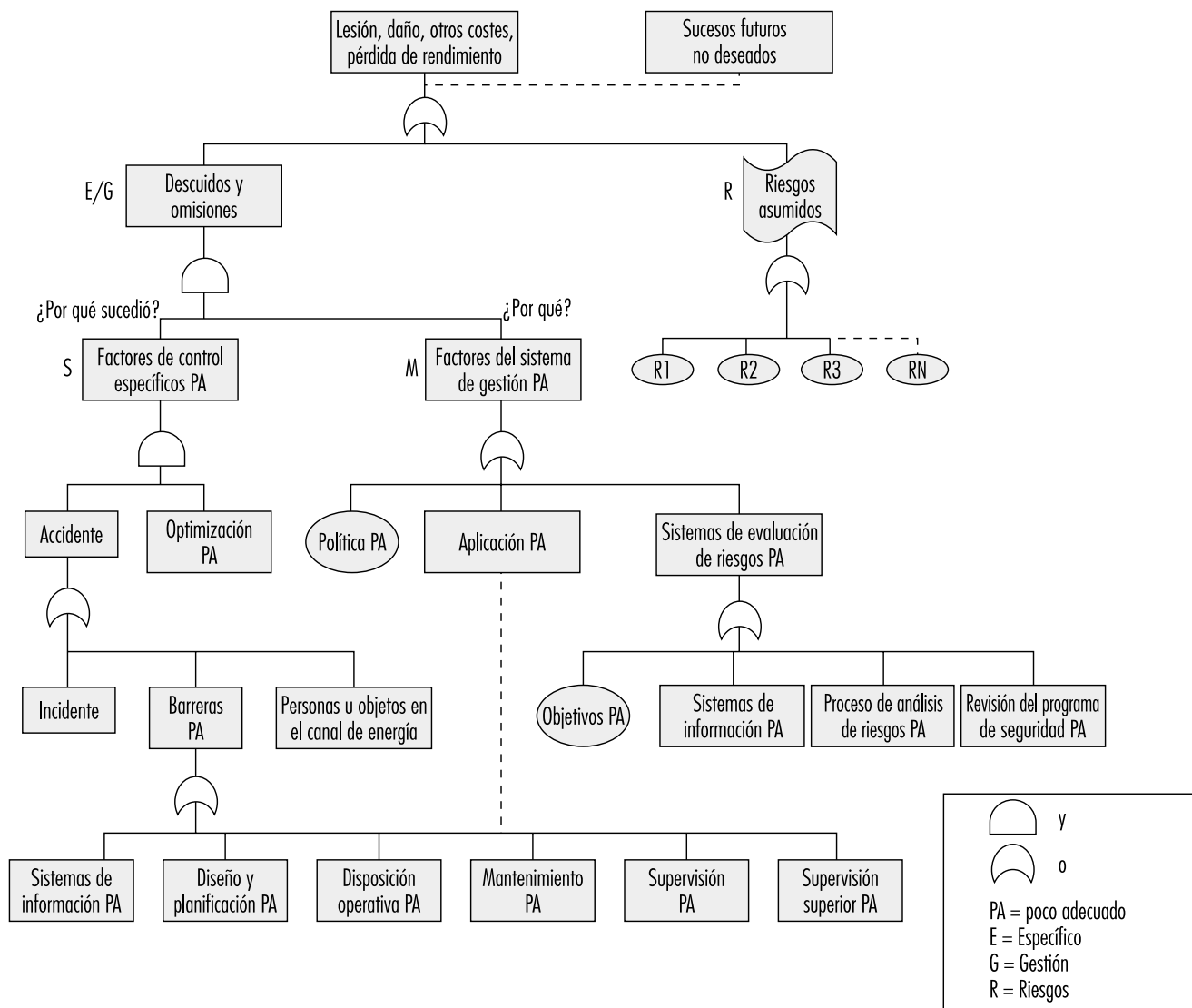
por la dirección basadas en la identificación y el análisis de las causas de los accidentes. En esta fase del desarrollo de la gestión de la seguridad, los accidentes se atribuían a los fallos en el sistema de relación entre el trabajador y la máquina; es decir, a los actos y las condiciones inseguras.

Posteriormente se elaboraron diversas metodologías para la identificación y la evaluación de los riesgos de accidente. Con el método MORT (Supervisión de la gestión y árbol de riesgos), comenzó a concederse prioridad a las escalas superiores del control de los riesgos de accidente; es decir, al control de las condiciones a escala de la dirección. La iniciativa para desarrollar el método MORT fue emprendida a finales del decenio de 1960 por la Administración para la Investigación y el Desarrollo de la Energía de Estados Unidos, que pretendía optimizar sus programas de seguridad con el fin de reducir las pérdidas debidas a accidentes.

El diagrama MORT y los principios fundamentales

El objetivo del método MORT era formular un sistema de gestión de la seguridad teórico basado en una síntesis de los

Figura 57.8 • Una versión del diagrama analítico MORT (Supervisión de la gestión y diagrama de riesgos).



mejores elementos de los programas de seguridad y de las técnicas de gestión de la seguridad disponibles en esos momentos. Puesto que los principios fundamentales de la iniciativa MORT se aplicaron a la situación de la gestión de la seguridad en aquel momento, los conocimientos prácticos y la bibliografía sobre seguridad, en gran medida desestructurados, se organizaron de acuerdo con un árbol analítico. La primera versión de este árbol se publicó en 1971. En la Figura 57.8 se muestran los elementos básicos de la versión publicada por Johnson en 1980. Asimismo, este árbol aparece modificado en publicaciones posteriores sobre el concepto MORT (véase, por ejemplo, Knox y Eicher 1992).

El diagrama MORT

MORT se utiliza como herramienta práctica en investigaciones de accidentes y para evaluar programas de seguridad ya existentes. En la parte superior del árbol de la Figura 57.8 (Johnson 1980) se representan las pérdidas (experimentadas o posibles) debidas a un accidente. Debajo de ese recuadro figuran tres ramas principales: descuidos y omisiones específicas (E), descuidos y omisiones de la dirección (G) y riesgos asumidos (R). La rama R consta de los riesgos asumidos que son sucesos y condiciones conocidas por la dirección que han sido evaluadas y aceptadas al nivel de gestión apropiado. Otros sucesos y condiciones que se ponen de manifiesto mediante las evaluaciones efectuadas a lo largo de las ramas E y R se denominan "menos que adecuados" (MOA).

La rama E se ocupa de los sucesos y las condiciones que pueden darse o se dan en la práctica. (En general, el factor tiempo transcurre de izquierda a derecha en el diagrama y el sentido de la secuencia de causas es de abajo arriba.) Las estrategias de Haddon (1980) para la prevención de accidentes son elementos esenciales en esta rama. Un suceso se denota como accidente cuando un objetivo (persona u objeto) es expuesto a una transferencia de energía incontrolada y sufre daños. En la rama E de MORT, los accidentes se previenen mediante la disposición de barreras. Hay tres tipos básicos de barreras: 1) las barreras que rodean y confinan la fuente de energía (el riesgo); 2) las barreras que protegen al objetivo, y 3) las barreras que separan físicamente el objetivo y el riesgo, en el tiempo o en el espacio. Estos tipos diferentes de barreras se encuentran en la estructura de las ramas debajo del suceso del accidente. La optimización se refiere a las acciones emprendidas después del accidente para limitar las pérdidas. En el siguiente nivel de la rama E, se establecen los factores relacionados con las distintas fases del ciclo vital de un sistema industrial. Son: la formulación del proyecto (diseño y planificación), la puesta en marcha (disponibilidad operativa) y el funcionamiento (supervisión y mantenimiento).

La rama G describe un proceso en el que los resultados específicos de una investigación de accidente o una evaluación de un programa de seguridad son hechos más generales. Por tanto, los sucesos y las condiciones incluidos en la rama E suelen tener sus referentes en la G. Cuando considera el sistema desde la perspectiva de esta rama, el analista amplía su razonamiento al conjunto del sistema de gestión. Así, sus recomendaciones afectarán a un gran número de supuestos de accidente. Las funciones más importantes en materia de gestión de seguridad pueden encontrarse en la rama G: formulación de política, aplicación y seguimiento. Figuran los mismos elementos básicos incluidos en los principios de aseguramiento de la calidad de la serie ISO 9000 publicada por la Organización Internacional de Normalización (ISO).

Cuando las ramas del diagrama MORT se elaboran en detalle, se encuentran elementos procedentes de campos tan diversos como el análisis de riesgos, el análisis de factores humanos, los sistemas de información de seguridad y los

análisis organizativos. En total, el diagrama MORT cubre unos 1.500 sucesos básicos.

Aplicación del diagrama MORT

Como se ha indicado, el diagrama MORT tiene dos usos inmediatos (Knox y Eicher 1992): 1) analizar los factores organizativos y de gestión relativos a un accidente que ha tenido lugar, y 2) evaluar o auditar un programa de seguridad en relación con un accidente significativo que tiene la posibilidad de ocurrir. El diagrama MORT funciona como herramienta de exploración selectiva en la planificación de análisis y evaluaciones. Asimismo, se emplea como lista de comprobación en la comparación de las condiciones reales con el sistema teórico. En esta aplicación, MORT facilita la comprobación de la exhaustividad del análisis y evita los sesgos personales.

En esencia, MORT se compone de un conjunto de preguntas. Los criterios que rigen la determinación de los sucesos y las condiciones específicas como satisfactorios o menos que adecuados se derivan de estas cuestiones. A pesar del diseño orientativo de las preguntas, los dictámenes emitidos por los analistas son en parte subjetivos. Por tanto, es importante asegurar una calidad adecuada y cierto grado de intersubjetividad a través de los análisis MORT efectuados por los distintos analistas. Por ejemplo, en Estados Unidos existe un programa de formación para la certificación de los analistas MORT.

Experiencias con el diagrama MORT

La bibliografía sobre las evaluaciones de MORT es escasa. Johnson señala mejoras significativas en la exhaustividad de las investigaciones de accidente registradas tras la introducción de MORT (Johnson 1980). Las deficiencias en los niveles de supervisión y gestión se han puesto de manifiesto más sistemáticamente. Asimismo, se ha acumulado experiencia con las evaluaciones de las aplicaciones MORT en la industria de Finlandia (Ruuhilehto 1993). Se han detectado ciertas limitaciones en los estudios de este país. El diagrama MORT no permite la determinación de riesgos inmediatos debidos a fallos y perturbaciones. Además, en el concepto MORT no se incorpora la capacidad de establecer prioridades. En consecuencia, los resultados de los análisis MORT requieren una evaluación adicional para su traducción en acciones correctoras. Por último, la experiencia indica que este método exige la asignación de un periodo de tiempo considerable y la participación de expertos.

Aparte de su capacidad para centrarse en los factores organizativos y de gestión, MORT cuenta con la ventaja de vincular la seguridad con las actividades productivas habituales y con la gestión general. Por tanto, su aplicación facilita el control y la planificación global y ayuda a reducir la frecuencia de perturbaciones en la producción.

