
ISO 31010 2019 Gestión de riesgos - Técnicas de evaluación de riesgos Management du risque -Techniques d'appréciation du risque

Traducido de: ISO 31010 2019 Risk management -Risk assessment techniques Management du
risque -Techniques d'appréciation du risque

Miguel Sanson

ISO 31010 2019 GESTIÓN DEL RIESGO TÉCNICAS DE EVALUACIÓN

¿Necesitas citar este documento?

Recibe la cita en los estilos
MLA, APA o Chicago

¿Quieres más papeles como este?

Descargue un paquete PDF de documentos
relacionados

Buscar en el catálogo de Academia de 28 millones
de artículos gratuitos

ISO 31010 2019 Gestión de riesgos -Técnicas de evaluación de riesgos Management du risque - Techniques d'appréciation du risque

Miguel Sanson

ISO 31010 2019 GESTIÓN DEL RIESGO TÉCNICAS DE EVALUACIÓN

[Original Paper](#) 

Abstracto

Derechos de reproducción reservados. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publishing ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des

COMISIÓN ELECTROTÉCNICA INTERNACIONAL _____

GESTIÓN DE RIESGOS - TÉCNICAS DE EVALUACIÓN DE RIESGOS PRÓLOGO

1) La Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) es una organización mundial de normalización que comprende todos los comités electrotécnicos nacionales (Comités Nacionales de IEC). El objeto de IEC es promover la cooperación internacional en todas las cuestiones relativas a la normalización en los campos eléctrico y electrónico. Con este fin y

además de otras actividades, IEC publica Normas Internacionales, Especificaciones Técnicas, Informes Técnicos, Especificaciones Disponibles al Público (PAS) y Guías (en lo sucesivo, "Publicación(es) de IEC"). Su preparación está encomendada a comités técnicos; cualquier Comité Nacional IEC interesado en el tema tratado puede participar en este trabajo preparatorio. Las organizaciones internacionales, gubernamentales y no gubernamentales que se vinculan con el IEC también participan en esta preparación. IEC colabora estrechamente con la Organización Internacional de Normalización (ISO) de acuerdo con las condiciones determinadas por acuerdo entre las dos organizaciones.

2) Las decisiones o acuerdos formales de IEC sobre asuntos técnicos expresan, en la medida de lo posible, un consenso internacional de opinión sobre los temas relevantes, ya que cada comité técnico tiene representación de todos los Comités Nacionales de IEC interesados.

3) Las Publicaciones IEC tienen la forma de recomendaciones para uso internacional y son aceptadas por los Comités Nacionales IEC en ese sentido. Si bien se realizan todos los esfuerzos razonables para garantizar que el contenido técnico de las publicaciones de IEC sea preciso, IEC no se hace responsable de la forma en que se utilizan o de cualquier mala interpretación por parte de cualquier usuario final.

4)

Para promover la uniformidad internacional, los Comités Nacionales de IEC se comprometen a aplicar las Publicaciones de IEC de manera transparente en la mayor medida posible en sus publicaciones nacionales y regionales. Cualquier divergencia entre cualquier Publicación IEC y la publicación nacional o regional correspondiente deberá indicarse claramente en esta última.

5) El propio IEC no proporciona ningún certificado de conformidad. Los organismos de certificación independientes brindan servicios de evaluación de la conformidad y, en algunas áreas, acceso a las marcas de conformidad IEC. IEC no es responsable de ningún servicio realizado por organismos de certificación independientes.

6) Todos los usuarios deben asegurarse de tener la última edición de esta publicación.

7)

No se impondrá ninguna responsabilidad a IEC ni a sus directores, empleados, empleados o agentes, incluidos expertos individuales y miembros de sus comités técnicos y Comités Nacionales de IEC, por lesiones personales, daños a la propiedad u otros daños de

cualquier naturaleza, ya sean directos o indirectos, o por los costos (incluidos los honorarios legales) y los gastos que surjan de la publicación, el uso o la confianza en esta Publicación de IEC o cualquier otra Publicación de IEC.

8) Se llama la atención sobre las referencias normativas citadas en esta publicación. El uso de las publicaciones referenciadas es indispensable para la correcta aplicación de esta publicación. 9) Se llama la atención sobre la posibilidad de que algunos de los elementos de esta Publicación IEC puedan ser objeto de derechos de patente. IEC no será responsable de identificar cualquiera o todos los derechos de patente.

La Norma Internacional IEC 31010 ha sido preparada por el comité técnico 56 de IEC: Confiabilidad, en cooperación con el comité técnico 262 de ISO: Gestión de riesgos.

Se publica como un estándar de doble logotipo.

Esta segunda edición anula y reemplaza la primera edición publicada en 2009. Esta edición constituye una revisión técnica.

Esta edición incluye los siguientes cambios técnicos significativos con respecto a la edición anterior:

- se dan más detalles sobre el proceso de planificación, implementación, verificación y validación del uso de las técnicas; • se ha incrementado el número y rango de aplicación de las técnicas;
- los conceptos cubiertos en ISO 31000 ya no se repiten en esta norma.

INTRODUCCIÓN

Este documento proporciona orientación sobre la selección y aplicación de diversas técnicas que pueden utilizarse para ayudar a mejorar la forma en que se tiene en cuenta la incertidumbre y ayudar a comprender el riesgo.

Se utilizan las técnicas:

- cuando se requiera una mayor comprensión sobre qué riesgo existe o sobre un riesgo en particular;
- dentro de una decisión en la que es necesario comparar u optimizar una variedad de opciones, cada una de las cuales implica un riesgo; • dentro de un proceso de gestión de riesgos que conduce a acciones para tratar el riesgo.

Las técnicas se utilizan dentro de los pasos de evaluación de riesgos de identificar, analizar y evaluar el riesgo como se describe en la norma ISO 31000 y, de manera más general, siempre que sea necesario comprender la incertidumbre y sus efectos.

Las técnicas descritas en este documento se pueden utilizar en una amplia gama de entornos, sin embargo, la mayoría se originó en el dominio técnico. Algunas técnicas son similares en concepto pero tienen diferentes nombres y metodologías que reflejan la historia de su desarrollo en diferentes sectores. Las técnicas han evolucionado con el tiempo y continúan evolucionando, y muchas pueden usarse en una amplia gama de situaciones fuera de su aplicación original. Las técnicas pueden adaptarse, combinarse y aplicarse de nuevas formas o ampliarse para satisfacer las necesidades actuales y futuras.

Este documento es una introducción a las técnicas seleccionadas y compara sus posibles aplicaciones, beneficios y limitaciones. También proporciona referencias a fuentes de información más detallada.

La audiencia potencial de este documento es:

- cualquier persona involucrada en la evaluación o gestión de riesgos;
- personas involucradas en el desarrollo de guías que establezcan cómo se evaluará el riesgo en contextos específicos; • personas que necesitan tomar decisiones donde hay incertidumbre, incluyendo:

-aquellos que encargan o evalúan evaluaciones de riesgo, -aquellos que necesitan comprender los resultados de las evaluaciones, y -aquellos que tienen que elegir técnicas de evaluación para satisfacer necesidades particulares.

Las organizaciones que deben realizar evaluaciones de riesgos con fines de cumplimiento o conformidad se beneficiarían del uso de técnicas de evaluación de riesgos formales y estandarizadas apropiadas.

GESTIÓN DE RIESGOS - TÉCNICAS DE EVALUACIÓN DE RIESGOS 1

Alcance

Esta Norma Internacional proporciona orientación sobre la selección y aplicación de técnicas para evaluar el riesgo en una amplia gama de situaciones. Las técnicas se utilizan para ayudar en la toma de decisiones cuando existe incertidumbre, para brindar información sobre riesgos particulares y como parte de un proceso para administrar el riesgo. El documento proporciona resúmenes de una variedad de técnicas, con referencias a otros

documentos donde las técnicas se describen con más detalle.

Referencias normativas

Los siguientes documentos se mencionan en el texto de tal manera que parte o la totalidad de su contenido constituye requisitos de este documento. Para las referencias con fecha, sólo se aplica la edición citada. Para las referencias sin fecha, se aplica la última edición del documento de referencia (incluidas las modificaciones).

Términos y definiciones

A los efectos de este documento, se aplican los términos y definiciones proporcionados en ISO 31000:2018, ISO Guide 73:2009 y los siguientes.

ISO e IEC mantienen bases de datos terminológicas para su uso en la normalización en las siguientes direcciones:

- Electropedia IEC: disponible en <http://www.electropedia.org/>
- Plataforma de navegación en línea ISO: disponible en <http://www.iso.org/obp>

probabilidad posibilidad de que algo suceda

Nota 1 a la entrada: En la terminología de gestión de riesgos, la palabra "probabilidad" se usa para referirse a la posibilidad de que suceda algo, ya sea definida, medida o determinada objetiva o subjetivamente, cualitativa o cuantitativamente, y descrita usando términos generales o matemáticamente (como una probabilidad o una frecuencia en un período de tiempo determinado). Nota 2 a la entrada: El término inglés "probabilidad" no tiene un equivalente directo en algunos idiomas; en cambio, a menudo se usa el equivalente del término "probabilidad". Sin embargo, en inglés, "probabilidad" a menudo se interpreta de forma restringida como un término matemático. Por lo tanto, en la terminología de gestión de riesgos, "probabilidad" se utiliza con la intención de que tenga la misma interpretación amplia que tiene el término "probabilidad" en muchos idiomas además del inglés.

[FUENTE: ISO 31000:2018, 3.7]

oportunidad combinación de circunstancias que se espera sean favorables a los objetivos

Nota 1 a la entrada: Una oportunidad es una situación positiva en la que es probable obtener ganancias y sobre la cual se tiene un buen nivel de control.

- incertidumbre que reconoce la variabilidad intrínseca de algunos fenómenos y que no puede reducirse mediante investigaciones adicionales; por ejemplo, lanzar dados (a veces denominado incertidumbre aleatoria);

- incertidumbre que generalmente resulta de la falta de conocimiento y que, por lo tanto, puede reducirse reuniendo más datos, refinando modelos, mejorando las técnicas de muestreo, etc. (a veces denominada incertidumbre epistémica).

Otras formas de incertidumbre comúnmente reconocidas incluyen:

- incertidumbre lingüística, que reconoce la vaguedad y la ambigüedad inherentes a las lenguas habladas;
- incertidumbre de decisión, que tiene particular relevancia para las estrategias de gestión de riesgos, y que identifica la incertidumbre asociada con los sistemas de valores, el juicio profesional, los valores de la empresa y las normas sociales.

Ejemplos de incertidumbre incluyen:

- incertidumbre en cuanto a la veracidad de las suposiciones, incluidas las suposiciones sobre cómo se comportarían las personas o los sistemas;

- variabilidad en los parámetros en los que se basará una decisión;

- incertidumbre en la validez o precisión de los modelos que se han establecido para hacer predicciones sobre el futuro;

- eventos (incluyendo cambios en circunstancias o condiciones) cuya ocurrencia, carácter o consecuencias son inciertos;

- incertidumbre asociada con eventos perturbadores;

- los resultados inciertos de los problemas sistémicos, como la escasez de personal competente, que pueden tener impactos de gran alcance que no pueden definirse claramente;

- falta de conocimiento que surge cuando se reconoce la incertidumbre pero no se comprende completamente;

- imprevisibilidad;

- la incertidumbre que surge de las limitaciones de la mente humana, por ejemplo, en la comprensión de datos complejos, la predicción de situaciones con consecuencias a largo plazo o la emisión de juicios libres de prejuicios.

No toda la incertidumbre se puede entender y el significado de la incertidumbre puede ser difícil o imposible de definir o influenciar. Sin embargo, el reconocimiento de que existe incertidumbre en un contexto específico permite implementar sistemas de alerta temprana para detectar cambios de manera proactiva y oportuna y hacer arreglos para desarrollar la resiliencia para hacer frente a circunstancias inesperadas.

Usos de las técnicas de evaluación de riesgos

Las técnicas descritas en este documento proporcionan un medio para mejorar la comprensión de la incertidumbre y sus implicaciones para las decisiones y acciones.

ISO 31000 describe los principios para la gestión del riesgo y los fundamentos y arreglos organizativos que permiten gestionar el riesgo. Especifica un proceso que permite reconocer, comprender y modificar el riesgo según sea necesario, de acuerdo con los criterios que se establecen como parte del proceso. Las técnicas de evaluación de riesgos se pueden aplicar dentro de este enfoque estructurado que implica establecer el contexto, evaluar y tratar el riesgo, junto con el monitoreo, revisión, comunicación y consulta, registro e informes continuos. Este proceso se ilustra en la Figura A.1, que también muestra ejemplos de dónde se pueden aplicar técnicas dentro del proceso.

En el proceso de ISO 31000, la evaluación de riesgos implica identificar los riesgos, analizarlos y utilizar la comprensión obtenida del análisis para evaluar el riesgo extrayendo conclusiones sobre su importancia comparativa en relación con los objetivos y los umbrales de desempeño de la organización. Este proceso proporciona información sobre las decisiones sobre si se requiere tratamiento, las prioridades para el tratamiento y las acciones destinadas a tratar el riesgo. En la práctica se aplica un enfoque iterativo.

Las técnicas de evaluación de riesgos descritas en este documento se utilizan

- cuando se requiera una mayor comprensión sobre qué riesgos existen o sobre un riesgo en particular;
- dentro de un proceso de gestión de riesgos que conduce a acciones para tratar el riesgo;
- dentro de una decisión en la que es necesario comparar u optimizar una variedad de

opciones, cada una de las cuales implica un riesgo.

En particular, las técnicas se pueden utilizar para:

- proporcionar información estructurada para respaldar decisiones y acciones cuando existe incertidumbre;
- aclarar las implicaciones de los supuestos en el logro de los objetivos;
- comparar múltiples opciones, sistemas, tecnologías o enfoques, etc. cuando exista una incertidumbre multifacética en torno a cada opción; • asistir en la definición de objetivos estratégicos y operativos realistas;
- ayudar a determinar los criterios de riesgo de una organización, como los límites de riesgo, el apetito por el riesgo o la capacidad de asumir riesgos; • tener en cuenta el riesgo al establecer o revisar las prioridades;
- reconocer y comprender el riesgo, incluido el riesgo que podría tener resultados extremos;
- comprender qué incertidumbres son más importantes para los objetivos de una organización y proporcionar una justificación de lo que se debe hacer al respecto; • reconocer y explotar las oportunidades con más éxito;
- articular los factores que contribuyen al riesgo y por qué son importantes;
- identificar acciones de tratamiento de riesgos eficaces y eficientes;
- determinar el efecto modificador de los tratamientos de riesgo propuestos, incluido cualquier cambio en la naturaleza o magnitud del riesgo; • comunicar sobre el riesgo y sus implicaciones;
- aprender de los fracasos y los éxitos para mejorar la forma en que se gestiona el riesgo;
- demostrar que se han cumplido los requisitos reglamentarios y de otro tipo.

La forma en que se evalúa el riesgo depende de la complejidad y novedad de la situación, y del nivel de conocimiento y comprensión pertinentes.

- En el caso más simple, cuando no hay nada nuevo o inusual en una situación, el riesgo

se comprende bien, sin implicaciones importantes para las partes interesadas o las consecuencias no son significativas, entonces es probable que las acciones se decidan de acuerdo con las reglas y procedimientos establecidos y las evaluaciones previas de riesgo. • Para temas muy nuevos, complejos o desafiantes, donde hay mucha incertidumbre y poca experiencia, hay poca información sobre la cual basar la evaluación y las técnicas convencionales de análisis pueden no ser útiles o significativas. Esto también se aplica a las circunstancias en las que las partes interesadas tienen puntos de vista muy divergentes. En estos casos, se pueden usar múltiples técnicas para obtener una comprensión parcial del riesgo, con juicios que luego se hacen en el contexto de los valores organizacionales y sociales, y las opiniones de las partes interesadas.

Las técnicas descritas en este documento tienen mayor aplicación en situaciones entre estos dos extremos donde la complejidad es moderada y hay alguna información disponible sobre la cual basar la evaluación.

6 Implementación de la evaluación de riesgos 6.1 Planificar la evaluación

Definir el propósito y el alcance de la evaluación.

Se debe establecer el propósito de la evaluación, incluida la identificación de las decisiones o acciones con las que se relaciona, los tomadores de decisiones, las partes interesadas y el momento y la naturaleza del resultado requerido (por ejemplo, si se requiere información cualitativa, semicuantitativa o cuantitativa).

Se debe definir el alcance, la profundidad y el nivel de detalle de la evaluación, con una descripción de lo que se incluye y excluye. Deben definirse los tipos de consecuencias que se incluirán en la evaluación. También se debe especificar cualquier condición, suposición, restricción o recurso necesario relevante para la actividad de evaluación.

Comprender el contexto

Al realizar una evaluación de riesgos, los involucrados deben ser conscientes de las circunstancias más amplias en las que se tomarán las decisiones y acciones basadas en su evaluación. Esto incluye comprender los problemas internos y externos que contribuyen al contexto de la organización, así como aspectos sociales y ambientales más amplios. Cualquier declaración de contexto relevante debe revisarse y verificarse para asegurarse de que esté actualizada y sea adecuada.

Comprender el panorama general es particularmente importante cuando existe una complejidad significativa.

Involucrarse con las partes interesadas

Se deben identificar las partes interesadas y aquellos que probablemente puedan contribuir con conocimientos útiles o puntos de vista relevantes y se deben considerar sus perspectivas, ya sea que estén o no incluidos como participantes en la evaluación. La participación adecuada de las partes interesadas ayuda a garantizar que la información en la que se basa la evaluación de riesgos sea válida y aplicable y que las partes interesadas entiendan las razones detrás de las decisiones. La participación de las partes interesadas puede:

- proporcionar información que permita comprender el contexto de la evaluación;
- reunir diferentes áreas de conocimiento y experiencia para identificar y comprender el riesgo de manera más efectiva;
- proporcionar experiencia relevante para el uso de las técnicas;
- permitir que los intereses de las partes interesadas sean entendidos y considerados;
- proporcionar información para el proceso de determinar si el riesgo es aceptable, particularmente cuando las partes interesadas se ven afectadas;
- cumplir con los requisitos para que las personas sean informadas o consultadas;
- obtener apoyo para los productos y decisiones que surjan de la evaluación de riesgos;
- identificar lagunas en el conocimiento que deben abordarse antes y/o durante la evaluación de riesgos.

Debe decidirse cómo los productos y resultados de la evaluación de riesgos se comunicarán de manera confiable, precisa y transparente a las partes interesadas relevantes.

Las técnicas para obtener puntos de vista de las partes interesadas y los expertos se describen en la Cláusula B.1.

Definir objetivos

Los objetivos del sistema o proceso específico para el cual se evaluará el riesgo deben definirse y, cuando sea posible, documentarse. Esto facilitará la identificación del riesgo y la comprensión de sus implicaciones.

En la medida de lo posible, los objetivos deben ser:

- específicos del tema de la evaluación;
- medible ya sea cualitativa o cuantitativamente;
- alcanzable dentro de las limitaciones impuestas por el contexto;
- relevante para las metas más amplias o el contexto de la organización;
- alcanzable dentro de un marco de tiempo establecido.

Considere los factores humanos, organizacionales y sociales.

Los factores humanos, organizacionales y sociales deben considerarse explícitamente y tenerse en cuenta según corresponda. Los aspectos humanos son relevantes para la evaluación de riesgos de las siguientes maneras:

- como fuente de incertidumbre;
- a través de influencias en la forma en que se seleccionan y aplican las técnicas;
- en las formas en que se interpreta y utiliza la información (por ejemplo, debido a las diferentes percepciones del riesgo).

El desempeño humano (ya sea por encima o por debajo de las expectativas) es una fuente de riesgo y también puede afectar la efectividad de los controles. El potencial de desviación de los comportamientos esperados o asumidos debe considerarse específicamente al evaluar el riesgo. Las consideraciones sobre el desempeño humano suelen ser complejas y se puede requerir el asesoramiento de expertos para identificar y analizar los aspectos humanos del riesgo.

Los factores humanos también influyen en la selección y el uso de técnicas, particularmente cuando se deben hacer juicios o se utilizan enfoques de equipo. Se necesita una facilitación calificada para minimizar estas influencias. Deben abordarse sesgos como el pensamiento de grupo y el exceso de confianza (por ejemplo, en estimaciones o percepciones). La opinión de los expertos debe basarse en pruebas y datos siempre que sea posible y se deben realizar esfuerzos para evitar o minimizar los sesgos cognitivos.

Los objetivos y valores personales de las personas pueden variar y diferir de los de la organización. Esto puede resultar en diferentes percepciones sobre el nivel de riesgo y

diferentes criterios por los cuales los individuos toman decisiones. Una organización debe esforzarse por lograr una comprensión común del riesgo internamente y tener en cuenta las diferentes percepciones de las partes interesadas.

Los aspectos sociales, incluida la posición socioeconómica, la raza, el origen étnico y la cultura, el género, las relaciones sociales y el contexto residencial y comunitario, pueden afectar el riesgo tanto directa como indirectamente. Los impactos pueden ser a largo plazo y no ser inmediatamente visibles y pueden requerir una perspectiva de planificación a largo plazo.

Los siguientes son ejemplos de consideraciones utilizadas al definir si se puede aceptar el riesgo.

- Capacidad de asumir riesgos (RBC) (también denominada capacidad de riesgo): la RBC de una organización generalmente se define en términos de capital de riesgo, que está disponible para absorber los efectos adversos de los riesgos. Para una empresa comercial, la capacidad podría especificarse en términos de la capacidad máxima de retención cubierta por los activos, o la mayor pérdida financiera que la empresa podría soportar sin tener que declararse en quiebra. El RBC estimado debe probarse razonablemente mediante escenarios de pruebas de estrés para proporcionar un nivel de confianza confiable. El apetito por el riesgo de una organización refleja la voluntad de la administración de utilizar su RBC.

- ALARP/ALARA y SFAIRP: En algunas jurisdicciones, los criterios legislados para las decisiones sobre el tratamiento del riesgo relacionado con la seguridad implican garantizar que el riesgo de lesión o enfermedad sea "tan bajo como sea razonablemente posible" (ALARP), "tan bajo como sea razonablemente posible" (ALARA) o demostrar que los controles minimizan el riesgo "en la medida de lo razonablemente posible" (SFAIRP) (ver B.8.2).

- "Globalmente al menos equivalente" (GALE) [globalement au moins équivalent (GAME) [1]]: se considera aceptable que los riesgos con consecuencias adversas de una fuente en particular aumenten si se puede demostrar que los riesgos de otras fuentes han disminuido por un monto equivalente o mayor.

- Criterios de costo/beneficio como el precio por vida salvada o el retorno de la inversión (ROI).

Criterios para evaluar la importancia del riesgo

Los criterios de riesgo (los términos de referencia contra los cuales se determina la importancia del riesgo) se pueden expresar en términos que involucran cualquiera de las

características y medidas de riesgo elaboradas en 6.3.5 y 6.3.7. Las consideraciones éticas, culturales, legales, sociales, de reputación, ambientales, contractuales, financieras y de otro tipo también pueden ser relevantes.

Una evaluación de la importancia de un riesgo en comparación con otros riesgos a menudo se basa en una estimación de la magnitud del riesgo en comparación con criterios que están directamente relacionados con los umbrales establecidos en torno a los objetivos de la organización. La comparación con estos criterios puede informar a una organización en qué riesgos se debe centrar el tratamiento, en función de su potencial para impulsar los resultados fuera de los umbrales establecidos en torno a los objetivos.

La magnitud del riesgo rara vez es el único criterio relevante para las decisiones sobre la importancia del riesgo. Otros factores relevantes pueden incluir la sostenibilidad (por ejemplo, el resultado final triple) y la resiliencia, los criterios éticos y legales, la eficacia de los controles, el impacto máximo si los controles no están presentes o fallan, el momento de las consecuencias, los costos de los controles y las opiniones de las partes interesadas.

Las técnicas para evaluar la importancia del riesgo se describen en la Cláusula B.8

Criterios para decidir entre opciones

Una organización se enfrentará a muchas decisiones en las que varios objetivos, a menudo en competencia, se verán potencialmente afectados, y hay posibles resultados adversos y posibles beneficios a considerar. Para tales decisiones, es posible que se deban cumplir varios criterios y que se requieran compensaciones entre objetivos contrapuestos. Se deben identificar los criterios relevantes para la decisión y se debe decidir y contabilizar la forma en que se ponderarán los criterios o se realizarán compensaciones, y se registrará y compartirá la información. Al establecer los criterios, se debe considerar la posibilidad de que los costos y los beneficios difieran para las diferentes partes interesadas. Debe decidirse la forma en que se van a tener en cuenta las diferentes formas de incertidumbre.

Las técnicas de la Cláusula B.9 abordan la selección entre opciones.

Gestionar información y desarrollar modelos.

General

Antes y durante una evaluación de riesgos, se debe obtener la información pertinente. Esta información proporciona un insumo para el análisis estadístico, los modelos o las

técnicas descritas en los Anexos A y B. En algunos casos, los tomadores de decisiones pueden utilizar la información sin más análisis.

La información necesaria en cada punto depende de los resultados de la recopilación de información anterior, el propósito y el alcance de la evaluación y el método o métodos que se utilizarán para el análisis. Debe decidirse la forma en que se recopilará, almacenará y pondrá a disposición la información.

Deben decidirse los registros de los resultados de la evaluación que se conservarán, junto con la forma en que se realizarán, almacenarán, actualizarán y entregarán esos registros a quienes puedan necesitarlos. Siempre se deben indicar las fuentes de información.

Recabando información

La información se puede recopilar de fuentes tales como revisiones de literatura, observaciones y opiniones de expertos. Los datos pueden recopilarse o derivarse, por ejemplo, de mediciones, experimentos, entrevistas y encuestas.

Por lo general, los datos representan directa o indirectamente pérdidas o beneficios pasados. Los ejemplos incluyen fracasos o éxitos de proyectos, la cantidad de quejas, ganancias o pérdidas financieras, impactos en la salud, lesiones y muertes, etc. También puede haber información adicional disponible, como las causas de las fallas o los éxitos, las fuentes de las quejas, la naturaleza de las lesiones, etc. Los datos también pueden incluir el resultado de modelos u otras técnicas de análisis.

Se debe decidir lo siguiente:

- la fuente de información y su confiabilidad;
- tipo (por ejemplo, si es cualitativo, cuantitativo o ambos (ver 6.3.7.1));
- nivel (p. ej., estratégico, táctico, operativo);
- cantidad y calidad de los datos necesarios;
- metodología de recolección;
- nivel de confidencialidad.

Cuando los datos a analizar se obtengan por muestreo, se debe indicar la confianza

estadística que se requiere para que se recopilen suficientes datos. Cuando no se necesite un análisis estadístico, esto debe indicarse.

Si los datos o resultados de evaluaciones anteriores están disponibles, primero se debe establecer si ha habido algún cambio en el contexto y, de ser así, si los datos o resultados anteriores siguen siendo relevantes.

Se debe evaluar la validez, confiabilidad y limitaciones de cualquier información que se utilice en la evaluación, teniendo en cuenta:

- la antigüedad y relevancia de la información;
- la fuente de información y los métodos utilizados para recopilarla;
- incertidumbres y vacíos en la información;
- la autoridad o procedencia de la información, conjuntos de datos, algoritmos y modelos.

Analizando datos

El análisis de datos puede proporcionar:

- una comprensión de las consecuencias pasadas y su probabilidad para aprender de la experiencia;
- tendencias y patrones, incluidas las periodicidades, que proporcionan una indicación de lo que podría influir en el futuro;
- correlaciones que pueden dar indicaciones de posibles relaciones causales para una mayor validación.

Las limitaciones e incertidumbres en los datos deben identificarse y comprenderse.

No se puede suponer que los datos pasados continúen aplicándose en el futuro, pero pueden dar una indicación a los tomadores de decisiones sobre lo que es más o menos probable que ocurra en el futuro.

6.2.4

Desarrollo y aplicación de modelos.

General

Un modelo es una representación aproximada de la realidad. Su propósito es transformar lo que podría ser una situación intrínsecamente compleja en términos más simples que puedan analizarse más fácilmente. Se puede utilizar para ayudar a comprender el significado de los datos y para simular lo que podría suceder en la práctica en diferentes condiciones. Un modelo puede ser físico, representado en software o ser un conjunto de relaciones matemáticas.

El modelado generalmente incluye los siguientes pasos:

- describir el problema;
- describir el propósito de construir un modelo y los resultados deseados;
- desarrollar un modelo conceptual del problema;
- construir una representación física, de software o matemática del modelo conceptual;
- desarrollar software u otras herramientas para analizar cómo se comporta el modelo;
- Procesando datos;
- validar o calibrar el modelo revisando los resultados de situaciones conocidas;
- sacar conclusiones del modelo sobre el problema del mundo real.

Cada uno de estos pasos puede involucrar aproximaciones, suposiciones y juicio de expertos y (si es posible) deben ser validados por personas independientes de los desarrolladores. Los supuestos críticos deben revisarse con la información disponible para evaluar su credibilidad.

Para lograr resultados confiables al usar modelos, se debe validar lo siguiente:

- el modelo conceptual representa adecuadamente la situación que se está evaluando;
- el modelo se está utilizando dentro de los límites contextuales para los que fue diseñado;

- los conceptos teóricos subyacentes al modelo y los cálculos asociados se entienden bien;
- la selección de parámetros y representaciones matemáticas de los conceptos es sólida;
- las matemáticas subyacentes a los cálculos se entienden bien;
- los datos de entrada son precisos y fiables, o la naturaleza del modelo tiene en cuenta la fiabilidad de los datos de entrada utilizados;
- el modelo funciona según lo planeado sin errores internos ni fallas;
- el modelo es estable y no demasiado sensible a pequeños cambios en las entradas clave.

Esto se puede lograr mediante:

- realizar un análisis de sensibilidad para verificar qué tan sensible es el modelo a los cambios en los parámetros de entrada;
- prueba de estrés del modelo con escenarios particulares, a menudo escenarios extremos;
- comparar los resultados con datos anteriores (distintos de aquellos a partir de los cuales se desarrolló);
- verificar que se obtienen resultados similares cuando el modelo es ejecutado por diferentes personas;
- comprobar los resultados con el rendimiento real.

Debe mantenerse una documentación exhaustiva del modelo y de las teorías y supuestos en los que se basa, suficiente para permitir la validación del modelo.

Uso de software para análisis.

Los programas de software se pueden utilizar para representar y organizar datos o para analizarlos. Los programas de software utilizados para el modelado y el análisis a menudo proporcionan una interfaz de usuario simple y una salida rápida, pero estas características pueden conducir a resultados no válidos que el usuario no nota.

Los resultados no válidos pueden surgir debido a:

- insuficiencias en los algoritmos utilizados para representar la situación;
- suposiciones hechas en el diseño y uso del modelo subyacente al software;
- errores en la entrada de datos, incluidos malentendidos de su significado;
- problemas de conversión de datos cuando se utiliza software nuevo;
- mala interpretación de los resultados.

El software comercial suele ser una caja negra (comercial confidencial) y puede contener cualquiera de estos errores.

El nuevo software debe probarse utilizando un modelo simple con entradas que tengan una salida conocida, antes de pasar a probar modelos más complejos. Los detalles de las pruebas deben conservarse para su uso en futuras actualizaciones de versiones o para nuevos programas de análisis de software.

Los errores en el modelo construido se pueden verificar aumentando o disminuyendo un valor de entrada para determinar si la salida responde como se esperaba. Esto se puede aplicar a cada una de las diversas entradas. Los errores de entrada de datos a menudo se identifican al variar las entradas de datos. Este enfoque también proporciona información sobre la sensibilidad del modelo a las variaciones de datos.

Se recomienda una buena comprensión de las matemáticas relevantes para el análisis particular para evitar conclusiones erróneas. No solo son probables los errores anteriores, sino que también la selección de un programa en particular podría no ser adecuada. Es fácil seguir un programa y suponer que, por lo tanto, la respuesta será correcta. Deben recopilarse pruebas para comprobar que los resultados son razonables.

Aplicar técnicas de evaluación de riesgos

Descripción general

Las técnicas descritas en los Anexos A y B se utilizan para desarrollar una comprensión del riesgo como un insumo para las decisiones en las que existe incertidumbre, incluidas las decisiones sobre si tratar el riesgo y cómo hacerlo.

Las técnicas de evaluación se pueden utilizar para:

- identificar el riesgo (ver 6.3.2);
- determinar las causas, fuentes y factores de riesgo, y el nivel de exposición a ellos (ver 6.3.3); • investigar la efectividad general de los controles y el efecto modificador de los tratamientos de riesgo propuestos (ver 6.3.4);
- comprender las consecuencias y la probabilidad (ver 6.3.5);
- analizar interacciones y dependencias (ver 6.3.6);
- proporcionar una medida de riesgo (ver 6.3.7).

Los factores a considerar al seleccionar una técnica particular para estas actividades se describen en la Cláusula 7.

En general, el análisis puede ser descriptivo (como un informe de una revisión de la literatura, un análisis de escenario o una descripción de las consecuencias) o cuantitativo, donde los datos se analizan para producir valores numéricos. En algunos casos, se pueden aplicar escalas de calificación para comparar riesgos particulares.

La forma en que se evalúa el riesgo y la forma del resultado deben ser compatibles con cualquier criterio definido. Por ejemplo, los criterios cuantitativos requieren una técnica de análisis cuantitativo que produzca un resultado con las unidades apropiadas.

Las operaciones matemáticas deben usarse solo si las métricas elegidas lo permiten. En general, las operaciones matemáticas no deben usarse con escalas ordinales. Incluso con un análisis totalmente cuantitativo, los valores de entrada suelen ser estimaciones. No se debe atribuir un nivel de exactitud y precisión a los resultados más allá del que sea consistente con los datos y métodos empleados.

Identificando el riesgo

La identificación del riesgo permite tener en cuenta explícitamente la incertidumbre. Todas las fuentes de incertidumbre y los efectos beneficiosos y perjudiciales pueden ser relevantes, según el contexto y el alcance de la evaluación.

Las técnicas para identificar el riesgo generalmente hacen uso del conocimiento y la experiencia de una variedad de partes interesadas (ver B. • qué controles existen y si son efectivos;

- qué, cómo, cuándo, dónde y por qué pueden ocurrir eventos y consecuencias;
- lo que sucedió en el pasado y cómo esto podría relacionarse razonablemente con el futuro;
- qué aspectos humanos y factores organizacionales podrían aplicarse.

Los estudios físicos también pueden ser útiles para identificar fuentes de riesgo o señales de alerta temprana de posibles consecuencias.

El resultado de la identificación de riesgos se puede registrar como una lista de riesgos con eventos, causas y consecuencias especificados, o utilizando otros formatos adecuados.

Independientemente de las técnicas que se utilicen, la identificación de riesgos debe abordarse de manera metódica e iterativa para que sea exhaustiva y eficiente. El riesgo debe identificarse lo suficientemente temprano para permitir que se tomen medidas siempre que sea posible. Sin embargo, hay ocasiones en las que algunos riesgos no pueden identificarse durante una evaluación de riesgos. Por lo tanto, se debe establecer un mecanismo para capturar los riesgos emergentes y reconocer las señales de alerta temprana de éxito o fracaso potencial.

Las técnicas para identificar el riesgo se describen en la Cláusula B.2.

Determinación de fuentes, causas y factores de riesgo

Identificar las causas, las fuentes y los impulsores del riesgo puede:

- contribuir a estimar la probabilidad de un evento o consecuencia;
- ayudar a identificar tratamientos que modificarán el riesgo;
- asistir en la determinación de indicadores de alerta temprana y sus umbrales de detección;
- determinar las causas comunes que pueden ayudar a desarrollar prioridades para tratar el riesgo.

Las fuentes de riesgo pueden incluir eventos, decisiones, acciones y procesos, tanto favorables como desfavorables, así como situaciones que se sabe que existen pero cuyos resultados son inciertos. Cualquier forma de incertidumbre descrita en 4.1 puede ser una

fuentes de riesgo.

Los eventos y las consecuencias pueden tener múltiples causas o cadenas causales.

A menudo, el riesgo solo se puede controlar modificando los factores de riesgo. Influyen en el estado y desarrollo de las exposiciones al riesgo y, a menudo, afectan a más de un riesgo. Como resultado, los factores de riesgo a menudo necesitan más y más atención que las fuentes de riesgos individuales.

Las técnicas para determinar las fuentes, las causas y los impulsores del riesgo se describen en la Cláusula B.3.

Investigar la eficacia de los controles existentes

El riesgo se ve afectado por la efectividad general de cualquier control que esté implementado. Se deben considerar los siguientes aspectos de los controles:

- el mecanismo por el cual los controles están destinados a modificar el riesgo;
- si los controles están implementados, son capaces de operar según lo previsto y están logrando los resultados esperados;
- si existen deficiencias en el diseño de los controles o en la forma en que se aplican;
- si existen lagunas en los controles;
- si los controles funcionan de forma independiente o si necesitan funcionar colectivamente para ser efectivos;
- si existen factores, condiciones, vulnerabilidades o circunstancias que puedan reducir o eliminar la eficacia del control, incluidas las fallas por causas comunes;
- si los propios controles introducen riesgos adicionales.

NOTA Un riesgo puede tener más de un control y los controles pueden afectar a más de un riesgo.

Se debe hacer una distinción entre los controles que cambian la probabilidad, las consecuencias o ambas, y los controles que cambian la forma en que se comparte la carga del riesgo entre las partes interesadas. Por ejemplo, los seguros y otras formas de financiación del riesgo no afectan directamente la probabilidad de un evento o sus

resultados, pero pueden hacer que algunas de las consecuencias sean más tolerables para una parte interesada en particular al reducir su alcance o suavizar el flujo de caja.

Cualquier suposición hecha durante el análisis de riesgos sobre el efecto real y la confiabilidad de los controles debe validarse cuando sea posible, con un énfasis particular en controles individuales o combinaciones que se supone que tienen un efecto modificador sustancial. Esto debe tener en cuenta la información obtenida a través del monitoreo y la revisión de los controles de rutina.

Las técnicas para analizar los controles se describen en la Cláusula B.4.

6.3.5

Comprender las consecuencias y la probabilidad

Analizar el tipo, la magnitud y el momento de las consecuencias

El análisis de consecuencias puede variar desde una descripción de los resultados hasta un modelo cuantitativo detallado o un análisis de vulnerabilidad. Los efectos consecuentes (efectos dominó o en cadena) donde una consecuencia lleva a otra deben ser considerados cuando sea relevante.

El riesgo se puede asociar con una serie de diferentes tipos de consecuencias, que afectan a diferentes objetivos. Los tipos de consecuencias a analizar deberían haberse decidido al planificar la evaluación. La declaración de contexto debe verificarse para garantizar que las consecuencias que se analizarán se alineen con el propósito de la evaluación y las decisiones que se tomarán. Esto se puede revisar durante la evaluación a medida que se aprende más.

La magnitud de las consecuencias se puede expresar cuantitativamente como un valor puntual o como una distribución. Una distribución puede ser adecuada cuando:

- el valor de la consecuencia es incierto;
- las consecuencias varían según las circunstancias;
- los parámetros que afectan las consecuencias varían.

La consideración de la distribución completa asociada con una consecuencia proporciona información completa. Es posible resumir la distribución en forma de un valor

puntual como el valor esperado (media), la variación (varianza) o el porcentaje en la cola o alguna otra parte relevante de la distribución (percentil).

Para cualquier método de obtener un valor o valores de puntos para representar una distribución de consecuencias, existen suposiciones e incertidumbres subyacentes sobre:

- la forma de distribución elegida para ajustarse a los datos (p. ej., continua o discreta, normal o muy asimétrica);
- la forma más apropiada de representar esa distribución como un valor en puntos;
- el valor de la estimación puntual debido a las incertidumbres inherentes a los datos a partir de los cuales se produjo la distribución.

No debe suponerse que los datos relevantes para el riesgo siguen necesariamente una distribución normal.

En algunos casos, la información se puede resumir como una calificación cualitativa o semicuantitativa que se puede usar al comparar riesgos.

La magnitud de las consecuencias también puede variar según otros parámetros. Por ejemplo, las consecuencias para la salud de la exposición a una sustancia química generalmente dependen de la dosis a la que está expuesta la persona u otra especie. Para este ejemplo, el riesgo generalmente se representa mediante una curva de respuesta a la dosis que representa la probabilidad de un punto final específico (por ejemplo, la muerte) en función de una dosis a corto plazo o acumulada.

Las consecuencias también pueden cambiar con el tiempo. Por ejemplo, los impactos adversos de una falla pueden volverse más severos cuanto más tiempo exista la falla. Deben seleccionarse las técnicas apropiadas para tener esto en cuenta.

A veces, las consecuencias resultan de la exposición a múltiples fuentes de riesgo: por ejemplo, efectos ambientales o para la salud humana derivados de la exposición a fuentes de riesgo biológicas, químicas, físicas y psicosociales. Al considerar exposiciones múltiples, debe tenerse en cuenta la posibilidad de efectos sinérgicos, así como la influencia de la duración y el alcance de la exposición.

Analizando la probabilidad

La probabilidad puede referirse a la probabilidad de un evento o a la probabilidad de una consecuencia específica. El parámetro al que se aplica un valor de probabilidad debe establecerse explícitamente y el evento o consecuencia cuya probabilidad se establece debe

definirse con claridad y precisión. Puede ser necesario incluir una declaración sobre la exposición y la duración para definir completamente la probabilidad.

La probabilidad se puede describir de varias maneras, incluso como una probabilidad o frecuencia esperada o en términos descriptivos (por ejemplo, "altamente probable"). Cuando se utilice un término descriptivo, debe definirse su significado. Puede haber incertidumbre en la probabilidad que se puede mostrar como una distribución de valores que representan el grado de creencia de que ocurrirá un valor particular.

Cuando se utilice un porcentaje como medida de probabilidad, deberá indicarse la naturaleza de la razón a la que se aplica el porcentaje. EJEMPLO 1 La afirmación de que la posibilidad de que un proveedor no cumpla con la entrega es del 5 % es vaga en términos de período de tiempo y población. Tampoco está claro si el porcentaje se refiere al 5 % de los proyectos o al 5 % de los proveedores. Una declaración más explícita sería "la probabilidad de que uno o más proveedores no entreguen los bienes o servicios requeridos para un proyecto dentro de la vida de un proyecto es del 5 % de los proyectos".

Para minimizar las malas interpretaciones al expresar la probabilidad, ya sea cualitativa o cuantitativamente, el período de tiempo y la población en cuestión deben ser explícitos y consistentes con el alcance de la evaluación particular.

EJEMPLO 2 La probabilidad de que uno o más proveedores no entreguen los bienes o servicios requeridos para un proyecto dentro de los próximos dos meses es del 1 % de los proyectos, mientras que dentro de una escala de tiempo de seis meses la falla puede ocurrir en el 3 % de los proyectos.

Hay muchos posibles sesgos que pueden influir en las estimaciones de probabilidad. Además, la interpretación de la estimación de probabilidad puede variar según el contexto en el que se enmarque. Se debe tener cuidado para comprender los posibles efectos de los sesgos individuales (cognitivos) y culturales.

Las técnicas para comprender las consecuencias y la probabilidad se describen en la Cláusula B.5.

Análisis de interacciones y dependencias

Suele haber muchas interacciones y dependencias entre los riesgos. Por ejemplo, múltiples consecuencias pueden surgir de una sola causa o una consecuencia particular puede tener múltiples causas. La ocurrencia de algunos riesgos puede hacer que la ocurrencia de otros sea más o menos probable, y estos vínculos causales pueden formar cascadas o bucles.

Para lograr una evaluación más confiable del riesgo donde los vínculos causales entre los riesgos son significativos, puede ser útil crear un modelo causal que incorpore los riesgos de alguna forma. Se pueden buscar temas comunes dentro de la información de riesgo, como causas comunes o impulsores de riesgo, o resultados comunes.

Las interacciones entre los riesgos pueden tener una variedad de impactos en la toma de decisiones, por ejemplo, aumentando la importancia de las actividades que abarcan múltiples riesgos conectados o aumentando el atractivo de una opción sobre otras. Los riesgos pueden ser susceptibles de tratamientos comunes, o puede haber situaciones en las que el tratamiento de un riesgo tenga implicaciones positivas o negativas en otros lugares. Las acciones de tratamiento se pueden consolidar a veces para reducir significativamente la cantidad de trabajo y equilibrar de manera más efectiva los recursos disponibles. Un plan de tratamiento coordinado debe tener en cuenta estos factores en lugar de suponer que cada riesgo debe tratarse de forma independiente.

Las técnicas para analizar interacciones y dependencias se describen en la Cláusula B.6.

6.3.7

Comprender las medidas de riesgo

Determinación de medidas de riesgo

En algunas situaciones, es útil proporcionar una medida de riesgo como una combinación de la magnitud de las posibles consecuencias y la probabilidad de esas consecuencias. Esto puede implicar medidas cualitativas, semicuantitativas o cuantitativas.

- Los enfoques cualitativos generalmente se basan en escalas descriptivas (nominales) o de clasificación (ordinales) para consecuencias y probabilidades.
- Los enfoques semicuantitativos incluyen donde:

- un parámetro (generalmente probabilidad) se expresa cuantitativamente y el otro se describe o expresa en una escala de calificación;

- las escalas se dividen en bandas discretas, cuyos límites se expresan cuantitativamente. Los puntos de la escala a menudo se configuran para tener una relación logarítmica para ajustarse a los datos;

- Se agregan descriptores numéricos a los puntos de la escala, cuyos significados se describen cualitativamente.

El uso de escalas semicuantitativas puede dar lugar a interpretaciones erróneas si no se explica cuidadosamente la base de los cálculos. Por lo tanto, los enfoques semicuantitativos deben validarse y utilizarse con precaución.

- Los enfoques cuantitativos usan medidas de consecuencias y probabilidades que se expresan en escalas numéricas (razón). Cuando un riesgo se analiza en términos cuantitativos, se debe garantizar que se utilicen las unidades y dimensiones apropiadas y que se lleven a cabo a lo largo de la evaluación.

Las técnicas cualitativas y semicuantitativas sólo pueden utilizarse para comparar riesgos con otros riesgos medidos de la misma forma o con criterios expresados en los mismos términos. No se pueden utilizar para combinar o agregar riesgos directamente y son muy difíciles de utilizar en situaciones en las que existen consecuencias tanto positivas como negativas o cuando se deben realizar compensaciones entre riesgos.