Métodos y técnicas asociadas con la gestión de seguridad

Con la introducción del concepto de MORT a principios del decenio de 1970 se inició el desarrollo de un programa en Estados Unidos. El punto focal de este programa ha sido el System Safety Development Center de Idaho Falls. Como resultado de este programa se han tenido diversos métodos y técnicas afines a MORT en áreas como el análisis de factores humanos, los sistemas de información sobre seguridad y el análisis de seguridad. Uno de los primeros métodos obtenidos a partir del programa de desarrollo MORT es el Programa de Disposición Operativa (Nertney 1975). Su introducción coincidió con el desarrollo de nuevos sistemas industriales y la modificación de los preexistentes. Su objetivo es garantizar, desde el punto de vista de la gestión de la seguridad, que el sistema nuevo o modificado está preparado en el momento del comienzo de la actividad. La disposición

operativa supone que las barreras y los controles necesarios han sido instalados en los equipos, el personal y los procedimientos del nuevo sistema. Otro ejemplo de elemento del programa MORT es el análisis de causas fundamentales basado en este instrumento (Cornelison 1989). Se utiliza en la detección de los problemas básicos de gestión de la seguridad de una organización. Para ello, se comparan los resultados específicos de los análisis MORT con 27 problemas genéricos de gestión de la seguridad.

En Escandinavia, aunque MORT no se ha concebido para su utilización directa en la recogida de información en las investigaciones de accidentes y las auditorías de seguridad, las preguntas que en él se incluyen han servido como base para el desarrollo de una herramienta de diagnóstico utilizada con tal fin: se denomina Técnica de gestión de seguridad y revisión organizativa (SMORT) (Kjellén y Tinmannsvik 1989). Los análisis SMORT tienen un carácter inductivo, partiendo de la situación específica y finalizando a la escala de la gestión general. El punto de partida (nivel 1) es una secuencia de accidente o una situación de riesgo. En el nivel 2 se examinan la organización, la planificación de sistemas y los factores técnicos relacionados con la actividad diaria. En los niveles siguientes se incluye el diseño de nuevos sistemas (nivel 3) y las funciones directivas superiores (nivel 4). Las conclusiones obtenidas a un nivel se extienden a los niveles superiores. Por ejemplo, los resultados relativos a las secuencias de accidente y a las actividades diarias se utilizan en el análisis de la organización de la empresa y de las rutinas para el proyecto de trabajo (nivel 3). Los resultados del nivel 3 no afectan a la seguridad de las operaciones existentes, pero pueden aplicarse a la planificación de nuevos sistemas y modificaciones. Asimismo, SMORT difiere de MORT en el modo en que se determinan los resultados. Al nivel 1, éstos consisten en sucesos y condiciones que se apartan de las normas de aceptación general. Cuando los factores organizativos y de gestión se someten a análisis en los niveles 2 a 4, los resultados se establecen mediante juicios de valor emitidos por un grupo de análisis y se comprueban con la ayuda de un procedimiento de control de calidad. El objetivo es asegurar una interpretación compartida de los problemas organizativos.

Resumen

MORT ha contribuido al avance de la gestión de la seguridad desde el decenio de 1970. Puede observarse la influencia de este instrumento en áreas como la bibliografía sobre la investigación en materia de seguridad, la bibliografía sobre gestión de seguridad y herramientas de auditoría y la legislación sobre autorregulación y control interno. A pesar de este impacto, sus limitaciones deben considerarse con suma precaución. MORT y los métodos asociados tienen un carácter normativo, en cuanto que prescriben el modo en que deben organizarse y ejecutarse los programas de gestión de la seguridad. La situación ideal consiste en una organización perfectamente estructurada con objetivos claros y realistas y una línea de responsabilidad y autoridad bien definida. Por tanto, MORT se adapta mejor a las grandes organizaciones burocráticas.

● INSPECCION EN EL LUGAR DE TRABAJO Y APLICACION NORMATIVA

Anthony Linehan

Sistemas de inspección

La auditoría ha sido definida como "el proceso estructurado de recogida de información independiente sobre la eficacia, la eficiencia y la fiabilidad del sistema global de gestión de la

seguridad y de elaboración de planes de acción correctora" (Successful Health & Safety Management 1991).

Por tanto, la inspección en el lugar de trabajo no sólo es la fase final en la institución de un programa de gestión de la seguridad, sino que también es un proceso continuo para su mantenimiento. Sólo puede llevarse a cabo allí donde se haya establecido un sistema adecuadamente diseñado que garantice la satisfacción del objetivo de dicho programa. En este tipo de sistemas, el personal directivo concibe inicialmente una declaración formal de formulación de políticas en la que se determinan los principios para la creación de un entorno de trabajo seguro y sano y se señalan los mecanismos y las estructuras de la organización que permitirán la aplicación eficaz de dichos principios. Además, la dirección debe comprometerse con la prestación de los recursos adecuados, tanto humanos como financieros, para soportar el desarrollo de estos mecanismos y estructuras. A continuación se acometerá la planificación detallada de la salud y la seguridad y la definición de objetivos mensurables. Los sistemas son realizados de manera que puedan asegurar que el rendimiento en materia de salud y seguridad pueda estimarse en la práctica respecto a las normas establecidas y los resultados obtenidos con anterioridad. Sólo después de la instalación y el inicio de la actividad de esta estructura, puede aplicarse un sistema de auditoría de gestión eficaz.

Los sistemas completos de gestión de la salud y la seguridad pueden diseñarse, elaborarse y aplicarse sobre la base de los recursos de que disponen las grandes empresas. Además, existen varios sistemas de control de la gestión de seguridad que ofrecen consultores, compañías de seguros, organismos públicos, asociaciones y empresas especializadas. Cada compañía debe decidir si debe confeccionar su propio sistema o recurrir a servicios externos. Los resultados de ambas alternativas pueden ser excelentes si existe un compromiso auténtico por parte de la dirección con su aplicación diligente y su puesta en funcionamiento. Desde luego, el éxito de estos sistemas depende en gran medida de la calidad del sistema de auditoría.

Inspecciones de gestión

El procedimiento de inspección debe ser tan esmerado y objetivo como la inspección financiera de la compañía. En primer lugar, debe determinar si la declaración de la compañía sobre la política de salud y seguridad se refleja oportunamente en las estructuras y los mecanismos creados para aplicarla; en caso negativo, la inspección puede recomendar una reevaluación de la política fundamental o proponer ajustes o modificaciones de las estructuras y mecanismos existentes. Un proceso similar puede ser aplicado para la planificación de la salud y la seguridad, la validación de las normas sobre determinación de objetivos y la medición del rendimiento. Los resultados de una inspección deben ser considerados por la alta dirección de la empresa y las medidas correctoras que se adopten serán avaladas y adoptadas a esa escala jerárquica.

En la práctica, no es deseable y, con frecuencia, impracticable, emprender una inspección completa de todas las características del sistema y sus aplicaciones en el conjunto de todos los departamentos empresariales al mismo tiempo. Más usualmente, los procedimientos de inspección suelen concentrarse en una característica concreta del sistema empleado en una instalación, o bien en la aplicación del sistema completo en un único departamento o subdepartamento. En cualquier caso, el objetivo es abarcar todas las características en todos los departamentos a lo largo de un período acordado, con el fin de validar los resultados.

En este sentido, la inspección de gestión debe considerarse como un proceso de vigilancia continuo. Obviamente, la necesidad de objetividad reviste gran importancia. Si las inspecciones se realizan internamente, debe adoptarse un procedimiento

normalizado, el personal encargado habrá recibido la formación pertinente y los seleccionados como inspectores no evaluarán los departamentos en los que desarrollen normalmente su actividad ni valorarán otras tareas en las que tengan una implicación personal. Cuando se confía en los servicios de consultores, este problema se minimiza.

Muchas grandes compañías han adoptado este tipo de sistema, ya sea diseñado internamente u obtenido como proyecto patentado. Cuando los sistemas han sido cuidadosamente seguidos, desde la declaración de política hasta la inspección, la retroinformación y las acciones correctoras, se consigue una reducción sustancial en las tasas de accidente, que constituye la justificación primordial del procedimiento, y una mejora de la rentabilidad, que supone un efecto secundario bien recibido.

Inspecciones realizadas por órganos de inspección

El marco jurídico diseñado para garantizar la protección de los trabajadores debe administrarse adecuadamente y aplicarse con eficacia si se pretende llevar a la práctica el objetivo contemplado en la legislación. En consecuencia, la mayoría de los países han adoptado el modelo general de un servicio de inspección encargado de asegurar el cumplimiento de la legislación sobre salud y seguridad. En muchos de ellos se consideran estas cuestiones parte de un conjunto más amplio de asuntos relativos a las relaciones laborales, en el que se incluyen además los acuerdos sobre salarios y vacaciones y las prestaciones sociales. En este modelo, las inspecciones de salud y seguridad constituyen una más de las tareas competencia de los inspectores de trabajo. Existe un modelo alternativo en el que los órganos de inspección públicos se ocupan en exclusiva de la legislación sobre salud y seguridad, por lo que las inspecciones en el lugar de trabajo se concentran únicamente en este aspecto. Pueden observarse otras variaciones en la división de las funciones que desempeñan los órganos de inspección nacionales y regionales/provinciales o, como sucede en Italia o el Reino Unido, en la combinación operativa de ambos órganos. Por supuesto, con independencia del modelo adoptado, la función esencial del órgano de inspección es determinar el cumplimiento de la legislación mediante un programa de inspecciones e investigaciones planificadas efectuadas en el lugar de trabajo.

No puede existir un sistema de inspección eficaz si no se dan a los encargados de esta tarea poderes para poder llevarse a cabo. Los órganos de inspección tienen muchos puntos en común en lo que se refiere a los poderes que les confieren sus legisladores. Se concede en todo caso el derecho a acceder a las instalaciones, obviamente fundamental para su cometido. Asimismo, se reconoce en la legislación el derecho a examinar los documentos, registros e informes pertinentes, a entrevistar individual o colectivamente a los miembros de las plantillas de trabajadores, a disponer de acceso no restringido a los representantes de los sindicatos en el lugar de trabajo, a tomar muestras de sustancias o materiales utilizados en el mismo, a realizar fotografías y, en su caso, a tomar declaración por escrito a los trabajadores del centro inspeccionado.

Con frecuencia se asignan otras facultades a los inspectores que les permiten rectificar las condiciones que podrían constituir una fuente inmediata de peligro o enfermedad para los trabajadores. También en este caso la variedad de prácticas es amplia. Cuando los niveles son tan deficientes que existe un riesgo inminente para la plantilla, un inspector puede ser autorizado a expedir en el acto un documento legal por el que se prohíbe la utilización de la maquinaria o la instalación en cuestión, o se detiene el proceso hasta que el riesgo haya sido plenamente controlado. Si el riesgo es de menor orden, los inspectores pueden expedir una notificación oficial exigiendo formalmente la

adopción de medidas de mejora de la situación en un plazo determinado. Son acciones que constituyen un medio eficaz de optimizar con rapidez las condiciones de trabajo y, a menudo, una forma de ejecución preferible a los procedimientos judiciales, que pueden resultar incómodos y lentos para garantizar la aplicación de soluciones.

Los procedimientos legales ocupan un lugar destacado en la jerarquía de la aplicación de la normativa. Para algunas personas, puesto que estos procedimientos son únicamente sancionadores y no siempre dan lugar a un cambio de actitud respecto a la salud y la seguridad en el trabajo, sólo deberían utilizarse como último recurso cuando el resto de iniciativas de mejora hayan fracasado. Con todo, este argumento debe matizarse al considerar que, en los casos en los que los requisitos jurídicos se han obviado o incumplido o la salud y la seguridad de las personas se han expuesto a un riesgo significativo, la legislación debe aplicarse y los tribunales deben decidir acerca de estas cuestiones. Desde otro punto de vista, las empresas que hacen caso omiso de la legislación sobre salud y seguridad pueden obtener una ventaja económica respecto a sus competidores que les depara los recursos necesarios para cumplir con sus obligaciones jurídicas. Por tanto, el procesamiento de aquellos que incumplan con reiteración sus obligaciones constituye una forma de disuadir a los carentes de escrúpulos y un incentivo para los que intentan atenerse a la legislación.