Cuando las estimaciones cuantitativas de una consecuencia y su probabilidad se combinan como un producto simple para proporcionar una magnitud para un riesgo, se puede perder información. En particular, no hay distinción entre los riesgos de alta consecuencia y baja probabilidad y aquellos de baja consecuencia que ocurren con frecuencia. Para compensar esto, se puede aplicar un factor de ponderación a la consecuencia o a la probabilidad; pero esto debe usarse con cuidado.

El riesgo no siempre puede describirse o estimarse adecuadamente como un valor único que representa la probabilidad de una consecuencia específica. Los ejemplos en los que esto se aplica incluyen situaciones en las que:

- las consecuencias se expresan mejor como una distribución de probabilidad de consecuencias;
- un evento tiene varias causas diferentes y conduce a una variedad de resultados y posibles efectos consecuentes; • las consecuencias surgen acumulativamente de la exposición continua a una fuente de riesgo;
- las fuentes de riesgo (como los problemas sistémicos) son identificables, pero es muy difícil especificar la naturaleza o la probabilidad de las consecuencias que podrían surgir. (En este caso, se vuelve imposible estimar una magnitud válida para el riesgo en términos de probabilidad y consecuencia).

Cuando un riesgo tiene una distribución de posibles consecuencias, se puede obtener una medida de riesgo como el promedio ponderado de probabilidad de las consecuencias (es decir, el valor esperado). Sin embargo, esto podría no ser siempre una buena medida del

riesgo porque refleja la consecuencia media de la distribución. Esto da como resultado la pérdida de información sobre consecuencias menos probables que pueden ser graves y, por lo tanto, importantes para comprender el riesgo. Las técnicas para tratar con valores extremos no se incluyen en este documento.

NOTA Un valor esperado o valor esperado es equivalente a sumar todos los pares consecuencia/probabilidad en una distribución, lo que equivale a utilizar la consecuencia media de la distribución.

Ejemplos de métricas cuantitativas de la magnitud de un riesgo incluyen:

- una frecuencia esperada de ocurrencia de una consecuencia específica, como el número de accidentes de vehículos por cada mil kilómetros recorridos en una región;
 - el tiempo esperado entre eventos de interés, como el tiempo medio de actividad de un artículo;
 - una probabilidad de un punto final específico durante un período definido de exposición (relevante cuando las consecuencias se acumulan durante un período de exposición), como la probabilidad de contraer cáncer en algún momento de su vida como resultado de la exposición a una dosis específica de una sustancia química;
 - un valor esperado, como los rendimientos esperados o las ganancias financieras durante un período de inversión, o la carga de salud pública esperada en términos de años de vida ajustados por discapacidad por millón de personas por año;
 - una estadística que representa la forma de una distribución de consecuencias tales como la varianza o la volatilidad de los rendimientos de una inversión; • un valor igual o superior o inferior a un percentil especificado en una distribución de consecuencias;
- EJEMPLO La ganancia de un proyecto que hay un 90 % de posibilidades de lograr; o el Valor en riesgo (VaR) de una cartera que mide la pérdida que podría surgir en una cartera durante un período de tiempo específico con una probabilidad específica.
- una medida extrema asociada con la distribución de consecuencias como las consecuencias máximas esperadas.

Las métricas basadas en consecuencias, como la pérdida máxima creíble o la pérdida máxima probable, se utilizan principalmente cuando es difícil definir qué controles tienen la capacidad de fallar o cuando no hay datos suficientes para basar las estimaciones de probabilidad.

La magnitud del riesgo depende de las suposiciones hechas sobre la presencia y efectividad de los controles relevantes. Los profesionales suelen utilizar términos como riesgo inherente o bruto (para la situación en la que se supone que los controles que pueden fallar lo hacen) y riesgo residual o neto para el nivel de riesgo cuando se supone que los controles funcionan según lo previsto. Sin embargo, es difícil definir estos términos sin ambigüedades y, por lo tanto, es recomendable establecer siempre explícitamente las suposiciones hechas sobre los controles.

Al reportar una magnitud de riesgo, ya sea cualitativa o cuantitativamente, se deben describir las incertidumbres asociadas con los supuestos y con los parámetros de entrada y salida.

Agregación de medidas de riesgo

En algunos casos (como para la asignación de capital) puede ser útil combinar valores para un conjunto de riesgos para producir un solo valor. Siempre que los riesgos se caractericen por una sola consecuencia, medida en las mismas unidades, como el valor monetario, en principio pueden combinarse. Es decir, pueden combinarse solo cuando las consecuencias y la probabilidad se expresan cuantitativamente y las unidades son consistentes y correctas. En algunas situaciones, una medida de utilidad puede usarse como una escala común para cuantificar y combinar consecuencias que se miden en diferentes unidades.

Desarrollar un único valor consolidado para un conjunto de riesgos más complejos pierde información sobre los riesgos componentes. Además, a menos que se tenga mucho cuidado, el valor consolidado puede ser inexacto y tiene el potencial de ser engañoso. Todos los métodos de agregación de riesgos a un solo valor tienen suposiciones subyacentes que deben comprenderse antes de aplicarse. Los datos deben analizarse para buscar correlaciones y dependencias que afectarán la forma en que se combinan los riesgos. Las técnicas de modelado utilizadas para producir un nivel agregado de riesgo deben estar respaldadas por análisis de escenarios y pruebas de estrés.

Cuando los modelos incorporen cálculos que involucren distribuciones, deben incluir correlaciones entre esas distribuciones de manera apropiada. Si la correlación no se tiene en cuenta adecuadamente, los resultados serán inexactos y pueden ser muy engañosos. Consolidar los riesgos simplemente sumándolos no es una base confiable para la toma de decisiones y podría conducir a resultados no deseados. La simulación de Monte Carlo se puede utilizar para combinar distribuciones (ver B.5.10).

Las medidas de riesgo cualitativas o semicuantitativas no pueden agregarse directamente. Del mismo modo, solo se pueden hacer afirmaciones cualitativas generales

sobre la eficacia relativa de los controles basados en medidas cualitativas o semicuantitativas de cambios en el nivel de riesgo.

Los datos relevantes sobre diferentes riesgos se pueden reunir de diversas maneras para ayudar a los responsables de la toma de decisiones. Es posible realizar una agregación cualitativa basada en la opinión de expertos, teniendo en cuenta información de riesgo más detallada. Las suposiciones hechas y la información utilizada para realizar agregaciones cualitativas de riesgo deben estar claramente articuladas.

Riesgo social

Cuando una población está expuesta al riesgo, una simple suma del nivel de riesgo individual multiplicando por la población expuesta, en la mayoría de los casos, no representa adecuadamente el verdadero impacto de las consecuencias. Por ejemplo, el riesgo de muerte de un individuo por un evento como la falla de una represa podría necesitar ser considerado de manera diferente al mismo evento que afecta a un grupo de individuos juntos.

El riesgo social generalmente se expresa y evalúa en términos de la relación entre la frecuencia de ocurrencia de una consecuencia (F) y el número de personas que soportan las consecuencias (N). (Ver diagramas F-N en B.8.3).

Las técnicas que proporcionan una medida del riesgo se describen en la Cláusula B.7.

Revisa el análisis

Verificación y validación de resultados.

Siempre que sea posible, los resultados del análisis deben verificarse y validarse. La verificación consiste en comprobar que el análisis se ha realizado correctamente. La validación implica verificar que se realizó el análisis correcto para lograr los objetivos requeridos. En algunas situaciones, la verificación y la validación pueden implicar procesos de revisión independientes.

La validación puede incluir:

- verificar que el alcance del análisis sea apropiado para los objetivos establecidos;
- revisar todos los supuestos críticos para asegurar que sean creíbles a la luz de la

información disponible; • verificar que se usaron métodos, modelos y datos apropiados;

- usar múltiples métodos, aproximaciones y análisis de sensibilidad para probar y validar conclusiones.

La verificación puede incluir:

- comprobar la validez de las manipulaciones y cálculos matemáticos;
- verificar que los resultados sean insensibles a la forma en que se muestran o presentan los datos o los resultados; • comparar los resultados con la experiencia pasada donde existen datos o por comparación con los resultados después de que ocurran;
- establecer si los resultados son sensibles a la forma en que se muestran o presentan los datos o los resultados e identificar los parámetros de entrada que tienen un efecto significativo en los resultados de la evaluación;
- comparar resultados con experiencias pasadas o posteriores, incluida la obtención explícita de comentarios a medida que pasa el tiempo.

Análisis de incertidumbre y sensibilidad

Quienes analizan el riesgo deben comprender las incertidumbres del análisis y apreciar las implicaciones para la confiabilidad de los resultados. Las incertidumbres y sus implicaciones siempre deben comunicarse a los responsables de la toma de decisiones.

La incertidumbre en los resultados del análisis puede surgir porque:

- hay variabilidad en el sistema que se está considerando;
- los datos provienen de una fuente no confiable, inconsistente o insuficiente; por ejemplo, el tipo de datos recopilados o los métodos de recopilación pueden haber cambiado;
- puede haber ambigüedad, por ejemplo, en la forma en que se expresan o entienden los descriptores cualitativos;
- el método de análisis no representa adecuadamente la complejidad del sistema;
- existe una gran confianza en la opinión o el juicio de los expertos;

- es posible que no existan datos relevantes o que la organización no haya recopilado los datos necesarios;
- es posible que los datos del pasado no proporcionen una base fiable a partir de la cual pronosticar el futuro porque algo en el contexto o las circunstancias ha cambiado;
- hay incertidumbres o aproximaciones en los supuestos que se hacen.

Cuando se reconoce la falta de datos confiables durante el análisis, se deben recopilar más datos, si es posible. Esto puede implicar la implementación de nuevos arreglos de monitoreo. Alternativamente, el proceso de análisis debe ajustarse para tener en cuenta las limitaciones de datos.

Se puede realizar un análisis de sensibilidad para evaluar la importancia de las incertidumbres en los datos o en los supuestos que subyacen al análisis. El análisis de sensibilidad implica determinar el cambio relativo a los resultados provocado por los cambios en los parámetros de entrada individuales. Se utiliza para identificar datos que deben ser precisos y aquellos que son menos sensibles y, por lo tanto, tienen menos efecto sobre la precisión general. Los parámetros a los que el análisis es sensible y el grado de sensibilidad deben indicarse cuando corresponda.

Los parámetros que son críticos para la evaluación y que están sujetos a cambios deben identificarse para un monitoreo continuo, de modo que la evaluación de riesgos pueda actualizarse y, si es necesario, reconsiderar las decisiones.

Seguimiento y revisión

El monitoreo se puede utilizar:

- comparar los resultados reales con los resultados previstos por la evaluación de riesgos y, por lo tanto, mejorar las evaluaciones futuras;
- buscar precursores e indicadores tempranos de posibles consecuencias que fueron identificados por la evaluación;
- recopilar los datos necesarios para una buena comprensión del riesgo;
- buscar nuevos riesgos y cambios inesperados que puedan indicar la necesidad de actualizar la evaluación.

Cuando un análisis de sensibilidad indique parámetros de particular importancia para el

resultado de un análisis, estos también deben ser considerados para el monitoreo.

Las evaluaciones deben revisarse periódicamente para identificar si se han producido cambios, incluidos cambios en el contexto o en los supuestos, y si hay nueva información o nuevos métodos disponibles.

6.5

Aplicar los resultados para respaldar las decisiones

Descripción general

Los resultados del análisis de riesgos proporcionan información para las decisiones que deben tomarse y las acciones que se toman. NOTA Una comprensión del riesgo puede informar las acciones incluso cuando no se sigue un proceso explícito de toma de decisiones.

Los factores a considerar al tomar decisiones y cualquier criterio específico deberían haberse definido como parte del establecimiento del contexto para la evaluación (ver 6.1.6).

Se pueden distinguir dos tipos de decisiones:

- decisiones sobre la importancia del riesgo y si y cómo tratar el riesgo;
- decisiones que implican comparar opciones donde cada una tiene incertidumbres (como cuál de varias oportunidades seguir).

Decisiones sobre la importancia del riesgo

La información de la identificación y el análisis de riesgos se puede utilizar para sacar conclusiones sobre si el riesgo debe aceptarse y la importancia comparativa del riesgo en relación con los objetivos y los umbrales de desempeño de la organización. Esto proporciona un aporte a las decisiones sobre si el riesgo es aceptable o requiere tratamiento, y cualquier prioridad para el tratamiento.

Algunos riesgos pueden aceptarse por un tiempo finito (por ejemplo, para dar tiempo a implementar tratamientos). El evaluador debe tener claros los mecanismos para la aceptación temporal de riesgos y el proceso a utilizar para su posterior reconsideración.

Las prioridades para el tratamiento, el seguimiento o un análisis más detallado a menudo se basan en una magnitud de riesgo obtenida al combinar una consecuencia representativa y su probabilidad, y se muestran mediante una matriz de consecuencia/probabilidad (B.10.3). Este método tiene algunas limitaciones (ver B.10.3.5 y 6.3.7.1). Los factores distintos a la magnitud del riesgo que se pueden tener en cuenta al decidir las prioridades incluyen:

- otras medidas asociadas al riesgo como las consecuencias máximas o esperadas o la eficacia de los controles;
- las características cualitativas de los eventos o sus posibles consecuencias;
- las opiniones y percepciones de las partes interesadas;
- el costo y la viabilidad del tratamiento adicional en comparación con la mejora obtenida;
- interacciones entre riesgos, incluidos los efectos de los tratamientos sobre otros riesgos.

Una vez que se han evaluado los riesgos y se han decidido los tratamientos, se puede repetir el proceso de evaluación de riesgos para verificar que los tratamientos propuestos no hayan creado riesgos adversos adicionales y que el riesgo restante después del tratamiento esté dentro del riesgo aceptado por la organización.

Las técnicas para evaluar la importancia del riesgo se describen en la Cláusula B.8.

Decisiones que implican seleccionar entre opciones

La selección entre opciones normalmente implica sopesar las posibles ventajas y desventajas de cada opción teniendo en cuenta las incertidumbres que incluyen:

- incertidumbres asociadas con los resultados potenciales de las opciones y estimaciones de costos y beneficios; • eventos y desarrollos potenciales que pueden afectar los resultados;
- los variados valores que las diferentes partes interesadas otorgan a los costos y beneficios;
- incertidumbre en torno a los juicios hechos a partir de los resultados del análisis de riesgos, incluidas consideraciones tales como si los objetivos y criterios permanecerán sin cambios en el futuro.

Este tipo de decisión a menudo se toma utilizando el juicio de expertos basado en la comprensión de un análisis de las opciones en cuestión y el riesgo asociado con cada una, teniendo en cuenta:

- compensaciones que pueden ser necesarias entre objetivos contrapuestos;
- el apetito de riesgo de la organización;
- las diferentes actitudes y creencias de las partes interesadas.

Las técnicas que se pueden usar al comparar opciones que implican incertidumbre se describen en la Cláusula B.9.

Registrar e informar el proceso y los resultados de la evaluación de riesgos

Los resultados de la evaluación de riesgos, las metodologías utilizadas y la justificación de las suposiciones y cualquier recomendación deben documentarse y tomarse una decisión sobre qué información debe comunicarse ya quién. Debe definirse la forma en que se revisarán y actualizarán los registros.

El propósito de los registros es:

- comunicar información sobre el riesgo a los responsables de la toma de decisiones y otras partes interesadas, incluidos los reguladores; • proporcionar un registro y justificación de la justificación de las decisiones tomadas;
- preservar los resultados de la evaluación para uso y referencia futuros;
- realizar un seguimiento del rendimiento y las tendencias;
- proporcionar confianza de que los riesgos se entienden y se gestionan adecuadamente;
- habilitar la verificación de la evaluación;
- proporcionar un registro de auditoría.

De ello se deduce que cualquier documentación o registro debe proporcionarse de manera oportuna y estar en una forma que pueda ser entendida por quienes lo leerán. Los

documentos también deben proporcionar la profundidad técnica necesaria para la validación y el detalle suficiente para preservar la evaluación para uso futuro. La información proporcionada debe ser suficiente para permitir que tanto los procesos seguidos como los resultados sean revisados y validados. Las suposiciones hechas, las limitaciones en los datos o métodos y las razones de cualquier recomendación deben ser claras.

El riesgo debe expresarse en términos comprensibles, y las unidades en las que se expresan las medidas cuantitativas deben ser claras y correctas.

Quienes presenten los resultados deben caracterizar su confianza o la de su equipo en la precisión y exhaustividad de los resultados. Las incertidumbres deben ser comunicadas adecuadamente para que el informe no implique un nivel de certeza más allá de la realidad.

Las técnicas para registrar y reportar se describen en la Cláusula B.10.

Selección de técnicas de evaluación de riesgos

General

La cláusula 7 describe los factores a considerar cuando se selecciona una técnica o técnicas para un propósito particular. Los anexos A y B enumeran y explican más detalladamente algunas técnicas de uso común. Describen las características de cada técnica y su posible rango de aplicación, junto con sus fortalezas y debilidades inherentes.

Muchas de las técnicas descritas en este documento se desarrollaron originalmente para industrias particulares que buscaban gestionar tipos particulares de resultados no deseados. Varias de las técnicas son similares, pero utilizan diferentes terminologías, lo que refleja su desarrollo independiente para un propósito similar en diferentes sectores. Con el tiempo, la aplicación de muchas de las técnicas se ha ampliado, por ejemplo, desde aplicaciones de ingeniería técnica hasta situaciones financieras o de gestión, o para considerar resultados tanto positivos como negativos. Han surgido nuevas técnicas y las antiguas se han adaptado a las nuevas circunstancias. Las técnicas y sus aplicaciones continúan evolucionando. Existe la posibilidad de mejorar la comprensión del riesgo mediante el uso de técnicas fuera de su aplicación original. Los anexos A y B, por lo tanto, indican las características de las técnicas que se pueden utilizar para determinar la gama de circunstancias a las que se pueden aplicar.

Técnicas de selección

La elección de la técnica y la forma en que se aplica deben adaptarse al contexto y al uso, y proporcionar información del tipo y la forma que necesitan las partes interesadas. En términos generales, la cantidad y el tipo de técnica seleccionada debe adaptarse a la importancia de la decisión y tener en cuenta las limitaciones de tiempo y otros recursos, y los costos de oportunidad.

Al decidir si una técnica cualitativa o cuantitativa es más apropiada, los principales criterios a considerar son la forma de salida de mayor utilidad para las partes interesadas y la disponibilidad y confiabilidad de los datos. Las técnicas cuantitativas generalmente requieren datos de alta calidad para que proporcionen resultados significativos. Sin embargo, en algunos casos en los que los datos no son suficientes, el rigor necesario para aplicar una técnica cuantitativa puede proporcionar una mejor comprensión del riesgo, aunque el resultado del cálculo pueda ser incierto.

A menudo hay una selección de técnicas relevantes para una circunstancia dada. Es posible que sea necesario considerar varias técnicas, y la aplicación de más de una técnica a veces puede proporcionar una comprensión adicional útil. [2] También pueden ser apropiadas diferentes técnicas a medida que se disponga de más información.

Al seleccionar una técnica o técnicas, por lo tanto, se debe considerar lo siguiente:

- el propósito de la evaluación;
- las necesidades de las partes interesadas;
- cualquier requisito legal, reglamentario y contractual;
- el entorno operativo y el escenario;
- la importancia de la decisión (por ejemplo, las consecuencias si se toma una decisión equivocada);
- cualquier criterio de decisión definido y su forma;
- el tiempo disponible antes de que se deba tomar una decisión;
- información que está disponible o puede obtenerse;
- la complejidad de la situación;
- la experiencia disponible o que se puede obtener.

Las características de las técnicas relevantes para estos requisitos se enumeran en la Tabla A.1. La Tabla A.2 proporciona una lista de técnicas, clasificadas según estas características.

A medida que aumenta el grado de incertidumbre, complejidad y ambigüedad del contexto, aumentará la necesidad de consultar a un grupo más amplio de partes interesadas, con implicaciones para la combinación de técnicas seleccionadas.

NOTA Por ejemplo, IEC TR 63039:2016 [50] guía cómo usar las técnicas ETA, FTA y Markov de manera complementaria para que el uso combinado sea una forma eficiente de analizar el riesgo de sistemas complejos. Algunas de las técnicas descritas en este documento se pueden aplicar durante los pasos del proceso de gestión de riesgos de ISO 31000 además de su uso en la evaluación de riesgos. La aplicación de las técnicas al proceso de gestión de riesgos se ilustra en la Figura A.1. La Tabla A.3 ilustra su aplicación específicamente a la evaluación.

El Anexo B contiene una descripción general de cada técnica, su uso, sus entradas y salidas, sus fortalezas y limitaciones y, cuando corresponda, una referencia para encontrar más detalles. Clasifica las técnicas según su aplicación principal en la evaluación del riesgo, a saber:

- obtener puntos de vista de las partes interesadas y expertos (Cláusula B.1);
- identificación del riesgo (Cláusula B.2);
- determinar las fuentes, las causas y los impulsores del riesgo (Cláusula B.3);
- analizar los controles existentes (Cláusula B.4);
- comprender las consecuencias y la probabilidad (Cláusula B.5);
- analizar dependencias e interacciones (Cláusula B.6);
- proporcionar medidas de riesgo (Cláusula B.7);
- evaluar la importancia del riesgo (Cláusula B.8);
- seleccionar entre opciones (Cláusula B.9);
- registro y presentación de informes (Cláusula B.10).

Dentro de cada grupo, las técnicas están ordenadas alfabéticamente y no se implica ningún orden de importancia.

La mayoría de las técnicas del Anexo B asumen que se pueden identificar los riesgos o las fuentes de riesgo. También existen técnicas que se pueden utilizar para evaluar indirectamente el riesgo residual considerando los controles y requisitos existentes (ver, por ejemplo, IEC 61508 [36]).

Si bien este documento analiza y proporciona técnicas de ejemplo, las técnicas descritas no son exhaustivas y no se hace ninguna recomendación sobre la eficacia de ninguna técnica dada en ninguna circunstancia dada. Se debe tener cuidado al seleccionar cualquier técnica para garantizar que sea apropiada, confiable y efectiva en la circunstancia dada. La Tabla A.1 explica las características de las técnicas que se pueden utilizar para seleccionar qué técnica o técnicas utilizar. La Tabla A.2 enumera una gama de técnicas clasificadas de acuerdo con estas características. Las técnicas descritas representan formas estructuradas de ver el problema en cuestión que se han encontrado útiles en contextos particulares. La lista no pretende ser exhaustiva, pero cubre una gama de técnicas comúnmente utilizadas de una variedad de sectores. Para simplificar, las técnicas se enumeran en orden alfabético sin ninguna prioridad.

Anexo A (informativo)

Categorización de técnicas

A.1 Introducción a la categorización de técnicas

A.2 Aplicación de la categorización de técnicas

Cada técnica se describe con más detalle en el Anexo B, como se indica en la columna 1 de la Tabla A.2. Análisis de Markov Calcula la probabilidad de que un sistema que tiene la capacidad de estar en uno de varios estados esté en un estado particular en un tiempo t en el futuro. La Tabla A.3 enumera la medida en que cada técnica es aplicable a las diferentes etapas de la evaluación de riesgos; a saber, identificación de riesgos, análisis de riesgos y evaluación de riesgos. Algunas de las técnicas también se utilizan en otros pasos del proceso. Esto se ilustra en la Figura A.1.

A.3 Uso de técnicas durante el proceso ISO 31000

Figura A.1 -Aplicación de técnicas en el proceso de gestión de riesgos ISO 31000 [3]

NOTA La Figura A.1 pretende proporcionar una descripción general y no es una lista exhaustiva de todas las técnicas que se pueden utilizar en cada paso. En algunas situaciones, las partes interesadas tienen una experiencia y un papel específicos, y hay poca divergencia de opinión. Sin embargo, a veces se pueden esperar opiniones significativamente diferentes de las partes interesadas y puede haber estructuras de poder y otros factores que afectan la forma en que interactúan las personas. Estos factores afectarán la elección del método utilizado. El número de partes interesadas a consultar, las limitaciones de tiempo y los aspectos prácticos de reunir a todas las personas necesarias al mismo tiempo también influirán en la elección del método.

Cuando se utiliza un método de grupo cara a cara, es importante contar con un facilitador experimentado y capacitado para lograr buenos resultados. El papel del facilitador o coordinador es:

- organizar el equipo;
- obtener y distribuir información y datos relevantes antes de la reunión/colaboración;
- preparar una estructura y un formato eficientes para la reunión/colaboración;
- provocar el pensamiento creativo para fortalecer la comprensión y generar ideas;
- asegurarse de que los resultados sean precisos y libres de sesgos en la medida de lo posible.

Las listas de verificación derivadas de clasificaciones y taxonomías se pueden utilizar como parte del proceso (ver B.2.2).

Cualquier técnica para obtener información que dependa de las percepciones y opiniones de las personas tiene el potencial de ser poco confiable y adolece de una variedad de sesgos, como el sesgo de disponibilidad (una tendencia a sobreestimar la probabilidad de que algo acaba de suceder), la ilusión de agrupamiento (la tendencia a sobreestimar la importancia de pequeños conglomerados en una muestra grande) o efecto de carro (la tendencia a hacer o creer cosas porque otros hacen o creen lo mismo).

En la norma EN 12973 [4] se proporciona orientación sobre el análisis de funciones que se puede utilizar para reducir el sesgo y centrar el pensamiento creativo en los aspectos que tienen el mayor impacto.

Debe informarse la información en la que se basaron los juicios y cualquier suposición hecha.

B.1.2 Lluvia de ideas

B.1.2.1 Resumen

La lluvia de ideas es un proceso utilizado para estimular y alentar a un grupo de personas a desarrollar ideas relacionadas con uno o más temas de cualquier naturaleza. El término "lluvia de ideas" a menudo se usa de manera muy vaga para referirse a cualquier tipo de discusión grupal, pero una lluvia de ideas efectiva requiere un esfuerzo consciente para garantizar que los pensamientos de los demás en el grupo se usen como herramientas para estimular la creatividad de cada participante. Cualquier análisis o crítica de las ideas se realiza por separado de la lluvia de ideas.

Esta técnica da los mejores resultados cuando se dispone de un facilitador experto que puede proporcionar la estimulación necesaria pero que no limita el pensamiento. El facilitador estimula al grupo a cubrir todas las áreas relevantes y se asegura de que las ideas del proceso sean capturadas para su posterior análisis.

La lluvia de ideas puede ser estructurada o no estructurada. Para una lluvia de ideas estructurada, el facilitador divide el tema a discutir en secciones y utiliza indicaciones preparadas para generar ideas sobre un tema nuevo cuando uno está agotado. La lluvia de ideas no estructurada suele ser menos formal.

En ambos casos, el facilitador inicia un tren de pensamiento y se espera que todos generen ideas. El ritmo se mantiene para permitir que las ideas desencadenen el pensamiento lateral. El facilitador puede sugerir una nueva dirección o aplicar una herramienta de pensamiento creativo diferente cuando una dirección de pensamiento se agota o la discusión se desvía demasiado. El objetivo es recopilar tantas ideas diversas como sea posible para su posterior análisis.

Se ha demostrado que, en la práctica, los grupos generan menos ideas que las mismas personas trabajando individualmente. Por ejemplo:

- en un grupo, las ideas de las personas tienden a converger en lugar de diversificarse;
- la demora en esperar un turno para hablar tiende a bloquear las ideas;
- las personas tienden a trabajar menos mentalmente cuando están en grupo.

Estas tendencias se pueden reducir mediante:

- brindar oportunidades para que las personas trabajen solas parte del tiempo;
- diversificar los equipos y cambiar la composición del equipo;
- combinar con técnicas como la técnica de grupo nominal (B.1.4) o la lluvia de ideas electrónica. Éstos fomentan una mayor participación individual y pueden configurarse para que sean anónimos, evitando así también cuestiones políticas y culturales personales.

B.1.2.2 Uso

La lluvia de ideas se puede aplicar en cualquier nivel de una organización para identificar incertidumbres, modos de éxito o fracaso, causas, consecuencias, criterios de decisión u opciones de tratamiento. El uso cuantitativo es posible, pero solo en su forma estructurada para garantizar que los sesgos se tengan en cuenta y se aborden, especialmente cuando se utilizan para involucrar a todas las partes interesadas.

El brainstorming estimula la creatividad y por ello es muy útil a la hora de trabajar en diseños, productos y procesos innovadores.

B.1.2.3 Entradas

La lluvia de ideas obtiene puntos de vista de los participantes, por lo que tiene menos necesidad de datos o información externa que otros métodos. Los participantes deben tener entre ellos la pericia, la experiencia y la variedad de puntos de vista necesarios para el problema en cuestión. Normalmente se necesita un facilitador hábil para que la lluvia de ideas sea productiva.

B.1.2.4 Salidas

Los resultados son una lista de todas las ideas generadas durante la sesión y los pensamientos que surgieron cuando se presentaron las ideas.

B.1.2.5 Fortalezas y limitaciones

Las fortalezas de la lluvia de ideas incluyen lo siguiente.

- Fomenta la imaginación y la creatividad, lo que ayuda a identificar nuevos riesgos y soluciones novedosas.
- Es útil donde hay pocos o ningún dato, y donde se requieren nuevas tecnologías o soluciones novedosas.
- Involucra a las partes interesadas clave y, por lo tanto, ayuda a la comunicación y el compromiso.
- Es relativamente rápido y fácil de configurar.

Las limitaciones incluyen lo siguiente.

- Es difícil demostrar que el proceso ha sido integral.
- Los grupos tienden a generar menos ideas que los individuos que trabajan solos.
- Las dinámicas de grupo particulares pueden significar que algunas personas con ideas valiosas se quedan calladas mientras que otras dominan la discusión. Esto se puede superar mediante una facilitación eficaz.
- Fomentar el pensamiento creativo y las nuevas ideas puede significar que la conversación no se mantenga enfocada en el asunto que se está considerando, y esto consume tiempo en la reunión.

B.1.2.6

Documentos de referencia [5] PROCTOR, A. (2009). Resolución creativa de problemas para gerentes [6] GOLDENBERG, Olga, WILEY, Jennifer. Calidad, conformidad y conflicto: Cuestionando los supuestos de la técnica de lluvia de ideas de Osborn

B.1.3 Técnica Delphi

B.1.3.1 Resumen

La técnica Delphi es un procedimiento para obtener el consenso de opinión de un grupo de expertos. Es un método para recopilar y cotejar juicios sobre un tema en particular a través de un conjunto de cuestionarios secuenciales. Una característica esencial de la técnica Delphi es que los expertos expresan sus opiniones de forma individual, independiente y anónima mientras tienen acceso a las opiniones de los demás expertos a medida que avanza el proceso.

Al grupo de expertos que forman el panel se les proporciona de manera independiente la pregunta o preguntas a considerar. La información de la primera ronda de respuestas se analiza y combina y se distribuye a los panelistas que luego pueden reconsiderar sus respuestas originales. Los panelistas responden y el proceso se repite hasta que se alcanza un consenso o casi consenso. Si un panelista o una minoría de panelistas mantienen su respuesta constantemente, podría indicar que tienen información importante o un punto de vista importante.

B.1.3.2 Uso

La técnica Delphi se utiliza para problemas complejos sobre los que existe incertidumbre y para los que se necesita el juicio de expertos para hacer frente a esta incertidumbre. Se puede utilizar en la elaboración de pronósticos y políticas, y para obtener consenso o reconciliar diferencias entre expertos. Puede usarse para identificar riesgos (con resultados positivos y negativos), amenazas y oportunidades y para obtener consenso sobre la probabilidad y las consecuencias de eventos futuros. Suele aplicarse a nivel estratégico o táctico. Su aplicación original era para pronósticos a largo plazo, pero se puede aplicar a cualquier período de tiempo.

B.1.3.3 Entradas

El método se basa en el conocimiento y la cooperación continua de los participantes a través de una escala de tiempo variable que puede ser de días, semanas, meses o incluso años.

El número de participantes puede oscilar entre unos pocos y cientos. Los cuestionarios escritos pueden hacerse en lápiz y papel o distribuirse y devolverse utilizando herramientas de comunicación electrónica, como el correo electrónico e Internet. El uso de sistemas tecnológicos ayuda a garantizar agilidad y precisión en la recopilación de información en cada ciclo.

B.1.3.4 Salidas

Consenso sobre el asunto en consideración.

B.1.3.5 Fortalezas y limitaciones

Las fortalezas incluyen lo siguiente.

- Como las opiniones son anónimas, es más probable que se expresen opiniones impopulares y hay menos sesgo de jerarquía.
- Todas las opiniones tienen el mismo peso, lo que evita el problema de las personalidades dominantes.
- Logra la propiedad de los resultados.
- No es necesario reunir a las personas en un lugar a la vez.
- Las personas tienen tiempo para dar una respuesta considerada a las preguntas.
- El proceso tiende a significar que los expertos dedican toda su atención a la tarea.

Las limitaciones incluyen lo siguiente.

- Requiere mucho trabajo y tiempo.
- Los participantes deben poder expresarse claramente por escrito.

B.1.3.6

Documento de referencia

.1. Información general

La técnica del grupo nominal, al igual que la lluvia de ideas, tiene como objetivo recopilar ideas. Las opiniones se buscan primero individualmente sin interacción entre los miembros del grupo, luego se discuten en el grupo.

El proceso es el siguiente.

- El facilitador proporciona a cada miembro del grupo las preguntas a considerar.
- Las personas escriben sus ideas en silencio e independientemente.
- Cada miembro del grupo presenta sus ideas, en esta etapa, sin discusión. Si la dinámica del grupo significa que algunas voces tienen más peso que otras, las ideas se pueden transmitir al facilitador de forma anónima. Los participantes pueden buscar más aclaraciones.
- Las ideas luego son discutidas por el grupo para proporcionar una lista acordada.
- Los miembros del grupo votan en privado sobre las ideas y se toma una decisión grupal basada en los votos.

B.1.4.2 Uso

La técnica del grupo nominal se puede utilizar como alternativa a la lluvia de ideas. También es útil para priorizar ideas dentro de un grupo.

B.1.4.3 Entradas

Las ideas y experiencias de los participantes.

B.1.4.4 Salidas

Ideas, soluciones o decisiones según se requiera.

B.1.4.5 Fortalezas y limitaciones

Los puntos fuertes de la técnica del grupo nominal incluyen lo siguiente.

- Proporciona una visión más equilibrada que la lluvia de ideas cuando algunos miembros de un grupo hablan más que otros.
- Tiende a producir una participación más uniforme si todos o algunos miembros del grupo son nuevos en el equipo, el tema es controvertido o existe un desequilibrio de poder o conflicto entre el equipo.
- Se ha demostrado que genera un mayor número de ideas que la lluvia de ideas.

- Disminuye la presión por conformarse con el grupo.
- Puede lograr el consenso en un período de tiempo relativamente corto.

Las limitaciones incluyen lo siguiente.

- La fertilización cruzada de ideas puede verse restringida.
- Las mismas ideas se pueden expresar de muchas maneras ligeramente diferentes, lo que dificulta su recopilación.

B.1.4.6

Documento de referencia [8] MCDONALD, D. BAMMER, G. y DEANE, P. Research Integration Using Dialogue Methods NOTA Esta referencia también proporciona detalles de una gama de otros métodos, algunos de los cuales también se analizan en este documento.

B.1.5

Entrevistas estructuradas o semiestructuradas B.1.

Descripción general

En una entrevista estructurada, a los entrevistados individuales se les hace un conjunto de preguntas preparadas. Una entrevista semiestructurada es similar, pero permite más libertad para que una conversación explore los problemas que surjan. En una entrevista semiestructurada, se brinda explícitamente la oportunidad de explorar áreas que el entrevistado podría desear cubrir.

Las preguntas deben ser abiertas siempre que sea posible, deben ser simples y en un lenguaje apropiado para el entrevistado, y cada pregunta debe cubrir un solo tema. También se preparan posibles preguntas de seguimiento para buscar aclaraciones.

Las preguntas deben probarse con personas de antecedentes similares a los que se van a entrevistar para verificar que las preguntas no sean ambiguas, que se comprendan correctamente y que las respuestas cubran los temas pretendidos. Se debe tener cuidado de no "guiar" al entrevistado.

B.1.5.2 Uso

Las entrevistas estructuradas y semiestructuradas son un medio para obtener información detallada y opiniones de los individuos de un grupo. Sus respuestas pueden ser confidenciales si es necesario. Proporcionan información detallada en la que las personas no están sesgadas por las opiniones de otros miembros de un grupo.

Son útiles si es difícil reunir a las personas en el mismo lugar al mismo tiempo o si la discusión fluida en un grupo no es apropiada para la situación o las personas involucradas. También es posible obtener información más detallada en una entrevista que en una encuesta o en una situación de taller. Las entrevistas se pueden utilizar en cualquier nivel de una organización.

B.1.5.3 Entradas

Los insumos son una comprensión clara de la información requerida y un conjunto preparado de preguntas que han sido probadas con un grupo piloto.

Quienes diseñan la entrevista y los entrevistadores necesitan algunas habilidades para obtener buenas respuestas válidas que no estén influenciadas por los propios sesgos de los entrevistadores.

B.1.5.4 Salidas

La salida es la información detallada requerida.

B.1.5.5 Fortalezas y limitaciones

Los puntos fuertes de las entrevistas estructuradas incluyen lo siguiente.

- Permiten que las personas tengan tiempo para reflexionar sobre un tema.
- La comunicación uno a uno puede permitir una consideración más profunda de los problemas que un enfoque de grupo.
- Las entrevistas estructuradas permiten la participación de un mayor número de partes interesadas que un grupo cara a cara.

Las limitaciones incluyen lo siguiente.

- Las entrevistas requieren mucho tiempo para diseñarlas, entregarlas y analizarlas.
- Requieren cierta experiencia para diseñarlas y entregarlas si el entrevistador quiere que las respuestas sean imparciales.
- Se tolera el sesgo en el encuestado y no se modera ni elimina a través de la discusión en grupo. • Las entrevistas no activan la imaginación (que es una característica de los métodos grupales).
- Las entrevistas semiestructuradas producen un cuerpo considerable de información en las palabras del entrevistado. Puede ser difícil agrupar esto sin ambigüedades en una forma susceptible de análisis. Las encuestas generalmente involucran a más personas que las entrevistas y generalmente hacen preguntas más restringidas. Por lo general, una encuesta implicará un cuestionario en computadora o en papel. Las preguntas a menudo ofrecen respuestas de sí/no, opciones de una escala de calificación o opciones de una variedad de opciones. Esto permite el análisis estadístico de los resultados, que es una característica de tales métodos. Se pueden incluir algunas preguntas con respuestas libres, pero su número debe ser limitado debido a las dificultades de análisis.

B.1.6.2 Uso

Las encuestas se pueden utilizar en cualquier situación en la que sea útil una amplia consulta a las partes interesadas, en particular cuando se necesita relativamente poca información de un gran número de personas.

B.1.6.3 Entradas

Preguntas inequívocas y probadas previamente enviadas a una muestra ampliamente representativa de personas dispuestas a participar. El número de respuestas debe ser suficiente para proporcionar validez estadística. (Las tasas de devolución suelen ser bajas, lo que significa que se deben enviar muchos cuestionarios). Se necesita cierta experiencia para desarrollar un cuestionario que logre resultados útiles y en el análisis estadístico de los resultados.

B.1.6.4 Salidas

El resultado es un análisis de las opiniones de una variedad de personas, a menudo en forma gráfica.

B.1.6.5 Fortalezas y limitaciones

Los puntos fuertes de las encuestas incluyen lo siguiente.

- Se pueden involucrar números más grandes que para las entrevistas, proporcionando mejor información en todo el grupo.
- Las encuestas tienen un costo relativamente bajo de ejecución, especialmente si se utiliza software en línea que es capaz de proporcionar algún análisis estadístico.
- Pueden proporcionar información estadísticamente válida.
- Los resultados son fáciles de tabular y fáciles de entender: la salida gráfica suele ser posible.
- Los informes de las encuestas pueden ponerse a disposición de otros con relativa facilidad.

Las limitaciones incluyen lo siguiente.

- La naturaleza de las preguntas está restringida por la necesidad de ser simples e inequívocas.
- Suele ser necesario obtener alguna información demográfica para interpretar los resultados.
- El número de preguntas que se pueden incluir es limitado si se espera un número suficiente de respuestas. • La persona que plantea la pregunta no puede explicar, por lo que los encuestados pueden interpretar las preguntas de manera diferente a la prevista. • Es difícil diseñar preguntas que no lleven a los encuestados a respuestas particulares.
- Los cuestionarios tienden a tener suposiciones subyacentes que pueden no ser válidas.
- Puede ser difícil obtener una tasa de respuesta buena e imparcial.

B.1.6.6

Documentos de referencia [11] • métodos basados en evidencia, tales como revisiones de literatura y análisis de datos históricos;

- métodos empíricos, incluidas pruebas y modelos para identificar lo que podría suceder

en circunstancias particulares;

- encuestas de percepción, que analizan las opiniones de una amplia gama de personas con experiencia;

- técnicas en las que el tema que se está considerando se divide en elementos más pequeños, cada uno de los cuales se considera a su vez utilizando métodos que plantean preguntas hipotéticas;

EJEMPLOS HAZOP (B.2.4), FMEA (B.2.3) y SWIFT (B.2.6).

- técnicas para fomentar el pensamiento imaginativo sobre las posibilidades del futuro, como el análisis de escenarios (B.2.5);
- listas de verificación o taxonomías basadas en datos pasados o modelos teóricos (B.2.2).

Las técnicas descritas en la Cláusula B.2 son ejemplos de algunos enfoques estructurados para identificar el riesgo. Es probable que una técnica estructurada sea más completa que un taller no estructurado o semiestructurado y se utilice más fácilmente para demostrar la diligencia debida en la identificación del riesgo.

El uso de múltiples técnicas, incluidos los métodos de arriba hacia abajo y de abajo hacia arriba, fomenta la identificación integral de riesgos. Los enfoques que cuestionan los resultados de la identificación de riesgos, como el equipo rojo, también se pueden usar para ayudar a verificar que no se hayan pasado por alto riesgos relevantes. NOTA Red teaming es la práctica de ver un problema desde la perspectiva de un adversario o competidor [13].

Las técnicas descritas pueden involucrar a múltiples partes interesadas y expertos. Los métodos que se pueden utilizar para obtener opiniones, ya sea individualmente o en grupo, se describen en la Cláusula B.1.

B.2.2

Listas de control, clasificaciones y taxonomías

B.2.2.1 Resumen

Las listas de verificación se utilizan durante la evaluación de riesgos de varias maneras, como para ayudar a comprender el contexto, identificar riesgos y agrupar riesgos para diversos fines durante el análisis. También se utilizan cuando se gestiona el riesgo, por ejemplo, para clasificar controles y tratamientos, para definir responsabilidades y rendición

de cuentas, o para informar y comunicar el riesgo.

Una lista de verificación puede basarse en la experiencia de éxitos y fracasos anteriores, pero se pueden desarrollar tipologías y taxonomías de riesgo más formales para categorizar o clasificar los riesgos en función de atributos comunes. En sus formas puras, las tipologías son esquemas de clasificación "de arriba hacia abajo" derivados conceptualmente, mientras que las taxonomías son esquemas de clasificación "de abajo hacia arriba" derivados empírica o teóricamente. Las formas híbridas suelen combinar estas dos formas puras.

Las taxonomías de riesgo suelen estar destinadas a ser mutuamente excluyentes y colectivamente exhaustivas (es decir, para evitar superposiciones y lagunas). Las clasificaciones de riesgo pueden enfocarse en aislar una categoría particular de riesgo para un examen más detallado.

Tanto las tipologías como las taxonomías pueden ser jerárquicas con varios niveles de clasificación desarrollados. Cualquier taxonomía debe ser jerárquica y poder subdividirse a niveles de resolución cada vez más finos. Esto ayudará a mantener un número manejable de categorías al mismo tiempo que logra suficiente granularidad.

B.2.2.2 Uso

Se pueden diseñar listas de verificación, clasificaciones y taxonomías para aplicar a nivel estratégico u operativo. Se pueden aplicar mediante cuestionarios, entrevistas, talleres estructurados o combinaciones de los tres, en métodos presenciales o por computadora.

Los siguientes son ejemplos de listas de verificación, clasificaciones o taxonomías comúnmente utilizadas a nivel estratégico.

- DAFO (fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas) identifica factores en el contexto interno y externo para ayudar a establecer objetivos y estrategias para lograrlos teniendo en cuenta el riesgo.
- PESTLE, STEEP, STEELED, etc. son siglas que representan tipos de factores a considerar al momento de establecer el contexto o identificar riesgos [14]. Las letras representan Político, Económico, Social, Tecnológico, Ambiental, Legal, Ético y Demográfico. Se pueden seleccionar categorías relevantes para la situación particular y se pueden desarrollar listas de verificación para ejemplos en cada categoría.

- Consideración de objetivos estratégicos, factores críticos de éxito para alcanzar los objetivos, amenazas a los factores de éxito y factores de riesgo. A partir de esto, se pueden desarrollar tratamientos de riesgo e indicadores de alerta temprana para los factores de riesgo.

A nivel operativo, las listas de verificación de peligros se utilizan para identificar peligros dentro de HAZID y Análisis Preliminar de Peligros (PHA) [15]. Estas son evaluaciones preliminares de riesgos de seguridad que generalmente se llevan a cabo en la etapa inicial de diseño de un proyecto.

Las categorizaciones generales de riesgo incluyen:

- por fuente de riesgo: precios de mercado, incumplimiento de la contraparte, fraude, riesgos de seguridad, etc.;
- por consecuencia, aspectos o dimensiones de objetivos o desempeño.

Las categorías de riesgo preidentificadas pueden ser útiles para dirigir el pensamiento sobre el riesgo a través de una amplia gama de temas. Sin embargo, es difícil garantizar que tales categorías sean integrales y, al subdividir el riesgo de una manera predefinida, el pensamiento se dirige a lo largo de líneas particulares y se pueden pasar por alto aspectos importantes del riesgo.