Los servicios de inspección deben determinar el equilibrio adecuado entre la prestación de asesoramiento y la aplicación de la legislación en el curso de su actividad. Existe una dificultad especial en lo que se refiere a la inspección de las pequeñas empresas. Las economías locales, y por supuesto las nacionales, suelen basarse en instalaciones industriales en las que se da empleo a menos de 20 personas; en el caso de la agricultura, la cifra de trabajadores por empresa es mucho menor. La función de la inspección en estos casos es utilizar la inspección en el lugar de trabajo para ofrecer información y asesoramiento, no sólo sobre requisitos legales, sino también acerca de las normas prácticas y las formas eficaces de satisfacerlas. La técnica empleada debe fomentar y estimular, y no dar lugar a la aplicación inmediata de la legislación basada en la acción punitiva. Desde luego, también en este caso el equilibrio es difícil. Los trabajadores tienen derecho a disfrutar de un determinado nivel de salud y seguridad con independencia del tamaño de la empresa y, por tanto, sería muy poco aconsejable para un servicio de inspección obviar o minimizar los riesgos y atenuar e incluso renunciar a la aplicación simplemente para facilitar la existencia de las pequeñas empresas económicamente frágiles.

Consistencia de las inspecciones

A la vista del carácter complejo de su trabajo (para el que se demanda una combinación de habilidades jurídicas, técnicas y científicas y una actitud prudente) los inspectores no adoptan (ni deben adoptar) un planteamiento mecanicista con respecto a su actividad. Esta limitación, unida al difícil equilibrio existente entre las funciones de asesoramiento y de aplicación de la normativa, constituye otro motivo de inquietud: la consistencia de los servicios de inspección. Los industriales y los sindicatos tienen derecho a esperar una aplicación coherente de las normas, ya sean técnicas o jurídicas, por parte de los inspectores de un determinado país. En la práctica, esta homogeneidad no siempre es fácil de lograr, pero debe constituir en todo caso un objetivo de las autoridades competentes.

Hay formas de conseguir una consistencia aceptable. En primer lugar, los órganos de inspección deben ser tan abiertos como sea posible en la publicación de sus normas técnicas y en la difusión de sus políticas de aplicación. En segundo lugar, basándose en la formación, la realización de ejercicios de

revisión entre iguales y la utilización de instrucciones internas, deben ser capaces de reconocer un problema y de dotar los sistemas necesarios para eliminarlos. Por último, deben asegurar la existencia de procedimientos para que las empresas, los trabajadores, la población en general y los interlocutores sociales puedan exigir una reparación en caso de queja legítima respecto a la inconsistencia u otras formas de incompetencia administrativa asociadas con la inspección.

Frecuencia de las inspecciones

¿Con qué frecuencia deben llevar a cabo las inspecciones en el lugar de trabajo los órganos competentes en la materia? De nuevo en esta ocasión, existe una variabilidad considerable en cuanto al modo en las respuestas dadas a esta pregunta. La Organización Internacional del Trabajo (OIT) considera que el requisito mínimo debe consistir en que cada lugar de trabajo se someta a una inspección de las autoridades encargadas de llevarla a cabo al menos una vez al año. En la práctica, son pocos los países capaces de elaborar un programa de inspecciones de trabajo que satisfaga este objetivo. De hecho, desde la gran depresión económica de finales del decenio de 1980, algunas Administraciones han reducido la dimensión de los servicios de inspección por limitaciones presupuestarias que han dado lugar a recortes en el número de inspectores, o la restricción en la contratación de nuevos trabajadores que sustituyan a los que se jubilan.

Existen diversos planteamientos respecto a la determinación de la frecuencia con que deben acometerse las inspecciones. Uno de ellos es estrictamente cíclico. Se dotan recursos para llevar a cabo la inspección del conjunto de instalaciones con una periodicidad bianual o, más probablemente, cuatrienal. Por lo demás, este enfoque, aunque puede parecer equitativo, trata igualmente a todas las instalaciones con independencia de su tamaño o riesgos existentes. Es evidente que las empresas difieren en cuanto a sus condiciones de salud y seguridad y, en consecuencia, este planteamiento puede calificarse de mecanicista o deficiente.

Un enfoque diferente, adoptado por algunos órganos de inspección, ha consistido en el intento de elaborar un programa de trabajo basado en el riesgo; cuanto mayor sea éste para la salud o la seguridad, con mayor frecuencia se realiza la inspección. Por tanto, los recursos son aplicados por dichos órganos en los lugares donde la posibilidad de daño para los trabajadores es mayor. Aunque esta opción presenta ventajas, sigue planteando problemas considerables asociados a él. En primer lugar, hay dificultades para evaluar con precisión y objetividad el peligro y el riesgo. En segundo lugar, amplía considerablemente los intervalos entre inspecciones en las instalaciones donde se considera que los riesgos son bajos. Por tanto, pueden transcurrir periodos de tiempo prolongados en los que gran parte de los trabajadores deba renunciar a la sensación de seguridad que la inspección es capaz de transmitir. Además, en este sistema se tiende a suponer que los peligros y los riesgos, una vez evaluados, no cambian radicalmente. Nada más lejos de la realidad; por otra parte, existe el peligro de que una empresa calificada de poco peligrosa modifique o desarrolle su producción de un modo que dé lugar a un agravamiento de los riesgos, sin que los órganos de inspección sean conscientes de la nueva situación.

Otros planteamientos para una industria en particular de las inspecciones se basan en la existencia de tasas de lesiones superiores a la media nacional de un sector determinado, o se realizan inmediatamente después de una lesión con resultado de muerte o una catástrofe. No existen respuestas fáciles ni breves para el problema de la determinación de la frecuencia de las inspecciones, pero parece comprobarse que, muy a menudo, la dotación de recursos de los servicios encargados de las mismas en numerosos países es tremendamente escasa, lo que da lugar a

la reducción progresiva de la protección real ofrecida por el servicio a los trabajadores.

Objetivos de la inspección

Las técnicas de inspección en el lugar de trabajo varían de acuerdo con el tamaño y la complejidad de la empresa. En las empresas pequeñas, las inspecciones serán generales y evaluarán todos los peligros existentes y la medida en que los riesgos derivados de éstos se han minimizado. Por tanto, la inspección asegurará que los empresarios son plenamente conscientes de los problemas de salud y seguridad y que reciban una orientación práctica sobre el modo en que pueden abordarse. Desde luego que, incluso en la empresa más pequeña, el órgano de inspección debe evitar dar la impresión de que la determinación de errores y la aplicación de las soluciones pertinentes constituyen una responsabilidad de la inspección, y no del empresario. La inspección ha de animar a los empresarios a controlar y gestionar con eficacia las cuestiones de salud y seguridad y éstos no deben eludir sus responsabilidades esperando la actuación de las autoridades competentes antes de adoptar las medidas necesarias.

En las grandes empresas, las prioridades de la inspección son bastante diferentes. Estas empresas disponen de los recursos técnicos y financieros para abordar los problemas de salud y seguridad. Deben diseñar sistemas de gestión eficaces que les permitan superar estas dificultades, así como procedimientos de gestión con el fin de comprobar que los sistemas funcionan. En estas circunstancias, la inspección ha de ocuparse de la verificación y la validación de los sistemas de control de la gestión disponibles en el lugar de trabajo. Por tanto, no debe consistir en un estudio exhaustivo de todos los elementos de las instalaciones y los equipos concebido para determinar su seguridad, sino utilizar una selección de ejemplos para comprobar la eficacia o ineficacia de los sistemas de gestión y garantizar así la salud y la seguridad en el trabajo.

Participación de los trabajadores en las inspecciones

Con independencia de las instalaciones de que se trate, un elemento crítico en cualquier tipo de inspección es el contacto con los trabajadores. En muchas pequeñas empresas es posible que no exista una estructura sindical formal o que ni siquiera se disponga de una simple organización de trabajadores. Con todo, para asegurar la objetividad y la aceptación del servicio de inspección, el contacto con la plantilla debe formar parte integral de la inspección. En grandes empresas se debe establecer un contacto con los sindicatos o con otras representaciones de los trabajadores. En la legislación de algunos países (Suecia y Reino Unido, por ejemplo), se reconoce oficialmente y se asignan competencias a los representantes sindicales en materia de seguridad, incluido el derecho a realizar inspecciones en el lugar de trabajo, a investigar los accidentes y los sucesos peligrosos y, en ciertos casos (aunque esta opción es excepcional) a paralizar la maquinaria del centro de trabajo o el proceso de producción si el peligro es inminente. Puede obtenerse una gran cantidad de datos útiles gracias a estos contactos con los trabajadores, que deben incluirse en todas las inspecciones y con más motivo cuando los órganos competentes intervengan a consecuencia de un accidente o una queja.

Resultados de una inspección

La última fase de una inspección consiste en revisar los resultados obtenidos con el máximo responsable de la dirección en el lugar de trabajo investigado. El personal directivo debe encargarse fundamentalmente de cumplir con los requisitos legales en materia de salud y seguridad y, por tanto, una inspección no se completa hasta que los directivos son plenamente conscientes de la medida en que han atendido tales obligaciones y de las

acciones que deben emprenderse para garantizar y mantener unos niveles adecuados. Obviamente, si se expiden notificaciones legales como resultado de la inspección o es probable el inicio de un procedimiento judicial, la alta dirección debe conocer esta situación a la mayor brevedad posible.

Inspecciones internas

Las inspecciones internas son un factor importante en el mantenimiento de un nivel adecuado de salud y seguridad en el trabajo. Son apropiadas para todas las empresas y, en las grandes empresas, pueden constituir un elemento del procedimiento de inspección de la gestión. Para pequeñas empresas, es esencial aplicar algún tipo de inspección interna regular. No es conveniente depender de los servicios prestados por los órganos de inspección de las autoridades competentes. Suelen ser demasiado infrecuentes, sirven en gran medida como incentivo para la mejora o el mantenimiento de los niveles existentes y no constituyen la fuente esencial para la evaluación de éstos. Las inspecciones internas puede ser realizadas por consultores o por empresas especializadas en esta actividad, pero el debate actual se centra en las llevadas a cabo por el propio personal de la empresa analizada.

¿Con qué frecuencia deben realizarse inspecciones internas? En cierta medida, la respuesta depende de los riesgos asociados al trabajo desarrollado y a la complejidad de la instalación. Con todo, incluso en los centros de riesgo moderado, debe existir alguna forma de inspección de periodicidad regular (mensual, trimestral, etc.). Si la empresa recurre a los servicios de un profesional de la seguridad, es evidente que la organización y la realización de la inspección deben constituir una parte importante de esta función. La inspección consistirá normalmente en un esfuerzo de equipo en el que participan el mencionado profesional, el director del departamento en cuestión y un representante sindical o un trabajador cualificado, así como un miembro del comité de seguridad y salud. La inspección ha de tener un carácter general; es decir, se llevará a cabo un estudio pormenorizado de los componentes lógicos de la seguridad (por ejemplo, sistemas, procedimientos y permisos de trabajo) y de los físicos (por ejemplo, las protecciones de la maquinaria, el equipo de lucha contra incendios, la ventilación por aspiración y el equipo de protección individual). Debe prestarse especial atención a los "cuasi errores", incidentes que no provocan daños o lesiones personales, pero que pueden generar de inmediato lesiones graves. Se espera que, después de un accidente que da lugar a la ausencia del puesto de trabajo, el equipo de inspección se reúna acto seguido para investigar las circunstancias del mismo como una cuestión ajena al ciclo normal de inspección. En todo caso, incluso durante una inspección rutinaria en el centro de trabajo, el equipo también debe considerar la gravedad de las lesiones menores ocurridas en el departamento investigado desde la inspección anterior.