Las listas de verificación, tipologías y taxonomías se utilizan dentro de otras técnicas descritas en este documento; por ejemplo, las palabras clave en HAZOP B.2.4 y las categorías en un análisis de Ishikawa (B.3.3). En la norma IEC 62740:2015 [16] se proporciona una taxonomía que se puede utilizar para considerar los factores humanos al identificar el riesgo.

En general, cuanto más específica es la lista de verificación, más restringido su uso al contexto particular en el que se desarrolla. Las palabras que brindan indicaciones generales suelen ser más productivas para fomentar un nivel de creatividad al identificar el riesgo.

B.2.2.3 Entradas

Las entradas son datos o modelos a partir de los cuales desarrollar listas de verificación, taxonomías o clasificaciones válidas.

B.2.2.4 Salidas:

Las salidas son:

- listas de verificación, avisos o categorías y esquemas de clasificación;

- una comprensión del riesgo a partir del uso de estos, incluyendo (en algunos casos) listas de riesgos y agrupaciones de riesgos.

B.2.2.5 Fortalezas y limitaciones

Los puntos fuertes de las listas de verificación, taxonomías y tipografías incluyen lo siguiente.

- Promueven una comprensión común del riesgo entre las partes interesadas.
- Cuando están bien diseñados, aportan una amplia experiencia a un sistema fácil de usar para los no expertos.
- Una vez desarrollados, requieren poca experiencia especializada.

Las limitaciones incluyen lo siguiente.

- Su uso está limitado en situaciones novedosas donde no existe una historia pasada relevante o en situaciones que difieren de aquellas para las que fueron desarrollados.
- Abordan lo ya conocido o imaginado.
- A menudo son genéricos y es posible que no se apliquen a las circunstancias particulares que se están considerando.
- La complejidad puede dificultar la identificación de relaciones (p. ej., interconexiones y agrupaciones alternativas).
- La falta de información puede generar superposiciones y/o brechas (por ejemplo, los esquemas no son mutuamente excluyentes ni colectivamente exhaustivos). • Pueden alentar el tipo de comportamiento de "marcar la casilla" en lugar de la exploración de ideas. En FMEA, un equipo subdivide el hardware, un sistema, un proceso o un procedimiento en elementos. Para cada elemento se consideran las formas en que puede fallar y las causas y efectos de la falla. FMEA puede ser seguido por un análisis de criticidad que define la importancia de cada modo de falla (FMECA).

Para cada elemento se registra lo siguiente:

- su función;
- la falla que podría ocurrir (modo de falla);

- los mecanismos que podrían producir estos modos de falla;
- la naturaleza de las consecuencias si ocurriera la falla;
- si la falla es inofensiva o dañina;
- cómo y cuándo se puede detectar la falla;
- las provisiones inherentes que existen para compensar la falla.

Para FMECA, el equipo de estudio clasifica cada uno de los modos de falla identificados según su criticidad. Se pueden utilizar varios métodos diferentes de criticidad. Los más utilizados son una matriz de consecuencia/probabilidad cualitativa, semicuantitativa o cuantitativa (B.10.3) o un número de prioridad de riesgo (RPN). También se puede derivar una medida cuantitativa de la criticidad a partir de las tasas de falla reales y una medida cuantitativa de las consecuencias cuando se conocen.

NOTA El RPN es un método de índice (B.8.6) que toma el producto de las calificaciones por consecuencia de falla, probabilidad de falla y capacidad para detectar el problema (detección). A un fallo se le da una prioridad más alta si es difícil de detectar.

B.2.3.2 Uso

FMEA/FMECA se puede aplicar durante el diseño, fabricación u operación de un sistema físico para mejorar el diseño, seleccionar entre alternativas de diseño o planificar un programa de mantenimiento. También se puede aplicar a procesos y procedimientos, como en procedimientos médicos y procesos de fabricación. Se puede realizar en cualquier nivel de desglose de un sistema, desde diagramas de bloques hasta componentes detallados de un sistema o pasos de un proceso.

FMEA se puede utilizar para proporcionar información para técnicas de análisis como el análisis de árbol de fallas. Puede proporcionar un punto de partida para un análisis de causa raíz.

B.2.3.3 Entradas

Las entradas incluyen información sobre el sistema a analizar y sus elementos con suficiente detalle para un análisis significativo de las formas en que cada elemento puede fallar y las consecuencias si lo hace. La información necesaria puede incluir dibujos y

diagramas de flujo, detalles del entorno en el que opera el sistema e información histórica sobre fallas cuando esté disponible.

FMEA normalmente lo lleva a cabo un equipo multifuncional con conocimiento experto del sistema que se analiza, dirigido por un facilitador capacitado. Es importante que el equipo cubra todas las áreas relevantes de experiencia.

B.2.3.4 Salidas

Las salidas de FMEA son:

- una hoja de trabajo con modos de falla, efectos, causas y controles existentes;
- una medida de la criticidad de cada modo de falla (si FMECA) y la metodología utilizada para definirlo; • cualquier acción recomendada, p. para análisis adicionales, cambios de diseño o características que se incorporarán en los planes de prueba.

FMECA generalmente proporciona una clasificación cualitativa de la importancia de los modos de falla, pero puede dar un resultado cuantitativo si se utilizan datos de tasa de falla adecuados y consecuencias cuantitativas.

B.2.3.5 Fortalezas y limitaciones

Las fortalezas de FMEA/FMECA incluyen lo siguiente.

- Se puede aplicar ampliamente tanto a modos humanos como técnicos de sistemas, hardware, software y procedimientos.
- Identifica los modos de falla, sus causas y sus efectos en el sistema, y los presenta en un formato de fácil lectura.
- Evita la necesidad de modificaciones costosas de los equipos en servicio al identificar los problemas en las primeras etapas del proceso de diseño. • Brinda información para los programas de mantenimiento y monitoreo al resaltar las características clave que deben monitorearse.

Las limitaciones incluyen lo siguiente.

- FMEA solo se puede usar para identificar modos de falla únicos, no combinaciones de modos de falla.

- A menos que estén adecuadamente controlados y enfocados, los estudios pueden llevar mucho tiempo y ser costosos.
- FMEA puede ser difícil y tedioso para sistemas complejos de múltiples capas.

B.2.4.1 Resumen

Un estudio HAZOP es un examen estructurado y sistemático de un proceso, procedimiento o sistema planificado o existente que implica identificar posibles desviaciones de la intención del diseño y examinar sus posibles causas y consecuencias.

Dentro de un taller facilitado, el equipo de estudio:

- subdivide el sistema, proceso o procedimiento en elementos más pequeños;
- acuerda la intención de diseño de cada elemento, incluida la definición de los parámetros pertinentes (como el flujo o la temperatura en el caso de un sistema físico);
- aplica palabras guía sucesivamente a cada parámetro de cada elemento para postular posibles desviaciones de la intención del diseño que podrían tener resultados no deseados;

NOTA No todas las combinaciones de parámetros de palabras guía serán significativas.

- acuerda la causa y las consecuencias en cada caso sugiriendo cómo pueden ser tratadas;
- documenta la discusión y acuerda posibles acciones para tratar los riesgos identificados. La Tabla B.1 proporciona ejemplos de palabras guía comúnmente utilizadas para sistemas técnicos. Palabras guía similares como "demasiado pronto", "demasiado tarde", "demasiado", "demasiado poco", "demasiado largo", "demasiado corto", "dirección incorrecta", "objeto incorrecto", "acción incorrecta" pueden ser utilizadas para identificar los modos de error humano.

Las palabras guía se aplican a parámetros tales como:

- propiedades físicas de un material o proceso;
- condiciones físicas como la temperatura o la velocidad;
- momento;

- una intención específica de un componente de un sistema o diseño (por ejemplo, transferencia de información);
- aspectos operativos.

B.2.4.3 Entradas

Las entradas incluyen información actual sobre el sistema que se va a revisar y la intención y las especificaciones de rendimiento del diseño. Para el hardware, esto puede incluir dibujos, hojas de especificaciones, diagramas de flujo, diagramas lógicos y de control de procesos, y procedimientos de operación y mantenimiento. Para HAZOP no relacionados con el hardware, las entradas pueden ser cualquier documento que describa funciones y elementos del sistema o procedimiento en estudio, por ejemplo, diagramas organizacionales y descripciones de roles, o un borrador de contrato o borrador de procedimiento.

Un estudio HAZOP generalmente lo realiza un equipo multidisciplinario que debe incluir diseñadores y operadores del sistema, así como personas que no están directamente involucradas en el diseño o el sistema, proceso o procedimiento bajo revisión. El líder/facilitador del estudio debe estar capacitado y tener experiencia en el manejo de estudios HAZOP.

B.2.4.4 Salidas

Los resultados incluyen actas de la(s) reunión(es) HAZOP con desviaciones para cada punto de revisión registrado. Los registros deben incluir la palabra guía utilizada y las posibles causas de las desviaciones. También pueden incluir acciones para abordar los problemas identificados y la persona responsable de la acción.

B.2.4.5 Fortalezas y limitaciones

Las fortalezas de HAZOP incluyen lo siguiente.

- Proporciona los medios para examinar sistemáticamente un sistema, proceso o procedimiento para identificar cómo podría no lograr su propósito.
- Proporciona un examen detallado y completo por un equipo multidisciplinario.
- Identifica problemas potenciales en la etapa de diseño de un proceso.
- Genera soluciones y acciones de tratamiento de riesgos.

- Es aplicable a una amplia gama de sistemas, procesos y procedimientos.
- Permite la consideración explícita de las causas y consecuencias del error humano.
- Crea un registro escrito del proceso, que se puede utilizar para demostrar la debida diligencia.

Las limitaciones incluyen lo siguiente.

- Un análisis detallado puede llevar mucho tiempo y, por lo tanto, ser costoso.
- La técnica tiende a ser repetitiva, encontrando los mismos problemas varias veces; por lo tanto, puede ser difícil mantener la concentración.
- Un análisis detallado requiere un alto nivel de documentación o especificación del sistema/proceso y procedimiento.
- Puede enfocarse en encontrar soluciones detalladas en lugar de cuestionar suposiciones fundamentales (sin embargo, esto puede mitigarse con un enfoque por etapas).
- La discusión puede centrarse en cuestiones detalladas de diseño y no en cuestiones más amplias o externas.
- Está limitado por el diseño (borrador) y la intención del diseño, y el alcance y los objetivos dados al equipo.
- El proceso depende en gran medida de la experiencia de los diseñadores, a quienes les puede resultar difícil ser lo suficientemente objetivos para buscar problemas en sus diseños. Para escalas de tiempo relativamente cortas, puede implicar la extrapolación de lo que sucedió en el pasado. Para escalas de tiempo más largas, el análisis de escenarios puede involucrar la construcción de un escenario imaginario pero creíble y luego explorar la naturaleza de los riesgos dentro de este escenario. La mayoría de las veces es aplicada por un grupo de partes interesadas con diferentes intereses y experiencia. El análisis de escenario implica definir con cierto detalle el escenario o escenarios a considerar y explorar las implicaciones del escenario y el riesgo asociado. Los cambios comúnmente considerados incluyen:
 - cambios en la tecnología;
 - posibles decisiones futuras que podrían tener una variedad de resultados;

- las necesidades de las partes interesadas y cómo podrían cambiar;
- cambios en el entorno macro (regulatorio, demográfico, etc.);
- cambios en el entorno físico.

B.2.5.2 Uso

El análisis de escenarios se utiliza con mayor frecuencia para identificar riesgos y explorar las consecuencias. Puede ser utilizado tanto a nivel estratégico como operativo, para la organización en su conjunto o parte de ella.

El análisis de escenarios a largo plazo intenta ayudar a planificar cambios importantes en el futuro, como los que han ocurrido en los últimos 50 años en tecnología, preferencias de los consumidores, actitudes sociales, etc. El análisis de escenarios no puede predecir las probabilidades de tales cambios, pero puede considerar las consecuencias y ayudar a las organizaciones a desarrollar fortalezas y la resiliencia necesarias para adaptarse al cambio previsible. Se puede utilizar para anticipar cómo podrían desarrollarse tanto las amenazas como las oportunidades y se puede utilizar para todo tipo de riesgo.

El análisis de escenarios a corto plazo se utiliza para explorar las consecuencias de un evento iniciador. Los escenarios probables se pueden extrapolar de lo que ha sucedido en el pasado o de los modelos. Los ejemplos de tales aplicaciones incluyen la planificación para situaciones de emergencia o interrupciones comerciales. Si no hay datos disponibles, se utilizan las opiniones de los expertos, pero en este caso es muy importante prestar la máxima atención a las explicaciones de sus puntos de vista.

B.2.5.3 Entradas

Para llevar a cabo un análisis de escenarios, se requieren datos sobre tendencias y cambios actuales e ideas para cambios futuros. Para escenarios complejos o de muy largo plazo, se requiere experiencia en la técnica.

B.2.5.4 Salidas

El resultado puede ser una "historia" para cada escenario que cuente cómo se puede pasar del presente al escenario en cuestión. Los efectos considerados pueden ser tanto beneficiosos como perjudiciales. Las historias pueden incluir detalles plausibles que agregan valor a los escenarios.

Otros resultados pueden incluir una comprensión de los posibles efectos de la política o los planes para varios futuros plausibles, una lista de riesgos que podrían surgir si se desarrollaran los futuros y, en algunas aplicaciones, una lista de indicadores principales para esos riesgos.

B.2.5.5 Fortalezas y limitaciones

Las fortalezas del análisis de escenarios incluyen lo siguiente.

- Tiene en cuenta una gama de posibles futuros. Esto puede ser preferible al enfoque tradicional de confiar en pronósticos que asumen que los eventos futuros probablemente continuarán siguiendo las tendencias pasadas. Esto es importante para situaciones donde hay poco conocimiento actual sobre el cual basar las predicciones o donde los riesgos se están considerando a más largo plazo.
- Apoya la diversidad de pensamiento.

- Fomenta el seguimiento de los principales indicadores de cambio.

- Las decisiones tomadas para los riesgos identificados pueden ayudar a desarrollar la resiliencia para cualquier cosa que ocurra.

Las limitaciones incluyen lo siguiente.

- Los escenarios utilizados pueden no tener una base adecuada, por ejemplo, los datos pueden ser especulativos. Esto podría producir resultados poco realistas que podrían no ser reconocidos como tales.

- Hay poca evidencia de que los escenarios explorados para el futuro a largo plazo sean los que realmente ocurren. Antes de que comience el estudio, el facilitador prepara una lista rápida para permitir una revisión exhaustiva de los riesgos o fuentes de riesgo. Al comienzo del taller, se discute el contexto, el alcance y el propósito del SWIFT y se articulan los criterios para el éxito. Usando las palabras guía y "¿y si?" indicaciones, el facilitador pide a los participantes que planteen y discutan temas como:

- riesgos conocidos;
- fuentes y factores de riesgo;
- experiencia previa, éxitos e incidentes;
- controles conocidos y existentes;

- requisitos y limitaciones reglamentarios.

El facilitador usa la lista de sugerencias para monitorear la discusión y sugerir temas y escenarios adicionales para que el equipo los discuta. El equipo considera si los controles son adecuados y, en caso contrario, considera posibles tratamientos. Durante esta discusión, más "¿qué pasaría si?" se plantean preguntas.

En algunos casos se identifican riesgos específicos y se puede registrar una descripción del riesgo, sus causas, consecuencias y controles. Además, pueden identificarse fuentes más generales o impulsores de riesgo, problemas de control o problemas sistémicos.

Cuando se genera una lista de riesgos, a menudo se utiliza un método de evaluación de riesgos cualitativo o semicuantitativo para clasificar las acciones creadas en términos de nivel de riesgo. Esto normalmente tiene en cuenta los controles existentes y su eficacia.

B.2.6.2 Uso

La técnica se puede aplicar a sistemas, elementos de planta, procedimientos y organizaciones en general.

En particular, se utiliza para examinar las consecuencias de los cambios y el riesgo que se modifica o crea. Se pueden considerar resultados tanto positivos como negativos. También se puede utilizar para identificar los sistemas o procesos en los que valdría la pena invertir los recursos para un HAZOP o FMEA más detallado.

B.2.6.3 Entradas

Se necesita una comprensión clara del sistema, el procedimiento, el elemento de la planta y/o el cambio y los contextos externo e interno. Esto se establece a través de entrevistas, reuniendo un equipo multifuncional y mediante el estudio de documentos, planos y dibujos por parte del facilitador. Normalmente el sistema de estudio se divide en elementos para facilitar el proceso de análisis. Aunque el facilitador debe estar capacitado en la aplicación de SWIFT, esto generalmente se puede lograr rápidamente.

B.2.6.4 Salidas

Los resultados incluyen un registro de riesgos con acciones o tareas clasificadas por riesgo que se pueden utilizar como base para un plan de tratamiento.

B.2.6.5 Fortalezas y limitaciones

Los puntos fuertes de SWIFT incluyen los siguientes.

- Es ampliamente aplicable a todas las formas de planta o sistema físico, situación o circunstancia, organización o actividad. • Necesita una preparación mínima por parte del equipo.
- Es relativamente rápido y los principales riesgos y fuentes de riesgo se vuelven evidentes rápidamente dentro de la sesión del taller. • El estudio está "orientado a los sistemas" y permite a los participantes observar la respuesta del sistema a las desviaciones en lugar de simplemente examinar las consecuencias de la falla de los componentes. • Puede utilizarse para identificar oportunidades de mejora de procesos y sistemas y, en general, puede utilizarse para identificar acciones que conduzcan y mejoren sus probabilidades de éxito. • La participación en el taller de quienes son responsables de los controles existentes y de otras acciones de tratamiento de riesgos refuerza su responsabilidad. • Crea un registro de riesgos y un plan de tratamiento de riesgos con poco más esfuerzo.

Las limitaciones incluyen lo siguiente.

- Si el equipo del taller no tiene una base de experiencia lo suficientemente amplia o si el sistema de indicaciones no es completo, es posible que no se identifiquen algunos riesgos o peligros.
- La aplicación de alto nivel de la técnica podría no revelar causas complejas, detalladas o correlacionadas.
- Las recomendaciones suelen ser genéricas, p. el método no proporciona apoyo para controles sólidos y detallados sin que se lleven a cabo más análisis. Varias de las técnicas descritas en IEC 62740 [16] se pueden utilizar de forma proactiva para analizar las posibles causas de los eventos que podrían ocurrir en el futuro, así como los que ya han ocurrido. Estas técnicas no se repiten aquí.

B.3.2 Enfoque cindínico

B.3.2.1 Resumen

Cindynics significa literalmente la ciencia del peligro. El enfoque cindínico identifica fuentes de riesgo intangibles y factores que podrían dar lugar a muchas consecuencias

diferentes. En particular, identifica y analiza:

- inconsistencias, ambigüedades, omisiones, ignorancia (denominadas deficiencias) y
- divergencias entre las partes interesadas (denominadas disonancias).

El enfoque cindínico parte de la recopilación de información sobre el sistema u organización objeto de estudio y la situación cindínica definida por un espacio geográfico, temporal y cronológico y un conjunto de redes o grupos de partes interesadas.

Luego utiliza entrevistas semiestructuradas (ver B.1.5) para recopilar información en varios momentos (t_1 , t_2 , ..., t_i) sobre el estado del conocimiento y el estado de ánimo de cada parte interesada, en relación con los cinco criterios del enfoque cindínico de la siguiente manera:

- objetivo (objetivo principal de la organización);
- valores (considerados en alta estima por el actor);
- reglas (derechos, normas, procedimientos, etc. que rigen sus logros);
- datos (en los que se basa la toma de decisiones);
- modelos (técnicos, organizativos, humanos, etc., que utilicen datos en la toma de decisiones).

NOTA Los elementos que caracterizan los contextos internos y externos pueden agruparse de acuerdo con los cinco criterios del enfoque cindínico.

El enfoque tiene en cuenta tanto las percepciones como los hechos.

Una vez obtenida esta información, se analiza la coherencia entre los objetivos a alcanzar y los cinco criterios de cindynics y se establecen tablas de déficits y disonancias.

B.3.2.2 Uso

El objetivo del enfoque cindínico es comprender por qué, a pesar de todas las medidas de control adoptadas para prevenir desastres, todavía ocurren. Desde entonces, el enfoque se ha ampliado para mejorar la eficiencia económica de las organizaciones. La técnica busca fuentes sistémicas y factores de riesgo dentro de una organización que pueden tener consecuencias de gran alcance. Se aplica a nivel estratégico y puede utilizarse para

identificar factores que actúan de manera favorable o desfavorable durante la evolución del sistema hacia nuevos objetivos.

También se puede utilizar para validar la consistencia de cualquier proyecto y es especialmente útil en el estudio de sistemas complejos.

B.3.2.3 Entradas

Información como se describe anteriormente. El análisis generalmente involucra a un equipo multidisciplinario que incluye a aquellos con experiencia operativa real y aquellos que llevarán a cabo acciones de tratamiento para abordar las fuentes de riesgo identificadas.

B.3.2.4 Salidas

Los resultados son tablas que indican disonancias y déficits entre las partes interesadas, como se ilustra en los ejemplos a continuación. La Tabla B.2 muestra una matriz que indica los déficits de cada actor frente a los cinco criterios de análisis (metas, valores, reglas, modelos y datos). Al comparar la información recopilada como entrada entre situaciones tomadas en los tiempos t_1 , t_2 , ..., t_i , es posible identificar déficits entre diferentes situaciones. La Tabla B.3 es una matriz donde las partes interesadas relevantes están representadas en ambos ejes y las diferencias de puntos de vista entre las partes interesadas (las llamadas disonancias) se muestran en las celdas de la matriz. Estas tablas permiten establecer un programa de reducción de déficits y disonancias. Los puntos fuertes del enfoque cindínico incluyen lo siguiente.

- Es un enfoque sistémico, multidimensional y multidisciplinario.
- Proporciona conocimiento sobre el riesgo potencial de un sistema y su consistencia.
- Considera los aspectos humanos y organizacionales del riesgo en cualquier nivel de responsabilidad.
- Integra nociones de espacio y tiempo.
- Brinda soluciones para reducir riesgos.

Las limitaciones incluyen lo siguiente.

- No intenta priorizar fuentes de riesgo o riesgos.

- Sólo recientemente ha comenzado a difundirse en la industria. Por lo tanto, no se beneficia de la misma madurez adquirida a través de desarrollos pasados que los enfoques tradicionales.

- Dependiendo de la cantidad de partes interesadas involucradas, puede requerir mucho tiempo y recursos. Figura B.1). Los pasos principales para realizar el análisis son los siguientes.

- Establecer el efecto a analizar y colocarlo en un recuadro como cabeza del diagrama de espina de pescado. El efecto puede ser positivo (un objetivo) o negativo (un problema);

- Consensuar las principales categorías de causas. Ejemplos de categorías de uso común incluyen:

- 6Ms, por ejemplo, métodos, maquinaria, gestión, materiales, mano de obra, dinero;

- materiales, métodos y procesos, medio ambiente, equipos, personas, medidas.

NOTA Se puede utilizar cualquier conjunto de categorías acordadas que se ajusten a las circunstancias que se analizan. La figura B.1 ilustra otra posibilidad.

- ¿Pregunta porque?" y "¿cómo podría ocurrir eso?" iterativamente para explorar las causas y los factores influyentes en cada categoría, agregando cada uno a los huesos del diagrama de espina de pescado.

- Revisar todas las ramas para verificar la consistencia y la integridad y asegurarse de que las causas se aplican al efecto principal. • Identificar los factores más importantes con base en la opinión del equipo y la evidencia disponible.

Figura B.1 -Ejemplo de diagrama de Ishikawa (espina de pescado)

El diagrama a menudo se desarrolla en un escenario de taller.

B.3.3.2 Uso

El análisis de Ishikawa se puede utilizar cuando se realiza un análisis de causa raíz de eventos que han ocurrido, o para identificar factores que podrían contribuir a resultados que aún no han ocurrido. El método se puede utilizar para examinar situaciones en cualquier nivel de una organización en cualquier escala de tiempo.

Los diagramas se utilizan generalmente cualitativamente. Es posible asignar probabilidades a las causas genéricas, y posteriormente a las subcausas, en función del grado de creencia sobre su relevancia. Sin embargo, los factores contribuyentes a menudo interactúan y contribuyen al efecto de formas complejas y puede haber causas no identificadas que invaliden la cuantificación.

B.3.3.3 Entrada

El aporte es la pericia y la experiencia de los participantes y una comprensión de la situación que se examina.

B.3.3.4 Salida

El resultado son las causas percibidas del efecto que se analiza, que normalmente se muestra como un diagrama de espina de pescado o de Ishikawa. El diagrama de espina de pescado está estructurado al representar las categorías principales como espinas principales de la columna vertebral del pescado con ramas y subramas que describen subcausas más específicas en esas categorías.

B.3.3.5 Fortalezas y limitaciones

Los puntos fuertes de la técnica de Ishikawa incluyen los siguientes.

- Fomenta la participación y utiliza el conocimiento del grupo.
- Proporciona un enfoque centrado para la lluvia de ideas o técnicas de identificación similares.
- Se puede aplicar a una amplia gama de situaciones.
- Proporciona un análisis estructurado de la causa con una salida gráfica fácil de leer.
- Permite a las personas reportar problemas en un ambiente neutral.
- Se puede utilizar para identificar los factores que contribuyen a los efectos deseados y no deseados. Las limitaciones incluyen lo siguiente.
- La separación de los factores causales en categorías principales al inicio del análisis significa que las interacciones entre las categorías podrían no considerarse adecuadamente.

- No se identifican las causas potenciales no cubiertas por las categorías seleccionadas.

B.4 Técnicas de análisis de controles B.4.1 General

Las técnicas de la Cláusula B.4 se pueden utilizar para verificar si los controles son apropiados y adecuados.

El análisis de corbata de lazo (B.4.2) y LOPA (B.4.4) identifican las barreras entre una fuente de riesgo y sus posibles consecuencias y se pueden utilizar para comprobar que las barreras son suficientes.

HACCP (B.4.3) busca puntos en un proceso donde se pueden monitorear las condiciones e introducir controles cuando hay una indicación de que las condiciones están cambiando.

El análisis de árbol de eventos (B.5.6) también se puede utilizar como un medio cuantitativo de análisis de controles mediante el cálculo de la influencia de diferentes controles en la probabilidad de consecuencias.

Cualquier técnica de análisis causal puede utilizarse como base para comprobar que cada causa está controlada.

B.4.2 Análisis de pajarita

B.4.2.1 Resumen

Una pajarita es una representación gráfica de los caminos desde las causas de un evento hasta sus consecuencias. Muestra los controles que modifican la probabilidad del evento y los que modifican las consecuencias si el evento ocurre. Puede considerarse como una representación simplificada de un árbol de fallas o un árbol de éxito (analizando la causa de un evento) y un árbol de eventos (analizando las consecuencias). Los diagramas de corbata de lazo se pueden construir a partir de árboles de fallas y eventos, pero con mayor frecuencia los dibuja directamente un equipo en un escenario de taller.

Figura B.2 -Ejemplo de corbatín

La pajarita se dibuja de la siguiente manera.

- El evento de interés está representado por el nudo central de la pajarita, ver Figura B.2.

- Las fuentes de riesgo (o peligros/amenazas en un contexto de seguridad) se enumeran en el lado izquierdo del nudo y se unen al nudo mediante líneas que representan los diferentes mecanismos por los cuales las fuentes de riesgo pueden conducir al evento. • Las barreras o controles para cada mecanismo se muestran como barras verticales a lo largo de las líneas.

- En el lado derecho del nudo, se dibujan líneas que irradian desde el evento hasta cada consecuencia potencial. • Después del evento, las barras verticales representan controles reactivos o barreras que modifican las consecuencias. • Se agregan los factores que pueden causar que los controles fallen (factores de escalamiento), junto con los controles para los factores de escalamiento. • Las funciones de gestión que respaldan los controles (como la formación y la inspección) se pueden mostrar debajo de la corbata de lazo y vincularlas al control respectivo.

Puede ser posible cierto nivel de cuantificación de un diagrama de pajarita cuando las vías son independientes, se conoce la probabilidad de una consecuencia o resultado particular y se puede estimar la probabilidad de que un control falle. Sin embargo, en muchas situaciones, las vías y las barreras no son independientes, y los controles pueden ser procedimentales y su eficacia incierta. A menudo, la cuantificación se lleva a cabo de manera más adecuada mediante el análisis del árbol de fallas (B.5.7) y el análisis del árbol de eventos (B.5.6) o LOPA (B.4.4).

B.4.2.2 Uso

El análisis de corbata de lazo se utiliza para mostrar y comunicar información sobre riesgos en situaciones en las que un evento tiene una variedad de posibles causas y consecuencias. Se puede utilizar para explorar en detalle las causas y consecuencias de los eventos que se registran de forma sencilla en un registro de riesgos (B.10.2). Se utiliza particularmente para analizar eventos con consecuencias más graves. Se utiliza una corbata de moño cuando se evalúan los controles para verificar que cada camino de la causa al evento y del evento a la consecuencia tenga controles efectivos, y que se reconozcan los factores que podrían hacer que los controles fallen (incluidas las fallas de los sistemas de gestión). Puede utilizarse como base de un medio para registrar información sobre un riesgo que no se ajusta a la representación lineal simple de un registro de riesgos. Se puede usar de forma proactiva para considerar eventos potenciales y también de forma retrospectiva para modelar eventos que ya han ocurrido.

La corbata de lazo se utiliza cuando la situación no justifica la complejidad de un análisis completo del árbol de fallas y del análisis del árbol de eventos, pero es más compleja de lo que puede representarse mediante una vía única de causa-evento-consecuencia.

Para algunas situaciones, se pueden desarrollar pajaritas en cascada donde las consecuencias de un evento se convierten en la causa del siguiente.

B.4.2.3 Entrada

La entrada incluye información sobre las causas y consecuencias del evento predefinido y los controles que podrían modificarlo. Esta información puede tomarse de los resultados de las técnicas para identificar riesgos y controles o de la experiencia de las personas.

B.4.2.4 Salida

El resultado es un diagrama simple que muestra las principales vías de riesgo, los controles implementados y los factores que podrían conducir a la falla del control. También muestra las posibles consecuencias y las medidas que se pueden tomar después de ocurrido el evento para modificarlas.

B.4.2.5 Fortalezas y limitaciones

Las fortalezas del análisis de la pajarita incluyen lo siguiente.

- Es simple de entender y da una clara representación pictórica de un evento y sus causas y consecuencias.
- Enfoca la atención en los controles que se supone deben estar en su lugar y su efectividad.

- Puede usarse tanto para consecuencias deseables como indeseables.

- No necesita un alto nivel de experiencia para su uso.

Las limitaciones incluyen lo siguiente.

- Una corbata de moño no puede representar una situación en la que los caminos desde las causas hasta el evento no sean independientes (es decir, donde habría compuertas Y en un árbol de fallas).

B.4.3.1 Resumen

El análisis de peligros y puntos críticos de control (HACCP) se desarrolló para garantizar la seguridad alimentaria para el programa espacial de la NASA, pero se puede utilizar para

procesos o actividades no alimentarios. La técnica proporciona una estructura para identificar fuentes de riesgo (peligros o amenazas) y establecer controles en todas las partes relevantes de un proceso para protegerse contra ellos. HACCP se utiliza a niveles operativos, aunque sus resultados pueden respaldar la estrategia general de una organización. HACCP tiene como objetivo garantizar que los riesgos se minimicen mediante el seguimiento y los controles a lo largo de un proceso en lugar de mediante la inspección al final del proceso.

HACCP consta de los siete principios siguientes: 1) identificar los peligros, los factores que influyen en el riesgo y las posibles medidas preventivas;

2) determinar los puntos del proceso donde es posible monitorear y el proceso puede controlarse para minimizar las amenazas (los puntos críticos de control o PCC);

3) establecer límites críticos para los parámetros a monitorear, es decir, cada CCP debe operar dentro de parámetros específicos para asegurar que el riesgo esté controlado; 4) establecer los procedimientos para monitorear los límites críticos de cada PCC a intervalos definidos; 5) establecer acciones correctivas a ser utilizadas cuando el proceso se salga de los límites establecidos;

6) establecer procedimientos de verificación; 7) implementar procedimientos de mantenimiento de registros y documentación para cada paso.

B.4.3.2 Uso

HACCP es un requisito en la mayoría de los países para las organizaciones que operan en cualquier parte de la cadena alimentaria, desde la cosecha hasta el consumo, para controlar los riesgos de contaminantes físicos, químicos o biológicos.

Se ha extendido para su uso en la fabricación de productos farmacéuticos, dispositivos médicos y en otras áreas donde los riesgos biológicos, químicos y físicos son inherentes a la organización.

El principio de la técnica es identificar fuentes de riesgo relacionadas con la calidad del resultado de un proceso y definir puntos en ese proceso donde los parámetros críticos pueden ser monitoreados y las fuentes de riesgo controladas. Esto se puede generalizar a muchos otros procesos, incluidos, por ejemplo, los procesos financieros.

B.4.3.3 Entradas

Las entradas incluyen:

- un diagrama de flujo básico o diagrama de proceso;
- información sobre las fuentes de riesgo que podrían afectar la calidad, seguridad o confiabilidad del producto o resultado del proceso; • información sobre los puntos del proceso en los que se pueden monitorear los indicadores y se pueden introducir controles.

B.4.3.4 Salidas

Los resultados incluyen registros, incluida una hoja de trabajo de análisis de peligros y un plan HACCP.

La hoja de trabajo de análisis de peligros enumera para cada paso del proceso:

- peligros que podrían introducirse, controlarse o exacerbarse en ese paso;
- si los peligros presentan un riesgo significativo (basado en la consideración de la consecuencia y la probabilidad usando una combinación de experiencia, datos y literatura técnica); • una justificación de la calificación de importancia;
- posibles medidas preventivas para cada peligro;
- si se pueden aplicar medidas de seguimiento o control en este paso (es decir, ¿es un PCC?).

El plan HACCP delinea los procedimientos a seguir para asegurar el control de un diseño, producto, proceso o procedimiento específico. El plan incluye una lista de todos los CCP y para cada CCP enumera:

- los límites críticos para las medidas preventivas;
- actividades de monitoreo y control continuo (incluyendo qué, cómo y cuándo se llevará a cabo el monitoreo y por quién); • acciones correctivas requeridas si se detectan desviaciones de los límites críticos;
- actividades de verificación y mantenimiento de registros.

B.4.3.5 Fortalezas y limitaciones

Las fortalezas de HACCP incluyen lo siguiente.

- HACCP es un proceso estructurado que proporciona evidencia documentada para el control de calidad, así como para identificar y reducir riesgos.

- Se enfoca en los aspectos prácticos de cómo y dónde, en un proceso, se pueden encontrar fuentes de riesgo y controlar el riesgo.

- Proporciona control de riesgos a lo largo de un proceso en lugar de depender de la inspección del producto final.

- Llama la atención sobre el riesgo introducido a través de acciones humanas y cómo se puede controlar en el punto de introducción o posteriormente.

Las limitaciones incluyen lo siguiente.

- HACCP requiere que se identifiquen los peligros, se definan los riesgos que representan y se comprenda su importancia como entradas al proceso. También es necesario definir los controles apropiados. Es posible que HACCP deba combinarse con otras herramientas para proporcionar estos insumos. • Tomar medidas solo cuando los parámetros de control exceden los límites definidos puede pasar por alto cambios graduales en los parámetros de control que son estadísticamente significativos y, por lo tanto, deben tomarse medidas. Se selecciona un par causa-consecuencia de una lista de riesgos identificados y se identifican las capas de protección independientes (IPL). Una IPL es un dispositivo, sistema o acción que es capaz de evitar que un escenario avance hasta su consecuencia no deseada. Cada IPL debe ser independiente del evento causal o de cualquier otra capa de protección asociada con el escenario y debe ser auditable. Las IPL incluyen:

- características de diseño;
- dispositivos de protección física;
- enclavamientos y sistemas de apagado;
- alarmas críticas e intervención manual;
- protección física posterior al evento;
- sistemas de respuesta a emergencias.

Los procedimientos estándar y/o las inspecciones no agregan barreras directamente a la falla, por lo que, en general, no deben considerarse como IPL. Se estima la probabilidad de falla de cada IPL y se realiza un cálculo de orden de magnitud para determinar si la

protección general es adecuada para reducir el riesgo a un nivel tolerable.

La frecuencia de ocurrencia de la consecuencia no deseada se puede encontrar combinando la frecuencia de la causa iniciadora con las probabilidades de falla de cada IPL, teniendo en cuenta cualquier modificador condicional. (Un ejemplo de un modificador condicional es si una persona estará presente y podría ser influenciada). Se usan órdenes de magnitud para frecuencias y probabilidades.

B.4.4.2 Uso

LOPA se puede utilizar cualitativamente para revisar las capas de protección entre un factor causal y una consecuencia. También se puede utilizar cuantitativamente para asignar recursos a los tratamientos analizando la reducción del riesgo que produce cada capa de protección. Se puede aplicar a sistemas con un horizonte temporal de largo o corto plazo y generalmente se usa para tratar riesgos operativos.

LOPA también se puede usar cuantitativamente para la especificación de IPL y niveles de integridad de seguridad (niveles SIL) para sistemas instrumentados, como se describe en IEC 61508 (todas las partes) y en IEC 61511 (todas las partes), y para demostrar que se logra un SIL específico .

NOTA Un SIL es un nivel discreto (uno de cuatro posibles) para especificar la confiabilidad requerida de un sistema relacionado con la seguridad. El nivel 4 tiene el nivel más alto de integridad de seguridad y el nivel 1 tiene el más bajo.

B.4.4.3 Entradas

Las entradas a LOPA incluyen:

- información básica sobre fuentes, causas y consecuencias de eventos;
- información sobre controles establecidos o tratamientos propuestos;
- la frecuencia del evento causal, y las probabilidades de falla de las capas de protección, medidas de consecuencia y una definición de riesgo tolerable.

B.4.4.4 Salidas

Los resultados son recomendaciones para tratamientos adicionales y estimaciones del

riesgo residual.

B.4.4.5 Fortalezas y limitaciones

Las fortalezas de LOPA incluyen lo siguiente.

- Requiere menos tiempo y recursos que el análisis del árbol de eventos o la evaluación de riesgos completamente cuantitativa, pero es más riguroso que los juicios cualitativos subjetivos.
- Ayuda a identificar y concentrar los recursos en las capas de protección más críticas.

- Identifica operaciones, sistemas y procesos para los que no existen suficientes salvaguardas.

- Se centra en las consecuencias más graves.

Las limitaciones de LOPA incluyen lo siguiente.

- Se enfoca en un par de causa-consecuencia y un escenario a la vez; las interacciones complejas entre riesgos o entre controles no están cubiertas.
- Cuando se usa cuantitativamente, es posible que no tenga en cuenta las fallas de modo común.

- No se aplica a escenarios muy complejos donde hay muchos pares de causa-consecuencia o donde hay una variedad de consecuencias que afectan a diferentes partes interesadas.

B.4.4.6 Documentos de referencia

[36] IEC 61508 (todas las partes), Seguridad funcional de los sistemas eléctricos/electrónicos/electrónicos programables relacionados con la seguridad [37] IEC 61511 (todas las partes), Seguridad funcional: sistemas instrumentados de seguridad para el sector de la industria de procesos [38] Capa de protección análisis - Evaluación simplificada del riesgo del proceso B.5 Técnicas para comprender las consecuencias y la probabilidad

B.5.1 Generalidades

Las técnicas descritas en la Cláusula B.5 tienen como objetivo proporcionar una mayor comprensión de las consecuencias y su probabilidad. En general, las consecuencias pueden explorarse mediante:

- experimentación, como estudios celulares para explorar las consecuencias de la exposición a toxinas con resultados aplicados a los riesgos para la salud humana y ecológica; • investigación de eventos pasados, incluidos estudios epidemiológicos;

- modelado para determinar la forma en que se desarrollan las consecuencias después de algún desencadenante, y cómo esto depende de los controles establecidos. Esto puede incluir modelos matemáticos o de ingeniería y métodos lógicos como el análisis de árbol de eventos (B.5.6); • técnicas para fomentar el pensamiento imaginativo, como el análisis de escenarios (B.2.5).

La probabilidad de un evento o de una consecuencia particular se puede estimar mediante:

- extrapolación de datos históricos (siempre que haya suficientes datos históricos relevantes para que el análisis sea estadísticamente válido). Esto aplica especialmente para ocurrencias cero, cuando uno no puede asumir que debido a que un evento o consecuencia no ha ocurrido en el pasado no ocurrirá en el futuro cercano;

- síntesis de datos relacionados con las tasas de falla o éxito de los componentes de los sistemas: utilizando técnicas como el análisis de árbol de eventos (B.5.6), análisis de árbol de fallas (B.5.7) o análisis de causa-consecuencia (B.5.5); • técnicas de simulación, para generar, por ejemplo, la probabilidad de fallas estructurales y de equipos debido al envejecimiento y otros procesos de degradación.

Se puede pedir a los expertos que expresen su opinión sobre las probabilidades y las consecuencias, teniendo en cuenta la información relevante y los datos históricos. Hay una serie de métodos formales para obtener el juicio de expertos que hacen que el uso del juicio sea visible y explícito (consulte la Cláusula B.1).

La consecuencia y la probabilidad se pueden combinar para dar un nivel de riesgo. Esto se puede utilizar para evaluar la importancia de un riesgo comparando el nivel de riesgo con un criterio de aceptabilidad, o para clasificar los riesgos por orden de importancia.

es la evaluación previa de la probabilidad de A;

$Pr(B)$ es la evaluación previa de la probabilidad de B;

$Pr(A|B)$ es la probabilidad de A dado que B ha ocurrido (la evaluación posterior);

$Pr(B|A)$ es la probabilidad de B dado que ha ocurrido A.

El teorema de Bayes se puede extender para abarcar múltiples eventos en un espacio de muestra particular.

Por ejemplo, supongamos que tenemos algunos datos, D , que deseamos utilizar para actualizar nuestra comprensión previa (o falta de ella) del riesgo. Queremos usar estos datos para evaluar los méritos relativos de un número (N) de hipótesis que compiten y no se superponen, que denotaremos por H_n (donde $n = 1, 2, \dots, N$). Entonces el teorema de Bayes se puede usar para calcular la probabilidad de la j -ésima hipótesis usando la Fórmula (2):

donde $j = 1, 2, \dots, n$.

Esto muestra que una vez que se tienen en cuenta los nuevos datos, la probabilidad actualizada para la hipótesis j [es decir, $\Pr(H_j | D)$] se obtiene multiplicando su probabilidad previa $\Pr(H_j)$ por la fracción entre paréntesis.

El numerador de esta fracción es la probabilidad de obtener estos datos si la j -ésima hipótesis es verdadera. El denominador proviene de la "ley de la probabilidad total": la probabilidad de obtener estos datos si, una por una, cada hipótesis fuera cierta. El denominador es el factor de normalización.

Una probabilidad bayesiana se puede entender más fácilmente si se considera como el grado de creencia de una persona en un determinado evento en oposición a la probabilidad clásica que se basa en la evidencia física.

B.5.2.2 Uso

El análisis bayesiano es un medio de inferencia a partir de datos, tanto de juicio como empíricos. Se pueden desarrollar métodos bayesianos para proporcionar inferencia de parámetros dentro de un modelo de riesgo desarrollado para un contexto particular; por ejemplo, la probabilidad de un evento, la tasa de un evento o el tiempo hasta un evento.

Los métodos bayesianos se pueden utilizar para proporcionar una estimación previa de un parámetro de interés basado en creencias subjetivas. Una distribución de probabilidad previa suele asociarse con datos subjetivos, ya que representa incertidumbres en el estado del conocimiento. Se puede construir un a priori utilizando solo datos subjetivos o utilizando datos relevantes de situaciones similares. Una estimación previa puede proporcionar una predicción probabilística de la probabilidad de un evento y ser útil para la evaluación de riesgos para los que no hay datos empíricos.

Luego, los datos de eventos observados se pueden combinar con la distribución anterior a través de un análisis bayesiano para proporcionar una estimación posterior del parámetro

de riesgo de interés.

El teorema de Bayes se usa para incorporar nueva evidencia en creencias previas para formar una estimación actualizada.

El análisis bayesiano puede proporcionar estimaciones puntuales y de intervalo para un parámetro de interés. Estas estimaciones capturan las incertidumbres asociadas con la variabilidad y el estado del conocimiento. Esto es diferente a la inferencia frecuentista clásica que representa la variación aleatoria estadística en la variable de interés.

El modelo de probabilidad que sustenta un análisis bayesiano depende de la aplicación. Por ejemplo, se puede usar un modelo de probabilidad de Poisson para eventos tales como accidentes, no conformidades o entregas tardías, o se puede usar un modelo de probabilidad binomial para elementos de una sola vez. Cada vez es más común construir un modelo de probabilidad para representar las relaciones causales entre variables en forma de una red bayesiana (B.5.3).

B.5.2.3 Entradas

Las entradas de un análisis bayesiano son los datos de juicio y empíricos necesarios para estructurar y cuantificar el modelo de probabilidad.

B.5.2.4 Salidas

Al igual que las estadísticas clásicas, el análisis bayesiano proporciona estimaciones, tanto de números individuales como de intervalos, para el parámetro de interés y se puede aplicar a una amplia gama de resultados.

B.5.2.5 Fortalezas y limitaciones

Los puntos fuertes son los siguientes.

- Las declaraciones inferenciales son fáciles de entender.
- Proporciona un mecanismo para utilizar creencias subjetivas sobre un problema.
- Proporciona un mecanismo para combinar creencias previas con nuevos datos.

Las limitaciones son las siguientes.

- Puede producir distribuciones posteriores que dependen en gran medida de la elección de la anterior.
- Resolver problemas complejos puede implicar altos costos computacionales y ser intensivo en mano de obra.

B.5.2.6 Documentos de referencia

Descripción general

Una red bayesiana (red de Bayes o BN) es un modelo gráfico cuyos nodos representan las variables aleatorias (discretas y/o continuas) (Figura B.3). Los nodos están conectados por arcos dirigidos que representan dependencias directas (que a menudo son conexiones causales) entre variables.

Los nodos que apuntan a un nodo X se denominan sus padres y se denotan $pa(X)$. La relación entre las variables se cuantifica mediante distribuciones de probabilidad condicional (CPD) asociadas con cada nodo, denominadas $P(X|pa(X))$, donde el estado de los nodos secundarios depende de la combinación de los valores de los nodos principales. En la Figura B.3, las probabilidades se indican mediante estimaciones puntuales.