Es importante que las inspecciones internas no se consideren como un aspecto negativo. Cuando existan errores, es importante que sean identificados y rectificadas, pero también es conveniente alabar el cumplimiento de niveles adecuados, comentar de forma positiva la pulcritud y la eficacia de los servicios de conservación y alentar a los que utilizan los equipos de protección individual suministrados para su seguridad. Para completar la inspección, debe redactarse un informe oficial por escrito sobre las deficiencias significativas detectadas. Debe prestarse especial atención a los errores observados en inspecciones anteriores y que aún no se hayan corregido. Cuando exista un comité de empresa especializado en seguridad y salud, o un comité de seguridad conjunto compuesto por representantes de la empresa y de los trabajadores, el informe de la inspección

debe clasificarse como un componente permanente del conjunto de cuestiones abordadas por estos órganos. El informe se remitirá y debatirá con la alta dirección de la empresa, que, a continuación, determinará si es necesario emprender acciones y, en caso afirmativo, las autorizará y respaldará.

Incluso en las empresas más pequeñas, en las que no se dispone de profesionales de la seguridad y puede que no haya sindicatos, debe considerarse la oportunidad de realizar inspecciones internas. Muchos órganos de inspección han elaborado directrices sencillas que ilustran los conceptos básicos de la salud y la seguridad, su aplicación en diversos sectores y las formas prácticas de materializarlos en este tipo de pequeñas empresas. Numerosas asociaciones de seguridad se dirigen específicamente a las pequeñas empresas mediante la oferta de publicaciones (a menudo gratuitas) que facilitan la información básica para establecer unas condiciones de trabajo seguras y sanas. Con este tipo de información y dedicando un período de tiempo pequeño, el propietario de un pequeño negocio puede lograr unos niveles de salud y seguridad razonables y, quizás, eludir el tipo de accidentes que pueden ocurrir a los trabajadores incluso en este tipo de instalaciones.

ANALISIS Y PRESENTACION DE INFORMES: INVESTIGACION DE ACCIDENTES

M. Monteau

Resulta paradójico que la prevención de accidentes de trabajo no se planteara desde etapas muy tempranas como una necesidad absoluta, ya que la salud y la seguridad son fundamentales para el trabajo en sí. De hecho, sólo desde principios del presente siglo los accidentes dejaron de considerarse inevitables y su causalidad se sometió a investigación y se utilizó como base para la prevención. Con todo, la investigación de accidentes mantuvo durante mucho tiempo un carácter superficial y empírico. Desde un punto de vista histórico, los accidentes se consideraron inicialmente fenómenos simples, es decir, el resultado de una causa única (o principal) y un número reducido de causas secundarias. En la actualidad se reconoce que su investigación, encaminada a la determinación de la causalidad del fenómeno para impedir su reaparición, depende tanto del concepto que subyace al proceso de investigación, como de la complejidad de la situación a la que se aplica.

Causas de accidentes

Obviamente, es cierto que en la mayoría de las situaciones precarias, los accidentes suelen ser la consecuencia de una secuencia bastante simple de un número limitado de causas que pueden clasificarse rápidamente como problemas técnicos básicos que incluso un análisis breve puede poner de relieve (equipos mal diseñados, métodos de trabajo indefinidos, etc.). Por otra parte, cuanto mayor sea el grado de cumplimiento de los elementos materiales del trabajo (máquinas, instalaciones, disposición del lugar de trabajo, etc.) con los requisitos de los procedimientos de seguridad, normas y regulaciones, menos peligrosa será la situación de trabajo. En definitiva, un accidente sólo puede ocurrir cuando se produce simultáneamente un conjunto de condiciones excepcionales, cada vez más numerosas. En estos casos, la lesión o los daños aparecen como el resultado final de una red de causas con frecuencia complejas. En realidad, esta complejidad es una prueba de los avances logrados en materia de prevención y exige la aplicación de métodos de investigación apropiados. En la

Tabla 57.5 • Conceptos principales del fenómeno del accidente, sus características y las repercusiones para la prevención

Concepto o "fenómeno del accidente"	Elementos significativos (objetivos, procedimientos, limitaciones, etc.)	Consecuencias principales para la prevención
Concepto básico (accidente como fenómeno con pocas causas o incluso una única)	El objetivo es determinar la causa única o principal Ningún método en particular Poco tiempo dedicado a la investigación Suelen evocarse la suerte y el destino	Medidas de prevención simples relativas al antecedente inmediato de la lesión (protección individual, instrucciones sobre las precauciones necesarias, protección de la maquinaria peligrosa)
Concepto centrado en las medidas de regulación	Prioridad concedida a la determinación del responsable; en la "consulta" se determinan esencialmente infracciones y fallos Rara vez se presta atención a las condiciones que generan las situaciones analizadas	La prevención suele limitarse a insistir sobre los requisitos normativos e instrucciones formales vigentes
Concepto lineal (o cuasilineal) (modelo "dominó")	Determinación de una sucesión cronológica de "condiciones y actos peligrosos" Utilización frecuente de listas de comprobación La investigación depende en gran medida de la experiencia del investigador Componente preventivo débil (la naturaleza peligrosa de los actos se determina <i>a posteriori</i>)	Las conclusiones se refieren generalmente a los actos peligrosos
Concepto multifactorial	Investigación exhaustiva para recopilar los hechos (circunstancias, causas, factores, etc.) El interés se centra en el carácter contingente de cada situación de accidente No se aplican criterios de relevancia respecto a los hechos recopilados Necesidad de un tratamiento estadístico complejo	Concepto que no propicia la búsqueda de soluciones caso por caso (análisis clínico) y que se adapta mejor a la determinación de aspectos estadísticos (tendencias, tablas, gráficos, etc.)
Concepto sistemático (árbol de causas, STEP)	Determinación de la trama de factores de cada accidente Utilización de relaciones lógicas Necesidad de formación de los investigadores	Los métodos se centran en el análisis clínico (efectuado de un modo participativo) Posibilidad de utilizar la totalidad de sucesos indeseados (incidentes, averías)

Tabla 57.5 se presentan los conceptos principales del fenómeno accidente, sus características y las repercusiones en la prevención.

Actualmente, un accidente de trabajo es visto generalmente como un indicador (o un síntoma) de la disfunción de un sistema consistente en una unidad de producción simple, como una fábrica, un taller, un equipo o un puesto de trabajo. Al analizar cada sistema, su naturaleza exige al investigador que examine no sólo los elementos que lo componen, sino también las relaciones entre estos elementos y con el ambiente de trabajo. En el marco de un sistema, la investigación de accidentes pretende explorar hasta sus orígenes la secuencia de las disfunciones básicas que han dado lugar al accidente y, más generalmente, la red de antecedentes del suceso no deseado (accidente, cuasiaccidente o incidente).

La aplicación de este tipo de métodos, como el STEP (procedimientos de detección de sucesos en secuencias temporales) y los "árboles de causas" (similares a los árboles de fallos o de sucesos), permite la visualización del proceso de accidente en forma de un gráfico ajustado que ilustra la multicausalidad del fenómeno. Puesto que estos dos métodos son muy semejantes, describir ambos constituiría una duplicación de esfuerzos; en consecuencia, el presente artículo se ocupa del segundo y, en su caso, se comentan sus principales diferencias con el método STEP.

Información útil para la investigación

La recopilación de información, que constituye la fase inicial de la investigación, debe permitir la descripción del curso del accidente en términos concretos, precisos y objetivos. Por tanto, con la investigación se pretende comprobar los hechos tangibles,

teniendo cuidado de no interpretarlos ni expresar opiniones sobre ellos. Estos son los antecedentes del accidente, de los que existen dos tipos:

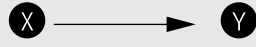
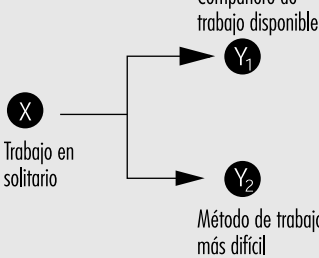
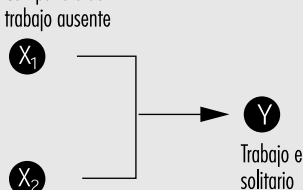
1. los de carácter inhabitual (cambios o variaciones) en relación con el curso "normal" o previsto del trabajo,
2. los de carácter permanente que han desempeñado un papel activo en la aparición del accidente a través de los antecedentes inhabituales o en combinación con éstos.

Por ejemplo, una protección insuficiente de una máquina (antecedente permanente) puede acabar convirtiéndose en un factor inductor de un accidente si permite que un operador adopte una posición en un área peligrosa con el fin de abordar un determinado incidente (antecedente inhabitual).

La recopilación de información se lleva a cabo en el lugar del accidente tan pronto como sea posible después de que se haya producido. Es preferible que la realicen personas que conozcan la actividad o el proceso e intenten obtener una descripción precisa del trabajo sin limitarse a las circunstancias inmediatas del daño o la lesión. La investigación se efectúa principalmente por medio de entrevistas, si es posible con el trabajador o el operario, las víctimas y los testigos oculares, otros miembros del equipo de trabajo y los supervisores jerárquicos. En su caso, puede completarse mediante una investigación técnica y el recurso de expertos externos.

Con la investigación se trata de establecer, en orden de prioridad, los antecedentes inhabituales y determinar sus conexiones lógicas. Al mismo tiempo se procura detectar los antecedentes permanentes que han permitido la ocurrencia del accidente. De este modo, la investigación puede remontarse a una fase más

Figura 57.9 • Vínculos lógicos utilizados en el método del “diagrama de causas”.

	SECUENCIA	SEPARACION	CONJUNCION
Definición	Un antecedente (Y) tiene un único origen directo (X)	Dos o varios antecedentes (Y ₁ , Y ₂) tienen un único origen directo idéntico (X)	Un antecedente (Y) tiene varios orígenes directos (X ₁ , X ₂)
Representación (ejemplo)	 <p>Método de trabajo difícil para un único trabajador → Brazo debajo del motor</p>	 <p>Trabajo en solitario → Compañero de trabajo disponible (Y₁) Método de trabajo más difícil (Y₂)</p>	 <p>Compañero de trabajo ausente (X₁) Trabajo urgente (X₂) → Trabajo en solitario (Y)</p>
Características	X era necesario y suficiente para que se produjera Y	X era necesario para que se produjeran Y ₁ e Y ₂	Cada uno de los antecedentes X ₁ y X ₂ era necesario para que se produjera Y, pero ninguno de los dos era suficiente en sí mismo: juntos constituyen una causa suficiente.

remota que los antecedentes inmediatos del accidente. Tal fase anterior puede referirse a personas, sus tareas, el equipo que utilizan, el ambiente de trabajo en el que desarrollan su actividad y la cultura de seguridad. Al proceder de la manera descrita, es posible, en general, elaborar una lista de antecedentes amplia, pero suele resultar difícil utilizar los datos de inmediato. La interpretación de los datos es posible mediante la representación gráfica de todos los antecedentes que intervienen en la génesis del accidente; es decir, un árbol de causas.

Elaboración del árbol de causas

El árbol de causas presenta todos los antecedentes recopilados que han dado lugar al accidente, así como los vínculos lógicos y cronológicos que los relacionan; se trata de una representación de la red de antecedentes que han provocado directa o indirectamente la lesión. El árbol de causas se elabora partiendo del final del acontecimiento, es decir, de la lesión o el daño y retrocediendo hasta la causa mediante el planteamiento sistemático de las preguntas siguientes respecto a cada uno de los antecedentes detectados:

- ¿Qué antecedente X causó directamente el antecedente Y?
- ¿Era el antecedente suficiente en sí mismo para dar lugar al antecedente Y?
- En caso negativo, ¿ha habido otros antecedentes (X₁, X₂... X_n) que eran igualmente necesarios para generar directamente el antecedente Y?

A partir de este conjunto de preguntas pueden ponerse de relieve tres tipos de conexión lógica entre los antecedentes, resumidos en la Figura 57.9.

La coherencia lógica del árbol se comprueba mediante el planteamiento de las cuestiones siguientes respecto a cada antecedente:

- Si X no se hubiese producido, ¿se habría dado Y en cualquier caso?
- Para que se produjera Y, fue X, y sólo X, necesario?

Además, la elaboración del árbol de causas en sí induce a los investigadores a perseguir la recogida de información y, por

tanto, la investigación, hasta un punto muy anterior al accidente. Una vez completado, el árbol representa la red de antecedentes que han provocado la lesión; se trata de hecho de los factores inductores del accidente. Como ejemplo, el accidente resumido a continuación generó el árbol de causas que se muestra en la Figura 57.10.

Informe breve del accidente. Un aprendiz de mecánico, recién contratado, tuvo que trabajar solo en una emergencia. Se utilizó una eslinga desgastada para suspender un motor que debía ser montado de nuevo y, durante esta operación, la eslinga se rompió, el motor cayó y el mecánico se lesionó en el brazo.

Análisis basado en el método STEP

De acuerdo con el método STEP (Figura 57.11), cada suceso se presenta gráficamente para mostrar el orden cronológico de su aparición, asignando una fila por “agente” participante (un agente es la persona o la cosa que determina el curso de los acontecimientos que constituyen el proceso de accidente). Cada uno de los sucesos se describe con precisión mediante la indicación de su comienzo, duración, lugar de inicio y finalización, etc. Cuando se dispone de varias hipótesis posibles, el investigador puede reflejarlas en la red de sucesos mediante la utilización de la relación lógica “o”.

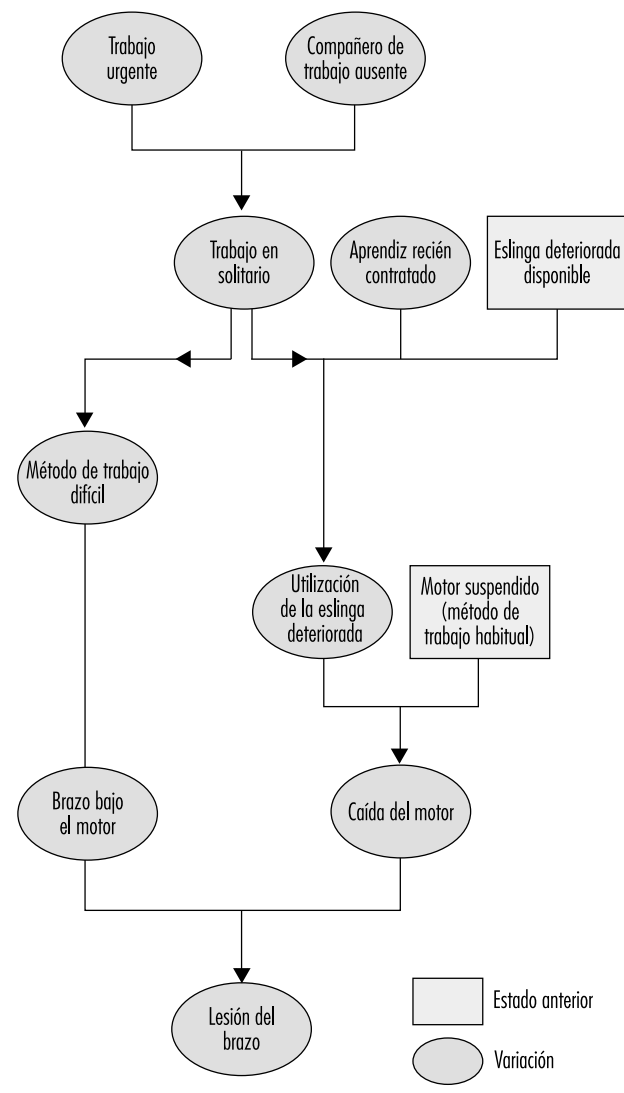
Análisis mediante el método del árbol de causas

Haciendo uso del árbol de causas para el análisis de accidentes tiene dos objetivos:

- impedir que vuelva a ocurrir el mismo accidente,
- evitar que se produzcan accidentes más o menos similares, es decir, accidentes cuya investigación pondría de manifiesto factores comunes con los accidentes acaecidos previamente.

Dada la estructura lógica del árbol, la ausencia de un único antecedente habría evitado el accidente. Por tanto, la adopción de una medida preventiva juiciosa habría sido suficiente, en principio, para satisfacer el primer objetivo de impedir que se repita el mismo accidente. La consecución del segundo objetivo exigiría que todos los factores detectados fuesen eliminados, pero, en la práctica, no todos los antecedentes revisten la misma

Figura 57.10 • Arbol de causas de un accidente sufrido por un aprendiz de mecánico al volver a montar un motor en un coche.



importancia a efectos de la prevención. En consecuencia, es necesario elaborar una lista de antecedentes que exija una acción preventiva razonable y realista. Si la lista es amplia, debe realizarse una elección. Es más probable que la opción preferida sea la apropiada si se elige en el marco de un debate entre las partes interesadas en el accidente. Además, el debate ganará en claridad en cuanto sea posible evaluar el coste-beneficio de cada una de las medidas propuestas.

Eficacia de las medidas preventivas

La eficacia de una medida preventiva puede ser juzgada con la ayuda de los siguientes criterios:

Estabilidad de la medida. Los efectos de una medida preventiva no deben desaparecer con el tiempo: informar a los trabajadores (en concreto, recordándoles instrucciones) no es una medida muy estable, ya que sus efectos suelen ser transitorios. Lo mismo puede decirse de ciertos dispositivos de protección que pueden desmontarse con facilidad.

Possibilidad de integrar la seguridad. Cuando se añade una medida de seguridad, es decir, cuando ésta no contribuye directamente a la producción, se dice que la seguridad no está integrada. En estos casos se ha observado que las medidas tienden a desaparecer. En general, las medidas preventivas que suponen un coste adicional para el operario deben evitarse, ya sean de carácter fisiológico (aumentando la carga física o nerviosa), psicológico, económico (en lo que se refiere al sueldo o la producción) o representen una simple pérdida de tiempo.

El no desplazamiento del riesgo. Ciertas medidas preventivas pueden tener efectos indirectos perjudiciales para la seguridad. Por tanto, siempre es necesario prever las posibles repercusiones de estas medidas en el sistema (puesto de trabajo, equipo o taller) en el que se introducen.

Possibilidad de aplicación general (la noción de factor de accidente potencial). En este criterio se refleja el interés en que una misma acción preventiva pueda ser aplicable en otros puestos de trabajo ajenos al afectado por el accidente objeto de la investigación. Siempre que sea posible, debe procurarse trascender al caso particular que ha provocado el estudio, en un esfuerzo que a menudo exige la reformulación de los problemas detectados. Así, la información obtenida del accidente puede dar lugar a la adopción de una acción preventiva relativa a factores desconocidos, pero presentes en otras situaciones de trabajo en las que aún no han provocado incidentes. Por esta razón, se denominan "factores de accidente potenciales". Es una noción que abre el camino a la detección precoz de riesgos, mencionada más adelante.

Efecto en las "causas" fundamentales. Como norma general, la prevención de los factores inductores de accidente cerca del momento de la lesión elimina ciertos efectos de situaciones peligrosas, mientras que la prevención acometida remontándose en la secuencia de causas tiende a erradicar las situaciones peligrosas en sí. Una investigación pormenorizada de un accidente está justificada en la medida en que la acción preventiva se ocupe con el mismo interés de los factores iniciales.

Tiempo dedicado a la aplicación. La necesidad de actuar tan rápido como sea posible después de un accidente con el fin de evitar su repetición suele reflejarse en la aplicación de una medida preventiva simple (por ejemplo, una instrucción), pero esta acción no elimina la necesidad de adoptar otras más duraderas y eficaces. En consecuencia, todo accidente debe dar lugar al planteamiento de un conjunto de propuestas cuya aplicación será objeto de seguimiento.

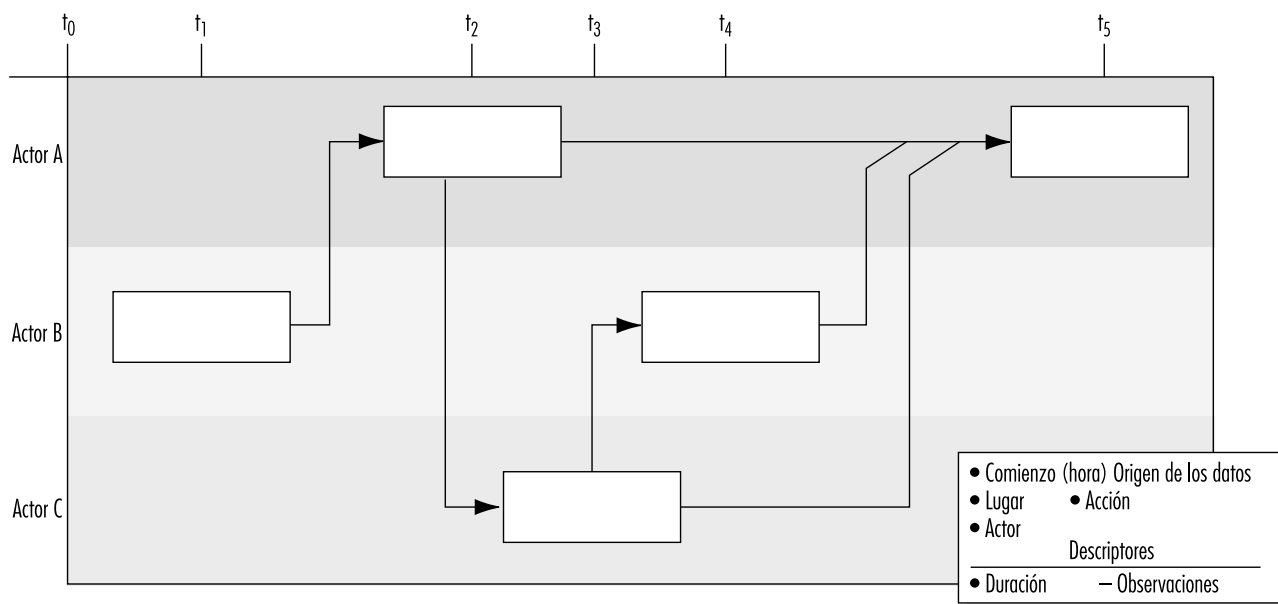
Con los criterios anteriores se pretende dar una mejor apreciación de la calidad de las acciones preventivas propuestas después de cada investigación de accidente. Claro está que la elección final no se toma únicamente sobre esta base, ya que deben tenerse en cuenta también otras consideraciones, como las económicas, las culturales o las sociales. Por último, es obvio que las medidas que se hayan decidido deben respetar la normativa vigente.