Figura B.3 - Una red bayesiana que muestra una versión simplificada de un problema ecológico real: modelado de poblaciones de peces nativos en Victoria, Australia

B.5.3.2 Uso

Un BN básico contiene variables que representan eventos inciertos y se pueden usar para estimar la probabilidad o el riesgo o para inferir factores de riesgo clave que conducen a consecuencias específicas.

Un BN se puede ampliar para incluir acciones de decisión y valoraciones, así como incertidumbres, en cuyo caso se conoce como diagrama de influencia, que se puede utilizar para evaluar el impacto de los controles/mitigaciones de riesgos o para valorar las opciones de intervención.

Un modelo BN puede construirse como una representación cualitativa de un problema

por parte de las partes interesadas y luego cuantificarse utilizando datos relevantes, incluido el juicio (por ejemplo, análisis de riesgo del centro de distribución de medicamentos), o un modelo BN puede aprenderse solo a partir de datos empíricos (por ejemplo, motores de búsqueda web, informes financieros). riesgo). Independientemente de la forma de una BN, el mecanismo de inferencia subyacente se basa en el teorema de Bayes y posee las propiedades generales del análisis bayesiano (B.5.2).

BN se ha utilizado en una amplia gama de aplicaciones: incluida la toma de decisiones ambientales, el diagnóstico médico, la extensión de la vida útil de la infraestructura crítica, el riesgo de la cadena de suministro, el desarrollo de nuevos productos y procesos, el modelado de imágenes, la genética, el reconocimiento de voz, la economía, la exploración espacial y en los motores de búsqueda web. .

En general, las BN proporcionan modelos visuales que respaldan la articulación de problemas y la comunicación entre las partes interesadas. Los modelos BN permiten realizar análisis de sensibilidad para explorar "¿qué pasaría si?" escenarios. La construcción de la estructura cualitativa de la BN se puede respaldar mediante el uso de mapas causales (B.6.1) y una BN se puede usar junto con el análisis de escenarios (B.2.5) y el análisis de impacto cruzado (B.6.2).

Los BN son útiles para obtener aportes y acuerdos de las partes interesadas para decisiones en las que existe una gran incertidumbre y una divergencia de puntos de vista de las partes interesadas. La representación es fácilmente comprensible, aunque se requiere experiencia para producirla.

Los BN pueden ser útiles para mapear los análisis de riesgo para las partes interesadas no técnicas, al promover la transparencia de los supuestos y el proceso y al tratar la incertidumbre de una manera que sea matemáticamente sólida.

B.5.3.3 Entradas

Las entradas para BN requieren una comprensión de las variables del sistema (nodos), los vínculos causales entre ellos (arcos dirigidos) y las probabilidades previas y condicionales de estas relaciones.

En el caso de un diagrama de influencia, también se requieren las valoraciones (por ejemplo, pérdida financiera, lesiones, etc.).

B.5.3.4 Salidas

Los BN proporcionan distribuciones marginales y condicionales en una salida gráfica que generalmente se considera fácil de interpretar, al menos en comparación con otros modelos de caja negra. El modelo BN y los datos se pueden modificar fácilmente para visualizar fácilmente las relaciones y explorar la sensibilidad de los parámetros a diferentes entradas.

B.5.3.5 Fortalezas y limitaciones

Las fortalezas de los BN incluyen lo siguiente.

- Hay software fácilmente disponible que es relativamente fácil de usar y comprender.
- Tienen un marco transparente y pueden ejecutar rápidamente escenarios y analizar la sensibilidad de los resultados a diferentes supuestos.
- Pueden incluir creencias subjetivas sobre un problema, junto con datos.

Las limitaciones incluyen lo siguiente.

- Definir todas las interacciones para sistemas complejos es difícil y puede volverse intratable desde el punto de vista computacional cuando las tablas de probabilidad condicional se vuelven demasiado grandes.
- Los BN suelen ser estáticos y normalmente no incluyen circuitos de retroalimentación. Sin embargo, el uso de BN dinámicos está aumentando.
- El establecimiento de parámetros requiere el conocimiento de muchas probabilidades condicionales que generalmente son proporcionadas por el juicio de expertos. Los BN solo pueden proporcionar respuestas basadas en estos supuestos (una limitación que es común a otras técnicas de modelado).
- El usuario puede ingresar errores, pero la salida aún puede dar una respuesta creíble; comprobar los extremos puede ayudar a localizar errores.

.1. Información general

El análisis de impacto comercial analiza cómo los incidentes y eventos podrían afectar las operaciones de una organización, e identifica y cuantifica las capacidades que serían necesarias para administrarlo. Específicamente, un BIA proporciona una comprensión acordada de:

- la criticidad de los procesos comerciales clave, las funciones y los recursos asociados

y las interdependencias clave que existen para una organización;

- cómo los eventos disruptivos afectarán la capacidad y la capacidad de lograr objetivos comerciales críticos;
- la capacidad y la capacidad necesarias para gestionar el impacto de una interrupción y recuperar los niveles de operación acordados.

El BIA se puede realizar mediante cuestionarios, entrevistas, talleres estructurados o una combinación de los tres.

B.5.4.2 Uso

BIA se utiliza para determinar la criticidad y los plazos de recuperación de los procesos y los recursos asociados (por ejemplo, personas, equipos y tecnología de la información) para permitir una planificación adecuada para eventos disruptivos. BIA también ayuda a determinar las interdependencias e interrelaciones entre los procesos, las partes internas y externas y los vínculos de la cadena de suministro.

También se puede utilizar como parte del análisis de consecuencias al considerar las consecuencias de eventos disruptivos.

El BIA proporciona información que ayuda a la organización a determinar y seleccionar estrategias de continuidad del negocio apropiadas para permitir una respuesta y recuperación efectivas de un incidente disruptivo.

B.5.4.3 Entradas

Las entradas incluyen:

- información sobre los objetivos, la dirección estratégica, el entorno, los activos y las interdependencias de la organización;
- descripción general de los productos y servicios comerciales de la organización y su relación con los procesos comerciales;
- una evaluación de las prioridades de una revisión de gestión anterior;
- detalles de las actividades y operaciones de la organización, incluidos los procesos, los recursos, las relaciones con otras organizaciones, las cadenas de suministro, los acuerdos

subcontratados y las partes interesadas;

- información para permitir la evaluación de las consecuencias financieras, legales y operativas de la pérdida de procesos críticos;
- un cuestionario preparado u otros medios para recopilar información;
- resultados de otras evaluaciones de riesgos y análisis de incidentes críticos relacionados con los resultados de incidentes disruptivos;
- una lista de personas de áreas relevantes de la organización y/o partes interesadas que serán contactadas.

B.5.4.4 Salidas

Las salidas incluyen:

- una lista de prioridades de los productos y servicios de la organización;
- documentos que detallen la información recolectada como insumos;
- una lista priorizada de procesos críticos e interdependencias asociadas;
- impactos documentados de una pérdida de los procesos críticos, incluidos los impactos financieros, legales, ambientales y operativos;
- información sobre los recursos de apoyo y las actividades necesarias para restablecer los procesos críticos;
- una evaluación de los impactos en el tiempo de no entregar esos productos y servicios en el corto, mediano y largo plazo;
- marcos de tiempo priorizados para reanudar la entrega de esos productos y servicios a un nivel mínimo especificado, teniendo en cuenta el tiempo después del cual los impactos de no reanudarlos serían inaceptables;
- marcos de tiempo de interrupción para el proceso crítico y los marcos de tiempo de recuperación de tecnología de la información asociados.

B.5.4.5 Fortalezas y limitaciones

Las fortalezas del BIA incluyen que proporciona:

- una comprensión profunda de los procesos críticos que permiten a una organización lograr sus objetivos y que pueden indicar áreas de mejora comercial;
- información necesaria para planificar la respuesta de una organización a un evento perturbador;
- una comprensión de los recursos clave necesarios en caso de una interrupción;
- una oportunidad para redefinir el proceso operativo de una organización para ayudar a mejorar la resiliencia de la organización.

Las limitaciones incluyen lo siguiente.

- BIA se basa en el conocimiento y las percepciones de los participantes involucrados en el llenado de cuestionarios, o en la realización de entrevistas o talleres. Esto puede conducir a expectativas simplistas o demasiado optimistas de los requisitos de recuperación. • La dinámica de grupo puede afectar negativamente el análisis completo de un proceso crítico.
- Puede haber expectativas simplistas o demasiado optimistas de los requisitos de recuperación.
- Puede ser difícil obtener un nivel adecuado de comprensión de las operaciones y actividades de la organización.

B.5.4.6 Documentos de referencia

[45] ISO TS 22317, Seguridad social - Sistemas de gestión de la continuidad del negocio - Directrices para el análisis de impacto en el negocio

.1. Información general

En algunas circunstancias, un evento que podría ser analizado por un árbol de fallas es mejor abordado por CCA. Por ejemplo:

- si es más fácil desarrollar secuencias de eventos que relaciones causales;

- si el FTA podría llegar a ser muy grande;
- si hay equipos separados que se ocupan de diferentes partes del análisis.

En la práctica, a menudo no es el evento principal el que se define primero, sino los eventos potenciales en la interfaz entre el dominio funcional y técnico.

Por ejemplo, considere el evento "pérdida de tripulación o vehículo" para una misión de nave espacial. En lugar de construir un gran árbol de fallas basado en este evento principal, los eventos no deseados intermedios, como fallas de encendido o fallas de empuje, pueden definirse como eventos principales y analizarse como árboles de fallas separados. Estos eventos principales se utilizarían a su vez como entradas para los árboles de eventos para analizar las consecuencias operativas.

Se pueden distinguir dos tipos de CCA, dependiendo de qué parte del análisis es más relevante para las circunstancias. Cuando se requieren causas detalladas pero es aceptable una descripción más general de la consecuencia, entonces la parte del análisis del árbol de fallas se expande y el análisis se denomina CCA-SELF (árbol de eventos pequeños, árbol de fallas grandes). Cuando se requiere una descripción detallada de la consecuencia pero la causa se puede considerar con menos detalle, el análisis se denomina CCA-LESF (árbol de eventos grandes, árbol de fallas pequeñas). La Figura B.4 muestra un diagrama conceptual de un análisis típico de causa-consecuencia.

B.5.5.2 Uso

Al igual que el análisis del árbol de fallas, CCA se utiliza para representar la lógica de falla que conduce a un evento crítico, pero se suma a la funcionalidad de un árbol de fallas al permitir el análisis de fallas secuenciales en el tiempo. El método también permite incorporar retrasos de tiempo en el análisis de consecuencias, lo que no es posible con los árboles de eventos. Analiza las diversas rutas que podría tomar un sistema después de un evento crítico según el comportamiento de subsistemas particulares (como los sistemas de respuesta a emergencias).

Si se cuantifica, un análisis de causa-consecuencia dará una estimación de la probabilidad de diferentes consecuencias posibles después de un evento crítico.

Como cada secuencia en un diagrama de causa-consecuencia es una combinación de subárboles de fallas, el análisis de causa-consecuencia se puede usar para construir grandes árboles de fallas.

Dado que los diagramas son complejos de producir y usar, la técnica tiende a aplicarse

cuando la magnitud de la consecuencia potencial de la falla justifica un esfuerzo intensivo.

.3 Entradas

Se requiere una comprensión del sistema y sus modos de falla y escenarios de falla.

B.5.5.4 Salidas

Los resultados de CCA son:

- una representación esquemática de cómo un sistema puede fallar mostrando tanto las causas como las consecuencias;
- una estimación de la probabilidad de ocurrencia de cada consecuencia potencial basada en el análisis de probabilidades de ocurrencia de condiciones particulares después del evento crítico.

B.5.5.5 Fortalezas y limitaciones

Además de las fortalezas de los árboles de fallas y eventos, CCA es más capaz de representar simultáneamente las causas y consecuencias de un evento de enfoque y las dependencias de tiempo que estas técnicas.

Las limitaciones incluyen que CCA es más complejo que el árbol de fallas y el análisis del árbol de eventos, tanto en su construcción como en la forma en que se tratan las dependencias durante la cuantificación. ETA es una técnica gráfica que representa las secuencias mutuamente excluyentes de eventos que podrían surgir después de un evento iniciador según si los diversos sistemas diseñados para cambiar las consecuencias funcionan o no. El árbol se puede cuantificar para proporcionar las probabilidades de los diferentes resultados posibles (consulte la Figura B.5).

El árbol comienza con el evento iniciador y luego para cada control se dibujan líneas para representar su éxito o fracaso. Se puede asignar una probabilidad de falla o éxito a cada control, por juicio de expertos, a partir de datos o de análisis de árboles de fallas individuales. Las probabilidades son probabilidades condicionales. Por ejemplo, la probabilidad de que un elemento funcione no es la probabilidad obtenida de las pruebas en condiciones normales, sino la probabilidad de funcionar en las condiciones del evento iniciador.

La frecuencia de los diferentes resultados viene representada por el producto de las

probabilidades condicionales individuales y la probabilidad o frecuencia del evento de iniciación, dado que los distintos eventos son independientes. En la figura B.5, se supone que la probabilidad del evento iniciador es 1.

B.5.6.2 Uso

ETA se puede usar cualitativamente para ayudar a analizar escenarios potenciales y secuencias de eventos después de un evento de inicio, y para explorar cómo los resultados se ven afectados por varios controles. Se puede aplicar a cualquier nivel de una organización ya cualquier tipo de evento iniciador.

La ETA cuantitativa se puede utilizar para considerar la aceptabilidad de los controles y la importancia relativa de los diferentes controles para el nivel general de riesgo. El análisis cuantitativo requiere que los controles funcionen o no (es decir, no puede tener en cuenta los controles degradados) y que los controles sean independientes. Este es principalmente el caso de problemas operativos. ETA se puede utilizar para modelar eventos iniciadores que pueden generar pérdidas o ganancias. Sin embargo, las circunstancias en las que se buscan caminos para optimizar la ganancia se modelan más a menudo utilizando un árbol de decisión (B.9.3).

.3 Entradas

Las entradas incluyen:

- un evento iniciador especificado;
- información sobre barreras y controles y, para el análisis cuantitativo, sus probabilidades de falla;
- una comprensión de los posibles escenarios.

B.5.6.4 Salidas

Los resultados de ETA incluyen lo siguiente:

- descripciones cualitativas de los posibles resultados de los eventos iniciadores;
- estimaciones cuantitativas de tasas/frecuencias o probabilidades de eventos y la importancia relativa de varias secuencias de fallas y eventos contribuyentes;

- evaluaciones cuantitativas de la eficacia de los controles.

B.5.6.5 Fortalezas y limitaciones

Las fortalezas de ETA incluyen lo siguiente.

- Se analizan los escenarios potenciales que siguen a un evento iniciador y se muestra la influencia del éxito o fracaso de los controles en forma de diagrama claro que puede, si es necesario, cuantificarse.

- Identifica eventos finales que de otro modo no podrían ser previstos.

- Identifica fallas potenciales de punto único, áreas de vulnerabilidad del sistema y contramedidas de bajo rendimiento y, por lo tanto, puede usarse para mejorar la eficiencia del control.

- La técnica tiene en cuenta la sincronización y los efectos dominó que son engorrosos de modelar en árboles de fallas.

Las limitaciones incluyen lo siguiente.

- Para un análisis exhaustivo, se deben identificar todos los posibles eventos iniciadores. Siempre existe la posibilidad de perderse algunos eventos o secuencias de eventos de inicio importantes. • Solo se tratan los estados de éxito y falla de un sistema, y es difícil incorporar controles parcialmente operativos, eventos de recuperación o éxito diferidos.

- Cualquier ruta está condicionada a los eventos que ocurrieron en los puntos de bifurcación anteriores a lo largo de la ruta. Por lo tanto, se abordan muchas dependencias a lo largo de las rutas posibles. Sin embargo, algunas dependencias, como los componentes comunes, los sistemas de servicios públicos y los operadores, pueden pasarse por alto, lo que lleva a estimaciones optimistas de la probabilidad de consecuencias particulares. • Para sistemas complejos, el árbol de eventos puede ser difícil de construir desde cero. FTA es una técnica para identificar y analizar los factores que contribuyen a un evento no deseado específico (llamado el "evento principal"). El evento principal se analiza identificando primero sus causas inmediatas y necesarias. Estos pueden ser fallas de hardware o software, errores humanos o cualquier otro evento pertinente. La relación lógica entre estas causas está representada por una serie de puertas, como las puertas AND y OR. Luego, cada causa se analiza paso a paso de la misma manera hasta que el análisis posterior se vuelve improductivo. El resultado se representa pictóricamente en un diagrama de árbol (consulte la figura B.6), que es la representación gráfica de una ecuación booleana.

B.5.7.2 Uso

El FTA se utiliza principalmente a nivel operativo y para cuestiones de corto a mediano plazo. Se utiliza cualitativamente para identificar posibles causas y caminos hacia el evento principal, o cuantitativamente para calcular la probabilidad del evento principal. Para el análisis cuantitativo se debe seguir una lógica estricta. Esto significa que los eventos en las entradas de una puerta AND tienen que ser tanto necesarios como suficientes para causar el evento anterior y los eventos en una puerta OR representan todas las causas posibles del evento anterior, cualquiera de las cuales podría ser la única causa. Luego se utilizan técnicas basadas en diagramas de decisión binarios o álgebra booleana para contabilizar los modos de falla duplicados.

FTA se puede usar durante el diseño, para seleccionar entre diferentes opciones o durante la operación para identificar cómo pueden ocurrir fallas importantes y la importancia relativa de las diferentes vías hacia el evento principal.

Técnicas estrechamente relacionadas son el árbol de causas, que se usa retrospectivamente para analizar eventos que ya han ocurrido, y el árbol de éxito, donde el evento principal es un éxito. Este último se utiliza para estudiar las causas del éxito con el fin de lograr éxitos futuros.

Las probabilidades tienden a ser más altas en un árbol de éxito que en un árbol de fallas y al calcular la probabilidad del evento principal, se debe tener en cuenta la posibilidad de que los eventos no sean mutuamente excluyentes.

B.5.7.3 Entradas

Las entradas para el análisis del árbol de fallas son las siguientes.

- Se requiere una comprensión del sistema y las causas del fracaso o el éxito, así como una comprensión técnica de cómo se comporta el sistema en diferentes circunstancias. Los diagramas detallados son útiles para ayudar en el análisis;
- Para el análisis cuantitativo de un árbol de fallas, se requieren datos sobre las tasas de fallas, o la probabilidad de estar en un estado de falla, o la frecuencia de las fallas y donde las tasas de reparación/recuperación relevantes, etc., para todos los eventos base.
- Para situaciones complejas, se recomienda el software y la comprensión de la teoría de la probabilidad y el álgebra booleana para que las entradas al software se realicen correctamente.

.4 Salidas

Los resultados del análisis del árbol de fallas son:

- una representación pictórica de cómo puede ocurrir el evento principal, que muestra vías de interacción, cada una de las cuales involucra la ocurrencia de dos o más eventos (base);
- una lista de conjuntos de cortes mínimos (vías individuales hacia la falla) con, siempre que haya datos disponibles, la probabilidad de que ocurra cada uno;
- en el caso del análisis cuantitativo, la probabilidad del evento principal y la importancia relativa de los eventos base.

B.5.7.5 Fortalezas y limitaciones

Las fortalezas de FTA incluyen lo siguiente.

- Es un enfoque disciplinado que es altamente sistemático, pero al mismo tiempo lo suficientemente flexible para permitir el análisis de una variedad de factores, incluidas las interacciones humanas y los fenómenos físicos.
- Es especialmente útil para analizar sistemas con muchas interfaces e interacciones.

- Proporciona una representación pictórica que facilita la comprensión del comportamiento del sistema y los factores incluidos.
- El análisis lógico de los árboles de fallas y la determinación de conjuntos de cortes es útil para identificar rutas de fallas simples en un sistema complejo donde se pueden pasar por alto combinaciones particulares de eventos y secuencias de eventos que conducen al evento superior.

- Puede adaptarse a problemas simples o complejos con el nivel de esfuerzo dependiendo de la complejidad.

Las limitaciones incluyen lo siguiente.

- En algunas situaciones, puede ser difícil determinar si se incluyen todos los caminos importantes hacia el evento principal; por ejemplo, incluir todas las fuentes de ignición en un análisis de un incendio. En estas situaciones, no es posible calcular la probabilidad del evento principal.

- No se abordan las interdependencias de tiempo.

- FTA trata sólo con estados binarios (éxito/fracaso).

- Si bien los modos de error humano se pueden incluir en un árbol de fallas, la naturaleza y el alcance de tales fallas pueden ser difíciles de definir.

- FTA analiza un evento principal. No analiza fallas secundarias o incidentales.

• Un FTA puede volverse muy grande para sistemas a gran escala. HRA se refiere a un grupo de técnicas que tienen como objetivo evaluar la contribución de una persona a la confiabilidad y seguridad del sistema al identificar y analizar el potencial de una acción incorrecta. Aunque la mayoría de las veces se aplica al desempeño degradado de los operadores en un contexto de seguridad, se pueden aplicar métodos similares para mejorar los niveles de desempeño. HRA se aplica a nivel táctico a tareas particulares donde el desempeño correcto es crítico.

Primero se lleva a cabo un análisis jerárquico de tareas para identificar los pasos y subpasos dentro de una actividad. Los posibles mecanismos de error se identifican para cada subpaso, a menudo utilizando un conjunto de indicaciones de palabras clave (como demasiado pronto, demasiado tarde, objeto incorrecto, acción incorrecta, objeto correcto).

Las fuentes de estos errores (como la distracción, el tiempo disponible demasiado corto, etc.) pueden identificarse y la información puede usarse para reducir la probabilidad de error dentro de la tarea. También se identifican los factores dentro de la propia persona, la organización o el entorno que influyen en la probabilidad de error (factores de configuración del rendimiento (PSF)).

La probabilidad de una acción incorrecta se puede estimar mediante varios métodos, incluido el uso de una base de datos de tareas similares o el juicio de expertos. Por lo general, se define una tasa de error nominal para un tipo de tarea y luego se aplica un multiplicador para representar los factores ambientales o de comportamiento que aumentan o disminuyen la probabilidad de falla. Se han desarrollado varios métodos para aplicar estos pasos básicos.

Los primeros métodos ponían un fuerte énfasis en estimar la probabilidad de falla. Los métodos cualitativos más recientes se centran en las causas cognitivas de las variaciones en el desempeño humano con un mayor análisis de la forma en que factores externos modifican el desempeño y menos en el intento de calcular una probabilidad de falla.

B.5.8.2 Uso

La HRA cualitativa se puede utilizar:

- durante el diseño para que los sistemas estén diseñados para minimizar la probabilidad de error por parte de los operadores;
- durante la modificación del sistema para ver si es probable que el desempeño humano

se vea influenciado en cualquier dirección;

- mejorar los procedimientos para reducir los errores;
- ayudar a identificar y reducir los factores que inducen errores dentro del entorno o en los arreglos organizacionales.

La HRA cuantitativa se utiliza para proporcionar datos sobre el desempeño humano como entrada para métodos de árbol lógico u otras técnicas de evaluación de riesgos.

B.5.8.3 Entradas

Las entradas incluyen:

- información para definir las tareas que las personas deben realizar;
- experiencia de los tipos de error o desempeño extraordinario que ocurren en la práctica;
- experiencia en el desempeño humano y los factores que lo influyen;
- experiencia en la(s) técnica(s) a utilizar.

B.5.8.4 Salidas

Las salidas incluyen:

- una lista de errores o desempeño extraordinario que pueden ocurrir y métodos por los cuales pueden mejorarse a través del rediseño del sistema; • modos, tipos, causas y consecuencias de la actuación humana;
- una evaluación cualitativa o cuantitativa del riesgo planteado por las diferencias en el desempeño.

B.5.8.5 Fortalezas y limitaciones

Las fortalezas de la HRA incluyen las siguientes.

- Proporciona un mecanismo formal para incluir el desempeño humano al considerar los riesgos asociados con los sistemas donde los humanos juegan un papel importante. Las

limitaciones incluyen lo siguiente.

- Los métodos se adaptan mejor a las tareas rutinarias realizadas en entornos bien controlados. Son menos útiles para tareas complejas o cuando las acciones deben basarse en fuentes de información múltiples y posiblemente contradictorias.

- Muchas actividades no tienen un modo simple de aprobación/reprobación. HRA tiene dificultad para lidiar con impactos parciales en el desempeño como en la calidad de las acciones o decisiones.

- La cuantificación tiende a depender en gran medida de la opinión de expertos porque hay pocos datos verificados disponibles. El análisis de Markov es una técnica cuantitativa que se puede aplicar a cualquier sistema que se pueda describir en términos de un conjunto de estados discretos y transiciones entre ellos, siempre que la evolución desde su estado actual no dependa de su estado en cualquier momento en el pasado.

Por lo general, se supone que las transiciones entre estados ocurren a intervalos específicos con las probabilidades de transición correspondientes (cadena de Markov de tiempo discreto). En la práctica, esto suele ocurrir si el sistema se examina a intervalos regulares para determinar su estado. En algunas aplicaciones, las transiciones se rigen por tiempos aleatorios distribuidos exponencialmente con tasas de transición correspondientes (cadena de Markov de tiempo continuo). Esto se usa comúnmente para análisis de confiabilidad, consulte IEC 61165.

Los estados y sus transiciones se pueden representar en un diagrama de Markov como el de la figura B.7. Aquí los círculos representan los estados y las flechas representan las transiciones entre estados y sus probabilidades de transición asociadas. Este ejemplo tiene solo cuatro estados: bueno (S1), regular (S2), pobre (S3) y fallido (S4). Se supone que cada mañana, el sistema es inspeccionado y clasificado en uno de estos cuatro estados. Si el sistema ha fallado, siempre se repara ese día y se devuelve a un buen estado.

El sistema también se puede representar mediante una matriz de transición como se muestra en la Tabla B.4. Tenga en cuenta que en esta tabla la suma de cada una de las filas es 1 ya que los valores representan las probabilidades de todas las transiciones posibles en cada caso.

B.5.9.2 Uso

El análisis de Markov se puede utilizar para estimar:

- la probabilidad a largo plazo de que el sistema se encuentre en un estado específico;

por ejemplo, esta podría ser la posibilidad de que una máquina de producción funcione según lo requerido, un componente falle o un nivel de suministro caiga por debajo de un umbral crítico; • el tiempo esperado para la primera falla de un sistema complejo (el tiempo de primer paso), o el tiempo esperado antes de que un sistema regrese a un estado específico (el tiempo de recurrencia).

En la Tabla B.5 se proporcionan ejemplos de sistemas, estados y transiciones en diferentes áreas.

B.5.9.3 Entradas

Las entradas para un análisis de Markov son un conjunto de estados discretos que el sistema puede ocupar, una comprensión de las posibles transiciones que deben modelarse y estimaciones de las probabilidades de transición o tasas de transición (en el caso de una cadena de Markov de tiempo continuo -CTMC).

B.5.9.4 Salidas

El análisis de Markov genera estimaciones de la probabilidad de que un sistema se encuentre en un estado específico. Admite muchos tipos de decisiones sobre los tipos de intervenciones que un administrador podría realizar en un sistema complejo (por ejemplo, para modificar los estados del sistema y las transiciones entre ellos).

B.5.9.5 Fortalezas y limitaciones

Las fortalezas del análisis de Markov incluyen lo siguiente.

- Puede usarse para modelar sistemas dinámicos de múltiples estados.
- Los diagramas de transición de estado proporcionan estructuras simples y fáciles de comunicar.

Las limitaciones incluyen lo siguiente.

- Es posible que los supuestos no se apliquen a todos los sistemas de interés, en particular, las probabilidades de transición o las tasas de transición entre estados pueden cambiar con el tiempo a medida que el sistema se deteriora o se adapta.
- El modelado preciso puede requerir una extensa recopilación y validación de datos.

- Demasiados datos reducen la respuesta a una media. Algunos cálculos que se realizan al analizar el riesgo involucran distribuciones. Sin embargo, realizar cálculos con distribuciones no es fácil, ya que a menudo no es posible derivar soluciones analíticas a menos que las distribuciones tengan formas bien especificadas, y solo con restricciones y suposiciones que pueden no ser realistas. En estas circunstancias, técnicas como la simulación de Monte Carlo proporcionan una forma de realizar los cálculos y desarrollar los resultados. La simulación generalmente implica tomar valores de muestra aleatorios de cada una de las distribuciones de entrada, realizar cálculos para derivar un valor de resultado y luego repetir el proceso a través de una serie de iteraciones para construir una distribución de los resultados. El resultado se puede dar como una distribución de probabilidad del valor o alguna estadística como el valor medio.

Los sistemas se pueden desarrollar utilizando hojas de cálculo y otras herramientas convencionales, pero hay disponibles herramientas de software más sofisticadas para ayudar con requisitos más complejos.

B.5.10.2 Uso

En general, la simulación de Monte Carlo se puede aplicar a cualquier sistema para el cual:

- un conjunto de entradas interactúan para definir una salida;
- la relación entre las entradas y salidas se puede expresar como un conjunto de dependencias;
- las técnicas analíticas no son capaces de proporcionar resultados relevantes o cuando existe incertidumbre en los datos de entrada.

La simulación de Monte Carlo se puede utilizar como parte de la evaluación de riesgos para dos propósitos diferentes:

- propagación de la incertidumbre en modelos analíticos convencionales;
- cálculos probabilísticos cuando las técnicas analíticas no funcionan o no son factibles.

Las aplicaciones incluyen, entre otras cosas, el modelado y la evaluación de la incertidumbre en los pronósticos financieros, el rendimiento de la inversión, los costos del proyecto y los pronósticos de cronograma, las interrupciones del proceso comercial y los requisitos de personal.

B.5.10.3 Entradas

Las entradas a una simulación de Monte Carlo son:

- un modelo del sistema que contiene la relación entre diferentes entradas, y entre entradas y salidas;
- información sobre los tipos de insumos o las fuentes de incertidumbre que se van a representar;
- la forma de salida requerida.

Los datos de entrada con incertidumbre se representan como variables aleatorias con distribuciones más o menos dispersas, según el nivel de incertidumbre. Las distribuciones uniforme, triangular, normal y logarítmica normal se utilizan a menudo para este propósito.

B.5.10.4 Salidas

La salida podría ser un valor único, o podría expresarse como la distribución de probabilidad o frecuencia o podría ser la identificación de las funciones principales dentro del modelo que tienen el mayor impacto en la salida.

En general, el resultado de una simulación de Monte Carlo será la distribución completa de resultados que podrían surgir o medidas clave de una distribución como:

- la probabilidad de que surja un resultado definido;
- no se excederá el valor de un resultado en el que los propietarios del problema tengan un cierto nivel de confianza. Algunos ejemplos son un coste que tiene menos de un 10 % de posibilidades de superarse o una duración que tiene un 80 % de posibilidades de superarse.

Un análisis de las relaciones entre entradas y salidas puede arrojar luz sobre la importancia relativa de la incertidumbre en los valores de entrada e identificar los objetivos de los esfuerzos para influir en la incertidumbre en el resultado.

B.5.10.5 Fortalezas y limitaciones

Las fortalezas del análisis de Monte Carlo incluyen lo siguiente.

- El método puede, en principio, adaptarse a cualquier distribución en una variable de

entrada, incluidos los datos empíricos derivados de las observaciones de sistemas relacionados.

- Los modelos son relativamente simples de desarrollar y pueden ampliarse según surja la necesidad.
- Se puede representar cualquier influencia o relación, incluidos efectos como las dependencias condicionales.
- El análisis de sensibilidad se puede aplicar para identificar influencias fuertes y débiles;
- Los modelos pueden entenderse fácilmente ya que la relación entre entradas y salidas es transparente.
- Proporciona una medida de la precisión de un resultado.
- El software está fácilmente disponible.

Las limitaciones incluyen lo siguiente.

- La precisión de las soluciones depende del número de simulaciones que se puedan realizar.
- El uso de la técnica se basa en poder representar las incertidumbres en los parámetros mediante una distribución válida.
- Puede ser difícil establecer un modelo que represente adecuadamente la situación.
- Los modelos grandes y complejos pueden ser un desafío para el modelador y dificultar que las partes interesadas participen en el proceso.
- La técnica tiende a restar importancia a los riesgos de alta consecuencia/baja probabilidad.

El análisis de Monte Carlo evita que se dé un peso excesivo a los resultados poco probables y de grandes consecuencias al reconocer que es poco probable que todos esos resultados ocurran simultáneamente en una cartera de riesgos. Esto puede tener el efecto de eliminar los eventos extremos de la consideración, particularmente cuando se está considerando una cartera grande. Esto puede dar confianza injustificada al tomador de decisiones. Los métodos de análisis de impacto de privacidad (PIA) (también llamado evaluación de impacto de privacidad) y análisis de impacto de protección de datos (DPIA)

analizan cómo los incidentes y eventos podrían afectar la privacidad de una persona (PI) e identifican y cuantifican las capacidades que serían necesarias para administrarlo. Un PIA/DPIA es un proceso para evaluar una propuesta para identificar los efectos potenciales sobre la privacidad y los datos personales de las personas.

Los PIA y DPIA ayudan a las organizaciones a identificar, evaluar y tratar los riesgos de privacidad asociados con las actividades de procesamiento de datos. Son particularmente importantes cuando se introduce un nuevo proceso, sistema o tecnología de procesamiento de datos. Los PIA y DPIA son una parte integral de la adopción de un enfoque de privacidad desde el diseño.

Las DPIA también ayudan a las organizaciones a cumplir con los requisitos de los reguladores de protección de datos (por ejemplo, el Reglamento General de Protección de Datos de la Unión Europea, RGPD) y demuestran que se han tomado las medidas adecuadas para garantizar el cumplimiento.

En concreto, el proceso:

- analiza las posibles consecuencias de una violación de la privacidad de una persona viva (evaluación de riesgo de base);
- tiene en cuenta si un procesamiento de información personal tiene un alto riesgo en caso de un incidente de privacidad;
- realiza un análisis de riesgo en profundidad para el procesamiento de datos de identificación personal.

Se puede realizar una EIP/DPIA mediante cuestionarios, entrevistas, talleres estructurados o una combinación de los tres, haciendo uso de la orientación del Grupo de Trabajo del Artículo 29 de la UE y varias plantillas desarrolladas, por ejemplo, por ICO (Reino Unido), CNIL (Francia), NOREA (Holanda).

B.5.11.2 Uso

Un PIA/DPIA se utiliza para determinar las consecuencias de los altos riesgos en los procesos y los recursos asociados (por ejemplo, personas, equipos y tecnología de la información) para limitar las posibles consecuencias negativas sobre la privacidad de las personas que surgen de la forma en que se trata la información.

También se puede utilizar como parte del análisis de consecuencias al considerar las consecuencias del procesamiento de la información de manera más general.

B.5.11.3 Entradas

Las entradas incluyen:

- información sobre los objetivos, la dirección estratégica, el entorno, los activos y las interdependencias de la organización; • una evaluación de las prioridades de la evaluación básica de riesgos anterior;
- detalles de las actividades y operaciones de la organización al manejar información personal, incluidos procesos, recursos, relaciones con otras organizaciones, cadenas de suministro, acuerdos subcontratados y partes interesadas; • información para permitir la evaluación de las consecuencias financieras, legales y operativas de una fuga o pérdida de información personal (especialmente información personal altamente confidencial); • un cuestionario preparado u otros medios para recopilar información;
- resultados de otras evaluaciones de riesgos y análisis de incidentes críticos relacionados con los resultados de incidentes relevantes (especialmente incidentes de fuga o pérdida de datos y otros incidentes de seguridad de la información que pueden tener un efecto en el procesamiento de datos previsto); • una lista de personas de áreas relevantes de la organización y/o partes interesadas que serán contactadas.

B.5.11.4 Salidas

Las salidas incluyen:

- documentos que detallen la información recolectada como insumos;
- una lista priorizada de procesos de información críticos e interdependencias asociadas;
- un conjunto de escenarios donde el riesgo es alto para el procesamiento de datos personales según lo previsto;
- impactos documentados de una fuga o pérdida de información personal en una persona física viva;
- información sobre los recursos y actividades de apoyo necesarios para limitar las posibles consecuencias sobre los interesados; • una lista priorizada de los productos y servicios de la organización que están involucrados;
- una evaluación de los impactos a lo largo del tiempo y los medios para no garantizar la confidencialidad, integridad y disponibilidad de los datos personales (de alto riesgo) y las

consecuencias para los interesados; • plazos de interrupción de las acciones a realizar para la contención y/o recuperación de la información, declaración a las autoridades competentes y, en algunos casos, al o los interesados.

B.5.11.5 Fortalezas y limitaciones

Las fortalezas del PIA/DPIA incluyen que proporciona:

- una comprensión profunda de los procesos críticos que se ocupan de la información personal (sensible) dentro o en nombre de una organización;
- evaluación de la implementación de los principios de privacidad desde el diseño y por defecto;
- información necesaria para planificar la respuesta de una organización a un incidente de datos personales;
- una comprensión de los recursos clave necesarios en caso de fuga o pérdida de datos personales;
- una oportunidad para redefinir y reconsiderar el procesamiento operativo de datos personales por parte de una organización;
- en caso de una obligación legal (por ejemplo, el Reglamento General Europeo de Protección de Datos), documentación para informar a las autoridades de protección de datos antes de que comience un procesamiento de datos personales de alto riesgo.

Las limitaciones incluyen lo siguiente.

- Puede haber un cálculo simplista o subestimado de la gravedad potencial del riesgo para la privacidad de una persona en la fase inicial (detección de impacto en la privacidad). • PIA/DPIA se basa en el conocimiento y las percepciones de los participantes involucrados en completar cuestionarios o realizar entrevistas o talleres. • La dinámica de grupo y la presión del tiempo pueden afectar negativamente el análisis completo de un proceso crítico.
- Puede ser difícil obtener un nivel adecuado de comprensión de las operaciones y actividades de la organización cuando se procesan datos personales. Por lo general, los mapas se desarrollan en un entorno de taller donde los participantes de una variedad de disciplinas diferentes tienen la tarea de obtener, estructurar y analizar el material. Las percepciones se aumentan con información de documentos cuando corresponde. Las entradas se pueden capturar utilizando varias herramientas que van desde notas adhesivas

hasta software especializado de apoyo a la toma de decisiones en grupo. Estos últimos permiten la entrada directa de problemas y pueden ser un medio de trabajo altamente productivo. Las herramientas seleccionadas deben permitir la captura anónima de problemas para que se pueda crear un entorno abierto y sin confrontación para apoyar la discusión enfocada de las relaciones causales.

En general, el proceso parte de la generación de aportes que impactan o provocan eventos en relación al tema en consideración. Estos luego se agrupan de acuerdo con su contenido y posteriormente se exploran para garantizar una cobertura completa.

Luego, los participantes consideran cómo cada uno de los eventos podría impactar entre sí. Esto permite que los eventos discretos se vinculen entre sí para formar caminos de razonamiento causal en el mapa. El proceso tiene como objetivo facilitar la comprensión compartida de eventos inciertos, así como desencadenar contribuciones adicionales a través del proceso explicativo obligatorio, que es necesario para construir las cadenas de argumentos de cómo un evento impacta a otro. Existen reglas claras para la captura tanto de los nodos que representan eventos como de las relaciones para garantizar un modelado sólido y completo.

Una vez que la red de eventos se ha desarrollado para formar un mapa completo, se puede analizar para determinar propiedades que pueden ser útiles para gestionar el riesgo: por ejemplo, para determinar los nodos centrales que son aquellos eventos cuya ocurrencia es central y puede tener efectos sistémicos sustanciales. ; o para determinar bucles de retroalimentación, que pueden resultar en comportamientos dinámicos y destructivos.

B.6.1.2 Uso

El mapeo causal identifica vínculos e interacciones entre riesgos y temas dentro de una lista de riesgos.

Se puede utilizar de forma forense para desarrollar un mapa causal de un evento que ha ocurrido (por ejemplo, proyecto desbordado, falla del sistema). Los mapas causales forenses pueden revelar factores desencadenantes, consecuencias y dinámicas. Permiten la determinación de la causalidad, que puede ser fundamental para las reclamaciones.

Los mapas causales también se pueden usar de manera proactiva para capturar una apreciación integral y sistémica de los escenarios de eventos. Luego, el mapa se puede examinar para permitir un aprendizaje profundo y formar la base para el análisis cuantitativo de los riesgos para ayudar a determinar las prioridades.

Permiten desarrollar un programa de tratamiento integrado en lugar de considerar cada

riesgo por separado.

Los talleres de análisis causal se pueden realizar a intervalos regulares para garantizar que la naturaleza dinámica del riesgo se aprecie y gestione adecuadamente.

B.6.1.3 Entradas

Los datos para informar el desarrollo de mapas causales pueden provenir de una variedad de fuentes diferentes, como entrevistas individuales donde los mapas producidos brindan una representación detallada de lo que ocurrió o podría ocurrir. Los datos también se pueden extraer de la documentación, como informes, materiales de reclamos, etc. Estos datos se pueden usar directamente o se pueden usar para informar el proceso de análisis de las cadenas de argumentos relacionados con eventos por parte de los participantes en un taller.

B.6.1.4 Salidas

Las salidas incluyen:

- mapas causales que proporcionan una representación visual de los eventos de riesgo y las relaciones sistémicas entre estos eventos;
- los resultados de un análisis de los mapas causales utilizados para identificar grupos de eventos emergentes, eventos críticos debido a su centralidad, bucles de retroalimentación, etc.;
- un documento que traduce los mapas a texto y reporta los resultados clave, además de explicar la selección de participantes y el proceso utilizado para desarrollar los mapas.

Los resultados deben proporcionar información relevante para las decisiones de gestión de riesgos y una pista de auditoría del proceso utilizado para generar esta información.

B.6.1.5 Fortalezas y limitaciones

Las fortalezas de los mapas causales incluyen lo siguiente.

- Los riesgos relevantes para el tema bajo consideración se consideran desde las múltiples perspectivas de los participantes.

-

La naturaleza divergente y abierta del proceso permite explorar el riesgo, lo que reduce la

posibilidad de pasar por alto eventos o relaciones críticas.

- El proceso permite la captura eficaz y eficiente de las interacciones entre eventos y proporciona una comprensión de sus relaciones.

- El proceso de determinar la red de eventos que forman el mapa puede construir el lenguaje común y la comprensión que son vitales para una gestión de riesgos eficaz.

Las limitaciones incluyen lo siguiente.

- El proceso de mapeo no es fácil de aprender, ya que exige no solo habilidad en la técnica de mapeo, sino también la capacidad de administrar grupos mientras se trabaja con la herramienta de mapeo.
- Los mapas son de naturaleza cualitativa y cuando se requiere cuantificación, los mapas deben usarse como entrada para otros modelos apropiados.
- El contenido del mapa está determinado por las fuentes, por lo que la consideración cuidadosa de la composición de los participantes es fundamental, de lo contrario, se pueden omitir áreas vitales.

.1. Información general

El análisis de impacto cruzado es el nombre general dado a una familia de técnicas diseñadas para evaluar los cambios en la probabilidad de ocurrencia de un conjunto dado de eventos como consecuencia de la ocurrencia real de uno de ellos.

El análisis de impacto cruzado involucra la construcción de una matriz para mostrar las interdependencias de diferentes eventos. Un conjunto de eventos o tendencias que podrían ocurrir se enumeran a lo largo de las filas y los eventos o tendencias que posiblemente se verían afectados por los eventos de las filas a lo largo de las columnas. Luego se requiere que los expertos estimen:

- la probabilidad de cada evento (aislado de los demás) en un horizonte de tiempo dado;

- la probabilidad condicional de cada evento dado que cada otro evento ocurre, es decir, para el par de eventos i/j los expertos estiman:

$-P(i/j)$ -la probabilidad de i si ocurre j , $-P(i/no j)$ -la probabilidad de i si no ocurre j .

Esto se ingresa en una computadora para su análisis.

Hay varios métodos diferentes para calcular las probabilidades de un evento teniendo en cuenta todos los demás eventos. Independientemente de cómo se haga esto, el

procedimiento habitual es llevar a cabo una simulación de Monte Carlo en la que el modelo informático selecciona sistemáticamente conjuntos de eventos coherentes e itera varias veces. A medida que se realizan más y más ejecuciones de la computadora, se genera una nueva probabilidad posterior de ocurrencia de cada evento.

Un análisis de sensibilidad se lleva a cabo seleccionando una estimación de probabilidad inicial o una estimación de probabilidad condicional, sobre la cual existe incertidumbre. Este juicio se cambia y la matriz se ejecuta de nuevo.

B.6.2.2 Uso

El análisis de impacto cruzado se utiliza en estudios de pronóstico y como una técnica analítica para predecir cómo los diferentes factores impactan en las decisiones futuras. Puede combinarse con el análisis de escenarios (B.2.5) para decidir cuáles de los escenarios producidos son los más probables. Se puede usar cuando hay múltiples riesgos que interactúan, por ejemplo, en proyectos complejos o en la gestión de riesgos de seguridad.

El horizonte de tiempo del análisis de impacto cruzado suele ser de mediano a largo plazo y puede ser desde el presente hasta cinco años o hasta 50 años en el futuro. El horizonte de tiempo debe establecerse explícitamente.

La matriz de eventos y sus interdependencias puede ser útil para los tomadores de decisiones como antecedentes generales incluso sin la probabilidad calculada a partir del análisis.

B.6.2.3 Entradas

El método requiere expertos que estén familiarizados con el tema en estudio, y que tengan la capacidad de prever desarrollos futuros, y que sean capaces de estimar las probabilidades de manera realista.

Se necesita software de apoyo para calcular las probabilidades condicionales. La técnica requiere conocimientos específicos de modelado si el usuario quiere comprender cómo el software procesa los datos. Por lo general, se requiere mucho tiempo (varios meses) para desarrollar y ejecutar los modelos.

B.6.2.4 Salida

El resultado es una lista de posibles escenarios futuros y su interpretación. Cada

ejecución del modelo produce una historia futura sintética, o escenario, que incluye la ocurrencia de algunos eventos y la no ocurrencia de otros. Sobre la base del modelo de impacto cruzado específico aplicado, los escenarios de salida intentan generar el escenario más probable, o un conjunto de escenarios estadísticamente consistentes, o uno o más escenarios plausibles del conjunto total.