Factores de accidente

Las lecciones extraídas de cada análisis de accidente deben registrarse sistemáticamente para facilitar el paso de la adquisición de conocimiento a la acción. La Figura 57.12 consta de tres columnas. En la columna de la izquierda, figuran los factores de accidente que exigen la adopción de medidas preventivas. En la del medio se describen las acciones posibles correspondientes a cada factor sobre el que se ha tomado una decisión. Después del análisis antes mencionado, las acciones seleccionadas se registran en esta parte del documento.

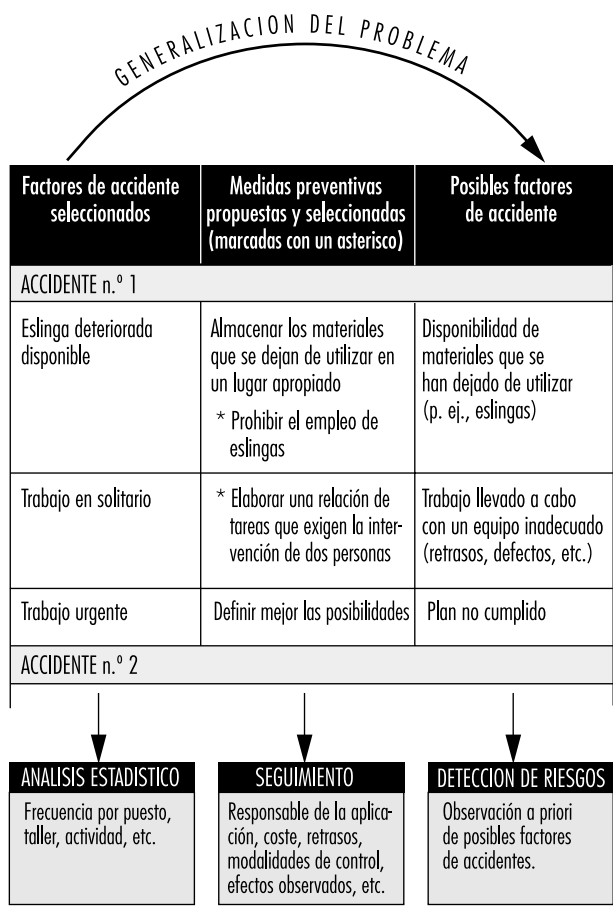
En la columna de la derecha se incluyen los factores de accidente potenciales que indican los factores referidos en la de la izquierda: se considera que, con frecuencia, cada factor

Figura 57.11 • Ejemplo de representación posible mediante el método STEP.



Fuente: Hendrick y Benner 1987.

Figura 57.12 • Lecciones extraídas de los accidentes y utilización de las mismas.



detectado constituye únicamente un caso particular de otro más general denominado factor de accidente potencial. El paso del caso particular al caso más general se realiza a menudo de forma espontánea. Ahora bien, cada vez que un factor de accidente se expresa de un modo en que no es posible encontrarlo en otra situación distinta a aquella en la que ha aparecido, debe considerarse una formulación más general. Para ello, es necesario evitar dos dificultades opuestas en la utilización de la noción de factor de accidente potencial con eficacia en la detección temprana de riesgos prevista para más adelante. Una formulación demasiado limitada no permite una determinación sistemática de los factores, mientras que una excesivamente amplia elimina la funcionalidad y el interés práctico de la noción. Por tanto, la detección de factores de accidente potenciales exige una formulación adecuada de los mismos. La detección puede llevarse a cabo a través de dos caminos complementarios:

- mediante la búsqueda de la posible presencia de factores potenciales ya conocidos a escala del puesto de trabajo o en un ámbito superior (taller, servicio),
- o mediante la investigación de los puestos de trabajo en los que puede observarse un factor previamente determinado.

Utilidad, eficacia y limitaciones de la investigación de accidentes

Utilidad. Comparados con las investigaciones no sistemáticas, los métodos de investigación de accidentes basados en un concepto sistemático presentan numerosas ventajas, entre las que figuran las siguientes:

- Permiten alcanzar la red causal de cada accidente a ser definido colectivamente, que facilita el diseño de nuevas medidas preventivas y la previsión de su repercusión, sin limitarse a las causas directas de la lesión.
- Ofrecen a los participantes en el análisis una representación mental más completa y realista del "fenómeno del accidente",

que permite una interpretación global de las situaciones de trabajo.

- Las investigaciones de accidentes pormenorizadas (sobre todo cuando se amplían para abarcar incidentes y sucesos no deseados) pueden convertirse en un medio y en una ocasión adecuada para el diálogo entre la dirección y los trabajadores.

Eficacia. Para ser eficaz, la investigación de accidente exige la satisfacción simultánea de cuatro condiciones:

1. un evidente compromiso de parte de la más alta dirección de la empresa, que debe ser capaz de garantizar la aplicación sistemática de los procedimientos oportunos;
2. la formación de los investigadores;
3. la dirección, los supervisores y los trabajadores deben estar plenamente informados de los objetivos de la investigación, de sus principios, de los requisitos del método empleado y de los resultados previstos,
4. la obtención de mejoras reales en las condiciones de seguridad, que alentará a los participantes en futuras investigaciones.

Limitaciones. Incluso cuando se lleva a cabo adecuadamente, la investigación de un accidente se enfrenta a una doble limitación:

- Sigue siendo un procedimiento para examinar los riesgos a posteriori (al modo del análisis de sistemas), con el objetivo de corregir las situaciones existentes. Por tanto, no aborda la necesidad de investigaciones a priori (prospectivas), como el estudio ergonómico de los puestos de trabajo o, en el caso de sistemas complejos, la investigación de seguridad.
- Asimismo, la utilidad de las investigaciones de accidentes varía con el nivel de seguridad del centro de trabajo en el que se apliquen. En concreto, si este nivel es elevado (la tasa de accidentes es baja o muy baja), es evidente que los accidentes graves se deben a la conjunción de numerosos factores aleatorios independientes relativamente inocuos desde el punto de vista de la seguridad cuando se consideran fuera del contexto investigado.

● COMUNICACIÓN Y RECOPIACIÓN DE ESTADÍSTICAS SOBRE ACCIDENTES

Kirsten Jorgensen

La necesidad de comunicar y recopilar datos sobre accidentes

El objetivo esencial de la recopilación y el análisis de los datos sobre accidentes de trabajo es proporcionar unos conocimientos para su utilización en la prevención de lesiones profesionales, fallecimientos en el trabajo y otras formas de perjuicio como las exposiciones a productos tóxicos con efectos a largo plazo. Asimismo, estos datos resultan de utilidad en la evaluación de las necesidades de compensar a las víctimas por las lesiones sufridas con anterioridad. Otros fines más específicos de la recogida de estadísticas de accidentes son:

- determinar las causas y la magnitud de los problemas de accidente;
- establecer las necesidades de medidas preventivas y clasificar éstas según su prioridad;
- evaluar la eficacia de las medidas preventivas;
- supervisar los riesgos, advertir y llevar a cabo campañas de sensibilización,
- ofrecer retroinformación a los participantes en la prevención.

A menudo, desea obtenerse una visión general del número de accidentes anuales. Para ello se utiliza una frecuencia y se compara el número de accidentes con una medida referida al grupo de riesgo y se expresa, por ejemplo, en términos de accidentes por cada 100.000 trabajadores o por cada 100.000 horas de trabajo. Tales recuentos anuales se emplean para determinar las variaciones de la tasa de accidente de un ejercicio a otro. Ahora bien, aunque pueden indicar el tipo de accidentes que exigen una acción preventiva con mayor urgencia, no constituyen en sí mismos un instrumento de orientación respecto a la forma que dicha acción debe adoptar.

La necesidad de información sobre accidentes difiere entre los tres niveles de función que la utilizan:

- Al nivel del lugar de trabajo de cada empresa en particular, los datos de accidentes se utilizan en las actividades de seguridad locales. Las mejores oportunidades para abordar factores de riesgo específico se encuentran en el entorno inmediato: el lugar de trabajo.
- Al nivel de la autoridad competente en materia legislativa, los datos de accidentes se utilizan para regular el ambiente de trabajo y promover la seguridad en el lugar de trabajo. Es posible no sólo ejercer control sobre éste a dicha escala, sino también llevar a cabo análisis estadísticos generales para su empleo en las actividades preventivas generales.
- A la escala de la autoridad responsable del pago de indemnizaciones a las víctimas de accidentes, estos datos se utilizan para facilitar la determinación de las tasas.

El papel de la organización en la recopilación de información sobre accidentes

En muchos países, las empresas están obligadas por ley a mantener de estadísticas de accidentes de trabajo que hayan provocado lesiones, fallecimientos o la exposición a sustancias tóxicas de los trabajadores. Normalmente, el objeto de este requisito es llamar la atención sobre los riesgos que han dado lugar en la práctica a este tipo de accidentes, centrándose las actividades de seguridad sobre todo en el accidente específico y en el estudio del suceso en sí. Con todo, es más habitual que la información sobre accidentes se recoja y se registre de manera sistemática en lo que constituye una función que suele llevarse a cabo a una escala superior.

Puesto que las circunstancias reales de la mayoría de los accidentes son especiales, es poco frecuente que se produzcan dos accidentes idénticos y la prevención basada en el análisis de un accidente concreto tiende fácilmente a convertirse en una cuestión altamente específica. Al recoger la información sistemáticamente, es posible obtener una visión más general de las áreas en las que deben encontrarse riesgos particulares y descubrir factores menos obvios inductores de accidentes. Los procesos y los equipos de trabajo específicos y la utilización de ciertos equipos pueden provocar accidentes muy circunstanciales. En cualquier caso, un estudio detallado de los tipos de accidente asociados a una forma determinada de trabajo uniforme puede poner de relieve factores como la inconveniencia de los procesos de trabajo, el uso incorrecto de los materiales, la existencia de condiciones de trabajo difíciles o la falta de formación adecuada de los trabajadores. Un análisis de numerosos accidentes recurrentes puede indicar los factores fundamentales que deben abordarse al emprender acciones preventivas.

Comunicación de la información sobre accidentes a las autoridades en materia de seguridad

La legislación que requiere una comunicación de los accidentes de trabajo varía ampliamente de un país a otro, y las diferencias se centran sobre todo en el tipo de empresas y de otros agentes a

los que se aplica la normativa. Los países que conceden gran importancia a la seguridad en el lugar de trabajo suelen estipular que los datos sobre accidentes se remitan a las autoridades competentes para la supervisión del cumplimiento con la legislación en la materia. (En algunos casos, la legislación exige la comunicación de los accidentes de trabajo que dan lugar a la ausencia del puesto, cuya duración oscila entre 1 y 3 días más el día del suceso.) En la mayoría de las normativas, la comunicación de datos se vincula con alguna forma de sanción o indemnización por las consecuencias de los accidentes.

Con el fin de establecer unos fundamentos sólidos para la prevención de los accidentes de trabajo, es necesario garantizar la oferta de información al respecto relativa a la totalidad de sectores y de actividades. Debe establecerse una base para la comparación a escala nacional que permita la determinación de prioridades respecto a las acciones preventivas y el aprovechamiento de los conocimientos sobre los riesgos asociados a las tareas de los distintos sectores en las iniciativas de prevención. Por tanto, es recomendable que la obligación de recopilar información sobre accidentes de trabajo a escala nacional se aplique en todos los casos de una gravedad determinada, con independencia de que afecten a trabajadores por cuenta ajena o propia, en puestos temporales o fijos y en los sectores público o privado.

Aunque los empresarios, generalmente, están obligados a comunicar los accidentes, este requisito se satisface con diversos grados de entusiasmo. La medida de cumplimiento de esta imposición depende de los incentivos ofrecidos a los empresarios. Por ejemplo, algunos países, tienen una regla en virtud de la cual, las empresas son indemnizadas por los pagos efectuados a las víctimas de un accidente por las horas de trabajo perdidas, lo que les anima a comunicar los accidentes de trabajo. Otros países, sancionan a los empresarios que no informan de los accidentes acaecidos. Cuando estos tipos de incentivos no existen, la mera obligación jurídica que vincula al empresario no siempre es observado. Por otra parte, se recomienda que la información sobre accidentes de trabajo destinada a las aplicaciones preventivas sea remitida a la autoridad responsable de llevarlas a cabo y se mantenga al margen de la autoridad encargada de las indemnizaciones.

Tabla 57.6 • Variables informativas que caracterizan un accidente.

Acciones	Elementos
Fase 1	
<i>Actividad de la víctima:</i> p. ej., utilizar una máquina, realizar actividades de mantenimiento, conducir, caminar, etcétera.	<i>Componente relacionado con la actividad de la víctima:</i> p. ej., prensa mecánica, herramienta, vehículo, suelo, etc.
Fase 2	
<i>Acción irregular:</i> p. ej., explosión, avería estructural, tropezón, pérdida de control, etc.	<i>Componente relativo a la acción irregular:</i> p. ej., depósito a presión, muro, cable, vehículo, máquina, herramienta, etc.
Fase 3	
<i>Acción que origina la lesión:</i> p. ej., golpe, aplastamiento, bloqueo, contacto, mordedura, etc.	<i>Agente de la lesión:</i> p. ej., ladrillo, suelo, máquina, etc.

¿Qué información debe recopilarse?

Hay tres tipos básicos de información que puede obtenerse mediante el registro de accidentes:

- La información que establece *dónde* ocurren los accidentes; es decir, sectores, actividades, procesos de trabajo, etc. Tales conocimientos pueden utilizarse para determinar *dónde* se necesita la acción preventiva.
- La información que indica *cómo* ocurren los accidentes y el modo en que se producen las lesiones. Pueden utilizarse estos conocimientos para determinar el *tipo* de acción preventiva necesaria.
- La información relativa a *la naturaleza y la gravedad de las lesiones*, en la que se describe, por ejemplo, las partes del cuerpo afectadas y las consecuencias de las lesiones para la salud. Deben utilizarse estos datos para establecer las prioridades de la acción preventiva, con el fin de garantizar que se adoptan medidas allí donde el riesgo es mayor.

Es necesario recopilar una cierta cantidad de datos básicos complementarios para documentar adecuadamente cuándo y dónde se produce un accidente y analizar cómo ocurre. A nivel empresarial, los datos recogidos son más detallados que los agregados en el ámbito nacional, pero los informes elaborados a escala local contienen información valiosa en todos los contextos. En la Tabla 57.6 se recogen tipos de información específicos que pueden registrarse mediante la descripción de un accidente concreto. Las cuestiones de especial importancia para la tarea de elaborar las estadísticas relacionadas con un accidente se describen con mayor detalle a continuación.

Número de identificación del accidente. A todos los accidentes de trabajo se les debe asignar un único número de identificación. Resulta especialmente ventajoso emplear un indicador numérico a efectos del registro y posterior procesamiento informatizado.

Número de identificación personal y fecha. El registro de la víctima constituye una parte esencial de la identificación del accidente. Puede elegirse entre la fecha del cumpleaños del trabajador, el número de empleo, el número de la seguridad social u otro identificador singular. La anotación del número de identificación personal y la fecha del accidente evitará la duplicación del registro del mismo accidente y, además, facilitará la comprobación de la comunicación del accidente. El vínculo entre la información contenida en el informe del accidente y este número puede protegerse por razones de seguridad.

Nacionalidad. La nacionalidad de la víctima será un elemento importante de la información en los países con una proporción significativa de trabajadores extranjeros en la población activa. Puede seleccionarse un código de dos dígitos entre los que figuran en la Norma DS/ISO 3166.

Profesión. El número de registro de la profesión puede elegirse entre la lista de códigos internacionales de ocupación de cuatro dígitos propuestos en la Clasificación Internacional Uniforme de Ocupaciones (CIUDO).

Empresa. El nombre, la dirección y el número de identificación de la empresa se utiliza en el registro de accidentes a escala nacional (aunque el nombre y la dirección no pueden emplearse para el archivo informático). Normalmente, el sector productivo de la empresa se inscribe en su entidad aseguradora especializada en lesiones profesionales o en relación con el registro de su plantilla. Puede asignarse un identificador numérico de sector de acuerdo con el sistema de clasificación internacional NACE de cinco dígitos.

Proceso de trabajo. Un componente esencial de la información referente a los accidentes de trabajo es la descripción del proceso de trabajo efectuado en el momento en que se produjo el accidente. La identificación del este proceso de trabajo constituye un requisito previo para lograr una prevención orientada

adecuadamente. Cabe señalar que el proceso de trabajo consiste en la función real que la víctima desempeñaba en el momento del accidente y no debe ser necesariamente idéntico al que provocó la lesión, el fallecimiento o la exposición.

Desarrollo del accidente. Un accidente suele consistir en una cadena de acontecimientos. Los investigadores suelen centrarse en la parte del ciclo de sucesos en la que se produjo la lesión. Ahora bien, desde el punto de vista de la prevención, es también importante la descripción de la fase en la que algo funcionó mal y de lo que hacía la víctima cuando ocurrió el suceso.

Consecuencias del accidente. Después de especificar la parte del cuerpo lesionada y de describir el tipo de lesión (en parte mediante los códigos que figuran en una lista de comprobación y en parte a través de la descripción incluida en el ciclo de sucesos), se informa de la gravedad de la lesión y se especifica si ésta dio lugar a la ausencia del puesto de trabajo (y su duración) y si tuvo como consecuencia el fallecimiento o la invalidez. Normalmente, puede obtenerse información detallada sobre las ausencias al trabajo de larga duración, las hospitalizaciones o las discapacidades en las entidades encargadas de las indemnizaciones y en el sistema de seguridad social.

Por tanto, a efectos de registro, el examen de un accidente se divide en los tres componentes informativos siguientes:

- La *actividad* asociada con un accidente es la que desarrollaba la víctima en el momento en que se produjo el accidente. Se registra mediante un código de acción y un código tecnológico. En este sentido, se considera un concepto de tecnología amplio en el que se incluyen elementos como las máquinas, los materiales, los componentes de la construcción e incluso los animales. Actualmente, no existe una clasificación internacional de tecnología, aunque Dinamarca ha desarrollado un sistema de clasificación en este contexto.
- El *suceso de la lesión* es el acontecimiento irregular que dio lugar al accidente. Se registra mediante un código para la irregularidad y uno o dos códigos para la tecnología que intervino en la misma.
- El *modo de la lesión* se registra mediante la utilización de un código para la manera en que la víctima entró en contacto con el factor causante de la lesión y de otro código para la tecnología que provocó ésta.

Los ejemplos siguientes ilustran la aplicación de estas categorías de análisis:

1. En el caso de que un trabajador tropiece con un tubo flexible al caminar y se caiga, golpeándose en la cabeza con una mesa, la actividad es caminar, el suceso de la lesión es tropezar con el tubo flexible y el modo de la lesión es el golpe de la cabeza con la mesa.
2. Un trabajador permanece de pie cerca de un muro, un depósito explota y el muro se viene abajo sobre la víctima. La actividad consiste en estar de pie junto al muro, el suceso de la lesión es la explosión del depósito y el modo de la lesión es el impacto del muro sobre la víctima.

La comunicación de la información sobre los accidentes

La información que debe obtenerse de cada accidente puede ser registrada en un formulario semejante al que se muestra en la Figura 57.13.

La información contenida en el formulario del informe puede registrarse en un ordenador mediante la utilización de claves de clasificación. (En los casos en que puede recomendarse la aplicación de sistemas de clasificación internacionales, éstos se mencionan en la descripción de cada variable de información

antes referida.) Las clasificaciones correspondientes a otras variables utilizadas para registrar las lesiones profesionales han sido desarrolladas por el Servicio Danés para el Ambiente de Trabajo, y los principios en que debe basarse la creación de un sistema de registro armonizado forman parte de una propuesta elaborada por la Unión Europea.

La utilización de las estadísticas de accidentes

Las estadísticas de accidentes constituyen un valioso instrumento en una amplia gama de contextos: catalogación, seguimiento y advertencia, establecimiento de prioridades respecto a las áreas de prevención, medidas de prevención específicas e investigación y recuperación de la información. Un área puede solaparse con otra, pero los principios de aplicación varían.

Mapas

Los *mapas* de datos de accidentes de trabajo exige la obtención de ciertos tipos de información predeterminados de un conjunto de datos registrados, así como el análisis de las interrelaciones existentes entre dichos tipos. Los ejemplos siguientes ilustrarán la utilidad de las aplicaciones de catalogación.

- *Mapas de sectores industriales.* Los mapas de datos relativos a los sectores industriales pueden obtenerse de una selección adecuada de los informes contenidos en los registros de información y la realización del análisis deseado. Si una actividad como la construcción reviste un interés especial, pueden seleccionarse los informes registrados en la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU) y codificados con los números del 50.000 al 50.199 (edificación y construcción). Los informes correspondientes a este sector pueden servir para determinar, por ejemplo, la localización geográfica de las empresas, así como la edad, el sexo y la profesión de las víctimas de los accidentes.
- *Mapa de lesiones.* Si la selección se basa en una categoría específica de lesión, se pueden obtener los mapas e informes para poner de manifiesto, por ejemplo, los sectores en que se produce este tipo de accidentes, las categorías profesionales y los grupos de edad afectados, las actividades realizadas en el momento del accidente y el tipo de tecnología más frecuentemente involucrado.
- *Mapas de las empresas.* Una evaluación a escala empresarial de las tendencias de los accidentes (y, por tanto, del ambiente de trabajo interno en cada caso) puede llevarse a cabo mediante la elaboración de mapas de los accidentes de trabajo notificados ocurridos en un período de tiempo determinado. Además, la empresa podrá comparar su posición individual respecto a la tecnología, la composición de su personal y otras áreas de interés con el conjunto del sector, y determinar así si su situación en estos aspectos es la habitual en el mismo. Por otra parte, si se comprueba que una actividad sufre varios problemas característicos relacionados con el ambiente de trabajo, es aconsejable investigar si éstos se plantean en la empresa en cuestión.

Seguimiento y advertencia

El *seguimiento* consiste en un proceso de vigilancia continua combinado con la advertencia de los riesgos principales y, en especial, de sus variaciones. Los cambios observados en los informes de accidentes recibidos pueden ser indicativos de modificaciones en el patrón de comunicación o, lo que resulta más grave, reflejar auténticas alteraciones de los factores de riesgo. Puede afirmarse la existencia de riesgos importantes en los casos en que se registra una frecuencia de lesiones elevada, se producen muchas lesiones graves y el grupo de personas expuesto al riesgo es numeroso.

Figura 57.13 • Formulario tipo.