B.6.2.5 Fortalezas y limitaciones

Las fortalezas del análisis de impacto cruzado incluyen lo siguiente.

- es relativamente fácil implementar un cuestionario de impacto cruzado.
- obliga a la atención a cadenas de causalidad (a afecta a b; b afecta a c, etc.).
- puede aclarar y aumentar el conocimiento sobre desarrollos futuros.
- es útil para explorar una hipótesis y encontrar puntos de acuerdo y divergencia.

Las limitaciones incluyen lo siguiente.

- El número de eventos que se pueden incluir está limitado en la práctica tanto por el software como por el tiempo requerido por los expertos. La cantidad de ejecuciones requeridas y la cantidad de probabilidades condicionales para estimar aumenta rápidamente a medida que aumenta la cantidad de eventos incluidos (por ejemplo, con un conjunto de diez eventos, un experto necesita proporcionar 90 juicios de probabilidad condicional).
- Un estudio realista requiere un trabajo considerable por parte de los expertos y, a menudo, se experimenta una alta tasa de abandono.
- Es difícil definir los eventos a incluir y cualquier influencia no incluida en el conjunto de eventos será completamente excluida del estudio; por el contrario, la inclusión de eventos irrelevantes puede complicar innecesariamente el análisis final de los resultados. Para peligros como microorganismos o especies introducidas, la curva de respuesta a la dosis se puede determinar a partir de datos de campo y estudios epidemiológicos. Siempre que sea posible, se determina el mecanismo por el cual se produce el efecto. Se estima la dosis que experimentará en la práctica la población diana. Esto a menudo implica un análisis de vías que considera las diferentes rutas que podría tomar el peligro, las barreras que podrían evitar que alcance el objetivo y los factores que podrían influir en el nivel de exposición. Por ejemplo, al evaluar el riesgo de la fumigación con productos químicos, el análisis de exposición consideraría la cantidad de producto químico que se pulverizó y en qué condiciones, si hubo exposición directa de humanos o animales, cuánto podría quedar como residuo en las plantas, el destino ambiental de cualquier plaguicida que llegue al suelo, si se puede acumular en los animales, si entra en las aguas subterráneas, etc.

e) Caracterización del riesgo: La información de los pasos anteriores se reúne para estimar la probabilidad de consecuencias particulares cuando se combinan los efectos de todas las vías.

B.7.1.2 Uso

El método proporciona una medida de la magnitud del riesgo para la salud humana o el medio ambiente. Se utiliza en declaraciones de impacto ambiental para mostrar si el riesgo de una exposición en particular es aceptable. También se utiliza como base para definir límites de riesgo aceptable.

B.7.1.3 Entradas

Los insumos incluyen información sobre los peligros toxicológicos, el sistema ecológico de interés (incluida la salud humana) y, cuando sea posible, los mecanismos involucrados. Por lo general, se requieren mediciones físicas para estimar las exposiciones.

B.7.1.4 Salidas

El resultado es una estimación del riesgo para la salud humana o ecológica, expresada cuantitativamente o con una combinación de información cualitativa y cuantitativa proporcionada. El resultado puede incluir límites que se utilizarán para definir límites aceptables para el peligro en el medio ambiente, como el límite de efecto adverso no observable (consulte la Figura B.8).

B.7.1.5 Fortalezas y limitaciones

Los puntos fuertes de esta forma de análisis incluyen lo siguiente.

- Proporciona una comprensión muy detallada de la naturaleza del riesgo y los factores que aumentan el riesgo.
- El análisis de ruta es una herramienta muy útil en general para todas las áreas de riesgo para identificar cómo y dónde es posible mejorar los controles o introducir otros nuevos.
- El análisis puede formar la base de reglas simples sobre exposiciones aceptables que se pueden aplicar en general.

Las limitaciones incluyen lo siguiente.

- Requiere buenos datos que pueden no estar disponibles de inmediato. por lo que podría ser necesaria una investigación significativa.
- Requiere un alto nivel de experiencia para aplicar.

- A menudo existe un alto nivel de incertidumbre asociado con las curvas de respuesta a la dosis y los modelos utilizados para desarrollarlas.
- Cuando el objetivo es ecológico en lugar de humano y el peligro no es químico, es posible que no haya una buena comprensión de los sistemas involucrados. El valor en riesgo (VaR) se usa ampliamente en el sector financiero para proporcionar un indicador de la cantidad de pérdida posible en una cartera de activos financieros durante un período de tiempo específico dentro de un nivel de confianza dado. Las pérdidas mayores que el VaR se sufren solo con una probabilidad pequeña especificada.

La distribución de ganancias y pérdidas generalmente se deriva de una de tres formas.

- La simulación de Monte Carlo (ver B.5.10) se usa para modelar los impulsores de la variabilidad en la cartera y derivar la distribución. Este enfoque es particularmente útil ya que proporciona información sobre los riesgos en las colas de distribución y permite probar los supuestos de correlación.
- Los modelos de simulación histórica hacen proyecciones sobre la base de mirar hacia atrás en los resultados y distribuciones observados. Este es un enfoque simple, pero puede ser muy engañoso si los desarrollos futuros no se corresponden con la experiencia pasada, una limitación importante en períodos de tensión en el mercado.

- Los métodos analíticos se basan en suposiciones de que los factores de mercado subyacentes tienen una distribución normal multivariada. De esta forma, se pueden determinar las pérdidas y ganancias, que también se distribuyen normalmente.

Muchas organizaciones financieras utilizan una combinación de estos enfoques.

Existe un requisito en algunos sectores para que el VaR se calcule sobre la base de mercados estresados y condiciones de alta volatilidad para proporcionar un conjunto creíble de resultados del "peor caso".

.2 Uso

El VaR tiene tres parámetros: una cantidad de pérdida potencial, la probabilidad de esa cantidad de pérdida y el período de tiempo durante el cual podría ocurrir la pérdida. Se utiliza para los siguientes propósitos:

- establecer límites para un administrador de cartera sobre la pérdida máxima en la cartera dentro de una tolerancia al riesgo o apetito de riesgo acordado;
- para monitorear el "riesgoso" de una cartera de activos en un punto en el tiempo y las tendencias en el riesgo;
- para determinar cuánto capital económico, prudencial o regulatorio podría ser necesario reservar para una cartera específica;
- informar a los reguladores.

B.7.2.3 Entradas

Los insumos son factores de mercado que afectan el valor de la cartera, como los tipos de cambio, las tasas de interés y los precios de las acciones. Por lo general, estos se identifican descomponiendo los instrumentos de la cartera en instrumentos más simples directamente relacionados con los factores de riesgo de mercado básicos, y luego interpretando los instrumentos reales como carteras de los instrumentos más simples. Los financiadores y los reguladores pueden exigir la adopción de métodos específicos al evaluar las variables de entrada.

B.7.2.4 Salida

Durante un período de tiempo designado, el VaR calcula la pérdida potencial de una cartera de activos financieros para una probabilidad específica. El análisis también puede proporcionar la probabilidad de una cantidad específica de pérdida.

B.7.2.5 Fortalezas y limitaciones

Las fortalezas incluyen lo siguiente.

- El enfoque es sencillo y aceptado (o exigido) por los reguladores financieros.
- Se puede utilizar para calcular los requerimientos de capital económico, en forma diaria si es necesario.
- Proporciona un medio para establecer límites en una cartera de negociación de acuerdo con un apetito de riesgo acordado, y monitorear el desempeño contra esos límites, y así respaldar la gobernabilidad.

Las limitaciones incluyen lo siguiente.

- El VaR es un indicador, no una estimación específica de la posible pérdida. La pérdida máxima posible para cualquier situación dada no es evidente a partir de una cifra única correspondiente al VaR con una probabilidad de pérdida del 1 % o del 5 % derivada del análisis del VaR.
- VaR tiene una serie de propiedades matemáticas indeseables; por ejemplo, el VaR es una medida de riesgo coherente cuando se basa en una distribución elíptica como la distribución normal estándar, pero no en otras circunstancias. Los cálculos en la cola de la distribución a menudo son inestables y pueden depender de suposiciones específicas sobre las formas y correlaciones de la distribución que pueden ser difíciles de justificar y pueden no ser válidas en momentos de tensión en el mercado.

- Los modelos de simulación pueden ser complejos y lentos de ejecutar.

- Las organizaciones pueden requerir sistemas de TI sofisticados para capturar información de mercado en una forma que pueda usarse fácilmente y de manera oportuna para los cálculos de VaR.

- Es necesario asumir valores para un conjunto de parámetros que luego se fijan para el modelo. Si la situación cambia y estos supuestos no son relevantes, el método no dará resultados razonables. En otras palabras, es un modelo de riesgo que no se puede utilizar en condiciones inestables. El valor en riesgo condicional (CVaR), también llamado déficit esperado (ES), es una medida de la pérdida esperada de una cartera financiera en el peor de los casos. Esta es una medida similar al VaR, pero es más sensible a la forma de la cola inferior (pérdida) de la distribución del valor de la cartera. CVaR(a) es la pérdida esperada de aquellas pérdidas que solo ocurren un cierto porcentaje del tiempo. Por ejemplo, en la figura B.10, cuando a es 5, CVaR(5) es el valor esperado de las pérdidas representadas por la curva a la izquierda de la línea vertical al 5 %, es decir, la media de todas las pérdidas superiores a 0,28 millón.

B.7.3.2 Uso

Las técnicas de CVaR se han aplicado a la medición del riesgo crediticio, lo que brinda a los prestamistas una idea de los cambios en el riesgo extremo en todas las industrias desde el inicio de la crisis financiera.

B.7.3.4 Fortalezas y limitaciones

Las fortalezas incluyen lo siguiente.

- CVaR es más sensible a la forma de la cola de distribución que VaR.
- CVaR evita algunas de las limitaciones matemáticas del VaR.
- CVaR es una medida más conservadora que VaR porque se enfoca en los resultados que generan las mayores pérdidas.

Las limitaciones incluyen lo siguiente.

- CVaR es un indicador de pérdida potencial, no una estimación de la pérdida máxima posible;
- Al igual que con el VaR, el CVaR es sensible a los supuestos fundamentales sobre la volatilidad del valor de los activos;
- CVaR se basa en matemáticas complejas y requiere una amplia gama de suposiciones. Los criterios SFAIRP y ALARP están destinados a lograr el mismo resultado, sin embargo, difieren en un punto semántico. ALARP logra la seguridad haciendo que el riesgo sea lo más bajo posible, mientras que SFAIRP no hace referencia al nivel de riesgo. SFAIRP generalmente se interpreta como un criterio por el cual se evalúan los controles para ver si son posibles tratamientos adicionales; luego, si son posibles, si son practicables. Tanto ALARP como SFAIRP tienen en cuenta el descuento de los tratamientos de riesgo sobre la base de que los costos son sumamente desproporcionados con respecto a los beneficios obtenidos, aunque la medida en que esto esté disponible depende de la jurisdicción. Por ejemplo, en algunas jurisdicciones, los estudios de costo-beneficio (ver B.9.2) pueden usarse para respaldar un argumento de que se logró ALAR o SFAIRP.

El concepto de ALARP, tal como lo expresó originalmente el Ejecutivo de Salud y Seguridad del Reino Unido, se ilustra en la Figura B.12. En algunas jurisdicciones, los niveles cuantificados de riesgo se colocan en los límites entre regiones intolerables, ALARP y ampliamente aceptables.

B.8.2.2 Uso

ALARP y SFAIRP se utilizan como criterios para decidir si es necesario tratar un riesgo. Se usan más comúnmente para riesgos relacionados con la seguridad y los legisladores en algunas jurisdicciones los usan.

El modelo ALARP se puede utilizar para clasificar los riesgos en una de las tres categorías siguientes:

- una categoría de riesgo intolerable, donde el riesgo no puede justificarse excepto en circunstancias extraordinarias;
- una categoría de riesgo ampliamente aceptable en la que el riesgo es tan bajo que no es necesario considerar una mayor reducción del riesgo (pero podría implementarse si fuera factible y razonable);
- una región entre estos límites (la región ALARP) donde se debe implementar una mayor reducción del riesgo si es razonablemente factible.

.3 Entradas

Información sobre:

- la fuente de riesgo y el riesgo asociado;
- criterios para los límites de la región ALARP;
- controles establecidos y qué otros controles serían posibles;
- consecuencias potenciales;
- la probabilidad de que ocurran esas consecuencias;
- el costo de los posibles tratamientos.

B.8.2.4 Salida

El resultado es una decisión sobre si se requiere tratamiento y el tratamiento a aplicar.

B.8.2.5 Fortalezas y limitaciones

Los puntos fuertes de usar el criterio ALARP/SFAIRP incluyen que:

- establecer un estándar de atención común, basado en la jurisprudencia y la legislación, que respalde el principio de equidad en el que todas las personas tienen derecho a un nivel igual de protección contra los riesgos que se considere por ley y no una variable que se considere tolerable o aceptable por sus organización;
- apoyar el principio de utilidad ya que la reducción de riesgos no debería requerir más esfuerzo del que es razonablemente practicable;
- permitir el establecimiento de metas no prescriptivas;
- apoyar la mejora continua hacia el objetivo de minimizar el riesgo;

- proporcionar una metodología transparente y objetiva para discutir y determinar el riesgo aceptable o tolerable a través de consultas con las partes interesadas.

Las limitaciones incluyen lo siguiente.

- Interpretar ALARP o SFAIRP puede ser un desafío porque requiere que las organizaciones comprendan el contexto legislativo de forma razonablemente practicable y ejerzan su juicio con respecto a ese contexto.

- La aplicación de ALARP o SFAIRP a nuevas tecnologías puede ser problemática porque los riesgos y posibles tratamientos pueden no conocerse o comprenderse bien. . En esta aplicación el eje X representa el número acumulado de fatalidades y el eje Y la frecuencia con la que ocurren. Ambas escalas son logarítmicas para adaptarse a los datos típicos. Los criterios de riesgo generalmente se muestran como líneas rectas en el gráfico donde cuanto mayor sea la pendiente de la línea, mayor será la aversión a un mayor número de muertes en comparación con un número menor.

B.8.3.2 Uso

Los diagramas F-N se utilizan como un registro histórico del resultado de incidentes que involucran la pérdida de vidas humanas o para mostrar los resultados de un análisis cuantitativo del riesgo de pérdida de vidas en comparación con criterios predefinidos de aceptabilidad. La aplicación más común es para representar el riesgo social de los sitios de peligros mayores propuestos que están sujetos a la planificación del uso del suelo o evaluaciones de seguridad similares.

NOTA El riesgo social se refiere a las preocupaciones sociales debido a la ocurrencia de múltiples muertes en un solo evento.

B.8.3.3 Entradas

Datos de incidentes o de análisis de riesgos cuantitativos que predicen la probabilidad de fatalidades.

B.8.3.4 Salida

Una representación gráfica de los datos comparados con criterios predefinidos.

B.8.3.5 Fortalezas y limitaciones

Los puntos fuertes de los diagramas F-N incluyen lo siguiente.

- Proporcionan un resultado de fácil comprensión en el que se pueden basar las decisiones.
- El análisis cuantitativo necesario para desarrollar un gráfico F-N proporciona una buena comprensión del riesgo y sus causas y consecuencias.

Las limitaciones incluyen lo siguiente.

- Los cálculos para producir las gráficas a menudo son complejos y tienen muchas incertidumbres.
- Un análisis completo requiere que se analicen todos los posibles escenarios de accidentes importantes. Esto lleva mucho tiempo y requiere un alto nivel de experiencia.
- Los diagramas F-N no se pueden comparar fácilmente entre sí con el fin de clasificarlos (por ejemplo, decidir qué desarrollo proporciona el mayor riesgo social). La figura B.14) es una herramienta para seleccionar un número limitado de tareas que producirán un efecto general significativo. Utiliza el principio de Pareto (también conocido como regla del 80/20), que es la idea de que el 80 % de los problemas son producidos por el 20 % de las causas, o que haciendo el 20 % del trabajo se puede generar el 80 % del beneficio .

La producción de un diagrama de Pareto que seleccione las causas que se abordarán implica los siguientes pasos:

- identificar y enumerar los problemas;
- identificar la causa de cada problema;
- agrupar los problemas por causa;
- sumar las puntuaciones de cada grupo;
- dibujar un gráfico de columnas con las causas mostradas con aquellas con las puntuaciones más altas primero.

El principio de Pareto se aplica al número de problemas y no tiene en cuenta la importancia. En otras palabras, los problemas de consecuencias altas pueden no estar asociados con las causas más comunes de los problemas de consecuencias bajas. Esto se puede acomodar calificando los problemas de acuerdo con la consecuencia para

proporcionar una ponderación. Un análisis de Pareto es un enfoque de abajo hacia arriba y puede ofrecer resultados cuantitativos. Aunque no se necesita una herramienta sofisticada, ni capacitación o competencia particular para aplicar esta técnica, un poco de experiencia es muy útil para evitar limitaciones y errores comunes.

.2 Uso

El análisis de Pareto es útil a nivel operativo cuando muchos posibles cursos de acción compiten por la atención. Se puede aplicar siempre que se necesite algún tipo de priorización. Por ejemplo, se puede utilizar para ayudar a decidir qué causas son las más importantes para abordar o qué tratamientos de riesgo son los más beneficiosos.

Una representación típica de un análisis de Pareto se muestra en el gráfico de barras en el que el eje horizontal representa categorías de interés (por ejemplo, tipos de materiales, tamaños, códigos de desecho, centros de proceso), en lugar de una escala continua (por ejemplo, de 0 a 100). Las categorías suelen ser "defectos", fuentes de defectos o entradas en un proceso. El eje vertical representa algún tipo de conteo o frecuencia (por ejemplo, ocurrencias, incidentes, partes, tiempo). Luego se dibuja un gráfico de líneas del porcentaje acumulado.

Las categorías a la izquierda de donde el porcentaje acumulado se cruza con la línea del 80 % son las que se tratan.

B.8.4.3 Entradas

Datos para analizar, como datos relacionados con éxitos y fracasos pasados y sus causas.

B.8.4.4 Salidas

El resultado es un diagrama de Pareto que ayuda a demostrar qué categorías son las más significativas, de modo que el esfuerzo se pueda concentrar en las áreas donde se pueden realizar las mejoras más importantes. Un gráfico de Pareto puede ayudar a determinar visualmente cuáles de las categorías comprenden los "pocos vitales" y cuáles representan los "muchos triviales". Aunque el análisis es cuantitativo, el resultado es una categorización de problemas, causas, etc. ordenados por importancia.

Si el primer análisis contiene muchos problemas pequeños o poco frecuentes, se pueden consolidar en una categoría "otra". Esto se muestra en último lugar en el diagrama de Pareto

(incluso si no es la barra más pequeña). También se puede mostrar la línea de contribución porcentual acumulada (la suma móvil de la contribución de cada categoría como una fracción del total).

B.8.4.5 Fortalezas y limitaciones

Las fortalezas del análisis de Pareto incluyen lo siguiente.

- El análisis de Pareto analiza las causas comunes de los riesgos individuales como base para un plan de tratamiento.
- Proporciona una salida gráfica que indica claramente dónde se pueden obtener las mayores ganancias.
- Es probable que el tiempo y el esfuerzo necesarios para lograr resultados sean de moderados a bajos.

Las limitaciones incluyen lo siguiente.

- No se tiene en cuenta el costo o la dificultad relativa de tratar cada causa subyacente.
- Los datos aplicables a la situación que se analiza deben estar disponibles.
- Los datos deben poder dividirse en categorías y ajustarse a la regla 80/20 para que el método sea válido.
- Es difícil construir pesos relativos cuando los datos son inadecuados.
- Por lo general, solo se tienen en cuenta los datos históricos y no se tiene en cuenta el cambio potencial. El mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) es una técnica de evaluación basada en el riesgo que se utiliza para identificar las políticas y tareas de mantenimiento apropiadas para un sistema y sus componentes a fin de lograr de manera eficiente y efectiva la seguridad, disponibilidad y economía de operación requeridas para todo tipo de equipo. Abarca todos los pasos del proceso para realizar una evaluación de riesgos, incluida la identificación de riesgos, el análisis de riesgos y la evaluación de riesgos.

Los pasos básicos de un programa RCM son:

- iniciación y planificación;
- análisis de fallas funcionales;

- selección de tareas de mantenimiento;
- implementación;
- mejora continua.

El análisis funcional dentro de RCM se lleva a cabo más comúnmente mediante la realización de un análisis de modo de falla, efecto y criticidad (FMECA, B.2.3), centrándose en situaciones en las que las fallas potenciales pueden eliminarse o reducirse en frecuencia y/o consecuencia mediante la realización de tareas de mantenimiento. Las consecuencias se establecen definiendo los efectos de las fallas y luego se analiza el riesgo estimando la frecuencia de cada modo de falla sin que se lleve a cabo el mantenimiento. Una matriz de riesgos (B.10.3) permite establecer categorías por niveles de riesgo.

A continuación, se selecciona la política de gestión de fallas adecuada para cada modo de falla. Por lo general, se aplica una lógica de selección de tareas estándar para seleccionar las tareas más apropiadas.

Se prepara un plan para implementar las tareas de mantenimiento recomendadas determinando las tareas detalladas, los intervalos de las tareas, los procedimientos involucrados, las piezas de repuesto requeridas y otros recursos necesarios para realizar las tareas de mantenimiento. Un ejemplo se muestra en la Tabla B.6.

Todo el proceso de RCM está ampliamente documentado para referencia y revisión futuras. La recopilación de datos relacionados con fallas y mantenimiento permite monitorear los resultados y la implementación de mejoras.

B.8.5.2 Uso

RCM se utiliza para permitir que se realice un mantenimiento aplicable y eficaz. Generalmente se aplica durante la fase de diseño y desarrollo de un sistema, luego se implementa durante la operación y el mantenimiento. El mayor beneficio se logra dirigiendo el análisis a los casos en los que las fallas tendrían efectos graves en la seguridad, el medio ambiente, la economía o la operación.

RCM se inicia después de que un análisis de criticidad de alto nivel identifica el sistema y el equipo que requiere que se determinen las tareas de mantenimiento. Esto puede ocurrir ya sea durante la fase de diseño inicial, o más tarde, durante la utilización, si no se ha hecho antes de manera estructurada o si existe la necesidad de revisar o mejorar el mantenimiento.

B.8.5.3 Entrada

La aplicación exitosa de RCM necesita una buena comprensión del equipo y la estructura, el entorno operativo y los sistemas, subsistemas y elementos de equipo asociados, junto con las posibles fallas y las consecuencias de esas fallas.

El proceso requiere un equipo con el conocimiento y la experiencia necesarios, controlado por un facilitador capacitado y experimentado.

B.8.5.4 Salida

El resultado final de trabajar a través del proceso es un juicio sobre la necesidad de realizar una tarea de mantenimiento u otra acción, como cambios operativos.

El resultado son políticas de gestión de fallas apropiadas para cada modo de falla, como monitoreo de condición, detección de fallas, restauración de programas, reemplazo basado en un intervalo (como calendario, horas de funcionamiento o número de ciclos) o ejecución hasta falla. Otras acciones posibles que pueden resultar del análisis incluyen rediseño, cambios en los procedimientos de operación o mantenimiento o capacitación adicional. En la Tabla B.6 se da un ejemplo. Se prepara un plan para implementar las tareas de mantenimiento recomendadas. Esto detalla tareas, intervalos de tareas, procedimientos involucrados, repuestos requeridos y otros recursos necesarios para realizar las tareas de mantenimiento.

B.8.5.5 Fortalezas y limitaciones

Las fortalezas incluyen lo siguiente.

- El proceso permite utilizar la magnitud del riesgo para tomar decisiones de mantenimiento.
- Las tareas se basan en si son aplicables, es decir, si lograrán el resultado esperado. • Las tareas se evalúan para garantizar que sean rentables y que valga la pena implementarlas.
- Se eliminan las acciones de mantenimiento innecesarias con la debida justificación.
- El proceso y las decisiones se documentan para su revisión posterior.

Las limitaciones incluyen lo siguiente.

- El proceso suele llevar mucho tiempo para que sea eficaz.
- El proceso depende mucho de un facilitador capacitado y experimentado.

• El equipo debe tener todos los conocimientos y experiencia de mantenimiento necesarios para que las decisiones sean válidas. • Puede haber una tendencia a tomar atajos con el proceso, con impacto en la validez de las decisiones que se toman. Los índices de riesgo proporcionan una medida del riesgo que se deriva utilizando un enfoque de puntuación y escalas ordinales. Los factores que se cree que influyen en la magnitud del riesgo se identifican, califican y combinan mediante una ecuación que intenta representar la relación entre ellos. En las formulaciones más simples, los factores que aumentan el nivel de riesgo se multiplican y se dividen por los que disminuyen el nivel de riesgo. Siempre que sea posible, las escalas y la forma en que se combinan se basan en pruebas y datos.

Es importante que los puntajes de cada parte del sistema sean internamente consistentes y mantengan sus relaciones correctas.

Las fórmulas matemáticas no se pueden aplicar a escalas ordinales. Por lo tanto, una vez que se ha desarrollado el sistema de puntuación, el modelo debe validarse aplicándolo a un sistema que se entienda bien.

El desarrollo de un índice es un enfoque iterativo y se deben probar varios sistemas diferentes para combinar las puntuaciones para validar el método.

B.8.6.2 Uso

Los índices de riesgo son esencialmente un enfoque cualitativo o semicuantitativo para clasificar y comparar riesgos. Pueden utilizarse para riesgos internos o externos de alcance limitado o extendido. A menudo son específicos para un tipo particular de riesgo y se utilizan para comparar diferentes situaciones en las que se produce ese riesgo. Si bien se usan números, esto es simplemente para permitir la manipulación. En los casos en que el modelo o sistema subyacente no se conoce bien o no se puede representar, por lo general es mejor utilizar un enfoque más abiertamente cualitativo que no implique un nivel de precisión que sea imposible utilizando escalas ordinales.

B.8.6.3 Entradas

Las entradas se derivan del análisis del sistema. Esto requiere una buena comprensión de todas las fuentes de riesgo y cómo pueden surgir las consecuencias.

Se pueden utilizar herramientas como FTA (B.5.7), ETA (B.5.6) y MCA (B.9.5), así como datos históricos para respaldar el desarrollo de índices de riesgo.

Dado que la elección de la escala ordinal utilizada es, hasta cierto punto, arbitraria, se necesitan datos suficientes para validar el índice.

B.8.6.4 Salida

El resultado es una serie de números (índices compuestos) que se relacionan con un riesgo particular y que pueden compararse con índices desarrollados para otros riesgos dentro del mismo sistema.

B.8.6.5 Puntos fuertes y limitaciones

Las fortalezas de los índices de riesgo incluyen lo siguiente.

- Pueden proporcionar una herramienta sencilla y fácil de usar para clasificar diferentes riesgos.
- Permiten incorporar en una única puntuación numérica múltiples factores que afectan al nivel de riesgo.

Las limitaciones incluyen lo siguiente.

- Si el proceso (modelo) y su salida no están bien validados, los resultados pueden no tener sentido.
- El hecho de que el resultado sea un valor numérico para el riesgo se puede malinterpretar y utilizar incorrectamente, por ejemplo, en análisis posteriores de costo/beneficio.
- En muchas situaciones en las que se utilizan índices, no existe un modelo fundamental para definir si las escalas individuales de los factores de riesgo son lineales, logarítmicas o de alguna otra forma, ni un modelo para definir cómo deben combinarse los factores. En estas situaciones, la calificación es intrínsecamente poco confiable y la validación con datos reales es particularmente importante. • A menudo es difícil obtener evidencia suficiente para validar las escalas.
- El uso de valores numéricos puede implicar un nivel de precisión que no se puede justificar.

B.8.6.6

Documentos de referencia

General

Las técnicas de la Cláusula B.9 se utilizan para ayudar a los responsables de la toma de decisiones a decidir entre opciones que implican múltiples riesgos y dónde se deben realizar compensaciones. Las técnicas ayudan a proporcionar una base lógica para justificar las razones de una decisión. Dado que los métodos tienen diferentes filosofías, puede ser valioso explorar opciones usando más de un método.

El análisis del árbol de decisiones y el análisis de costo/beneficio basan las decisiones en la pérdida o ganancia financiera esperada. El análisis multicriterio permite ponderar diferentes criterios y hacer compensaciones. El análisis de escenarios (ver B.2.5) también se puede utilizar para explorar las posibles consecuencias si se siguen diferentes opciones. Este método es particularmente útil cuando existe una gran incertidumbre. Los problemas de decisión también se pueden modelar usando diagramas de influencia (B.5.3).

B.9.2

Análisis de costo/beneficio (CBA) B.9.

Descripción general

El análisis de costo/beneficio sopesa los costos totales esperados de las opciones en términos monetarios contra sus beneficios totales esperados para elegir la opción más efectiva o rentable. Puede ser cualitativo o cuantitativo, o implicar una combinación de elementos cuantitativos y cualitativos, y puede aplicarse a cualquier nivel de una organización.

Se identifican los stakeholders que podrían experimentar costos o recibir beneficios (tangibles o intangibles) junto con los beneficios y costos directos e indirectos para cada uno.

NOTA Los costos directos son aquellos que están directamente asociados con la acción. Los costos indirectos son aquellos costos de oportunidad adicionales, como la pérdida de utilidad, la distracción del tiempo de gestión o la desviación de capital de otras inversiones potenciales.

En el CBA cuantitativo, se asigna un valor monetario a todos los costos y beneficios tangibles e intangibles. A menudo sucede que se incurre en el costo durante un corto período de tiempo (por ejemplo, un año) y los beneficios fluyen durante un largo período. Entonces es necesario descontar los costos y beneficios para convertirlos en "dinero de hoy" para que se pueda hacer una comparación válida entre costos y beneficios. El valor presente de todos los costos (PVC) y el valor presente de los beneficios (PVB) para todas las partes interesadas se pueden combinar para producir un valor presente neto (VAN): $VPN = PVB - PVC$.

Un VPN positivo implica que la acción podría ser una opción adecuada. La opción con el VAN más alto no es necesariamente la opción de mejor valor. La relación más alta entre el VAN y el valor presente de los costos es un indicador útil de la opción de mejor valor. La selección basada en CBA debe combinarse con la elección estratégica entre opciones satisfactorias que individualmente podrían ofrecer el tratamiento de menor costo, el mayor beneficio asequible o el mejor valor (retorno de la inversión más rentable). Tal elección estratégica puede ser necesaria tanto a nivel político como operativo.

La incertidumbre en los costos y beneficios se puede tener en cuenta calculando el promedio ponderado de probabilidad de los beneficios netos (el valor actual neto esperado o ENPV). En este cálculo, se supone que el usuario es indiferente entre un pago pequeño con una alta probabilidad de ocurrencia y un pago grande con una baja probabilidad de ocurrencia, siempre que ambos tengan el mismo valor esperado. Los cálculos de VPN también se pueden combinar con árboles de decisión (B.9.3) para modelar la incertidumbre en decisiones futuras y sus resultados. En algunas situaciones, es posible retrasar algunos de los costos hasta que se disponga de mejor información sobre costos y beneficios. La posibilidad de hacerlo tiene un valor que se puede estimar mediante el análisis de opciones reales.

En el CBA cualitativo no se intenta encontrar un valor monetario para los costos y beneficios intangibles y, en lugar de proporcionar una cifra única que resuma los costos y beneficios, las relaciones y compensaciones entre diferentes costos y beneficios se consideran cualitativamente.

Una técnica relacionada es un análisis de rentabilidad. Esto supone que se desea un determinado beneficio o resultado y que existen varias formas alternativas de lograrlo. El análisis analiza únicamente los costos y busca identificar la forma más económica de lograr el beneficio.

Aunque los valores intangibles generalmente se tratan dándoles un valor monetario, también es posible aplicar un factor de ponderación a otros costos, por ejemplo, para ponderar más los beneficios de seguridad que los beneficios financieros.

Una variante del CBA -análisis de riesgo de costo/beneficio (CBRA)- pone mayor énfasis en el riesgo. Mientras que CBA usa distribuciones puntuales o binarias, con CBRA el valor del riesgo también puede considerar distribuciones de probabilidad completas para consecuencias negativas y positivas [78].

B.9.2.2 Uso

El CBA se utiliza a nivel operativo y estratégico para ayudar a decidir entre opciones. En la mayoría de las situaciones, esas opciones implicarán incertidumbre. Tanto la variabilidad en el valor actual esperado de los costos y beneficios, como la posibilidad de eventos inesperados deben tenerse en cuenta en los cálculos. Para esto se puede utilizar un análisis de sensibilidad o un análisis de Monte Carlo (B.5.10).

El CBA también se puede utilizar para tomar decisiones sobre riesgos y sus tratamientos, por ejemplo:

- como entrada en una decisión sobre si un riesgo debe ser tratado;
- decidir sobre la mejor forma de tratamiento del riesgo;
- comparar opciones de tratamiento a corto y largo plazo.

B.9.2.3 Entradas

Los insumos incluyen información sobre costos y beneficios para las partes interesadas relevantes y sobre las incertidumbres en esos costos y beneficios. Se deben considerar los costos y beneficios tangibles e intangibles. Los costos incluyen cualquier recurso que pueda gastarse, incluidos los costos directos e indirectos, los gastos generales atribuibles y los impactos negativos. Los beneficios incluyen impactos positivos y evitación de costos (que pueden resultar de los tratamientos de riesgo). Los costos irrecuperables ya gastados no son parte del análisis. Un simple análisis de hoja de cálculo o una discusión cualitativa no requiere un esfuerzo sustancial, pero la aplicación a problemas más complejos requiere mucho tiempo para recopilar los datos necesarios y estimar un valor monetario adecuado para los intangibles.

B.9.2.4 Salida

El resultado de un análisis de costo/beneficio es información sobre costos y beneficios relativos de diferentes opciones o acciones. Esto se puede expresar cuantitativamente como

un valor actual neto (VAN), una mejor relación (VAN/PVC) o como la relación entre el valor actual de los beneficios y el valor actual de los costos.

Un resultado cualitativo suele ser una tabla que compara los costos y beneficios de diferentes tipos de costos y beneficios, con atención a las compensaciones.

B.9.2.5 Fortalezas y limitaciones

Las fortalezas de CBA incluyen lo siguiente.

- CBA permite comparar costos y beneficios utilizando una sola métrica (generalmente dinero).
- Brinda transparencia a la información utilizada para fundamentar las decisiones.
- Fomenta la recopilación de información detallada sobre todos los aspectos posibles de la decisión (esto puede ser valioso para revelar la ignorancia y comunicar el conocimiento).

Las limitaciones incluyen lo siguiente.

- CBA requiere una buena comprensión de los beneficios probables, por lo que no se adapta a una situación nueva con alta incertidumbre.
- El ACB cuantitativo puede arrojar números dramáticamente diferentes, dependiendo de los supuestos y métodos utilizados para asignar valores económicos a los beneficios no económicos e intangibles.
- En algunas aplicaciones es difícil definir una tasa de descuento válida para costos y beneficios futuros. • Los beneficios que se acumulan para una gran población son difíciles de estimar, particularmente aquellos relacionados con el bien público que no se intercambia en los mercados. Sin embargo, cuando se combina con la "disposición a pagar o aceptar", es posible dar cuenta de dichos beneficios externos o sociales. • Según la tasa de descuento elegida, la práctica de descontar a valores presentes significa que los beneficios obtenidos en el futuro a largo plazo pueden tener una influencia insignificante en la decisión, lo que desalienta la inversión a largo plazo.
- CBA no trata bien con la incertidumbre en el momento en que ocurrirán los costos y beneficios o con la flexibilidad en la toma de decisiones futuras.

Descripción general

Un árbol de decisiones modela los posibles caminos que se derivan de una decisión inicial que se debe tomar (por ejemplo, si se procede con el Proyecto A o el Proyecto B). A medida que avanzan los dos proyectos hipotéticos, pueden ocurrir una variedad de eventos y será necesario tomar diferentes decisiones predecibles. Estos se representan en formato de árbol, similar a un árbol de eventos. La probabilidad de los eventos se puede estimar junto con el valor esperado o la utilidad del resultado final de cada vía.

La información relativa a la vía de mejor decisión es lógicamente aquella que produce el mejor valor esperado calculado como el producto de todas las probabilidades condicionales a lo largo de la vía y el valor del resultado.

B.9.3.2 Uso

Un árbol de decisión se puede utilizar para estructurar y resolver problemas de decisión secuencial, y es especialmente beneficioso cuando crece la complejidad del problema. Permite a una organización cuantificar los posibles resultados de las decisiones y, por lo tanto, ayuda a los responsables de la toma de decisiones a seleccionar el mejor curso de acción cuando los resultados son inciertos. La pantalla gráfica también puede ayudar a comunicar los motivos de las decisiones.

Se utiliza para evaluar una decisión propuesta, a menudo utilizando estimaciones subjetivas de probabilidades de eventos, y ayuda a los responsables de la toma de decisiones a superar los sesgos de percepción inherentes hacia el éxito o el fracaso. Se puede utilizar en temas de corto, mediano y largo plazo a nivel operativo o estratégico.

B.9.3.3 Entradas

El desarrollo de un árbol de decisiones requiere un plan de proyecto con puntos de decisión, información sobre los posibles resultados de las decisiones y sobre eventos fortuitos que podrían afectar las decisiones. Se necesita experiencia para configurar el árbol correctamente, particularmente en situaciones complejas.

Dependiendo de la construcción del árbol, se necesitan datos cuantitativos o información suficiente para justificar la opinión de expertos para las probabilidades.

B.9.3.4 Salidas

Las salidas incluyen:

- una representación gráfica del problema de decisión;
- un cálculo del valor esperado para cada camino posible;
- una lista priorizada de posibles resultados basada en el valor esperado, o el camino recomendado a seguir.

B.9.3.5 Fortalezas y limitaciones

Las fortalezas del análisis del árbol de decisión incluyen lo siguiente.

- Proporciona una representación gráfica clara de los detalles de un problema de decisión.
- El ejercicio de desarrollar el árbol puede conducir a una mejor comprensión del problema.
- Fomenta el pensamiento claro y la planificación.
- Permite calcular el mejor camino a través de una situación y el resultado esperado.

Las limitaciones incluyen lo siguiente.

- Los árboles de decisión grandes pueden volverse demasiado complejos para facilitar la comunicación.
- Puede haber una tendencia a simplificar demasiado la situación para poder representarla como un diagrama de árbol.
- Se basa en datos históricos que podrían no aplicarse a la decisión que se está modelando.
- Simplifica los resultados del problema de decisión discretizándolo, lo que elimina los valores extremos.

.1. General

La teoría de juegos es un medio para modelar las consecuencias de diferentes

decisiones posibles dado un número de posibles situaciones futuras. Las situaciones futuras pueden ser determinadas por un tomador de decisiones diferente (por ejemplo, un competidor) o por un evento externo, como el éxito o el fracaso de una tecnología o una prueba. Por ejemplo, suponga que la tarea es determinar el precio de un producto teniendo en cuenta las diferentes decisiones que podrían tomar diferentes tomadores de decisiones (llamados jugadores) en diferentes momentos. Puede calcularse el pago para cada jugador involucrado en el juego, relevante para el período de tiempo en cuestión, y puede seleccionarse la estrategia con el pago óptimo para cada jugador. La teoría de juegos también se puede utilizar para determinar el valor de la información sobre el otro jugador o los diferentes resultados posibles (por ejemplo, el éxito de una tecnología).

Hay diferentes tipos de juegos, por ejemplo, cooperativo/no cooperativo, simétrico/asimétrico, suma cero/suma distinta de cero, simultáneo/secuencial, información perfecta e información imperfecta, juegos combinatorios, resultados estocásticos.

B.9.4.1.2 Comunicación y juegos cooperativos/no cooperativos

Un factor importante es si la comunicación entre los jugadores es posible o está permitida. Un juego es cooperativo si los jugadores pueden formar compromisos vinculantes. En juegos no cooperativos, esto no es posible. Los juegos híbridos contienen elementos cooperativos y no cooperativos. Por ejemplo, en un juego cooperativo se forman coaliciones de jugadores, pero estos juegan de forma no cooperativa.

El ejemplo clásico de juegos sin comunicación entre los jugadores es el llamado "dilema del prisionero". Muestra que en algunos casos el acto de cada jugador de mejorar su propio resultado sin tener en cuenta al otro puede causar la peor situación para ambos. Este tipo de juego se ha utilizado para analizar el conflicto y la cooperación entre dos jugadores, donde la falta de comunicación puede causar una situación inestable que podría resultar en el peor resultado posible para ambos jugadores. En el juego del dilema del prisionero, se supone que dos personas cometieron un crimen juntas. Se mantienen separados y no pueden comunicarse. La policía sugiere un trato. Si cada prisionero admite su culpabilidad y testifica contra el otro, recibirá una sentencia baja, pero el otro prisionero recibirá una sentencia mayor. Un preso recibe pena máxima si no confiesa y declara y el otro sí. Por lo tanto, para mejorar su situación, ambos tienen la tentación de confesar y declarar, pero en ese caso ambos recibirán la pena máxima. Su mejor estrategia habría sido rechazar el trato y no admitir nada. En ese caso, ambos recibirían la pena mínima.

B.9.4.1.3 Juegos de suma cero/suma distinta de cero y juegos simétricos/asimétricos

En un juego de suma cero, lo que gana un jugador, lo pierde el otro. En un juego de suma distinta de cero, la suma de los resultados puede variar con las decisiones. Por ejemplo, bajar los precios puede costarle más a un jugador que a otro, pero puede aumentar el volumen de mercado para ambos.

B.9.4.1.4 Juegos simultáneos/secuenciales

En algunos juegos, el cálculo se realiza para una sola interacción entre los jugadores. Pero en los juegos secuenciales, los jugadores interactúan muchas veces y pueden cambiar su estrategia de un juego a otro.

Por ejemplo, se han realizado juegos simulados para investigar el efecto de hacer trampa en un mercado. Hay dos posibilidades para cada jugador. El proveedor puede entregar o no entregar, y el cliente puede pagar o no pagar. De los cuatro resultados posibles, el resultado normal beneficia a ambos jugadores (el proveedor entrega y el cliente paga). El resultado donde el proveedor no entrega y el cliente no paga es una oportunidad perdida. Las dos últimas posibilidades son una pérdida para el proveedor (el cliente no paga) o para el cliente (el proveedor no entrega). La simulación probó diferentes estrategias como siempre jugar honestamente, siempre hacer trampa o hacer trampa al azar. Se determinó que la estrategia óptima era jugar honesto en la primera interacción y la próxima vez hacer lo mismo que hizo el otro jugador la última vez (jugar honesto o hacer trampa).

NOTA En la vida real, es probable que el proveedor reconozca a los clientes que hacen trampa y deje de jugar con ellos.

B.9.4.2 Uso

La teoría de juegos permite evaluar el riesgo en los casos en que el resultado de una serie de decisiones depende de la acción de otro jugador (p. ej., un competidor) o de una serie de resultados posibles (p. ej., si una nueva tecnología funcionará). El siguiente ejemplo ilustra la información que se puede obtener mediante un análisis de juego. La siguiente información se puede extraer de la tabla para respaldar la decisión.

Claramente la tecnología 3 es la mejor, con un beneficio esperado de 0,57 millones de UM. Pero se debe considerar la sensibilidad a la acción del competidor. La columna de ganancias garantizadas establece cuál será la ganancia para una tecnología dada, independientemente de lo que haga el competidor. Aquí la tecnología 2 es la mejor con un beneficio garantizado de 0,50 millones de MU. Se debe considerar si vale la pena elegir la tecnología 3 para ganar solo 0,07 millones de UM, arriesgándose a perder 0,20 millones de UM.

Además, es posible calcular el arrepentimiento máximo, que es la diferencia entre el beneficio de elegir una tecnología determinada y el beneficio posible si se hubiera conocido la acción del competidor. Esto da el beneficio monetario de un mayor conocimiento de la decisión del competidor.

Esto puede lograrse mediante negociación o por otros medios legales. En este ejemplo, el valor del aumento de la información es mayor para la tecnología 3.

B.9.4.3 Entradas

Para estar completamente definido, un juego debe especificar al menos los siguientes elementos como entradas:

- los jugadores o alternativas del juego;
- la información y acciones disponibles para cada jugador en cada punto de decisión.

B.9.4.4 Salida

El resultado es el pago de cada opción en el juego, generalmente tomado para representar la utilidad de los jugadores individuales. A menudo, en situaciones de modelado, los pagos representan dinero, pero son posibles otros resultados (por ejemplo, participación de mercado o retraso de un proyecto).

B.9.4.5 Fortalezas y limitaciones

Las fortalezas de la teoría de juegos incluyen lo siguiente.

- Desarrolla un marco para analizar la toma de decisiones donde varias decisiones son posibles, pero donde el resultado depende de la decisión de otro jugador o del resultado de un evento futuro.
- Desarrolla un marco para analizar la toma de decisiones en situaciones donde se tiene en cuenta la interdependencia de las decisiones tomadas por diferentes organizaciones.
- Brinda información sobre varios conceptos menos conocidos, que surgen en situaciones de conflicto de intereses; por ejemplo, describe y explica los fenómenos de negociación y formación de coaliciones.

- Al menos en los juegos de suma cero en dos organizaciones, la teoría de juegos describe una técnica cuantitativa científica que los jugadores pueden utilizar para llegar a una estrategia óptima.

Las limitaciones incluyen lo siguiente.

- Se supone que los jugadores conocen sus propios pagos y que las acciones y pagos de los demás pueden no ser prácticos.

- Las técnicas de resolución de juegos que involucran estrategias mixtas (particularmente en el caso de una gran matriz de pagos) son muy complicadas.

- No todos los problemas competitivos pueden analizarse con la ayuda de la teoría de juegos. MCA utiliza una variedad de criterios para evaluar y comparar de manera transparente el rendimiento general de un conjunto de opciones. En general, el objetivo es producir un orden de preferencia para un conjunto de opciones. El análisis implica el desarrollo de una matriz de opciones y criterios que se clasifican y agregan para proporcionar una puntuación general para cada opción. Estas técnicas también se conocen como toma de decisiones multiatributo (o atributo múltiple) o multiobjetivo. Existen muchas variantes de esta técnica, con muchas aplicaciones de software que las respaldan.

En general, un individuo o un grupo de interesados bien informados emprende el siguiente proceso.

- Definir el(los) objetivo(s); determinar los atributos (criterios o medidas de desempeño funcional) que se relacionan con cada objetivo.

- Estructurar los atributos en una jerarquía de requisitos necesarios y deseables.

- Determinar la importancia de cada criterio y asignar pesos a cada uno.

- Obtener el consenso de las partes interesadas sobre la jerarquía ponderada.

- Evaluar las alternativas con respecto a los criterios (esto se puede representar como una matriz de puntajes).

- Combinar varias puntuaciones de un solo atributo en una puntuación global ponderada de varios atributos.

- Evaluar los resultados de cada opción.

- Evaluar la solidez de la clasificación de opciones realizando una revisión de sensibilidad para explorar el impacto de cambiar las ponderaciones de la jerarquía de atributos.

Existen diferentes métodos mediante los cuales se puede obtener la ponderación de cada criterio y diferentes formas de agregar las puntuaciones de los criterios para cada opción en una sola puntuación de atributos múltiples. Por ejemplo, las puntuaciones se pueden agregar como una suma ponderada o un producto ponderado o mediante el proceso de jerarquía analítica (una técnica de obtención de pesos y puntuaciones basada en comparaciones por pares). Todos estos métodos asumen que la preferencia por cualquier criterio no depende de los valores de los otros criterios. Cuando esta suposición no es válida, se utilizan diferentes modelos.

Dado que los puntajes son subjetivos, el análisis de sensibilidad es útil para examinar la medida en que los pesos y puntajes influyen en las preferencias generales entre las opciones.

B.9.5.2 Uso

MCA se puede utilizar para:

- comparar múltiples opciones para un análisis de primer paso para determinar las opciones preferidas e inapropiadas;
- comparar opciones cuando existen criterios múltiples ya veces contradictorios;

- llegar a un consenso sobre una decisión en la que diferentes partes interesadas tienen objetivos o valores en conflicto.

B.9.5.3 Entradas

Las entradas son un conjunto de opciones para análisis y criterios, basados en objetivos, que se pueden utilizar para evaluar el desempeño de las opciones.

B.9.5.4 Salidas

Los resultados se pueden presentar como:

- presentación por orden de clasificación de las opciones de la mejor a la menos preferida;

- una matriz donde los ejes de la matriz son el peso de los criterios y la puntuación de los criterios para cada opción.

La presentación de los resultados en una matriz permite eliminar las opciones que no

cumplen con los criterios altamente ponderados o que no cumplen con un criterio necesario.

B.9.5.5 Fortalezas y limitaciones

Las fortalezas de MCA incluyen que puede:

- proporcionar una estructura simple para la toma de decisiones eficiente y la presentación de suposiciones y conclusiones;
- hacer más manejables los problemas de decisión complejos, que no son susceptibles de análisis de costo/beneficio;
- ayudar a considerar los problemas de forma racional en los que es necesario hacer concesiones;
- ayudar a lograr un acuerdo cuando las partes interesadas tienen diferentes objetivos y, por lo tanto, diferentes valores y criterios.

Las limitaciones incluyen lo siguiente.

- El MCA puede verse afectado por sesgos y mala selección de los criterios de decisión.
- Los algoritmos de agregación que calculan los pesos de los criterios a partir de las preferencias declaradas o agregan puntos de vista diferentes pueden oscurecer la verdadera base de la decisión.
- Un enfoque común para reportar y registrar información sobre riesgos es ingresar la información básica para cada riesgo en un registro de riesgos, como una hoja de cálculo o una base de datos (ver B.10.2). Algunos riesgos pueden requerir una descripción más compleja que la que se puede acomodar en un registro tradicional de riesgos. Por ejemplo, es posible que una descripción deba incluir múltiples fuentes de riesgo que conduzcan a un solo evento, múltiples resultados posibles de un solo evento o fuente, efectos colaterales y posibles fallas de control. El diagrama de pajarita es un ejemplo de una herramienta que se puede utilizar para organizar y comunicar este tipo de información (ver B.4.2.)

La información sobre la magnitud de un riesgo también se puede informar de varias maneras diferentes. El método más común utiliza la matriz de consecuencia/probabilidad (ver B.10.3). Además de la probabilidad, la consecuencia y el nivel de riesgo, indicado por la posición en la matriz, se puede proporcionar información adicional como la naturaleza de los controles, la medida en que se han implementado los tratamientos, etc. a través del tamaño de los puntos marcados. el riesgo o su color.

La matriz de consecuencia/probabilidad requiere que un riesgo pueda ser representado por un único par de consecuencia/probabilidad. Los riesgos, cuando este no es el caso, a veces pueden representarse mediante una función de distribución de probabilidad o una función de distribución acumulativa (ver B.10.4).

B.10.2 Registros de riesgos

B.10.2.1 Resumen

Un registro de riesgos reúne información sobre los riesgos para informar a quienes están expuestos a los riesgos y a quienes tienen la responsabilidad de su gestión. Puede ser en formato papel o base de datos y generalmente incluye:

- una breve descripción del riesgo (por ejemplo, un nombre, las consecuencias y la secuencia de eventos que conducen a las consecuencias, etc.);
- una declaración sobre la probabilidad de que ocurran las consecuencias;
- fuentes o causas del riesgo;
- qué se está haciendo actualmente para controlar el riesgo.

Los riesgos se pueden clasificar en diferentes categorías para ayudar a informar (B.2.2).

Los riesgos generalmente se enumeran individualmente como eventos separados, pero las interdependencias deben señalarse.

Al registrar información sobre riesgos, debe ser explícita la distinción entre riesgos (los efectos potenciales de lo que podría suceder) y fuentes de riesgo (cómo o por qué podría suceder) y controles que podrían fallar. También puede ser útil para indicar las primeras señales de advertencia de que un evento podría estar a punto de ocurrir.

Muchos registros de riesgos también incluyen alguna calificación de la importancia de un riesgo, una indicación de si un riesgo se considera aceptable o tolerable, o si se necesita un tratamiento adicional y las razones de esta decisión. Cuando se aplica una calificación de importancia a un riesgo basada en las consecuencias y su probabilidad, esto debe tener en cuenta la posibilidad de que los controles fallen. No se debe asignar un nivel de riesgo por la falla de un control como si fuera un riesgo independiente.

Los riesgos cuyas consecuencias son positivas pueden registrarse en el mismo documento que aquellos cuyas consecuencias son negativas o por separado. Las oportunidades (que son circunstancias o ideas que podrían explotarse en lugar de eventos fortuitos) generalmente se registran por separado y se analizan de manera que se tengan en cuenta los costos, los beneficios y cualquier posible consecuencia negativa. Esto a veces se puede denominar registro de valor y oportunidades.

B.10.2.2 Uso

Un registro de riesgos se utiliza para registrar y rastrear información sobre riesgos individuales y cómo se controlan. Puede usarse para comunicar información sobre riesgos a las partes interesadas y resaltar riesgos particularmente importantes. Se puede utilizar a nivel corporativo, departamental, operativo y de proyecto, donde hay una gran cantidad de riesgos, controles y tratamientos que deben rastrearse. La información de un registro de riesgos se puede consolidar para proporcionar información a la alta dirección.

Un registro de riesgos se puede utilizar como base para el seguimiento de la implementación de los tratamientos propuestos, por lo que puede contener información sobre los tratamientos y cómo se implementarán, o hacer referencia a otros documentos o bases de datos con esta información. (Dicha información puede incluir propietarios de riesgos, acciones, propietarios de acciones, resúmenes de casos comerciales de acciones, presupuestos y cronogramas, etc.). En algunas situaciones, se puede exigir una forma de registro de riesgos.

B.10.2.3 Entradas

Las entradas a un registro de riesgos son generalmente las salidas de las técnicas de evaluación de riesgos como las descritas en las Cláusulas B.1 a B.4, complementadas con registros de fallas.

B.10.2.4 Salidas

Las salidas son registros de información e informes sobre riesgos.

B.10.2.5 Fortalezas y limitaciones

Las fortalezas de los registros de riesgo incluyen lo siguiente.

- La información sobre los riesgos se reúne en un formato en el que se pueden identificar y rastrear las acciones requeridas.

- La información sobre diferentes riesgos se presenta en un formato comparable, que puede usarse para indicar prioridades y es relativamente fácil de interrogar.

- La construcción de un registro de riesgos suele involucrar a muchas personas y genera una conciencia general sobre la necesidad de gestionar el riesgo.

Las limitaciones incluyen lo siguiente.

- Los riesgos capturados en los registros de riesgos generalmente se basan en eventos, lo que puede dificultar la caracterización precisa de algunas formas de riesgo (ver 4.

2).

- La aparente facilidad de uso puede generar una confianza inapropiada en la información porque puede ser difícil describir los riesgos de manera consistente y las fuentes de riesgo, los riesgos y las debilidades en los controles de riesgo a menudo se confunden.
- Hay muchas maneras diferentes de describir un riesgo y cualquier prioridad asignada dependerá de la forma en que se describa el riesgo y el nivel de desagregación del problema.
- Se requiere un esfuerzo considerable para mantener un registro de riesgos actualizado (por ejemplo, todos los tratamientos propuestos deben enumerarse como controles actuales una vez que se implementan, deben agregarse continuamente nuevos riesgos y eliminarse los que ya no existen).
- Los riesgos suelen capturarse en los registros de riesgos de forma individual. Esto puede dificultar la consolidación de la información para desarrollar un programa de tratamiento general.

B.10.2.6 Documentos de referencia

No existen documentos de referencia para esta técnica.

B.10.3 Matriz de consecuencias/probabilidades (matriz de riesgos o mapa de calor)

B.10.3.1 Resumen

La matriz de consecuencia/probabilidad (también conocida como matriz de riesgo o

mapa de calor) es una forma de mostrar los riesgos de acuerdo con su consecuencia y probabilidad y de combinar estas características para mostrar una calificación de la importancia del riesgo.

Se definen escalas personalizadas para consecuencia y probabilidad para los ejes de la matriz. Las escalas pueden tener cualquier número de puntos -las escalas de tres, cuatro o cinco puntos son las más comunes- y pueden ser cualitativas, semicuantitativas o cuantitativas. Si se usan descripciones numéricas para definir los pasos de las escalas, deben ser consistentes con los datos disponibles y se deben dar las unidades. Generalmente, para ser consistente con los datos, cada punto de escala en las dos escalas deberá ser un orden de magnitud mayor que el anterior.

La escala de consecuencias (o escalas) puede representar consecuencias positivas o negativas. Las escalas deben estar directamente conectadas con los objetivos de la organización y deben extenderse desde la máxima consecuencia creíble hasta la menor consecuencia de interés. En la Figura B.15 se muestra un ejemplo parcial de consecuencias adversas. Se pueden usar categorías de consecuencias adicionales o menos y las escalas pueden tener menos o más de cinco puntos, según el contexto. La columna de clasificación de consecuencias puede ser palabras, números o letras.

La escala de probabilidad debe abarcar el rango relevante para los datos de los riesgos a calificar. En la Figura B.16 se muestra un ejemplo parcial de una escala de probabilidad. La escala de calificación de probabilidad puede tener más o menos de cinco puntos y las calificaciones se pueden dar como palabras, números o letras.

Clasificación

descriptor

La escala de probabilidad debe adaptarse a la situación y es posible que deba cubrir un rango diferente de consecuencias positivas o negativas. Si se considera que la consecuencia más alta es tolerable con una probabilidad baja, entonces el paso más bajo en la escala de probabilidad debería representar una probabilidad aceptable para la consecuencia definida más alta (de lo contrario, todas las actividades con la consecuencia más alta se definen como intolerables y no pueden hacerse tolerables). . Al decidir la probabilidad tolerable de un único riesgo de consecuencias altas, debe tenerse en cuenta el hecho de que múltiples riesgos pueden conducir a la misma consecuencia.

Se dibuja una matriz con consecuencia en un eje y verosimilitud en el otro

correspondiente a las escalas definidas. Se puede vincular una calificación de prioridad a cada celda. En el ejemplo proporcionado, hay cinco clasificaciones de prioridad, indicadas aquí con números romanos. Por lo general, las casillas están coloreadas para indicar la magnitud del riesgo. Las reglas de decisión (como el nivel de atención de la gerencia o la urgencia de la respuesta) se pueden vincular a las celdas de la matriz. Estos dependerán de las definiciones utilizadas para las escalas y la actitud de la organización ante el riesgo. El diseño debe permitir que la prioridad de un riesgo se base en la medida en que el riesgo conduce a resultados que están fuera de los umbrales de desempeño definidos por la organización para sus objetivos.

La matriz se puede configurar para dar mayor peso a las consecuencias (como se muestra en la Figura B.17) o a la probabilidad, o puede ser simétrica, según la aplicación. Para calificar un riesgo, el usuario primero encuentra el descriptor de la consecuencia que mejor se ajusta a la situación y luego define la probabilidad con la que se cree que ocurrirá la consecuencia. Se coloca un punto en el cuadro que combina estos valores, y el nivel de riesgo y la regla de decisión asociada se leen de la matriz.

Los riesgos con consecuencias potencialmente altas suelen ser de gran preocupación para los responsables de la toma de decisiones, incluso cuando la probabilidad es muy baja, pero un riesgo frecuente pero de bajo impacto puede tener grandes consecuencias acumulativas o a largo plazo. Puede ser necesario analizar ambos tipos de riesgos ya que los tratamientos de riesgo relevantes pueden ser muy diferentes.

Cuando es posible un rango de diferentes valores de consecuencia de un evento, la probabilidad de cualquier consecuencia en particular diferirá de la probabilidad del evento que produce esa consecuencia. Generalmente se utiliza la probabilidad de la consecuencia especificada. La forma en que se interpreta y utiliza la probabilidad debe ser coherente en todos los riesgos que se comparan.

La matriz se puede utilizar para comparar riesgos con diferentes tipos de consecuencias potenciales y tiene aplicación en cualquier nivel de una organización. Se utiliza comúnmente como una herramienta de detección cuando se han identificado muchos riesgos, por ejemplo, para definir qué riesgos deben remitirse a un nivel superior de gestión. También se puede utilizar para ayudar a determinar si un riesgo dado es ampliamente aceptable o no aceptable según la zona en la que se encuentra en la matriz. Se puede utilizar en situaciones en las que no hay datos suficientes para un análisis detallado o la situación no justifica el tiempo y el esfuerzo para un análisis más detallado o cuantitativo. Se puede usar una forma de matriz de consecuencia/probabilidad para el análisis de criticidad en FMECA (B.2.3) o para establecer prioridades siguiendo HAZOP (B.2.4) o SWIFT (B.2.6).

B.10.3.3 Entradas

Es necesario desarrollar una matriz de consecuencias/probabilidades que se adapte al contexto. Esto requiere que algunos datos estén disponibles para establecer escalas realistas. Los borradores de matrices deben probarse para garantizar que las acciones sugeridas por la matriz coincidan con la actitud de la organización hacia el riesgo y que los usuarios comprendan correctamente la aplicación de las escalas.

El uso de la matriz necesita personas (idealmente un equipo) con una comprensión de los riesgos que se califican y los datos disponibles para ayudar en los juicios de las consecuencias y su probabilidad.

B.10.3.4 Salida

El resultado es una pantalla que ilustra la probabilidad de consecuencia relativa y el nivel de riesgo para diferentes riesgos y una clasificación de importancia para cada riesgo.

B.10.3.5 Fortalezas y limitaciones

Las fortalezas incluyen lo siguiente.

- Es relativamente fácil de usar.
- Proporciona una clasificación rápida de los riesgos en diferentes niveles de importancia.
- Proporciona una visualización visual clara de la importancia relevante del riesgo por consecuencia, probabilidad o nivel de riesgo. • Puede utilizarse para comparar riesgos con diferentes tipos de consecuencias.

Las limitaciones incluyen lo siguiente.

- Requiere buena experiencia para diseñar una matriz válida.
- Puede ser difícil definir escalas comunes que se apliquen a una variedad de circunstancias relevantes para una organización. • Es difícil definir las escalas sin ambigüedades para que los usuarios puedan sopesar las consecuencias y las probabilidades de manera consistente. • La validez de las calificaciones de riesgo depende de qué tan bien se desarrollaron y calibraron las escalas.

- Requiere un solo valor indicativo para definir la consecuencia, mientras que en muchas situaciones es posible un rango de valores de consecuencia y la clasificación del riesgo depende de cuál se elija.
- Una matriz correctamente calibrada implicará niveles de probabilidad muy bajos para muchos riesgos individuales que son difíciles de conceptualizar.
- Su uso es muy subjetivo y diferentes personas suelen asignar calificaciones muy diferentes a un mismo riesgo. Esto lo deja abierto a la manipulación.
- Los riesgos no se pueden agregar directamente (p. ej., no se puede definir si un número particular de riesgos bajos, o un riesgo bajo identificado un número particular de veces, es equivalente a un riesgo medio).
- Es difícil combinar o comparar el nivel de riesgo para diferentes categorías de consecuencias.
- Una clasificación válida requiere una formulación consistente de riesgos (lo cual es difícil de lograr).
- Cada calificación dependerá de la forma en que se describa un riesgo y el nivel de detalle dado (es decir, cuanto más detallada sea la identificación, mayor será el número de escenarios registrados, cada uno con una probabilidad menor). La forma en que se agrupan los escenarios para describir el riesgo debe ser coherente y estar definida antes de la clasificación.

.1. Información general

Cuando un riesgo puede tener un rango de valores de consecuencia, se pueden mostrar como una distribución de probabilidad de consecuencias (PDF). Véase, por ejemplo, la curva sólida de la figura B.18. Los datos también se pueden trazar como una distribución acumulativa (CDF), a veces denominada curva S (línea discontinua en la Figura F.18). El PDF puede ser paramétrico o no paramétrico.

La probabilidad de que una consecuencia exceda un valor particular se puede leer directamente en la curva S. Por ejemplo, la figura B.18 indica que hay un 90 % de probabilidad de que las consecuencias no excedan el valor de consecuencia C.

Figura B.18 -Función de distribución de probabilidad y función de

distribución acumulativa

En algunos casos, la forma de la distribución se conoce sobre bases teóricas. En otros, la forma de la distribución se puede obtener a partir de datos o es el resultado de un modelo.

También es posible utilizar el juicio de expertos para estimar el punto bajo del rango de consecuencias, el punto medio probable y el punto superior del rango. Luego se pueden usar varias fórmulas para determinar el valor medio de la consecuencia y la varianza, y se puede trazar una curva a partir de esta información.

B.10.4.2 Uso

Un pdf indica la probabilidad de diferentes valores de consecuencia en una forma visual que muestra el valor más probable, el grado de variabilidad y el grado en que existe la probabilidad de un evento extremo.

En algunas circunstancias, puede ser útil obtener un único valor representativo de la distribución de probabilidad, por ejemplo, para compararlo con los criterios de evaluación. A menudo, el valor esperado (equivalente a la media) se utiliza para representar la mejor estimación de la magnitud de las consecuencias. (Esto es equivalente a la suma de los productos de las probabilidades y la consecuencia representada por la curva). Otras medidas incluyen la varianza de la distribución o algún rango de percentiles, como la dispersión intercuartílico (el ancho de la escala encerrado por los percentiles 25 y 75) o percentil 5 y 95 (ver por ejemplo VaR B.7.2). Sin embargo, es posible que tales medidas aún no den suficiente énfasis a la posibilidad de consecuencias extremas, que pueden ser importantes para las decisiones que se tomen. Por ejemplo, al seleccionar una inversión, se tienen en cuenta tanto el rendimiento esperado como las fluctuaciones de los rendimientos; Al planificar cómo responder a un incendio, se deben considerar los eventos extremos, así como las consecuencias esperadas.

La curva S es una herramienta útil cuando se analizan valores de consecuencia que representan un riesgo aceptable. Es un medio de presentar datos que facilita ver la probabilidad de que las consecuencias excedan un valor particular.

B.10.4.3 Entradas

Producir una curva en S requiere datos o juicios a partir de los cuales se pueda producir una distribución válida. Aunque las distribuciones se pueden producir por juicio con pocos datos, la validez de la distribución y las estadísticas obtenidas de ella serán mayores cuanto más datos estén disponibles.

B.10.4.4 Salidas

Los resultados son un diagrama que pueden usar los tomadores de decisiones al considerar la aceptabilidad de un riesgo, y varias estadísticas de la distribución que se pueden comparar con los criterios.

B.10.4.5 Fortalezas y limitaciones

Las fortalezas incluyen lo siguiente.

- La técnica representa la magnitud de un riesgo donde hay una distribución de consecuencias.
- Los expertos normalmente pueden emitir juicios sobre los valores máximos, mínimos y más probables de las consecuencias y producir una estimación razonable de la forma probable de una distribución.

Transferir esto a la forma de una distribución acumulativa hace que sea más fácil para un laico utilizar esta información. A medida que se dispone de más datos de entrada fiables, la precisión de Scurve mejora.

Las limitaciones incluyen lo siguiente.

- El método puede dar una impresión de precisión que no está justificada por el nivel de certeza de los datos a partir de los cuales se produjo la distribución.

• Para cualquier método de obtener un valor o valores de puntos para representar una distribución de consecuencias, existen suposiciones e incertidumbres subyacentes sobre:

-la forma de la distribución (por ejemplo, normal, discreta o muy asimétrica);

-la forma más apropiada de representar esa distribución como un valor en puntos;

-el valor de la estimación puntual debido a las incertidumbres inherentes a los datos de los que se deriva. • Las distribuciones y sus estadísticas basadas en la experiencia o datos pasados aún brindan poca información sobre la probabilidad de eventos futuros con consecuencias extremas pero baja probabilidad. Esta edición incluye modificaciones técnicas mayores posteriores a la relación con la edición anterior:

- les processus de planification, de mise en oeuvre, de vérification et de validation de l'utilisation des techniques sont décrits de manière plus précise;

- le nombre et la plage d'application des technologies ont été élargis;
- Los conceptos cubiertos por la norma ISO 31000 son más características que la norma actual.

Le texte de la présente Norme internationale est issu des documents suivants de l'IEC: Le présent document s'adresse éventuellement:

- à quiconque est concerné par l'appréciation ou le management du risque;
- aux personnes qui établissent les recommandations visant à établir la manière dont le risque doit être apprécié dans des contextes particuliers;
- aux personnes qui ont besoin de prendre des décisions en cas d'incertitude, notamment:
 - les personnes qui mettent en oeuvre ou procèdent à des appréciations du risque;
 - les personnes qui ont besoin de comprendre les résultats des appréciations;
 - les personnes qui doivent choisir des technologies d'appréciation pour répondre à des besoins particuliers.

Las organizaciones que son tenues de proceder à des appréciations du risque pour les besoins de la conformité gagneraient à utiliser des technologies d'appréciation du risque formelles et normalisées appropriées.

MANAGEMENT DU RISQUE - TECHNIQUES D'APPRÉCIATION DU RISQUE 1 Domaine d'application

La presente norma internacional donne des recommandations pour le choix et l'application des technologies d'appréciation du risque dans différentes situaciones. Las técnicas de ces visent à aider à la prise de decision en cas d'incertitude, à donner des informationsrelated à des risques particuliers et dans le cadre d'un processus de management du risque. Le document récapitule l'éventail des técnicas, con des références vers d'autres documentos où ces técnicas sont décrites de manière plus précise.

Referencias normativas

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout

ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datees, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datees, la dernière édition du document de référence s'applique (y comprende las enmiendas eventuales). L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- Electropedia IEC: disponible en la dirección <http://www.electropedia.org/>

- Plataforma de navegación en línea de ISO: disponible en la dirección <http://www.iso.org/obp> 3.1 Posibilidades de mejora que eligieron para producir Nota 1 del artículo: Dans la terminologie du management du risque, le terme "vraisemblance" est utilisé pour indiquer la possibilité que quelque escogió se produise, que cette possibilité soit définie, mesurée ou déterminée de façon objetiva o subjetiva, cualitativa o cuantitativa, et qu'elle soit décrite au moyen de termes généraux ou mathématiques (telles une probabilité ou une frecuencia de un período anterior).

Nota 2 al artículo: Le terme anglais "probabilidad" (vraisemblance) n'a pas d'équivalent direct dans Certaines langues et c'est souvent l'équivalent du terme "probabilidad" (probabilidad) qui est utilisé à la place. En inglés, cependant, le terme "probability" (probabilidad) est souvent limité à son interprétation mathématique. En consecuencia, dans la terminologie du management du risque, le terme «vraisemblance» est utilisé avec l'intention qu'il fasse l'objet d'une interprétation aussi large que celle dont bénéficie le terme "probability" (probabilidad) dans de nombreuses langues autres que l'anglais.

[FUENTE: ISO 31000:2018, 3.7]

opportunité combinaison de circonstances attendues comme favorables aux objectifs

Conceptos centrales 4.1 Incertidumbre

Le terme "incertidumbre" englobe de nombres conceptos sous-jacents. Les type d'incertitudes ont fait, et continuent de faire, l'objet de nombreuses tentatives de catégorisation, notamment:

- l'incertitude qui reconnaît la variabilité intrinsèque de ciertos phénomènes et qui ne peut pas être réduite par une recherche approfondie (parfois appelée incertitude aléatoire), comme un jet de dés, par exemple;
- l'incertitude qui, en règle générale, est le fruit d'un manque de connaissances et qui peut donc être réduite en collectant plus de données, en affinant des

modèles, en améliorant les technologies d'échantillonnage (parfois appelée incertitude épistémique).

Les incertitudes suivantes sont d'autres formes d'incertitude couramment admise:

- l'incertitude linguistique, qui reconnaît le caractère vague et ambigu inhérent aux langues parlées;
- La incertidumbre de decisión, que reviste una importancia especial para las estrategias de gestión del riesgo, y que identifique la incertidumbre como los sistemas de valor, el juego profesional, los valores de empresa y las normas sociales.

Ejemplos de incertidumbres:

- l'incertidumbre relative a las interpretaciones, y comprende las hipótesis cuánticas a la manière no les personnes se comportent; • la variabilité des paramètres sur lesquels doit reposer une décision;
- l'incertitude quant à la validité ou l'exactitude des modèles qui ont été établis pour faire des prévisions sur l'avenir; • les événements (y comprende los cambios de circunstancias o condiciones) no ocurre, el carácter o las consecuencias son inciertos; • l'incertitude liée aux sinistres;
- l'issue incertaine des problèmes systémiques, comme les pénuries de staff compétent, pouvant avoir des impacts considérables qui ne peuvent pas être clairement définis;
- le manque de connaissances qui apparaît lorsque l'incertitude est reconnue, mais pas totalement comprise; • l'imprévisibilité;
- l'incertitude liée aux limites de l'esprit humain, par exemple dans la compréhension de données complexes, la prévision de situaciones y de las consecuencias a largo plazo o la formulación de jugements imparcialiaux. Dans le processus ISO 31000, l'appréciation du risque implique d'identifier les risques, de les Analyser et de s'appuyer sur la compréhension acquise dans le cadre de l'analyse pour évaluer le risque en tirant des connections sur son import comparativa en fonction des objectifs et des seuils de performances de l'organisation. Ce processus contribue à la prise de décisions quant à savoir si un traitement est exigé, quant aux priorités en matière de traitement et quant aux actions destinées à traiter le risque. Dans la pratique, une approche itérative est appliquée.

Les techniques d'appréciation du risque décrites dans le présent document sont utilisées:

- lorsqu'il est exigé de mieux comprendre les risques en présence ou un risque particulier;
- dans le cadre d'un processus de management du risque donnant lieu à des actions de traitement du risque;
- • contribuyente para determinar los criterios de riesgo de una organización (límites de riesgo, goût du risque o capacidad de premio de riesgo, por ejemplo); • tenir compte du risque lors de la définition ou de la révision des priorités;
- reconnaître et comprendre le risque, y compris celui qui pourrait avoir des conséquences extrêmes; • comprendre les incertitudes essentielles pour les objectifs d'une organization et justifier ce qu'il convient de faire les concernant; • reconnaître et exploiter les opportunités avec plus de succès;
- articuler clairement les facteurs qui contribuent au risque et les raisons pour lesquelles ils sont importants; • identificador de características de riesgo, eficacia y eficiencia;
- Determinar los efectos modificadores de las características sugeridas del riesgo, y comprende todas las modificaciones de la naturaleza o la amplitud del riesgo; • communiquer à propos du risque et de ses implications;
- apprendre des réussites et des échecs pour améliorer la manière de gérer le risque;
- Demontrer que les exigences réglementaires et autres ont été respectées.

La manière d'apprécier le risque dépende de la complexité et de la nouveauté de la status, ainsi que du niveau de connaissance et de compréhension correspondal.

- Dans le cas le plus simple, si una situación ne présente rien de

Colaboración con las fiestas prenantes

Il convient d'identifier les parties prenantes et les personnes susceptibles d'être en mesure d'apporter des connaissances utiles ou des avis pertinents, et de tenir compte de leurs points de vue, qu'elles participent ou non à l'appréciation. La participación apropiada de las partes prenantes permite asegurar que las informaciones sobre las mismas reposen la apreciación del riesgo son valiosos y aplicables, et que las partes prenantes están bien comprendidas las razones que motivan las decisiones. La participación de las fiestas prenantes peut:

- Donner des informations permettant de comprendre le contexte de l'appréciation;

- recopilador de diferentes dominios de conocimiento y experiencia para una mejor identificación y comprensión de los riesgos; • proporcionar la experiencia para la utilización de las técnicas;

- Permettre de comprendre et de tenir compte des intérêts des parties prenantes;

- contribuyente en el proceso de determinación del carácter aceptable del riesgo, en particular si las partes prenantes son tocadas;

- satisfacer las exigencias de las personas a informar y consultar;

- obtenir un soutien pour les résultats obtenus et les décisions prises à la suite de l'appréciation du risque;

- identificar los manques de connaissances qu'il est nécessaire de résoudre avant et/ou pendant l'appréciation du risque.

Il convient de décider des moyens par lesquels les produits et les résultats de l'appréciation du risque doivent être communiqués de manière fiable, précise et transparente aux parties prenantes.

Les techniques permettant d'obtenir les points de vue des parties prenantes et des experts sont décrites à l'Article B.1.

Definición de objetos

Il convient de définir et, dans la mesure du possible, de documenter les objectifs du système ou processus spécifique pour lequel est effectuée l'appréciation du risque. Ceci facilitó la identificación de riesgos y la comprensión de sus implicaciones.

Dans la mesure du possible, il convient que les objectifs soient:

- spécifiques à l'objet de l'appréciation;

- mesurables de manière qualitative ou quantitative;

- réalisables dans la limite des contraintes imposées par le contexte;

- pertinents du point de vue des objectifs plus généraux ou du contexte de l'organisation;

- réalisés dans un délai défini.

Premio en compte des facteurs humains, organizationnels et sociaux

Il convient de considérer les facteurs humains, organizationnels et sociaux de manière explicite et de les prendre en compte selon le cas. Los aspectos humanos son pertinentes para la apreciación del riesgo de la manière suivante:

- como fuente de incertidumbre;
- influencias par leurs sur la manière de choisir et d'appliquer les technics;
- dans la maniere

.1 Generalidades

Il convient de revoir les critères, y compris les critères de risque, qu'il est nécessaire de prendre en compte lors de la prise de décision, avant de procéder à l'appréciation. Ces critères peuvent être qualitatifs, semi-quantitatifs ou quantitatifs. Dans Certains cas, il peut ne pas y avoir de critères explicites spécifiés, et les parties prenantes s'appuient sur leur jugement pour répondre aux résultats de l'analyse.

Les critères pertinents à revoir sont les suivants:

- la manière de décider si le risque est acceptable;
- la manière no determina la importancia relativa de los riesgos;
- la manière dont le risque est pris en considération pour choisir parmi des options lorsque chacune d'elles est associée à plusieurs risques qui peuvent avoir des séquences positives et/ou négatives; • la manière no seront prises en compte les relations entre les risques.

Critères pour décider si un risque peut être accepté

Les critères de définition de la nature et de l'étendue du risque qui peut être accepté pour atteindre des objectifs, parfois appelés "goût du risque", peuvent être définis en spécifiant unetechnic permettant de déterminer l'ampleur du risque, • la quantité et la qualité des données nécessaires;

- el método de colecta;
- le niveau de confidentialidad.

Si les données à analyser proviennent d'un échantillonnage, il convient d'établir la fiabilité statistique exigée, de manière à collecter des données suffisantes. Si aucune analyse statistique n'est nécessaire, il convient de l'indiquer.

Si des données ou résultats procédent d'appréciations précédentes sont disponibles, il convient d'établir en premier lieu si le contexte a évolué et, si c'est le cas, si les précédentes données ou précédents résultats restent pertinents.

Il convient d'évaluer la validité, la fiabilité et les limites des informations à utiliser dans l'appréciation, en tenant compte:

- de l'âge et de la pertinence des informations;
- de la source d'informations et des méthodes utilisées pour les Collector;
- des incertitudes et lacunes des informations;
- de la autoridad o de la procedencia de las informaciones, conjuntos de données, algoritmos y modelos.

Analizar des données

L'analyse des données peut fournir:

- une compréhension des conséquences antérieures et de leur vraisemblance à apprendre par l'expérience;
- les tendances générales, y compris les périodicités, qui donnent une indicación de ce qui peut influencer l'avenir; • les correlations qui peuvent donner des indicaciones sur les éventuels liens de causalité pour une validation ultérieure.

Il convient d'identifier et de comprendre les limites et les incertitudes.

Il ne peut pas être admis par hypothèse que les données passées s'appliqueront encore à

l'avenir, mais elles peuvent renseigner les décideurs sur ce qui est plus ou moins susceptible de se produire dans le futur.

Desarrollo y aplicación de modelos

General

Un modelo es una representación aproximada de la realidad. Il a pour objet de transformer ce qui peut être una situación par nature complexe en termes plus simples, qui peuvent être analysés plus aisément. Il peut être utilisé pour aider à comprendre la signification des données et simuler ce qui pourrait se produire dans la pratique dans different conditions. Un modèle peut être physique, représenté dans un logiciel ou être un ensemble de Relations Mathématiques.

En règle générale, la modelización comprende las etapas posteriores:

- descripción del problema;
- descripción de l'objectif de la génération d'un modèle et des résultats souhaités;
- desarrollo de un modelo conceptual del problema;
- generación de una representación física, lógica o matemática del modelo conceptual;
- desarrollo de métodos lógicos o de otros resultados de análisis de los comportamientos del modelo;
- tratamiento de données;
- Validación del estado del modelo por revisión de los resultados correspondientes a las situaciones continuas; • Establecimiento de conclusiones a partir del modelo sobre el problema en el mundo real.

Chacune de ces étapes peut impliquer des approximations, des hypothèses et un avis d'expert, et il convient (dans la mesure du possible) que des personnes indépendantes des développeurs les valident. Il convient de revoir les hypothèses critiques en fonction des informations available pour apprécier leur crédibilité.

Pour obtenir des résultats fiables lors de l'utilisation de modèles, il convient de valider ce

qui suit:

- le model conceptuel représente de manière adéquate la status en cours d'appréciation; • le modèle est utilisé dans les limites contextuelles pour lesquelles il a été conçu;

- les concepts théoriques qui sous-tendent le modèle et tous les calculs associés sont bien compris; • le choix des paramètres et des représentations mathématiques du concept est solide;

- la théorie mathématique qui sous-tend les calculs est bien comprenden;

- les données d'entrée sont précises et fiables ou la nature du modèle tient compte de la fiabilité des données d'entrée utilisées; • le modèle fonctionne comme prévu sans erreurs internes ni bogues;

- le modèle est estable et peu sensible aux faibles variaciones de los platos principales.

Cela peut être obtenu:

- en procedimiento para un análisis de la sensibilidad del modelo de las variaciones de los parámetros de entrada; • en soumettant le model à des essais de contrainte avec des scénarios particuliers, souvent extrêmes;

- en comparant les résultats avec des données passées (autres que celles à partir desquelles le modèle a été développé);

- en vérifiant que des résultats similaires sont obtenus lorsque le modèle est exécuté par des personnes différentes;

- en vérifiant les résultats par rapport aux performances réelles.

Il convient que le modèle, ainsi que les théories et hypothèses sur lesquelles il s'appuie, soient accompagnés d'une documentation exhaustive et suffisante pour valider le modèle.

Utilization de logiciels d'analyse

Los programas logiciels peuvent être utilisés pour représenter et organiser les données ou pour les analyser. Los programas lógicos utilizados para la modelización y el análisis ofrecen una interfaz sencilla que utiliza y no da un resultado rápido, pero las características de los programas no conducen a los resultados que no son válidos para el usuario. Des résultats non valides peuvent être obtenus à cause:

- las lagunas en los algoritmos utilizados para representar la situación;
- d'hypothèses formulées en matière de concept et d'utilisation du modèle qui sous-tend le logiciel;
- d'erreurs de saisie des données, y compris d'une mauvaise compréhension de leur signification;
- de problèmes de conversion de données lorsqu'un nouveau logiciel est utilisé;
- d'une mauvaise interprétation des résultats.

Les logiciels commerciaux sont souvent des boîtes noires (comercio secreto) et peuvent contenir toutes ces erreurs.

Il convient de soumettre à essai les nouveaux logiciels en utilisant un modèle simple avec des entrées dont la sortie est connue, avant de passer à des essais de modèles plus complexes. Il convient de conserver les détails des essais pour les utiliser dans les mises à jour des versions ultérieures ou pour les nouveaux programmes d'analyse logicielle.

Les erreurs du modèle construit peuvent être vérifiées en ajoutant ou diminuant une valeur d'entrée pour déterminer si la sortie répond comme prévu. Cela peut être appliqué à chacune des différentes entrées. Les erreurs d'entrée de données sont si faciles à identifier que faire varier les entrées de données. Cette approche donne également des informations relatives à la sensibilité du modèle aux variations des données.

Il est recommandé de bien comprendre les éléments mathématiques pertinents pour l'analyse particulière afin d'éviter les connexions erronées. Non seulement les erreurs ci-dessus sont probables, mais le choix d'un programme particulier peut également ne pas être approprié. Il est aisé de suivre un programme et de prendre pour hypothèse que la réponse est par conséquent exacte. Il convient de rassembler les preuves permettant de vérifier que les résultats sont raisonnables.

Aplicación de las técnicas de apreciación del riesgo

Vue d'ensemble

Les techniques décrites à l'Annexe A et à l'Annexe B sont utilisées pour mieux comprendre un risque comme élément d'informations nécessaire à la prise de décision en cas

d'incertitude, y compris les décisions relatives à l'éventuel traitement du risque et à la manière de l'appliquer.

Las técnicas de apreciación peuvent être utilisées pour:

- identificador de riesgo (ver 6.3.2);
- determinar las causas, las fuentes y los factores de riesgo, así como el niveau d'exposition à ce risque (ver 6.3.3);
- examinador de la eficacia global de los motores de maîtrise, y del efecto modificateur des traitements du risque suggérés (ver 6.3.4);
- comprendre les conséquences et la vraisemblance (ver 6.3.5);
- analizador de interacciones y dependencias (ver 6.3.6);
- fournir une mesure du risque (ver 6.3.7).

Les facteurs à prendre en compte lors du choix d'une method particulière pour ces activités sont décrits à l'Artículo 7. • quelle incertitude existe et quels peuvent être ses effets;

• quelles circonstances ou quels problèmes (tangibles ou intangibles) sont susceptibles de présenter des conséquences futures; • quelles source de risques sont présentes ou peuvent apparaître;

• quels moyens de maîtrise sont en place et s'ils sont efficaces;

• quels événements et conséquences peuvent se produire, et comment, quand, où et pourquoi;

• ce qu'il s'est passé et comment cela peut être raisonnablement associé au futur;

• quels aspectos humains et facteurs organizationnels pourraient s'appliquer.

Des enquêtes physiques peuvent également être utiles pour identifier les sources de risques ou les signes précurseurs d'éventuelles conséquences.

Determinación de fuentes, causas y factores de riesgo

L'identification des causas, des source et des facteurs de risque peut:

- contribuyente a estimer la evaluación de un evento o de una consecuencia;
- Aider à identifier les traitements qui vont modifier le risque;
- ayudar a determinar los indicadores de los sensores de presión y los sensores de detección;
- determinar las causas comunes que pueden ayudar a desarrollar las prioridades de tratamiento de riesgo.

Examen de l'efficacité des moyens de maîtrise existants

Le risque est affecté par l'efficacité globale des moyens de maîtrise en place. Il convient de prendre en considération les aspects suivants des moyens de maîtrise:

- le mécanisme selon lequel les moyens de maîtrise sont destinés à agir pour modifier le risque;
- si les moyens de maîtrise sont en place, en mesure de fonctionner comme prévu et permettent d'obtenir les résultats prévus;
- si la conception des moyens de maîtrise présente des faiblesses ou la manière dont les moyens de maîtrise sont appliqués;
- si les moyens de maîtrise présentent des lacunes;
- si les moyens de maîtrise fonctionnent de manière indépendante ou s'il est nécessaire qu'ils fonctionnent de manière collective pour être efficaces;
- si existe de facteurs, des conditions, des vulnérabilités ou des circonstances qui peuvent réduire ou éliminer l'efficacité des moyens de maîtrise, y compris les défaillances de cause commune; • si les moyens de maîtrise eux-mêmes génèrent des risques supplémentaires. NOTA Un risque peut avoir plusieurs moyens de maîtrise et les moyens de maîtrise peuvent affecter plusieurs risques.

Il est convenable de faire une distinction entre les moyens de maîtrise qui modifient la vraisemblance et/ou les conséquences et les moyens de maîtrise qui modifient la répartition du risque entre les parties prenantes. Par exemple, l'assurance et les autres formes de financement du risque n'ont pas d'impact direct sur la vraisemblance d'un événement ou sur ses résultats, mais peuvent rendre certaines conséquences plus tolérables pour une partie prenante particulière en réduisant leur étendue ou en lissant les flux de trésorerie.

Dans la mesure du possible, il convient de valider toutes les hypothèses formulées lors de l'analyse du risque concernant les effets et la fiabilité réels des moyens de maîtrise en mettant particulièrement l'accent sur les moyens de maîtrise individuels ou combinés qui sont admis comme ayant un effet modificateur importante. Il convient de prendre en considération les informations recueillies grâce à une vigilancia de rutina y à una revista des moyens de maîtrise.

Les technics d'analyse des moyens de maîtrise sont décrites à l'Article B.4.

6.3.5

Comprensión de las consecuencias y de la realidad

Analyse du type, de l'ampleur et de la durée des conséquences

L'analyse des conséquences peut s'étendre d'une simple description des résultats à une modelisation cuantitativa ou une analyse de vulnérabilité approfondie. Il convient de prendre en considération les effets collatéraux (effets domino ou secondaires), lorsqu'une conséquence découle d'une autre.

Le risque peut être associé à un cierta denominación de tipos de consecuencias différents, qui ont un impact sur les différents objectifs. Il convient de choisir les types de conséquences à analyser au moment de la planification de l'appréciation. Il convient de vérifier les déclarations de contexte afin de s'assurer que les conséquences à analyser corresponsal bien aux objectifs de l'appréciation et aux décisions à prendre. Cela peut être adapté au fil de l'appréciation à mesure de la disponibilité d'informations supplémentaires.

L'ampleur des conséquences peut être exprimée de manière cuantitativa sous la forme d'une valeur ponctuelle ou d'une répartition. Une répartition peut être appropriée lorsque:

- la valeur corresponsal à la conséquence est incertaine;
- les conséquences varient en fonction des circonstances;
- les paramètres ayant un impact sur les conséquences varient.

La prise en compte de l'ensemble de la répartition liée à une conséquence donne des informations exhaustives. Il est possible de résumer la répartition sous la forme d'une valeur ponctuelle, comme la valeur prévue (moyenne), la variance (variance) ou le pourcentage en

bout ou dans une autre partie relevante de la répartition (centile). Si un pourcentage est utilisé comme mesure de la vraisemblance, il convient de préciser la nature du rapport auquel le pourcentage s'applique.

EJEMPLO 1 La déclaration selon laquelle un fournisseur a 5 % de chance de ne pas assurer une livraison est vague tant en ce qui concerne la période de temps que la population. Il n'apparaît pas clairement non plus si le pourcentage concerne 5 % des projets ou 5 % des fournisseurs. Pour être plus explicite, la déclaration serait formulée de la manière suivante: "la probabilité qu'un ou que plusieurs fournisseurs n'assurent pas la livraison des marchandises ou des services exigés pendant la durée d'un projet est de 5 % des projets".

Pour réduire le plus possible les mauvaises interprétations lors de l'expression d'une vraisemblance, de l'expression d'une vraisemblance, de l'expression d'une vraisemblance, de l'expression d'une vraisemblance, de manière quantitative, il convient de préciser explicitement la période de temps et la population concernée dans le domaine d'application de l'appréciation.

EJEMPLO 2 La probabilité qu'un ou que plusieurs fournisseurs n'assurent pas la livraison des marchandises ou des services exigés par un projet dans les deux mois qui suivent est de 1 % des projets, alors que sur une période de six mois, une défaillance peut se produire dans 3 % des projets.

De nombreux partis pris peuvent avoir un impact sur les estimations de vraisemblance. De plus, l'interprétation de l'estimation de vraisemblance peut être différente selon le contexte dans lequel elle a été établie. Il convient de veiller à bien comprendre les éventuels effets des partis pris individuels (cognitifs) et culturels.

Les techniques permettant de comprendre les conséquences et la vraisemblance sont décrites à l'Article B.5. • une mesure extrême associée à la distribution des conséquences (les conséquences maximales prévues, par exemple).

Analizar las interacciones y las dependencias

Les métriques reposant sur les conséquences (la perte crédible maximale ou la perte maximale probable, par exemple) sont essentiellement utilisées lorsqu'il s'avère difficile de définir quels moyens de maîtrise sont susceptibles d'être défaillants ou lorsque les données sur lesquelles reposent les estimations de vraisemblance sont insuffisantes.

L'ampleur du risque dépend des hypothèses formulées quant à la présence et à l'efficacité des moyens de maîtrise pertinents. Les professionnels utilisent souvent des termes comme "risque inhérent" ou "risque brut" (lorsque les moyens de maîtrise qui peuvent

échouer sont censés l'avoir été) et "risque résiduel" ou "risque net" (correspondant au niveau d'un risque lorsque les moyens de maîtrise sont censés fonctionner comme prévu).