N.º de serie		Señale la fecha de reincorporación al trabajo		
		Año	Mes	Día
		: : :	: : :	: : :
Nombre de la persona lesionada		Fecha de nacimiento		
Dirección de la persona lesionada		Código postal		
Remítase a la dirección que figura al dorso				
PARTE DE ACCIDENTE DE TRABAJO				
Nº de serie				
Persona lesionada				
Nombre		Fecha de nacimiento		<input type="checkbox"/> Trabajador autónomo <input type="checkbox"/> Alumno en formación <input type="checkbox"/> Miembro de la familia
Dirección		Código postal	Nacionalidad	
Profesión		Momento del accid.	Año Mes Día Hora	
Información de la empresa				
Nombre de la empresa		Nº de registro de la empresa		
Dirección		Código postal	Número de trabajadores	
Actividad económica		Duración del servicio		Años Meses
Si el accidente no se produjo en las instalaciones de la empresa, declare dónde		Dirección		Código postal
Tipo y entorno de trabajo				
¿Qué tipo de trabajo desarrollaba la persona lesionada en el momento del accidente? (p. ej., fundición de hierro, cosechado, sacrificio de animales)				
¿Dónde se encontraba la persona lesionada en el momento del accidente? (dentro de un edificio, en una zona subterránea, etc.)				
Circunstancias del accidente				
Describa qué hacía la persona lesionada en el momento del accidente y qué elemento (herramienta, equipo) estaba asociado con la actividad				
Describa la acción irregular, incluyendo el elemento (herramienta, equipo, etc.) asociado con la irregularidad				
Describa la acción que causa la lesión, incluido el agente (herramienta, equipo, etc.) inductor de la misma				
Consecuencias del accidente				
Tipo de lesión		Parte del cuerpo lesionada		
<input type="checkbox"/> Contusión <input type="checkbox"/> Conmoción y lesiones internas <input type="checkbox"/> Herida abierta <input type="checkbox"/> Amputación <input type="checkbox"/> Fractura abierta <input type="checkbox"/> Fractura cerrada <input type="checkbox"/> Luxación, dislocación <input type="checkbox"/> Torcedura, esguince, dist. ligamentos		<input type="checkbox"/> Cabeza excepto los ojos <input type="checkbox"/> Ojos <input type="checkbox"/> Cuello <input type="checkbox"/> Espalda, columna vertebral <input type="checkbox"/> Pecho <input type="checkbox"/> Abdomen <input type="checkbox"/> Hombros, brazos, codos <input type="checkbox"/> Antebrazos, muñecas		
<input type="checkbox"/> Asfixia, inhalación de gas, ahogo <input type="checkbox"/> Intoxicación <input type="checkbox"/> Lesión por calor o congelación <input type="checkbox"/> Quemaduras químicas <input type="checkbox"/> Efecto de la radiación <input type="checkbox"/> Sacudida eléctrica <input type="checkbox"/> Lesión no comprobada <input type="checkbox"/> Otros		<input type="checkbox"/> Manos <input type="checkbox"/> Dedos, uno o varios <input type="checkbox"/> Cadera, muslo, rótula <input type="checkbox"/> Rodilla, pantorrilla, tobillo <input type="checkbox"/> Pies <input type="checkbox"/> Dedos de los pies, uno o varios <input type="checkbox"/> Varias partes del cuerpo <input type="checkbox"/> Otras lesiones		
Describa con detalle la naturaleza de la lesión y la parte del cuerpo afectada				
Consecuencias del accidente				
<input type="checkbox"/> Sin ausencias/ausencia de menos de 1 día <input type="checkbox"/> Ausencia de 1 a 3 días <input type="checkbox"/> Ausencia de 4 a 14 días <input type="checkbox"/> Ausencia previsiblemente superior a 14 días <input type="checkbox"/> Discapacidad permanente <input type="checkbox"/> Muerte				
Fecha		Firma de la persona que presenta la reclamación		

Establecimiento de prioridades

El *establecimiento de prioridades* consiste en la selección de las áreas de riesgo o los problemas del ambiente de trabajo más importantes para realizar la acción preventiva. A través de los resultados de los mapas y las actividades de seguimiento y advertencia, puede crearse un registro de accidentes de trabajo capaz de contribuir a la determinación de prioridades, y cuyos elementos podrían ser los siguientes:

- riesgos con consecuencias graves;
- riesgos con una alta probabilidad de lesión en una gran proporción del grupo expuesto,
- riesgos a los que se ven expuestos grupos de personas numerosos.

Los datos extraídos de un registro de accidentes de trabajo pueden utilizarse en el establecimiento de prioridades a varias escalas, quizá a la nacional o a otra más específica como la empresarial. Con independencia de la escala elegida, los análisis y las evaluaciones pueden efectuarse en función de los mismos principios.

Prevención

En general, los análisis y la documentación utilizados con fines preventivos son muy específicos y se concentran en áreas limitadas abordadas, no obstante, con gran detalle. Un ejemplo de este tipo de análisis es la campaña contra los accidentes mortales realizada por el Servicio Nacional de Inspección del Trabajo de Dinamarca. En los mapas preliminares se determinaron las actividades y las funciones laborales en que se producían los fallecimientos. Los tractores agrícolas fueron seleccionados como objeto principal del análisis. Su objetivo era determinar por qué estos vehículos eran tan peligrosos. Se investigó quién los conducía, dónde se utilizaban, cuándo se producían los accidentes y, en concreto, qué tipos de situaciones daban lugar a los accidentes con más frecuencia. Basándose en este estudio, se formuló un programa preventivo.

El número de accidentes de trabajo en una empresa es a menudo demasiado pequeño para realizar estadísticas útiles para el análisis preventivo. Un análisis de la pauta de los accidentes puede utilizarse para evitar la repetición de lesiones específicas, pero es difícil que resulte eficaz en la prevención de accidentes que, de un modo u otro, difieren de casos anteriores. Por tanto, salvo que el objeto de la investigación sea una empresa bastante grande, estos análisis son más adecuados para un grupo de empresas de carácter similar o un conjunto de procesos productivos del mismo tipo. Por ejemplo, un análisis del sector maderero pone de manifiesto que los accidentes vinculados a las máquinas cortadoras producen principalmente lesiones en los dedos. Los accidentes de transporte suelen provocar lesiones en los pies y las piernas y los daños cerebrales y el eczema son los riesgos más comunes en el sector de tratamientos superficiales. Un análisis más detallado de los procesos de trabajo pertinentes en un sector puede indicar qué situaciones suelen causar accidentes. Basándose en esta información, los expertos del sector en cuestión pueden determinar con precisión cuándo es probable que se planteen tales situaciones, así como las posibilidades de prevención.

Investigación y recuperación de información

Uno de los usos más comunes de sistemas de información como los bibliográficos y de archivo es la recuperación de información de carácter específico y bien definido como base para la investigación en materia de seguridad. Por ejemplo, en un estudio cuyo objetivo era formular disposiciones respecto al trabajo sobre techos, surgió la duda de si un determinado riesgo estaba asociado a esa tarea. Se creía comúnmente que los trabajadores rara vez resultaban lesionados por caer de los tejados al desarrollar su actividad. Ahora bien, en este ejemplo se utilizó un registro de accidentes de trabajo para recuperar todos los informes con datos sobre personas que hubiesen resultado lesionadas al caerse de un tejado y se descubrió un número considerable de casos, confirmando la importancia de proseguir con la formulación de normas en esta área.

Referencias

- Advisory Committee on Major Hazards. 1976, 1979, 1984. *First, Second and Third Reports*. Londres: HMSO.
- Bennis WG, KD Benne, R Chin (dirs.). 1985. *The Planning of Change*. Nueva York: Holt, Rinehart and Winston.
- Casti, JL. 1990. *Searching for Certainty: What Scientists Can Know About the Future*. Nueva York: William Morrow.
- Charsley, P. 1995. HAZOP and risk assessment (DNV London). *Loss Prev Bull* 124:16-19.
- Cornelison, JD. 1989. *MORT Based Root Cause Analysis*. Working Paper No. 27. Idaho Falls, Estados Unidos: System Safety Development Center.
- Gleick, J. 1987. *Chaos: Making a New Science*. Nueva York: Viking Penguin.
- Groeneweg, J. 1996. *Controlling the Controllable: The Management of Safety*. 3ª edición revisada. Países Bajos: DSWO Press, Universidad de Leiden.
- Haddon, W. 1980. The basic strategies for reducing damage from hazards of all kinds. *Hazard Prev* Septiembre/Octubre:8-12.
- Hendrick K, L Benner. 1987. *Investigating Accidents with STEP*. Nueva York: Dekker.
- Johnson, WG. 1980. *MORT Safety Assurance Systems*. Nueva York: Marcel Dekker.
- Kjellén, U, RK Tinmannsvik. 1989. *SMORT— Säkerhetsanalys av industriell organisation*. Estocolmo: Arbetskyddsmyndigheten.
- Kletz, T. 1988. *Learning from Accidents in Industry*. Londres: Butterworth.
- Knox, NW, RW Eicher. 1992. *MORT User's Manual*. Report No. SSDC-4, Rev. 3. Idaho Falls, Estados Unidos: System Safety Development Center.
- Kruysee, HW. 1993. Conditions for safe traffic behaviour. Tesis doctoral, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Leiden, Países Bajos.
- Nertney, RJ. 1975. *Occupancy-use Readiness Manual—Safety Considerations*. Report No. SSDC-1. Idaho Falls, Estados Unidos: System Safety Development Center.
- Pascale, RTA, AG Athos. 1980. *The Art of Japanese Management*. Londres: Penguin.
- Peters, TJ, RH Waterman. 1982. *In Search of Excellence. Lessons from America's Best-run Companies*. Nueva York: Haysen & Row.
- Petroski, H. 1992. *To Engineer is Human: The Role of Failure in Successful Design*. Nueva York: Vintage.
- Rasmussen, J. 1988. *Information Processing and Human-machine Interaction, and Approach to Cognitive Engineering*. Amsterdam: Elsevier.
- Reason, JT, R Shotton, WA Wagenaar, PTW Hudson. 1989. *TRIPOD, A Principled Basis for Safer Operations*. Informe elaborado para Shell Internationale Petroleum Maatschappij, Exploration and Production.
- Reason, JT. 1990. *Human Error*. Cambridge: CUP.
- Roggeveen, V. 1994. Care Structuur in Arbeidsomstandigheden zorg. Reader of the Post Hoger Onderwijs Hogere Veiligheids course. Amsterdam.
- Ruuhilehto, K. 1993. The management oversight and risk tree (MORT). En *Quality Management of Safety and Risk Analysis*, dirigido por J Suokas y V Rouhlainen. Amsterdam: Elsevier.
- Schein, EH. 1989. *Organizational Culture and Leadership*. Oxford: Jossey-Bass.
- Scott, WR. 1978. Theoretical perspectives. En *Environments and Organizations*, dirigido por MW Meyer. San Francisco: Jossey-Bass.
- Successful Health & Safety Management: Appl.1*. 1991. Londres: HMSO.
- Van der Schrier, JH, J Groeneweg, VR van Amerongen. 1994. Accident analysis using the TRIPOD top-down method. Tesina, Centro para la Investigación de la Seguridad, Universidad de Leiden, Países Bajos.
- Wagenaar, WA. 1992. Influencing human behavior. Toward a practical approach for E&P. *J Petrol Tech* 11:1261-1281.
- Wagenaar, WA, J Groeneweg. 1987. Accidents at sea: Multiple causes and impossible consequences. *International Journal of Man-Machine Studies* 27:587-598.

Otras lecturas recomendadas

- Heselmans, M, J Roels, J Stijnen, J Van de Kerckhove, E Van Gils. 1994. *El Sistema de Auditoría de Pellenberg, PAS* (en holandés). Leuven, Bélgica: Garant.
- Van Gils, E. 1993. Safety management system elements. A point of view of the Belgian Labour Inspectorate based on ISO 9001. Seminario de la CCE sobre los procesos industriales, Ravello.