Toutefois, il est difficile de définir ces termes de manière univoque, et il est donc conseillé de toujours établir explicitement les hypothèses formulées concernant les moyens de maîtrise.

Les techniques utilisées pour produire une mesure du risque sont décrites à l'Article B.7.

Examen de análisis 6.4.1 Verificación y validación de resultados

Dans la mesure du possible, il convient de vérifier et de valider les résultats de l'analyse. La vérification implique de s'assurer que l'analyse a été correctement réalisée. Elle implique également de s'assurer que la bonne analyse a été réalisée pour atteindre les objectifs exigés. Dans certaines situations, la verificación y la validación pueden impliquer des processus d'examen indépendants.

La validación peut consistente à:

- Verifier la pertinence du domaine d'application de l'analyse pour les objectifs indiqués;
- revoir toutes les hypothèses critiques pour s'assurer de leur crédibilité à la lumière des informations disponible;
- Verifier que les méthodes, modèles et données appropriés ont été utilisés;
- utiliser plusieurs méthodes, approximations et analysis de sensibilité pour soumettre à essai et valider les connections.

La vérification peut consister à:

- verificador de la validez de las manipulaciones y cálculos matemáticos;
- Verifier que les résultats ne sont pas sensibles à la manière dont les données ou les résultats sont affichés ou présentés;
- comparer les résultats avec ceux de l'expérience passée si des données existent ou en comparent les résultats après leur survenue;
- Establezca si los resultados son muy sensibles a la forma de mostrar o presentar los resultados o los resultados, y el identificador de los parámetros de entrada puede tener un impacto importante en los resultados de la apreciación; • comparar les résultats avec ceux d'une expérience passée ou acquise, y compris l'obtention de commentaires explicites au fil du temps.

Análisis de incertidumbre y sensibilidad

Il conveniente que cette analice du risque permette de comprendre les incertitudes dans l'analyse et d'apprécier ce qu'elles impliquent en matière de fiabilité des résultats. Il convient de toujours communiquer les incertitudes et leurs implications aux décideurs. L'incertitude des résultats d'analyse peut provenir:

- d'une variabilité du système à l'étude;
- de données issues d'une source non fiable ou de données incohérentes ou insuffisantes (el tipo de données collectées ou les méthodes de collecte peuvent avoir change, por ejemplo);
- d'une ambiguïté (manière dont les descripteurs qualitatifs sont établis ou compris, par exemple); • de la méthode d'analyse qui ne représente pas convenablement la complexité du système;
- d'une gran dependencia de personas a l'égard des avis ou jugements d'experts;
- de données pertinentes qui peuvent ne pas exister ou d'une organization qui n'a pas collecté les données nécessaires;
- de données passées qui peuvent ne pas être une base fiable sur laquelle prédire l'avenir, un elemento dans le contexte ou les circonstances ayant change; Il convient d'identifier les paramètres essentiels pour l'appréciation et qui font l'objet demodifications pour monitoring continue, de manière à pouvoir mettre à jour l'appréciation du risque et, le cas échéant, reconsidérer les décisions.

Vigilancia y revista

La vigilancia peut permettre:

- de comparer les résultats réels à ceux prévus par l'appréciation du risque et, ainsi, améliorer les appréciations futures; • de rechercher des précurseurs et des indicateurs précurseurs de conséquences potentielles qui ont été identifiées par l'appréciation; • de colector les données nécessaires à une bonne compréhension du risque;
- de rechercher de nouveaux risques et des changements imprévus qui peuvent révéler un besoin de mettre à jour l'appréciation.

Si une analyse de sensibilité indica des paramètres d'importance particulière pour le

résultat d'une analyse, il convient également d'en tenir compte pour la vigilancia.

Il convient de revoir régulièrement les appréciations pour identifier si una modificación a eu lieu, y comprende celle d'un contexte ou d'une hypothèse, et si de nouvelles informations ou méthodes sont disponibles.

Application des résultats à l'appui des décisions

Vue d'ensemble

Les résultats de l'analyse du risque fournissent des éléments d'informations nécessaires pour les décisions à prendre et les actions exécutées.

NOTA Une compréhension du risque peut fournir des éléments d'informations nécessaires aux actions, même lorsqu'aucun processus décisionnel explicite n'est appliqué.

Lors de l'établissement du contexte de l'appréciation, il convient d'avoir défini les facteurs à prendre en considération lors de la prise de décision ainsi que tous les critères spécifiques (ver 6.1.6).

Dos tipos de decisiones pueden être distingués:

- Decisiones relativas a la importancia del riesgo y la necesidad y la necesidad de tratar el riesgo;

- las decisiones implican la comparación de opciones lorsque chacune fait l'objet d'incertitudes (laquelle des opportunités saisir, par exemple). • les autres mesures associées au risque, comme les conséquences maximales ou prévues ou l'efficacité des moyens de maîtrise; • las características cualitativas de los eventos o las consecuencias posibles;

Decisiones familiares à l'importance du risque

- les points de vue et perceptions des parties prenantes;

- le coût et la possibilité d'exécution d'autres traitements comparés aux améliorations obtenues;

- les interacciones entre les risques, y comprende les effets des traitements sur d'autres risques.

Lorsque les risques ont été évalués et les traitements choisis, le processus d'appréciation du risque peut être répété pour vérifier que les traitements suggérés n'ont pas généré d'autres risques néfastes et que le risque résiduel au terme du traitement se trouve dans les limites du goût du risque de l'organisation.

Las técnicas de evaluación de la importancia de un riesgo están sujetas al artículo B.8.

Décisions impliquant de choisir parmi des options

En principe, le choix parmi des options implique de peser les éventuels avantages et inconvénients de chacune d'elles, en tenant compte des incertitudes, notamment:

- des incertitudes associées aux éventuels résultats des options et aux estimations des coûts et des bénéfices; • des éventuels événements et développements qui peuvent avoir un impact sur les résultats;
- des valeurs que les différentes parties prenantes placent sur les coûts et les avantages;
- de l'incertitude autour des jugements formulés à partir des résultats de l'analyse du risque, y compris l'évaluation du maintien ou non à terme des objectifs et des critères.

Ce type de décision s'appuie souvent sur le jugement d'experts fondé sur la compréhension acquise dans le cadre d'une analyse des options concernées et de la prise en compte du risque associé à chacune d'elles:

- des compromis qu'il peut être nécessaire de consentir entre les objectifs contradictoires;
- du goût du risque de l'organisation;
- les différentes attitudes et croyances des parties prenantes.

Les techniques pouvant être utilisées pour comparer les options qui impliquent des incertitudes sont décrites à l'Article B.9.

Enregistrement et consignation du processus d'appréciation du risque et de ses résultats

Il convient de documenter les résultats de l'appréciation du risque, les méthodologies utilisées et la justification des hypothèses retenues ainsi que toute recommandation, et de

prendre une décision en ce qui concerne les informations à communiquer et les personnes à qui les communiquer. Il convient de définir la manière dont les enregistrements doivent être révisés et mis à jour.

Les registraments ont pour objet de:

- communiquer des informations related au risque aux décideurs et autres party prenantes, notamment les organismes de réglementation; • fournir un enregistrement et une justification del premio de decisión;
- conserver les résultats de l'appréciation pour un use et une référence ultérieurs;
- suivre les performances et les tendances;
- s'assurer que les risques sont bien compris et gérés de manière appropriée;
- Permettre une vérification de l'appréciation;
- Fournir un journal d'audit.

Il convient par conséquent de fournir tous les documents ou enregistrements au moment opportun et sous une forme qui peut être componen par ceux qui les lisent. Il convient également que les documents apportent l'expertisetechical nécessaire pour la validation et qu'ils incluent des details suffisants pour conserver l'appréciation pour un use ultérieur. Il convient que les informations fournies soient suffisantes pour permettre, d'une part, le suivi des processus et, d'autre part, la revue et la validation des résultats. Il convient d'énoncer clairement les hypothèses formulées, les limites des données ou méthodes, ainsi que les raisons qui justifient les recommandations.

Il convient d'exprimer les risques en des termes compréhensibles, et que les unités dans lesquelles sont exprimées les mesures quantitativas soient claires et correctes.

Il convient que les personnes qui présentent les résultats caractérisent leur confiance ou celle de leur équipe en la précision et l'exhaustivité des résultats. Il convient de communiquer les incertitudes de manière adéquate de sorte que le rapport n'implique pas un niveau de certitude au-delà de la réalité. • l'objectif de l'appréciation;

- les besoins des parties prenantes;

- toutes exigences légales, réglementaires et contractuelles;
- el medio ambiente y el escenario de explotación;
- l'importance de la décision (les conséquences si une mauvaise décision est prise, par exemple);
- tous les critères de décision définis et leur forme;
- le temps disponible avant de devoir prendre une décision;
- les informations available ou qui peuvent être obtenues;
- la complejidad de la situación;

• La experiencia disponible o que pueda obtenerse. Les mêmes technics décrites dans le present document peuvent être appliquées lors des étapes du processus de management du risque de l'ISO 31000 en complemento du cadre de leur utilization dans l'appréciation du risque. L'application des technologies du processus de management du risque est représentée à la Figure A.1. Le Tableau A.3 representante leur application spécifique au cadre de l'appréciation.

L'Annexe B contiene un aperçu général de chaquetechical, de son utilisation, de ses entrées et sorties, de ses force et limited et, selon le cas, une référence indiquant où des détaillmentaires supplémentaires peuvent être obtenus. Elle classe les technologies en fonction de leur application principale dans l'appréciation du risque, à savoir:

- obtener los puntos de vista de las partes prenantes y expertos (artículo B.1);
- identificador de riesgo (artículo B.2);
- determinar las fuentes, las causas y las causas de riesgo (artículo B.3);
- Analyzer les moyens de maîtrise existants (Artículo B.4);
- comprendre les conséquences et la vraisemblance (artículo B.5);
- analizador de las dependencias y las interacciones (artículo B.6);
- fournir des mesures du risque (artículo B.7);

- évaluer l'importance d'un risque (artículo B.8);
- faire un choix parmi des options (artículo B.9);
- registrador y consignador (artículo B.10).

Au sein de chaque groupe, les technics sont classées par ordre alphabétique, sans tenir compte de leur important.

A.3 Utilización de técnicas en el curso del proceso ISO 31000

Le Tableau A.3 indique que la técnica de chaque de medida es aplicable a los diferentes estadios de apreciación • organizador del equipo;

- obtenir y distribuir las informaciones y données utiles préalablement à la réunion/séance de travail collaboratif; • préparer el cuadro y las modalidades de la reunión/séance de travail collaboratif;
- stimuler la créativité afin d'améliorer la compréhension et de générer des idées;
- Garantir l'exactitude et la neutralité des résultats.

.1 Vue d'ensemble

El "lluvia de ideas" es un proceso utilizado para estimular y animar a un grupo de personas para desarrollar ideas y familiares a uno o más sujetos de quelque naturaleza que ce soit. El término "lluvia de ideas" es lo que se utiliza tres veces el significado para el tipo de discusión en grupo, pero la eficacia de la "lluvia de ideas" exige un esfuerzo délibéré afin que les pensées des autres personnes du groupe soient utilisées pour stimuler la créativité de chaque participante. Toute analice ou critique des idées est formulée en dehors du "brainstorming".

Esta técnica donne des résultats optimaux en présence d'un animateur expert pouvant stimuler les participantes sans brider la pensée. L'animateur anima a le groupe à traidor de todos los dominios interesados y asegura que les idées issues de ce processus sont conservées afin d'être analysées par la suite.

Le "lluvia de ideas" peut être structuré ou non structuré. Lorsque le "brainstorming" est structuré, l'animateur scinde l'objet de la Discussion en plusieurs parties et use des questionnes préparées pour susciter des idées sur un nouveau sujet lorsqu'un thème est

épuisé. Le "brainstorming" non structuré est souvent moins formel. Dans les deux cas, l'animateur avance une série d'éléments de réflexion et tous les participants sont invités à émettre des idées. Le rythme de la séance est soutenu afin de permettre l'émergence de pensées latérales. L'animateur peut orienter différemment la Discussion ou utiliser un autre outil de pensée créative lorsqu'une piste de réflexion est épuisée ou que la Discussion s'écarte trop du sujet. L'objectif est de rassembler autant d'idées diversifiées que possible en vue d'une analyse ultérieure.

Il a été prouvé qu'en pratique, un groupe génère moins d'idées que ses membres lorsqu'ils travaillent individuellement. Par exemple,

- au sein d'un groupe, les idées ont tendance à converger plutôt qu'à se diversifier;
- le délai d'attente de prise de la parole a tendance à bloquer les idées;
- les individus ont tendance à fournir un effort mental moins important lorsqu'ils sont en groupe.

Ces tendances peuvent être réduites en:

- donnant aux individus concernés l'occasion de travailler seul une partie du temps;
- diversificando los equipos y modificando la composición de las células-ci;
- utilizando otras técnicas, dice que la técnica de los grupos nominales (B.1.4) o la "tormenta de ideas" electrónica. Celles-ci fomenta la participación individuelle et peuvent être utilisées de manière anonyme, ce qui permet d'éviter les questions d'ordre personnel, politique et culturel.

B.1.2.2 Utilización

La "tormenta de ideas" puede aplicarse a la importancia del nivel de una organización para identificar las incertidumbres, los modos de respuesta o de fracaso, las causas, las consecuencias, los criterios de decisión o las opciones de tratamiento. Una utilización cuantitativa del "lluvia de ideas" es posible, más única en su forma estructurada a fin de garantizar el premio en compte et la gestion des partis pris, notamment lorsque toutes les parties prenantes sont impliquées.

Esta técnica que estimula la creatividad est donc très utile lors de la création de concept, produits et processus novateurs.

B.1.2.3 Entradas

La "tormenta de ideas" puede servir para que el objetivo de la feria emerja los puntos de vista de los participantes, los puntos de interés necesarios o la información externa que les otros métodos. Les participantes à l'exercice ont besoin de disposer de l'expertise et de l'expérience nécessaires et d'être en mesure d'émettre divers points de vue relatifs au problème étudié. Pour que le "brainstorming" soit productif, un animateur qualifié est nécessaire.

B.1.2.4 Resultados

Le résultat du "brainstorming" es una lista de todas las ideas générées au cours de la séance et des pensées formulées lors de leur présentation.

B.1.2.5 Ventajas y límites

Les avantages du "brainstorming" incluyen ce qui suit.

-

B.1.3.4 Resultados

Consensus sur les questionnes à l'étude.

B.1.3.5 Ventajas y límites

Les avantages incluyen ce qui suit.

- Compte tenu de leur caractère anonyme, les avis impopulaires sont plus susceptibles d'être exprimés et les partis pris liés à la hiérarchie s'en trouvent amoindris.

- Tous les points de vue sont pondérés de manière égale (il s'agit d'éviter tous les problèmes liés aux personnalités dominatrices).
- Esta técnica permite obtener la propiedad de los resultados.

- Il n'est pas nécessaire que les personnes soient rassemblées en même temps au même endroit.
- Les participantes ont le temps de suffisamment réfléchir à leurs réponses aux questionnes.

- Le processus a tendance à faire que les experts consacrent pleinement leur attention à la tâche qui leur incombe.

Les limites incluent ce qui suit.

- Cela demande beaucoup de travail et de temps.
- Il est nécessaire que les participantes soient capables de s'exprimer correctement par écrit.

B.1.3.6 Documento de referencia

.1 Vue d'ensemble

Comme le "lluvia de ideas", la técnica des groupes nominaux a pour objectif de collecter des idées. Les points de vue sont recueillis individuellement, sans interaction entre les membres du groupe, puis ils font l'objet d'une analyse au niveau du groupe.

Le processus est le suivant.

- L'animateur soumet à chaque membre du groupe les questions auxquelles ce dernier devra répondre.

- Chaque participante écrit sa réponse seule et en silence.

- Chaque membre du groupe présente ses idées, mais la discussion n'est pas engagée à ce stade. Si la dynamique du groupe est telle que certaines voix ont plus de poids que d'autres, certaines idées peuvent être communiquées à l'animateur de manière anonyme. Les participantes peuvent alors demander à obtenir des informations complémentaires. • Les idées font alors l'objet d'une discussion au sein du groupe, qui en établit la liste d'un commun accord. • Les membres du groupe votent secrètement pour une idée ou une autre et une décision de groupe est prise en fonction de ces votes.

B.1.4.2 Utilización

La técnica de los grupos nominales no se utiliza en el lugar de la "lluvia de ideas". Elle est également utile pour affecter des priorités aux idées au sein d'un groupe.

B.1.4.3 Entradas

Les idées et l'expérience des participantes.

B.1.4.4 Resultados

Idées, solutions ou décisions, selon les besoins définis.

B.1.4.5 Ventajas y límites

Les avantages de la technic des groupes nominaux incluent ce qui suit.

- Elle permet d'obtenir une vision plus équilibrée que le "brainstorming" lorsque ciertos miembros de un groupe ont plus de facilité à s'exprimer à l'oral que d'autres.
- Elle a tendance à générer une meilleure Participation si une partie ou l'ensemble des membres du groupe sont nouveaux dans l'équipe, si la question suscite la controverse ou s'il existe un déséquilibre des rapports de force ou un conflit au sein de l'équipe.
- Il a été prouvé qu'elle permet de générer davantage d'idées que le "brainstorming".
- Elle réduit la pression à se conformer au groupe.
- Elle peut créer un consenso à une relativement brève échéance.

Les limites incluyen ce qui suit.

- La fecundación croisée des idées peut être limitée.
- Les entretiens de ce type sont utiles s'il est difficile de réunir tous les participantes simultanément dans un même lieu, ou si una discusión libre en groupe n'est pas appropriée compte tenu de la status ou des personnes impliquées. Un entretien peut également permettre de collecter des informations plus précises qu'une enquête ou un atelier. Les entretiens peuvent être utilisés à tous les niveaux d'une organization.

B.1.5.3 Entradas

Une bonne compréhension des informations nécessaires et une série de questiones préparées ayant déjà été posées à un groupe pilote sont les éléments préalables à tout

entretien.

Il est nécessaire que les personnes chargées de concevoir l'entretien et celles qui plantent les questions aient les Qualifications nécessaires pour obtenir des réponses valides non biaisées par les partis pris des personnes posant les questions.

B.1.5.4 Resultados

El término "résultat" cubre las informaciones detalladas exigidas.

B.1.5.5 Ventajas y límites

Les avantages des entretiens structurés incluent ce qui suit.

- Ils permettent aux personnes interrogées de prendre le temps de réfléchir à une question.

- La comunicación en tête à tête peut permettre d'étudier les questions de manière plus approfondie qu'une approche en groupe.
- Les entretiens structurés permettent d'impliquer un plus grand nombre de parties prenantes qu'un groupe en face à face.

Les limites incluent ce qui suit.

- La conception, la réalisation y el análisis des entretiens demandent beaucoup de temps.

- Leur conception et leur réalisation exige une certaine expérience si les réponses ne doivent pas être biaisées par la personne qui plante les questions.

- Les partis pris dans les réponses sont tolérés, ils ne sont ni modérés, ni supprimés de la Discussion de groupe.

- Les entretiens ne stimulent pas l'imagination (alors que tel est le cas avec les méthodes de groupe).

-

B.1.6.4 Resultados

Le résultat est une analyse des points de vue d'une série d'individus, souvent présentée sous forme graphique.

B.1.6.5 Ventajas y límites

Les avantages des enquêtes incluent ce qui suit.

- Elles peuvent impliquer un plus grand nombre de participantes que les entretiens, ce qui permet de générer des informations plus intéressantes au sein d'un groupe.
- Les enquêtes ont un coût relativement faible, notamment en cas d'utilisation d'un logiciel en ligne capable d'effectuer une analyse.
- Elles peuvent générer des informations statistiquement valides.
- Les résultats sont faciles à exprimer sous forme de tableaux et à comprendre: une sortie graphique est généralement possible.
- Des rapports relatifs aux enquêtes peuvent assez facilement être mis à la disposition des autres utilisateurs.

Les limites incluent ce qui suit.

- des technologies stimulant la créativité en matière de possibilités futures, telles que l'analyse de scénario (B.2.5);
- des listes de contrôle ou des taxonomies basées sur d'anciennes données ou des modèles théoriques (B.2.2).

Les techniques décrites à l'article B.2 sont des exemples d'approches structurées permettant d'identifier les risques. Les techniques structurées sont généralement plus complètes que les techniques non structurées ou semi-structurées. Elles permettent de procéder plus facilement aux contrôles préalables lors de l'identification des risques. L'utilisation de plusieurs technologies, y compris à la fois des méthodes descendantes et ascendantes, favorise une identification complète des risques. Des approches qui remettent en cause les résultats de l'identification des risques, dite que la constitution d'une "équipe rouge", peuvent également être utilisées pour vérifier qu'aucun risque pertinent n'a été négligé.

NOTA Une équipe rouge (red teaming) est une pratique qui consiste à visualiser un problème du point de vue d'un adversaire ou d'un concurrent. [13].

Les techniques décrites peuvent impliquer plusieurs parties prenantes et experts. Les méthodes qui peuvent être utilisées pour faire émerger des points de vue, au niveau des individus ou d'un groupe, sont décrites à l'Artículo B.1.

B.2.2 Listas de control, clasificaciones y taxonomías B.2.2.1 Vue d'ensemble

Les listes de contrôle sont utilisées de différentes manières lors de l'appréciation du risque: elles participent par exemple à la compréhension du contexte, à l'identification des risques et à leur regroupement à différentes fins lors de l'analyse. Elles sont également utiles au management du risque, par exemple pour classer les moyens de maîtrise et les traitements, définir les responsabilités ou signaler les risques et en faire part aux personnes concernées.

Une liste de contrôle peut être basée sur l'expérience ou sur les échecs et réussites antérieurs, mais, de manière plus formelle, les typologies des risques et les taxonomies peuvent être développées pour catégoriser ou classer les risques en fonction d'attributs communs. Dans leurs formes pures, les typologies sont des systèmes de Classification Conceptuellement Dérivée Descendante, alors que les taxonomies sont des systèmes de Classification Dérivée de Manière Empirique ou théorique Ascendante. Les formes hybrides font généralement appel à ces deux formes pures.

Les taxonomies des risques sont généralement destinées à être mutuellement Exclusives et Collective Exhaustives (pour éviter les chevauchements et les écarts, por ejemplo). Les Classifications des risques peuvent servir à isoler une catégorie spécifique de risques afin de l'examiner plus en détail.

Les typologies et les taxonomies peuvent être hiérarchiques et comporter plusieurs niveaux de Classification. Il convient que toutes les taxonomies soient hiérarchiques et qu'il soit possible de les subdiviser en niveaux de résolution de plus en plus précis. Cela permettra de disposer d'un nombre gérable de catégories, tout en bénéficiant d'une précision suffisante.

B.2.2.2 Utilización

Les listes de contrôle, les Classifications et les taxonomies peuvent être conçues pour être appliquées au niveau stratégique ou opérationnel. Elles peuvent se matérialiser sous forme de questionnaires, entretiens, ateliers structurés ou combinaisons de ces trois éléments dans le cadre de débats en face à face ou à l'aide d'outils informatisés.

Voici quelques exemples de listes de contrôle, Classifications ou taxonomies

fréquemment utilisées au niveau stratégique:

- AFOM (atouts, faiblesses, opportunités et menaces) identifie les facteurs, dans les contextes interne et externe, qui permettent de définir des objectifs et les stratégies destinées à les mettre en oeuvre en tenant compte des risques.
- PESTLE, STEEP, STEEPLD, etc. son los acrónimos que representan los tipos de factores à prendre en compte lors de l'établissement du contexte ou de l'identification des risques [14]. Les lettres qui les composent représentent les mots Politique, Economique, Sociologique, Technologie, Ecologique, Légal, Ethique et Démographique. Es posible elegir las categorías pertinentes para una situación concreta y trabajar con listas de control para diferentes ejemplos en esta categoría.

- Premio en compte des objectifs stratégiques, des facteurs de réussite essentiels à la réalisation des objectifs, des menaces pesant sur les facteurs de réussite et de risque. Des traitements du risque et des indicateurs d'alerte précoces relatifs aux facteurs de risque peuvent être développés à partir de ce risque.

Au niveau opérationnel, les listes de contrôle répertorient les dangers permettent d'identifier les dangers dans le cadre de l'analyse HAZID (identificación de los peligros) et de l'analyse préliminaire du danger (APD) [15]. Ces appréciations du risque de sécurité préliminaires sont généralement effectuées au début de la Phase de Conception d'un projet.

Il est possible de classer les risques selon les catégories générales suivantes:

- por source de risque: prix du marché, défaut de la contrepartie, fraude, dangers liés à la sécurité, etc.;
- en función de las consecuencias, de los aspectos o de la importancia de los objetivos o de las actuaciones.

Il peut être utile de définir au préalable des risques afin de ne négliger aucun type of problème potentiel. Toutefois, il est difficile de garantir que ces catégories couvriront tous les risques possibles. En efecto, lorsque les risques sont subdivisés en catégories prédéfinies, la réflexion s'y limite et ciertos aspectos importantes risquent d'être ignorés. [dieciséis].

En general, plus la liste de contrôle est spécifique, plus son utilisation dans le contexte particulier dans lequel elle a été élaborée est limitée. Las preguntas formuladas de manière générale sont souvent plus efficaces pour stimuler la créativité lors de l'identification des risques.

B.2.2.3 Entradas

Données ou modèles à partir desquels des listes de contrôle, taxonomías ou

clasificaciones valides vont être élaborées.

B.2.2.4 Resultados

Les résultats prennent les formes suivantes:

- listas de control, preguntas o categorías y sistemas de clasificación;
- compréhension du risque consécutive à l'utilisation des éléments ci-dessus, y compris (dans Certains cas) de listes et de regroupements de risques.

B.2.2.5 Ventajas y límites

Les avantages des listes de contrôle, taxonomías y tipografías incluyen ce qui suit.

- Elles permettent à toutes les parties prenantes de comprendre les risques de la même manière.
- Si elles sont bien conçues, elles introduisent une vaste expertise dans un système facile à utiliser pour les profanes.
- Une fois élaborées, elles exigent peu d'expertise.

Les limites incluyen ce qui suit.

- La utilización del tiempo está limitada en las situaciones nuevas para lesquelles aun históricamente útiles que no existen o en situaciones diferentes de las celdas para lesquelles elles en été élaborées.
- Elles traitent de points déjà connus ou imaginés.
- Elles sont souvent génériques et peuvent ne pas s'appliquer aux circonstances particulières considérées.
- Leur éventuelle complexité peut gêner l'identification des Relations (interconexiones y otros reagrupamientos posibles, por ejemplo). Lorsque la méthode AMDE est utilisée, une équipe subdivise du matériel, un système, un processus ou un mode opératoire en plusieurs éléments. Pour chaque élément, les possibilités de défaillance, ainsi que les cause et les effets des éventuelles défaillances, sont pris en compte. L'AMDE peut être suivie d'une analyse de criticité qui définit l'importance de chaque mode de défaillance (AMDEC).

Pour chaque élément, les informations suivantes sont enregistrées:

- una función;
- la défaillance pouvant survenir (modo de défaillance);
- les mécanismes susceptibles d'entraîner ces modes de défaillance;
- la nature des conséquences d'une éventuelle défaillance;
- la naturaleza anódica o peligrosa de la falla;
- le moment où la défaillance peut être détectée et la manière dont elle est détectée;
- les dispositions intrinsèques prévues pour compenser la défaillance.

Pour l'analyse AMDEC, l'équipe chargée de l'étude classe chacun des modes de défaillance identifiés en fonction de sa criticité. Plusieurs méthodes de criticité différentes peuvent être utilisées. La matriz consecuencia/valoración cualitativa, semicuantitativa o cuantitativa (B.10.3) o la utilización de un grado de prioridad de riesgo (RPN) son los métodos más frecuentes. Una medida cuantitativa de la crítica peut également être dérivée des taux de défaillance réels y una medida cuantitativa de las consecuencias lorsque ceux-ci sont connus.

NOTA Le RPN est une méthode basée sur des indices (B.8.6) qui prend le produit des classements associés aux conséquences de la défaillance, à sa vraisemblance et à l'aptitude à détecter le problème (détection). Une priorité élevée est attribuée à une défaillance en cas de difficulté de détection.

B.2.3.2 Utilización

La méthode AMDE/AMDEC peut être appliquée lors de la conception, de la fabrication ou du fonctionnement d'un système physique afin d'apporter des améliorations pendant la phase de conception, de choisir entre plusieurs autres conceptions possibles ou de planifier un programme de maintenance .

B.2.3.4 Resultados

Les résultats de l'AMDE présentent différentes formes:

- une fiche de travail contenant les modes de défaillance, les effets, les cause et les moyens de maîtrise existants;
- une mesure de la criticité de chaque mode de défaillance (pour l'AMDEC) et la méthode utilisée pour la définir;
- toute action recommandée, par exemple concernant des analyses plus approfondies, des modifications de la conception ou l'intégration de fonctions aux plans d'essai.

L'AMDEC permet d'établir un classement qualitatif de l'importance des modes de défaillance, mais peut également fournir un résultat quantitatif si des données appropriées sur le taux de défaillance et les conséquences quantitatives sont utilisées.

B.2.3.5 Ventajas y límites

Les avantages des analyses AMDE/AMDEC incluent ce qui suit.

- Elles peuvent s'appliquer très largement aux aspects humains y techniques liés aux systèmes, au matériel, aux logiciels et aux procédures. Les limites incluent ce qui suit.
- L'AMDE peut uniquement être utilisée pour identifier les modes de défaillance unique, et non les combinaisons de modes de défaillance.
- Si les études ne sont pas convenablement contrôlées et mises au point, elles peuvent prendre du temps et être onéreuses.
- L'utilisation de l'AMDE peut se révéler difficile et fastidieuse pour les systèmes complexes à plusieurs couches. • subdivise le système, le processus ou la procédure en éléments de plus petite taille;
- convient de la conception prévue pour chaque élément et définit les paramètres pertinents (tels que le débit ou la température dans le cas d'un système physique);
- applique la succession de mots-guides à chaque paramètre de chaque élément pour anticiper les écarts possibles par rapport à la conception prévue, écarts susceptibles d'entraîner des résultats non souhaitables;

NOTA Toutes les combinaisons de mots-guides ne sont pas pertinentes.

- convient de la cause et des conséquences de chaque status et suggère la manière de les traiter;
- documente la discussion y convenga las acciones posibles para tratar los riesgos identificados.

Le Tableau B.1 donne des exemples de mots-guides couramment utilisés pour des

systemes técnicas. Des mots-guides similaires tels que "trop tôt", "trop tard", "trop beaucoup", "trop peu -pas assez", "trop long", "trop court", "mauvaise direction", "mauvais objet", "acción mauvaise" peuvent être utilisés pour identifier les modes d'erreur humaine.

Les mots-guides sont appliqués à des paramètres tels que:

- propiedades físicas de un material o de un proceso;
- condiciones físicas (temperature ou vitesse, por ejemplo);
- indicaciones temporales;
- intención específica de un componente de un sistema o de una concepción (transferencia de información, por ejemplo);
- aspectos funcionales.

Tableau B.1 -Exemple de mots-guides fondamentaux et de leurs significations génériques

B.2.4.2 Utilización

A l'origine, les études HAZOP ont été mises au point pour Analyser les systemes de processus chimiques, más elles ont été étendues à d'autres type de systemes, notamment les systemes de puissance mécaniques, électroniques et électriques, les systemes logiciels, les changements organizationnels, le comportement humain ainsi que la concepción et la révision des contrats juridiques.

Le processus HAZOP peut concerner toutes les formes d'écart par rapport à la concepción prévue, à la suite de défaillances de concepción, de composants, de modes opératoires et actions humaines planifiées. Il est le plus souvent utilisé pour améliorer une concept ou identifier les risques associés à unemodification de la concept. D'une manière générale, il est réalisé à l'étape de la concepción détaillée, lorsqu'un diagramme exhaustif du processus prévu et les informations associées sont disponibles, mais que des changes peuvent encore être apportées à la concepción. Toutefois, sa mise en oeuvre peut suivre une approach progressive. Différents mots-guides sont alors utilisés au fur et à mesure des différentes phases de la concepción. L'étude HAZOP peut également être réalisée lors du fonctionnement, mais les changes nécessaires peuvent s'avérer coûteuses à ce stade.

B.2.4.3 Entradas

Le terme "entrées" couvre les informations actuelles au système à revoir et aux spécifications de conception et de performances prévues. Pour le matériel, il peut s'agir de dessins, de fiches technologies, d'organigrammes, de diagrammes logiques et de maîtrise de processus, ainsi que de procédures de fonctionnement et de maintenance. Pour les éléments non matériels liés à l'analyse HAZOP, il peut s'agir de tout document décrivant les fonctions et éléments du système ou du mode opératoire en cours d'étude, par exemple des diagrammes organisationnels et des descriptions de poste, un projet de contrat ou un projet de mode opératoire.

Une étude HAZOP est généralement effectuée par une équipe multidisciplinaire. Il est convenable que cette équipe soit composée de concepteurs et d'opérateurs du système, ainsi que de personnes qui ne sont pas directement impliquées dans la conception ou dans le système, le processus ou le mode opératoire étudié. Il est convenable que le responsable ou l'animateur de l'étude soit formé à mener des études HAZOP et ait une certaine expérience dans ce domaine.

B.2.4.4 Resultados

Les résultats consistentes en des comptes rendus de réunion(s) HAZOP mentionnant les écarts relatifs à chaque point de revue. Il convient que les enregistrements concernant chaque écart comportent le mot-guide utilisé et les causes possibles de cet écart. Ils peuvent également indiquer les actions permettant de résoudre les problèmes identifiés et la personne responsable de les exécuter.

B.2.4.5 Ventajas y límites

Les avantages de la méthode HAZOP incluent ce qui suit.

- Elle permet d'examiner un système, un processus ou un mode opératoire de manière systématique afin d'identifier comment celui-ci peut échouer à atteindre son objectif.
- Elle permet à une équipe multidisciplinaire de procéder à un examen détaillé et approfondi.
- Elle identifie les problèmes potentiels au stade de la conception d'un processus.
- Elle génère des solutions et des traitements du risque.
- Elle est applicable à une grande variété de systèmes, processus et modes opératoires.

- Elle permet de prendre en compte de manière explicite les causes et conséquences d'une erreur humaine.
- Elle permet de consigner par écrit le processus qui peut être utilisé pour effectuer les contrôles préalables.

Les limites incluent ce qui suit.

- Elle peut prendre beaucoup de temps et donc être onéreuse.
- Elle a tendance à être répétitive et à examiner plusieurs fois les mêmes questions, ce qui peut poser des problèmes de concentration. Pour les périodes à relativement court terme, elle peut extrapoler les événements à partir de ceux qui sont survenus dans le passé. Pour les périodes à plus long terme, l'analyse de scénario peut consister à mettre au point un scénario imaginaire, mais crédible, puis à étudier la nature des risques liés à celui-ci. Le plus souvent, elle est mise en œuvre par un groupe de parties prenantes dont l'expertise et les centres d'intérêt sont différents. L'analyse de scénario permet de définir en détail le ou les scénarios à étudier et d'explorer leurs connexions et les risques associés. Les changements envisagés sont généralement les suivants:

- les changements d'ordre technologique;
- les futures décisions possibles et leurs éventuelles conséquences;
- les besoins des différentes parties prenantes et dans quelle mesure ils peuvent évoluer;
- les changements macro-environnementaux (régulation, caractéristiques sociodémographiques, etc.);
- les changements de l'environnement physique.

B.2.5.2 Utilización

L'analyse de scénario est le plus souvent utilisée pour identifier les risques et étudier leurs conséquences. Elle peut s'appliquer aux niveaux stratégique et opérationnel, à l'ensemble de l'organisation ou à une partie de celle-ci.

L'analyse de scénario à long terme permet de planifier les principales évolutions, telles que celles qui sont intervenues au cours des 50 dernières années dans les domaines de la technologie, des préférences des consommateurs, des comportements sociaux, etc. L'analyse de scénario ne peut pas prévoir la probabilité de telles évolutions, mais peut étudier leurs conséquences et aider les organisations à développer les forces et la résilience nécessaires pour s'adapter aux changements prévisibles. Elle peut être utilisée pour anticiper

l'évolution des menaces et opportunités, et peut s'appliquer à tous les types de risques.

L'analyse de scénario à court terme permet d'étudier les conséquences d'un événement initié. Des scénarios probables peuvent être extrapolés à partir de modèles ou de situations semblables survenues dans le passé. Exemples de scénarios à court terme: la planification de situations de urgence ou les interruptions de l'activité. Si elle n'est pas disponible, les opinions des experts ne sont pas utilisées, mais il est très important que l'attention soit portée sur la personne, ne pas expliquer les points de vue.

B.2.5.3 Entradas

Pour entreprendre une analyse de scénario, des données sur les tendances et évolutions actuelles et des idées de changements à mettre en place sont nécessaires. Pour les scénarios complexes ou à très long terme, des connaissances techniques sont exigées.

B.2.5.4 Resultados

Le résultat peut prendre la forme d'une "histoire" décrivant, pour chaque scénario, la transition de la situation présente vers le scénario en question. Les effets étudiés peuvent présenter des avantages et des inconvénients. Ces histoires peuvent contenir des détails plausibles apportant de la valeur aux scénarios.

D'autres résultats peuvent être: une meilleure compréhension des effets possibles des politiques ou des plans relatifs aux événements futurs envisagés, une liste des risques pouvant survenir si ces événements devaient se produire et, dans certaines applications, une liste des indicateurs avancés associés à ces risques.

B.2.5.5 Ventajas y límites

Les avantages de l'analyse de scénario incluent ce qui suit.

- Elle prend en compte un grand éventail d'événements futurs possibles. Cette méthode peut être préférable à l'approche classique qui consiste à s'appuyer sur des prévisions selon lesquelles les événements à venir s'inscriront probablement dans la liste des tendances passées. Cet élément est important lorsque les connaissances actuelles sur lesquelles reposent les prévisions sont limitées, ou lorsque les risques sont pris en compte à plus long terme.
- Elle est compatible avec une grande diversité de modes de pensée.

- Elle favorise la surveillance des indicateurs avancés de changement.

- Les décisions prises quant aux risques identifiés peuvent favoriser la résilience face à n'importe quel type de situation.

Les limites incluent ce qui suit.

- Il se peut que les scénarios utilisés ne reposent pas sur des fondements adéquats, par exemple si les données utilisées sont spéculatives. Cela pourrait conduire à des résultats irréalistes susceptibles de ne pas être interprétés comme tels.

- La méthode SWIFT est une technique de identification de riesgos generales que no se puede utilizar de forma progresiva o que permite mejorar la eficacia de los métodos ascendentes (HAZOP ou AMDE). Une séance de "brainstorming" structuré (B.1.2) est organisée dans le cadre d'un atelier formel où des mots-guides prédéfinis (durée, montant, etc.) sont combinés à des questions émanant des participantes et commençant le plus souvent par une expression du type "Que se passerait-il si?" ou "¿Comentario?". Elle est similaire à la méthode HAZOP, mais elle s'applique à un système ou à un sous-système plutôt qu'à la conception prévue.

Avant le début de l'étude, l'animateur prépare une liste de questions permettant de passer en revue l'ensemble des risques sources de risques. Au début de l'atelier, le contexte, le domaine d'application et l'objectif de l'étude SWIFT sont l'objet d'une Discussion et les critères de réussite sont présentés en détail. A l'aide des mots-guides et des questions du type "Que se passerait-il si?", l'animateur invite les participantes à se lever et à discuter de sujets tels que:

- les risques connus;
- les source et les facteurs de risque;
- les expériences, réussites et incidents antérieurs;
- les moyens de maîtrise connus et existants;
- les exigencias et contraintes réglementaires.

B.2.6.4 Resultados

Les résultats consistentes en un registre des risques dans lequel les actions ou les tâches sont classées par risque. Ce registre peut servir de point de départ à un plan de traitement.

B.2.6.5 Ventajas y límites

Les avantages del méthode SWIFT incluyen ce qui suit.

- Elle peut être largement appliquée à toutes les formes d'installation ou de système, de status ou de circonstance, d'organisation ou d'activité. • Elle demande peu de préparation par l'équipe.

- Elle est familièrement rapide et les principaux risques et source de risques apparaissent rapidement au cours de l'atelier. • L'étude est "orientée système" et permet aux participantes de voir comment le système réagit aux écarts, plutôt que de simplement examiner les conséquences de la défaillance d'un composant.

- Elle peut être utilisée pour identifier les opportunités d'amélioration des processus et des systèmes et, d'une manière générale, pour identifier les actions entraînant et added les chances de conséquences favorables.

- Elle permet d'impliquer dans l'atelier les personnes responsables des moyens de maîtrise existants et des action supplémentaires de traitement du risque, et d'accroître leurs responsabilités. • Elle permet de créer un registre des risques et un plan de traitement du risque sans gros force supplémentaire.

Les limites incluyen ce qui suit.

- Si la experiencia del equipo no es suficiente o si el sistema de preguntas no es completo, se identifican ciertos riesgos o peligros. • La aplicación de la técnica general peut ne pas révéler les causa complejos, detalles o correcciones.

- Les recommandations sot souvent génériques: el méthode risque de ne pas proposer de moyens de maîtrise solides et détaillés sans analyse plus poussée, par exemple. Plusieurs de ces technologies, décrites dans l'IEC 62740 [16], peuvent être utilisées de manière proactive pour Analyser les causes possibles des événements qui pourraient survenir ultérieurement, ainsi que ceux qui se sont déjà produits. Ces técnicas ne sont pas répétées ici.

B.3.2 Enfoque Cindynique

B.3.2.1 Vue d'ensemble

La cindynique significa literalmente la ciencia del peligro. L'approche cindynique identifie

les sources et les facteurs de risque intangibles qui pourraient donner lieu à des conséquences nombreuses et variées. En particulier, elle définit et analyse:

- les incohérences, les ambiguïtés, les omissions, les lacunes (appelées "déficits"); et
- les divergences entre les parties prenantes (appelées "disonancias").

L'approche cindynique démarre par une collecte d'informations sur le système ou l'organisation à l'étude, ainsi que sur la status cindynique définie par un espace géographique, temporel et chronologique et par un ensemble de réseaux ou de groupes de parties prenantes

Elle use ensuite des entretiens semi-structurés (ver B.1.5) pour rassembler des informations à différents moment (t_1 , t_2 , ..., t_i) concernant l'état de la connaissance et l'état d'esprit de chaque partie prenante, par rapport aux cinq critères cindyniques ci-dessous:

- les objectifs (pero principal de l'organisation);
- les valeurs (que les partys prenantes tienent en haute estime);
- les règles (droits, normes, procédures, etc. qui régissent ses acomplissements);
- les données (sur lesquelles s'appuie la prise de décision);
- les modèles (técnicas, organigramas, humanos, etc. qui utilisent les données pour les prises de décisions).

NOTA Les éléments qui caractérisent les contextes internes et externes peuvent être rassemblés selon les cinq critères cindyniques.

Cette approche tient compte des perceptions autant que des faits.

Lorsque ces informations sont obtenues, la cohérence between les objectifs à atteindre et les cinq critères cindyniques est analysée, et des tableaux sont créés pour répertorier less déficits et les disonances.

B.3.2.2 Utilización

L'objet de l'approche cindynique est de comprendre pourquoi, malgré toutes les mesures de contrôle prises pour les éviter, des sinistres continuent de se produire. L'approche a ensuite été élargie pour améliorer l'efficacité économique des organizaciones. Esta técnica

investiga las fuentes y los factores de riesgo de los sistemas que se encuentran en una organización, pero no se preocupan por las consecuencias de varias variedades. Elle s'applique à un niveau stratégique et peut être utilisée pour identifier les facteurs qui agissent de manière favorable ou défavorable pendant l'évolution du système pour atteindre de nouveaux objectifs.

Elle peut également être utilisée pour valider la cohérence de tout projet, et elle est particulièrement utile dans l'étude des systèmes complexes.

B.3.2.3 Entradas

Les informations décrites ci-dessus. L'analyse implique habituellement une équipe multidisciplinaire qui comprend des personnes ayant une réelle expérience opérationnelle, ainsi que les personnes qui déploient les moyens de traitement pour lutter contre les sources de risques identifiées.

B.3.2.4 Resultados

Les résultats sont des tableaux qui indiquent les déficits et les dissonances entre les parties prenantes (ver ejemplos concretos • Il s'agit d'une approche systémique, multidimensionnelle et multidisciplinaire.

- Elle fournit une connaissance du potentiel de risque d'un système et de sa cohérence.
- Elle Tient Compte des Aspects Humains et Organisationnels des risques à tous les niveaux de responsabilité.
- Elle intègre les notions d'espace et de temps.
- Elle produit des solutions pour réduire les risques.

Les limites incluent ce qui suit.

- Elle ne tente pas de hiérarchiser les sources de risques ni les risques.
- L'industrie vient à peine de commencer à utiliser cette approche. En conséquence, elle ne bénéficie pas de la maturité acquise par les approches classiques au cours des développements passés.
- Selon le nombre de parties prenantes impliquées, elle peut mobiliser beaucoup de

temps et de ressources. • Établir l'effet à analyser et le mettre dans une case en tête du diagramme en arêtes de poisson. L'effet peut être positif (un objectif) ou négatif (un problème).

B.3.2.6 Documentos de referencia

- S'accorder sur les principales categorías de causas. Ejemplos de categorías utilizadas:

- 6 M, par exemple méthodes, machines, milieu, matières, main d'oeuvre, moyens;

- matières, méthodes et processus, environnement, équipement, personnes, mesures;

NOTA Todos los conjuntos de categorías convenus en fonction des circonstances analysées peuvent être utilisés. La Figura B.1 representa une autre possibilité.

- Demandante "pourquoi?" et "comment cela pourrait-il se produire?" de manière répétitive pour explorer les cause et les facteurs influents dans chaque catégorie, et les ajouter aux arêtes du poisson. • Revoir tous les noeuds pour vérifier la cohérence et l'exhaustivité et s'assurer que les cause s'appliquent au principal effet.

- Identifier les facteurs les plus importants en fonction de l'avis de l'équipe et des preuves disponibles.

Figura B.1 -Exemple de diagramme d'Ishikawa (en arêtes de poisson)

Le diagramme est souvent établi selon un scénario d'atelier.

B.3.3.2 Utilización

L'analyse d'Ishikawa peut être utilisée pour l'analyse de cause initiale d'événements qui ont eu lieu ou pour identifier les facteurs qui pourraient contribuer à des résultats qui n'ont pas encore été obtenus. La méthode peut être utilisée pour examiner des situations à tous les niveaux d'une organization et sur toutes les échelles de temps.

Les diagrammes sont en général utilisés de manière cualitativa. Il est possible d'attribuer des probabilités attribuées aux causas génériques, puis aux sous-causas en fonction du grado de convicción sur leur pertinence. Toutefois, les facteurs contributifs interagissent souvent et participent aux effets de manière complexe, et il peut y avoir des cause non

identifiées, ce qui rend la quantification non valide.

B.3.3.3 Entrada

Les entrées sont l'expertise et l'expérience des participantes, así como la comprensión de la situación examinada.

B.3.3.4 Resultado

Les résultats sont les cause perçues de l'effet analysé, normalement présentées dans un diagramme en arêtes de poisson ou diagramme d'Ishikawa. Le diagramme d'Ishikawa est structuré en représentant les catégories principales par les lignes partant de la colonne vertébrale du poisson, avec des noeuds et des sous-noeuds décrivant les sous-causes plus spécifiques se trouvant dans ces categories.

B.3.3.5 Ventajas y límites

Les avantages de la technic d'Ishikawa incluyen ce qui suit.

- Elle fomente la participación y utilice los conocimientos del grupo.
- Elle fournit une approach concentrée pour le "brainstorming" ou d'autres technics d'identification semblables. • Elle peut s'appliquer à des situaciones très variées.
- Elle offre une analyse structurée de la cause, avec un résultat graphique facile à lire.
- Elle permet à chacun de signaler les problèmes dans un environnement neutre.
- Elle peut être utilisée pour identifier les facteurs contributifs à l'origine des effets souhaités et non souhaités.

NOTA Une atmosphère positive peut animator une plus gran implicación et participación.

Les limites incluyen ce qui suit.

- La clasificación de factores de causalidad en categorías principales en lugar de debutar en el análisis y, de hecho, las interacciones entre las categorías se diluyen en el tiempo necesario para obtener resultados satisfactorios.

B.4 Técnicas de análisis de moyens de maîtrise B.4.1 Generalidades

Les techniques décrites dans l'Article B.4 peuvent être utilisées pour vérifier que les moyens de maîtrise sont appropriés et adéquats. • Les barrières ou les moyens de maîtrise correspondants à chaque mécanisme sont représentés par des barres verticales qui traversent les lignes.

- À droite du noeud, des lignes sont tracées de l'événement à chaque conséquence potentielle.
- Après l'événement, les barres verticales représentant les moyens de maîtrise ou les barrières utilisés en réaction pour faire varier les conséquences.
- Les facteurs qui pourraient être à l'origine de la défaillance des moyens de maîtrise (facteurs d'intensification) sont ajoutés, ainsi que les moyens de maîtrise relatifs aux facteurs d'intensification.
- Les fonctions de gestion qui prennent en charge les moyens de maîtrise (formation et inspection par exemple) peuvent être représentées dans le diagramme "noeud papillon" et reliées au moyen de maîtrise correspondant. En certaines situations, une analyse "noeud papillon" en cascade peut être développée; les conséquences d'un événement deviennent alors les causes de l'événement suivant.

B.4.2.3 Entrada

Les entrées comprennent des informations concernant la cause et les conséquences de l'événement prédéfini, et les moyens de maîtrise pouvant les faire varier. Les informations peuvent être dérivées soit du résultat des technologies utilisées pour identifier les risques et les moyens de maîtrise, soit de l'expérience des personnes.

B.4.2.4 Resultado

Le résultat est un diagramme simple qui représente les principaux vecteurs de risque, les moyens de maîtrise en place et les facteurs qui pourraient être à l'origine de la défaillance des moyens de maîtrise. Il montre également les conséquences potentielles et les mesures qui peuvent être prises après la survenance de l'événement, afin de les faire varier.

B.4.2.5 Ventajas y límites

Les avantages de l'analyse "noeud papillon" incluent ce qui suit.

- Elle est simple à comprendre et donne une représentation graphique claire d'un événement et de ses cause et conséquences.
- Elle concentre l'attention sur les moyens de maîtrise supposés mis en place et sur leur efficacité.
- Elle peut être utilisée pour les conséquences souhaitables ou non souhaitables.
- Su utilización ne necesite pas un niveau élevé d'expertise.

Les limites incluyen ce qui suit.

• L'analyse "noeud papillon" ne peut pas représenter una situación où les vecteurs allant des cause à l'événement ne sont pas indépendants (c'est-à-dire où l'arbre de panne contiendrait des portes ET). 2) determination des étapes du processus où la vigilancia est possible et où le processus peut être maîtrisé pour limiter les menaces (points de maîtrise critiques ou PCC);

3) definición de los límites de las críticas para los parámetros de vigilancia. En d'autres termes, pour asegurar la maîtrise du risque, il convient que chaque PCC respecte a ciertos nombres de paramètres spécifiques; 4) definición de los procedimientos de vigilancia de los límites críticos de chaque PCC a intervalos determinados; 5) mise en place d'actions correctives à utiliser lorsque le processus sort des limites établies;

6) mise en place des procédures de vérification; 7) tenue des archives et procédures de documentation corresponsal à chacune des étapes.

B.4.3.2 Utilización

L'analyse HACCP est una exigencia dans la plupart des pays, en ce qui concerne les organizations officiant dans toute la chain alimentaire, de la récolte à la consommation, pour maîtriser les risques liés aux polluants physiques, chimiques ou biologiques.

Son utilizations a été étendue à la fabrication des produits pharmaceutiques et des appareils médicaux, ainsi qu'à d'autres secteurs où les risques biologiques, chimiques et physiques sont inhérents à l'organisation.

La técnica consiste en identificar las fuentes de riesgo para la calidad de la producción de un proceso, y definir los puntos del proceso o los parámetros críticos para la vigilancia y

las fuentes de riesgo para el control. Elle peut être généralisée à de nombreux autres processus, y compris par exemple aux processus financiers.

B.4.3.3 Entradas

Les entrées sont les suivantes:

- un organigrama de base o un esquema de procedimiento;
- des informations sur les sources de risques susceptibles d'avoir un impact sur la qualité, la sécurité ou la fiabilité du produit ou du résultat du processus;
- des informations sur les points du processus, où les indicateurs peuvent être surveillés et où des moyens de maîtrise peuvent être introduits.

B.4.3.4 Resultados

Les résultats comprennent des archives incluyent una ficha de análisis de peligro y un plan HACCP.

Les listes de fiches d'analyse de danger répertorient les éléments ci-dessous pour chaque étape du processus:

- los peligros susceptibles de ser producidos, d'être maîtrisés ou aggravés à cette étape;
- si los peligros representan un riesgo importante (basés sur l'étude des conséquences et de la probabilité d'occurrence et déterminés en s'appuyant sur l'expérience, les données et des documents technologies);
- les raisons du niveau d'importance attribué;
- las posibles medidas de prevención para el peligro;
- si las medidas de vigilancia o de maîtrise peuvent être appliquées à cette étape (en d'autres termes, s'il s'agit d'un PCC).

El plan HACCP determina el procedimiento adecuado para controlar una concepción, un producto, un proceso o un modo operativo específico. Le plan comprend une liste de tous les PCC, et pour chacun d'eux:

- les limites critiques corresponsal à des mesures de prévention;
- les activités de vigilancia et de maîtrise continue (notamment les éléments qui vont être surveillés et contrôlés, comment et quand ils vont l'être, et par qui);
- les action correctives si des écarts par rapport aux limites critiques sont détectés;
- les activités de vérification et de tenue des archives.

B.4.3.5 Ventajas y límites

Les avantages de l'analyse HACCP incluyen ce qui suit.

- L'analyse HACCP est un processus structuré témoignant de la réalisation du contrôle qualité, ainsi que de l'identification et de la réduction des risques.
- Elle porte sur les aspects pratiques liés à la manière dont les sources de risques peuvent être localisées dans un processus, et le risque maîtrisé.
- Elle offre un contrôle des risques tout au long d'un processus, plutôt qu'un contrôle du produit fini.
- Elle attire l'attention sur les risques liés aux actions humaines et sur la manière de les maîtriser à l'endroit même où ils peuvent se produire, ou ultérieurement.

Les limites incluyen ce qui suit.

- les fonctions de concepción;
- los dispositivos de protección física;
- les systèmes de verrouillage et d'arrêt;
- les alarmes critiques et l'intervention manuelle;
- la protección física después del evento;
- los sistemas de intervención de urgencia.

B.4.4.3 Entradas

Las entradas del método LOPA son las siguientes:

- las informaciones de base sobre las fuentes, causas y consecuencias de los acontecimientos;
- las informaciones relativas a los moyens de maîtrise en place ou aux traitements suggérés;
- la frecuencia del evento de causalidad, las probabilidades de fracaso de los niveles de protección, la medida de las consecuencias y una definición del riesgo tolerable.

B.4.4.4 Resultados

Les résultats sont des recommandations de traitements supplémentaires et des estimations du risque résiduel.

B.4.4.5 Ventajas y límites

Les avantages de la méthode LOPA incluyen ce qui suit.

- las técnicas fomentantes la pensée imaginative comme l'analyse de scénario (B.2.5).

La vraisemblance d'un événement ou d'une conséquence particulière peut être estimée par:

- l'extrapolation à partir des données de l'historique (a condición de que l'historique contienne suffisamment de données pertinentes pour que l'analyse soit valable du point de vue statistique). Cela concerne particulièrement les ocurrencias nulas, où le fait qu'un événement ou une conséquence ne se soit encore jamais produit(e) ne permet pas de retenir l'hypothèse qu'il/elle se produira pas dans un avenir proche;
- la synthèse des données relatives au taux de défaillance ou de réussite des composants du système: à l'aide de techniques comme l'analyse par arbre d'événement (B.5.6), l'analyse par arbre de panne (B.5.7)) ou l'analyse causas-consecuencias (B.

où $j = 1, 2, \dots, n$.

Cela montre qu'après la prise en compte des nouvelles données, la probabilité de l'hypothèse j [c'est-à-dire $\Pr(H_j | D)$] est obtenue en multipliant sa probabilité a priori $\Pr(H_j)$

par la fraction entre parenthèses.

Le numérateur de cette fraction est la probabilité d'obtenir ces données si la hypothèse est vraie. Le dénominateur provient d'une "loi de la probabilité totale" (probabilité d'obtenir ces données si, l'une après l'autre, chaque hypothèse se vérifiait). Le dénominateur est le facteur de normalisation.

Une probabilité bayésienne peut être mieux appréhendée si elle est considérée comme le degré de croyance d'une personne en un certain événement, par opposition à la théorie classique reposant sur la preuve physique.

B.5.2.2 Utilización

L'analyse bayésienne est un moyen de déduction qui s'appuie sur des données à la fois basées sur le jugement et empiriques. Les méthodes bayésiennes peuvent être développées pour permettre de déduire les paramètres au sein d'un modèle de risque mis au point pour un contexte particulier, par exemple, la probabilité d'un événement, l'importance d'un événement ou la durée jusqu'à un événement.

Les méthodes bayésiennes peuvent être utilisées pour fournir une estimation a priori du paramètre considéré en fonction des croyances subjectives. Une distribution de la probabilité a priori est habituellement associée aux données subjectives, car elle représente des incertitudes dans l'état des connaissances. Un a priori peut être construit à partir de données subjectives unicidad o en utilisant des données pertinentes provenant de situations semblables. Une estimation a priori peut offrir une prévision probabiliste de la vraisemblance d'un événement et cela peut être utile pour l'appréciation du risque, lorsqu'il n'existe aucune donnée empirique.

Les données observées concernant un événement peuvent être combinées avec la distribution a priori à l'aide de l'analyse bayésienne, afin de fournir une évaluation a posteriori du paramètre de risque considéré.

Le théorème de Bayes est utilisé pour intégrer de nouvelles preuves aux croyances a priori, afin de effectuer une évaluation mise à jour.

L'analyse bayésienne peut fournir des estimations ponctuelles et d'intervalles pour le paramètre considéré. Ces évaluations capturent les incertitudes associées à la fois à la variabilité et à l'état de connaissance. L'analyse bayésienne est une alternative à l'approche fréquentiste classique qui représente la variation statistique aléatoire de la variable prise en compte.

Le modèle de probabilité qui étaye une analyse bayésienne dépend de l'application. Par exemple, un modèle de probabilité de Poisson pourrait être utilisé pour les événements comme les accidents, la non-conformité ou les retards de livraison, ou un modèle de probabilité binomiale pourrait être utilisé pour les éléments exceptionnels. Il est de plus en plus courant de construire un modèle de probabilité pour représenter les liens de causalité between les variables sous la forme d'un réseau bayésien (B.5.3).

B.5.2.3 Entradas

Les entrées de l'analyse bayésienne sont les données basées sur le jugement et empiriques nécessaires pour structurer et pour quantifier le modèle de probabilité.

B.5.2.4 Resultados

Comme pour les statistiques classiques, l'analyse bayésienne fournit des évalués, soit sous forme de chiffres simples, soit sous forme d'intervalles, du paramètre considéré; elle peut s'appliquer à des résultats très divers.

B.5.2.5 Ventajas y límites

Les avantages sont les suivants.

- Les exigencias inférentielles son fáciles de entender.
- Elle offre un mécanisme permettant d'utiliser les croyances subjectives concernant un problème.
- Elle offre un mécanisme permettant de combiner les croyances a priori avec de nouvelles données.

Les limites sont les suivantes.

- Elle peut produire des distributions a posteriori qui dépendent fortement du choix de l'a priori.
- La resolución de problemas complejos peut avoir un coût élevé en matière de statistique et mobiliser de nombreuses ressources humaines. Les noeuds qui pointent vers un noeud X sont appelés ses parents, et sont désignés $pa(X)$. La relación entre las variables está cuantificada por las distribuciones condicionadas de la probabilidad (DCP) asociadas a varios números, designados $P(X|pa(X))$, o el estado de los niños depende de la combinación de valores de los niños padres. Dans la Figure B.3, les probabilités sont indiquées par des

estimations ponctuelles.

.2 Utilización

Un BN de base contient des variables qui représentent des événements incertains; il peut être utilisé pour estimer la vraisemblance ou le risque des conséquences spécifiées ou pour déduire les principaux facteurs de risque qui en sont à l'origine.

Un • si plusieurs équipes différentes s'occupent des différentes parties de l'analyse.

En práctica, ce n'est souvent pas l'événement de tête qui est défini en premier, mais les événements potentiels à l'interface entre le domaine fonctionnel et le domainetechnic. L'événement "perte d'équipage ou de véhicule" lors d'une mission spacele est pris comme exemple. Au lieu de construire un arbre de panne de grandes dimension à partir de cet événement de tête, les événements non souhaitables intermédiaires comme la défaillance de la mise à feu ou la défaillance de la poussée peuvent être définis comme événements de tête et analysés comme des défaillances distinguidos Ces événements de tête sont ensuite utilisés comme entrées dans les arbres d'événements pour Analyzer leurs conséquences opérationnelles.

Deux type d'ACC peuvent être distingués, selon la partie de l'analyse qui est la plus pertinente pour les circonstances. Lorsque les cause décrites sont exigées, mais qu'une description plus générale de la conséquence est acceptable, alors la partie arbre de panne de l'analyse est développée et l'analyse est designée par ACC-PEGP (petit arbre d'événement, grand árbol de panne). Lorsqu'une description détaillée des circonstances est exigée, mais que les cause peuvent être prises en compte moins en détail, l'analyse est désignée par ACC-GEPP (grand arbre d'événement, petit arbre de panne). La Figura B Si elle est quantifiée, l'analyse causas-consecuencias hecho una estimación de la probabilidad de las diferentes consecuencias posibles à la suite d'un événement critique.

Dans la mesure où chaque sequence dans un diagrama de causas-consecuencias es una combinación de sous-arbres de pannes, l'analyse causas-consecuencias peut être utilisée pour élaborer des arbres de pannes de grande taille.

Puisque la génération et l'utilisation des diagrammes sont complexes, esta técnica a tendance à être appliquée lorsque l'amplitude des conséquences potentielles de défaillance justifica un esfuerzo importante. L'arbre begin par l'événement iniciadour, puis des lignes sont tracées pour représenter la réussite ou la défaillance de chaque moyen de maîtrise. La probabilité de défaillance ou de réussite peut être dispatchée à chaque moyen de maîtrise, à partir du jugement de l'expert, des données ou d'analyses par arbre de panne individuelles. Les probabilités sont des probabilités conditionnelles. Por ejemplo, la probabilidad pour qu'un

élément fonctionne n'est pas la probabilité obtenue à partir des essais en conditions normales, mais la probabilité pour qu'il fonctionne dans les conditions de l'événement iniciadour.

La frecuencia de los diferentes resultados está representada por el producto de las probabilidades y las condiciones de las personas y de la probabilidad o la frecuencia del evento iniciador, está presente que los diferentes eventos son independientes. La figura B.5 prend pour hypothèse une probabilité de déclenchement de l'événement égale à 1.

.3 Entradas

Les entrées sont les suivantes:

- un evento iniciador específico;
- les informations concernant les barrières et les moyens de maîtrise et, pour l'analyse quantitatif, les probabilités de défaillance; • una comprensión de los escenarios posibles.

B.5.6.4 Resultados

Les résultats de l'analyse par arbre d'événement sont les suivants:

- descripciones cualitativas de los resultados posibles del descubrimiento de los eventos iniciados;
- estimaciones cuantitativas de factores/frecuencias o probabilidades de eventos e importancia relativa de las diferentes secuencias de fallas y eventos contributivos; • Evaluaciones cuantitativas de la eficacia de los motores de maîtrise.

B.5.6.5 Ventajas y límites

Les avantages de l'analyse par arbre d'événement incluyen ce qui suit.

- Les scénarios possibles après un événement startur sont analysés et l'influence de la réussite ou de la défaillance des moyens de maîtrise est montrée clairement dans un diagramme qui peut être quantifié, si besoin. • Elle identifie des événements finaux qui pourraient autrement rester imprévus. Les probabilités ont tendance à être plus élevées dans un arbre de réussite que dans un arbre de panne et, lors du calcul de la probabilité de l'événement de tête, il convient de tenir compte de la possibilité que les événements ne soient

pas mutuellement exclusifs .

B.5.7.3 Entradas

Les entrées pour l'analyse par arbre de panne sont les suivantes.

- Une bonne compréhension du système et des cause de la défaillance ou de la réussite est exigée, ainsi qu'une compréhension technic de la manière dont le système se comporte dans différentes circonstances. Des diagramas detallados son útiles para facilitar el análisis.
- Pour tous les événements de base, l'analyse cuantitativo d'un arbre de panne exige des données sur les taux de défaillances, la probabilité d'un état de panne ou la fréquence des pannes et, le cas échéant, les taux de réparation /remise en état, etc.

.4 Resultados

Les résultats de l'analyse par arbre de panne sont les siguientes:

- una representación gráfica del déroulement de l'événement de tête, présentant les vecteurs d'interaction, dont chacun provoque la survenue de deux événements (de base) ou plus;
- une liste des coupes minimales (vecteurs individuels vers la défaillance) avec, si les données sont disponibles, la probabilidad de survenue de chacune d'elles;
- dans le cas de l'analyse cuantitativo, la probabilidad de l'événement de tête et l'importance relativa des événements de base.

B.5.7.5 Ventajas y límites

Les avantages de l'analyse par arbre de panne incluent ce qui suit.

- Elle constitue une approach disciplinée et hautement systématique, mais également suffisamment souple pour permettre d'analyser differents facteurs, y comprende las interacciones humanas y los fenómenos físicos.
- Elle est particulièrement utile à l'analyse de systèmes disposant de nombres, interfaces e interacciones.
- Les limites incluyen ce qui suit.
- Dans Certains Cas, il peut être difficile d'établir que tous les vecteurs importants

menant vers l'événement de tête sont inclus; por ejemplo, incluir todas les source d'allumage dans l'analyse d'un incendie. Dans ces cas, il n'est pas possible de calculer la probabilité de l'événement de tête.

- Les interdépendances temporelles ne sont pas traitées.
- L'AAP traite seulement les états binaires (réussite/défaillance).
- Les erreurs humaines peuvent être intégrées dans un arbre de panne, mais la nature et l'étendue de ces défaillances peuvent être difficiles à définir.
- L'AAP analyse un seul élément de tête. Elle n'analyse pas les défaillances secondaires ou accessoires.
- Une AAP peut devenir très volumineuse pour les systèmes à grande échelle.

B.5.8.3 Entradas

Les entrées sont les suivantes:

- informations permettant de définir les tâches qu'il convient que les personnes réalisent;
- experiencia relativa a los tipos de errores o actuaciones extraordinarias que sobreviven en la práctica;
- experiencia relativa a las actuaciones humanas y los factores que influyen;
- experiencia en relación con la técnica o las técnicas utilizadas.

B.5.8.4 Resultados

Les résultats comprennent:

- una lista de errores o actuaciones extraordinarias que se produzcan y los métodos permanentes mejoren la concepción del sistema;
- les modes de performances humaines, leurs types, leurs cause et leurs conséquences;
- una apreciación cualitativa o cuantitativa del riesgo planteado frente a las diferencias de rendimiento.

B.5.8.5 Ventajas y límites

Les avantages de l'analyse de fiabilité humaine incluent ce qui suit.

- Elle propose un mécanisme formel permanente para incluir las representaciones humanas en el premio y compte des risques liés aux systèmes dans lesquels l'intervention humaine joue un rôle prépondérant.
- El premio en compte formelle des modèles et des mécanismes des performances humaines, a partir de una comprensión des mécanismes cognitifs, peut aider à identifier des moyens de modifier les risques.

Les limites incluent ce qui suit.

- Ces méthodes sont mieux adaptées aux tâches routinières effectuées dans des environnements bien maîtrisés. Elles sont moins utiles pour les tâches complexes ou lorsque les actions doivent s'appuyer sur des sources d'informations multiples et potentiellement contradictoires.

- De nombreuses activités ne disposent pas de mode réussite/échec simple. L'AFH a du mal à traduire les impacts partiels sur les performances comme la qualité des actions ou des décisions.

- La quantification dépend de la grande partie de l'opinion de un experto, pero los tres pueden verificarse si están disponibles. • la probabilidad a largo plazo de que un sistema se encuentre en un estado específico; por ejemplo, il pourrait s'agir des chances qu'une machine fonctionne comme exigé, qu'un composant soit défaillant ou qu'un niveau d'approvisionnement tombe sous un seuil critique; • le moment attendu pour la première défaillance d'un système complexe (temps de premier pass), o la durée attendue avant qu'un système retourne à un état spécifié (temps de retour).

B.5.9.5 Ventajas y límites

Les avantages de l'analyse de Markov incluent ce qui suit.

- Elle peut être utilisée pour modéliser des systèmes dynamiques à états multiples.
- Les diagrammes de Transition d'Etat Fournissent des Structures simples et faciles à communiquer.

Les limites incluent ce qui suit.

- Les hypothèses pourraient ne pas s'appliquer à tous les systèmes considérés; en particulier, les probabilités de transición o los problemas de transmisión entre los estados peuvent varier au fil du temps selon la détérioration et l'adaptation du système.

- Une modélisation fidèle peut exiger qu'un grand nombre de données soient rassemblées et validées.

B.5.10.2 Utilización

D'une manière générale, la simulation de Monte-Carlo peut s'appliquer à tous les systèmes où:

- un conjunto de entradas interrelacionadas para definir un resultado;
- la relación entre las entradas y los resultados peut s'exprimer comme un ensemble de dependances;
- las técnicas analíticas no pasan en la medida de los resultados pertinentes o existe una incertidumbre en las entradas.

La simulation de Monte-Carlo peut être utilisée dans le cadre de l'appréciation du risque avec deux finalités distinctes:

- proyección de la incertidumbre sobre modelos de análisis convencionales;
- calculs probabilistes lorsque les techniques d'analyse ne s'appliquent pas ou ne sont pas réalisables.

Les applications incluent, entre autres, la modélisation et l'appréciation de l'incertitude des prévisions financières, des résultats en matière d'investissement, des prévisions liées au coût et à la planification du projet, des interruptions du processus métier et des exigences liées au recrutement.

B.5.10.3 Entradas

Las entradas de la simulación de Montecarlo son las siguientes:

- un modelo de sistema que rastrea la relación entre diferentes entradas, y entre las entradas y los resultados;

- des informations sur les type d'entrées ou sur les source d'incertitudes qui doivent être représentées;
- la forme de résultat exigée. • En principio, la méthode peut concilier toutes les distributions dans une variable d'entrée, y comprende las données empiriques déduites des connections de systèmes connexes.
- Les modèles sont relativement simples à développer et peuvent être étendus à mesure de l'évolution des besoins.
- Toutes les influences ou Relations peuvent être représentées, y comprende les effets tels que les dependances conditionnelles.
- L'analyse de sensibilité peut être appliquée pour distinguer les influences importantes de celles qui le sont moins.
- Les modèles peuvent être aisément comprendre étant donné que la relación entre les entrées et les résultats est transparente.
- Elle fournit une mesure de l'exactitude d'un résultat.
- Des logiciels son facilement disponibles.

Les limites incluyen ce qui suit.

- L'exactitude des solutions depende del nombre de las simulaciones pouvant être réalisées.
- L'utilisation de cette technic repose sur l'aptitude à représenter les incertitudes liees aux paramètres par une distribution valide.
- Il peut être difficile de créer un modèle qui représente adéquatement la position.
- Des modèles volumineux et complexes peuvent faire concurrence au program de modelisation et rendre le début du processus difficile pour les différentes party prenantes. • Esta técnica tiene una tendencia a reducir los riesgos más posibles de tipo "conséquences élevées/faible probabilité".

B.5.11.2 Utilización

Une PIA/DPIA est utilisée pour determinar les conséquences de risques élevés sur les

processus et les ressources associées (por ejemplo, les personnes, l'équipement et les technologies de l'information), afin de limiter les effets négatifs potentiels du traitement de l'information para la vida privada de las personas.

Elle peut également être utilisée dans le cadre de l'analyse des conséquences, pour la prise en compte des conséquences du traitement de l'information d'une manière plus générale.

B.5.11.3 Entradas

Les entrées sont les suivantes:

- des informations concernant les objectifs, l'orientation stratégique, l'environnement, les actifs et les interdépendances de l'organisation;
- une appréciation des priorités d'après la précédente étude des risques de base;
- las características de las actividades y operaciones de la organización para el tratamiento del personal de información, y comprende los procesos, los recursos, las relaciones con otras organizaciones, las cadenas logísticas, las convenciones de externalización y las diferentes partes prenantes;
- La PIA/DPIA s'appuie sur les connaissances et les perceptions des participantes qui remplissent les questionnaires, ou qui assistent aux entretiens ou ateliers.
- La dynamique de groupe et la pression des délais peut avoir un impact négatif sur l'analyse exhaustive d'un processus critique.
- Le niveau de compréhension adéquat des opérations et activités de l'organisation peut être difficile à obtenir lors du traitement de données personnelles.

B.6.1.4 Resultados

Los resultados son los siguientes:

- les cartes causales qui fournissent une représentation graphique des événements liés au risque et des Relations systémiques entre ces événements;
- les résultats d'une analyse des cartes causales utilisées pour identifier les groupes d'événements émergents, les événements critiques du fait de leur position centrale, les

boucles de rétroaction, etc.; • un document qui traduit les cartes en texte, qui rapporte les résultats clés et qui explique le choix des participantes et du processus utilisé pour développer les cartes.

Il convient que les résultats fournissent des informations pertinentes pour les décisions familières au management du risque, ainsi qu'un journal d'audit du processus utilisé pour générer ces informations.

B.6.1.5 Ventajas y límites

Les avantages des cartes causales incluent ce qui suit.

- Les risques pertinents pour le problème considéré sont pris en compte selon les perspectives multiples des participantes.
- La naturaleza divergente y la apertura del proceso permiten explorar el riesgo y aumentar las posibilidades de negar los acontecimientos o las relaciones críticas.
- Le processus permet de capturer efficacement les interacciones entre les événements et de comprendre leurs Relations.
- Le processus de détermination du réseau d'événements qui forme la carte peut construire le langage et la compréhension partagés qui sont essentiels à une gestion efficace du risque.

Les limites incluent ce qui suit.

- Le processus de cartographie n'est pas facile à apprendre, car il demande non seulement un savoir-faire en matière de cartographie, mais aussi l'aptitude à diriger des groupes tout en travaillant avec l'outil de cartographie;
- la probabilité de chaque événement (indépendamment des autres) à un horizon temporel donné;
- la probabilité conditionnelle de chaque événement si chacun des autres événements se produit, c'est-à-dire que pour la paire d'événements i/j , les expert estiment $-P(i/j)$ -la probabilité de i si j se produit, $-P(i/\text{non } j)$ -la probabilité de i si j ne se produit pas.

Ces elementos sont entrés dans un ordinateur en vue de leur analyse.

Il existen plusieurs méthodes différentes de calcul des probabilités d'un événement en

tenant compte de tous les autres événements. Quelle que soit la méthode utilisée, la procédure habituelle consiste à réaliser une simulation de Monte-Carlo où le modèle informatique choisit systématiquement des ensembles d'événements cohérents et répète l'opération un Certain Name de fois. A medida que el número de las repeticiones aumenta, una nueva probabilidad a posteriori de survenue de chaque événement est générée.

Une analyse de sensibilité est réalisée en choisissant une estimation de la probabilité initiale ou une estimation de la probabilité conditionnelle pour laquelle il existe une incertitude. Ce jugement est modifié et la matrice est exécutée à nouveau.

B.6.2.2 Utilización

L'analyse d'impacts croisés est utilisée pour les études de prévision et commetechnical analytique pour prévoir comment différents facteurs influencent les décisions futures. Elle peut être combinée avec l'analyse de scénario (B.2.5) pour décider lesquels des scénarios produits sont les plus probables. Elle peut être utilisée lorsque les risques d'interaction sont multiples, par exemple, pour les projets complexes, ou pour gérer les risques pour la sécurité.

L'horizon temporel de l'analyse d'impacts croisés s'étend généralement du moyen au long terme; il peut s'étaler du présent à cinq ans ou jusqu'à 50 ans dans l'avenir. Il est convenable de mentionner l'horizon temporel de manière explicite.

La matriz de eventos y lecturas interdependientes peuvent être utiles pour les décideurs en tant que contexte général, même sans la probabilité calculée à partir de l'analyse.

B.6.2.3 Entradas

Este método exige el recurso a los expertos que conocen bien los problemas que estudian, que tienen la capacidad de imaginar los futuros desarrollos y que son capaces de estimar las probabilidades de manière réaliste.

Des logiciels de soutien sont nécessaires pour calculer les probabilités conditionnelles. Esta técnica exige un conocimiento específico de la modelización si el usuario puede ver comprendre comentar las données sont traitées par les logiciels. Le développement et l'exploitation des modèles nécessitent habituellement beaucoup de temps (plusieurs mois).

B.6.2.4 Resultado

Le résultat est une liste de tous les futurs scénarios possibles avec leur interprétation.

Chaque la explotación del modelo produit un historique synthétique de l'avenir, ou un scénario, qui comprend la survenue de ciertos événements et la non-survenue des autres. D'après le modèle d'impacts croisés appliqué, les scénarios produits visent à générer le scénario le plus probable ou un ensemble de scénarios cohérents du point de vue statistique, ou well un ou plusieurs scénarios possibles parmi l'ensemble complet.

B.6.2.5 Ventajas y límites

Les avantages de l'analyse d'impacts croisés incluent ce qui suit.

- El est familiarment simple de mettre en oeuvre un cuestionario d'impacts croisés.
- Elle attire l'attention sur les chaînes de causalité (a afecto b; b afecto c, etc.).
- Elle peut clarifier et améliorer les connaissances sur les futurs développements.
- Elle est utile pour explorer une hypothèse et pour trouver les points d'accord et de divergence.

Les limites incluyen ce qui suit.

.

B.7.1.3 Entradas

Les entrées sont les informations concernant les dangers toxicologiques, l'écosystème ciblé (y compris la santé humaine) et, dans la mesure du possible, les mécanismes impliqués. Habituellement, des mesures physiques sont exigées pour l'estimation des expositions.

B.7.1.4 Resultados

Le résultat est une estimation du risque pour la santé humaine ou écologique, exprimée de manière quantitative ou selon le mélange d'informations qualitatives et quantities fourni. Le résultat peut contenir les limites à utiliser pour définir les limites acceptables concernant le danger environnemental, comme la dose sans effet observé (ver Figura B.8).

B.7.1.5 Ventajas y límites

Les avantages de cette forme d'analyse incluent ce qui suit.

- Elle permet de bien comprendre la nature du risque et les facteurs added le risque.

- L'analyse des vecteurs est un outil très utile, adapté à tous les domaines de risque, pour identifier comment et dans quelle mesure il peut être possible d'améliorer les moyens de maîtrise ou d'en introduire de nouveaux.
- L'analyse peut servir de base à des règles simples concernant l'exposition acceptable, elegibles para una aplicación general.

Les limites incluyen ce qui suit.

- Elle exige d'obtenir les bonnes données, mais celles-ci ne sont peut-être pas immédiatement disponibles et d'importantes recherches pourraient donc être nécessaires.

- Su solicitud es necesaria un niveau élevé d'expertise.

- Un niveau élevé d'incertitude est souvent associé aux courbes dose-effet et aux modèles utilisés pour les créer.

- Lorsque la cible est écologique plutôt qu'humaine, et que le danger n'est pas chimique, les systèmes concernés pourraient être mal compris.
- pour surveiller le "potentiel de risque" d'un portefeuille d'actifs à un moment donné, ainsi que les tendances concernant le "potentiel de risque";

- pour déterminer quelle part de capital économique, prudentiel ou réglementaire il peut être nécessaire de réserver pour un portefeuille spécifié;

- pour les déclarations aux organismes de réglementation.

B.7.2.3 Entradas

Les entrées sont les facteurs de marché qui added la valeur du portefeuille, par exemple les taux de change, les taux d'intérêt et les cours des actions. Habituellement, elles sont identifiées en décomposant les instruments du portefeuille en instruments plus simples liés directement aux facteurs de risque de base du marché, puis en interprétant les instruments réels comme des portefeuilles de ces instruments simplifiés. Les bailleurs de fonds et les organismes de réglementation peuvent exiger l'adoption de méthodes spécifiques pour apprécier les variables d'entrée.

B.7.2.4 Resultado

Sur une période donnée, el VaR calcule la perte potentielle d'un portefeuille d'actifs financiers pour une probabilité spécifiée. L'analyse peut également révéler la probabilité pour un montant de perte spécifié.

B.7.2.5 Ventajas y límites

Les avantages incluyen ce qui suit.

- Cette approche est directe et acceptée (ou exigée) por los organismos de regulación financiera.
- Elle peut être utilisée pour calculer les exigences au capital économique, quotidiennement si nécessaire.

- Elle offre un moyen de fixer des limites pour un portefeuille boursier, conformément à un goût du risque convenu, et de surveiller les performances par rapport à ces limites, ce qui favorise la gouvernance.

Les limites incluyen ce qui suit.

- La VaR est es un indicador y no una estimación específica de la perte posible. La perte maximale posible para una situación donnée n'est pas clairement exprimée par un simple chiffre corresponsal à la VaR avec une vraisemblance de perte de 1 % ou 5 % déduite de l'analyse de la VaR.

- El valeur en risque conditionnelle (CVaR), également appelée "expected shortfall" (ES), est une mesure de la perte attendue d'un portefeuille financier dans la tranche de a % des scénarios les plus défavorables. Cette mesure est très semblable à la VaR, mais est plus sensible à la forme de la queue inférieure (perte) de la distribution de valeur du portefeuille. La CVaR(a) est la perte attendue selon les pertes qui ne surviennent que dans un Certain pourcentage des cas. Por ejemplo, en la Figura B.10, lorsque a vaut 5, alors la CVaR(5) est la valeur attendue des pertes représentées par la courbe, à gauche de la ligne verticale qui traverse le repère des 5 %, c'est-à-dire la moyenne de toutes les pertes supérieures à 0,28 millions.

B.7.3.2 Utilización

Les technics de calcul de la CVaR ont été appliquées à la mesure des risques de crédits, ce qui donne aux prêteurs un aperçu des versions du risque extrême dans tous les secteurs depuis le début de la crise financière.

B.7.3.4 Ventajas y límites

Les avantages incluent ce qui suit.

- La CVaR es más sensible a la forma de la cola de distribución que la VaR.
- El CVaR evita ciertos límites matemáticos inherentes al VaR.
- La CVaR est une mesure plus conservatrice que la VaR, car elle met l'accent sur les résultats à l'origine des plus grandes pertes.

Les limites incluent ce qui suit.

- La CVaR es un indicador de perte potentielle, y no una estimación de la perte maximale posible.
- Comme pour la VaR, la CVaR est sensible aux hypothèses fondamentales concernant la volatilité de la valeur des actifs.
- Figura B.12. En determinadas jurisdicciones, los niveles de riesgo cuantificados se sitúan entre las zonas "intolerable", "ALARP" y "largement acceptable".

B.8.2.2 Utilización

Les critères ALARP et SFAIRP sont utilisés pour décider si un risque nécessite d'être traité. Ils sont le plus souvent utilisés pour les risques liés à la sécurité et sont utilisés par les législateurs dans Certaines juridictions.

Le modèle ALARP peut être utilisé pour classer les risques dans l'une des trois catégories suivantes:

- une catégorie de risque intolérable où le risque ne peut pas être justifié, sauf dans des circonstances exceptionnelles;
- una categoría de aumento de riesgo aceptable o el riesgo es factible que una reducción suplementaria del riesgo no pase por alto la previsión (mais pourrait être mise en oeuvre si elle était réalisable et raisonnable);
- Une zone intermédiaire entre ces limites (la zone ALARP) o il convient de mettre en oeuvre une réduction supplémentaire du risque si cela est raisonnablement possible.

.3 Entradas

Informaciones concernientes:

- la source de risque et le risque associé;
- los criterios relativos a los límites de la zona ALARP;
- les moyens de maîtrise en place et les autres moyens de maîtrise possibles;
- les conséquences potentielles;
- la vraisemblance de ces conséquences;
- le coût des traitements possibles.

B.8.2.4 Resultado

Le résultat est une décision sur le fait qu'un traitement soit exigé et le traitement à appliquer.

B.8.2.5 Ventajas y límites

Les avantages des critères ALARP/SFAIRP incluyen ce qui suit.

• Ils fixent une norme commune de précautions, selon la jurisprudence et la législation, qui appuie le principe d'équité au sens où chaque individu a droit au même niveau de protection contre les risques, jugé par la loi, par difference à une variable jugée tolerable o acceptable organización par son. • Ils viennent à l'appui du principe d'utilité, car il convient que la réduction du risque n'exige pas davantage d'efforts que ce qui est raisonnablement possible. • Ils permettent de fixer des objectifs de manière non prescriptive.

• Ils soutiennent l'amélioration continue vers l'objectif de la réduction des risques.

• Ils offrent une méthodologie transparente et Objective pour examiner et définir les risques acceptables ou tolerables par le biais d'une concertation des parties prenantes.

Les limites incluyen ce qui suit.

• L'interprétation du critère ALARP ou SFAIRP peut être difficile, car elle exige que les

organizations comprennent le contexte législatif du raisonnement possible et qu'elles exercent leur jugement vis-à-vis de ce contexte.

- L'application du critère ALARP o SFAIRP aux nouvelles technologies peut être problématique, car les risques et les traitements possibles pourraient ne pas être connus ou bien compris.

B.8.3.2 Utilización

Les diagrammes FN sont utilisés soit en tant qu'archives des résultats des incidents ayant impliqué la perte d'une vie humaine, soit pour afficher les résultats d'une analyse quantitative du risque de perte de vie par rapport à des critères d'acceptabilité prédéfinis .

La

B.8.3.3 Entradas

Les données d'incidents ou les résultats de l'analyse quantitative du risque, qui permettent de prévoir la probabilité des décès.

B.8.3.4 Resultado

Une représentation graphique des données par rapport aux critères prédéfinis.

B.8.3.5 Ventajas y límites

Les avantages des diagrammes F-N incluent ce qui suit.

- Ils offrent un résultat facile à comprendre sur lequel les décisions peuvent s'appuyer;
- El análisis cuantitativo necesario para el desarrollo de un gráfico F/N permite comprender bien el riesgo, las causas y las consecuencias.

Les limites incluent ce qui suit.

- Les calculs permettant de produire les graphiques sont souvent complexes et comprennent de nombreuses incertitudes.

- Une analyse complète exige que tous les scénarios d'accidents majeurs possibles soient analysés. Cela demande beaucoup de temps et exige un degré élevé d'expertise.
- Les diagrammes F-N ne pouvant pas être comparés facilement entre eux afin de réaliser un classement (par exemple, pour décider quel développement représente le risque sociétal le plus élevé).
- identificar los problemas y hacer una lista;
- identificar la causa de cada problema;
- reagrupar los problemas según su causa común;
- además de las partituras para cada grupo;
- Dessiner un diagramme en colonnes qui représente les causes, en faisant apparaître en premier celles qui ont le score le plus élevé.

Le principe de Pareto s'applique au nombre de problèmes et ne tient pas compte de leur importance. C'est-à-dire que des problèmes ayant de graves conséquences peuvent ne pas être associés aux causes les plus courantes de problèmes moins graves. Pour compenser, une pondération peut être apportée en effectuant un score aux problèmes en fonction de leurs conséquences. Une analyse de Pareto est une approche ascendante et peut fournir des résultats quantitatifs. Bien que l'application de cette technique ne nécessite aucun outil sophistiqué, ni aucune formation ou compétence particulière, une certaine expérience est très utile pour éviter les limites et les erreurs courantes. Les catégories à gauche de l'endroit où le cumul des pourcentages croise le repère des 80 % sont celles qui sont traitées.

B.8.4.3 Entradas

Données à analyser, par exemple, les données liées aux réussites et aux échecs passés, ainsi qu'à leurs causes.

B.8.4.4 Resultados

Le résultat est un diagramme de Pareto qui démontre quelles catégories sont les plus significatives, de manière à pouvoir concentrer les efforts sur les zones où les améliorations seront les plus grandes. Un diagramme de Pareto peut aider à déterminer visuellement quelles catégories sont les "quelques éléments essentiels" et lesquelles sont les "nombreux éléments sans importance". Bien que l'analyse est quantitative, le résultat est une catégorisation des problèmes, des causes, etc. par ordre d'importance.

Si el estreno analiza el contenido de los nombres de los problemas más importantes o raros, el peuvent se reagrupa en la categoría "autres". Ce groupe apparaît en dernier sur le diagramme de Pareto (même s'il ne s'agit pas de la barre la plus courte). La courbe des contribuciones en pourcentage cumulé (la somme consecutiva des contribuciones de chaque catégorie sous la forma de una fracción del total) peut également y figurer.

B.8.4.5 Ventajas y límites

Les avantages de l'analyse de Pareto incluyen ce qui suit.

- L'analyse de Pareto permet d'examiner les cause communes des risques individuels, ce qui qui sirvara de base à l'elaboration d'un plan de traitement.
- Elle fournit un résultat graphique qui indique clairement où les gains peuvent être les plus importants.

- Los tiempos y los esfuerzos necesarios para obtener resultados probables moderados.

Les limites incluyen ce qui suit.

- Les coûts ou les difficultés liés au traitement de chaque cause sous-jacente ne sont pas pris en compte.

- Il est nécessaire que les données applicables a la situación analizada soient disponibles.

- Il est nécessaire que les données puissent se diviser en catégories et correspondre à la loi des 80/20 pour que la méthode soit valable.

- Il est difficile de construire des importants relatives lorsque les données sont inadéquates.

- Généralement, seules les données historiques sont prises en compte et aucun changement potentiel n'est envisagé.
- iniciación y planificación;

- analizar las fallas funcionales;

- elección de la tâche de mantenimiento;

- puesta en obra;

- mejora continúa.

B.8.5.4 Resultado

Le résultat final du processus est un avis relatif à la nécessité de réaliser une tâche de maintenance ou une autre action telle que des changes fonctionnelles.

Les résultats sont des règles de gestion des défaillances appropriées pour chaque mode de défaillance, par exemple la monitoring des conditions, la recherche de défaillance, la planification de la restauration, le remplacement à intervalle fixe (selon le calendrier, le nombre

B.8.5.5 Ventajas y límites

Les avantages incluent ce qui suit.

- Ce processus permet d'utiliser l'ampleur du risque pour prendre des décisions concerniantes al mantenimiento.
- Les tâches sont choisies suivant leur applicabilité, c'est-à-dire si elles permettront d'obtenir le résultat escompté.
- Les tâches sont évaluées pour s'assurer que leur application será rentable y útil.
- Las acciones de mantenimiento inútiles son eliminadas y su eliminación está justificada.
- Le processus et les décisions sont documentés pour revue ultérieure.

Les limites incluent ce qui suit.

- Pour être efficace, le processus prend généralement du temps.
- Le processus repose grandement sur la présence d'un animateur formé et expérimenté.
- L'équipe doit avoir toute l'expertise nécessaire et l'expérience de la maintenance pour que ses décisions soient valables.
- Il peut y avoir une tendance à prendre des raccourcis pendant le processus, ce qui added la validité des décisions prises.
- Les tâches potentielles à l'étude seront limitées par les connaissances relatives aux technics disponibles, par exemple celles qui concernent la vigilancia de las condiciones.

B.8.6.3 Entradas

Les entrées sont déduites de l'analyse du système. Cela exige une bonne compréhension de toutes les sources du risque et de la manière dont les conséquences peuvent survenir.

Les outils comme l'AAP (B.5.7), l'AAE (B.5.6) et l'ACM (B.9.5) peuvent être utilisés, ainsi que les données historiques pour venir à l'appui du développement des indices de risques.

Étant donné que le choix de l'échelle ordinale utilisée est, dans une certaine mesure, arbitraire, des données suffisantes sont nécessaires à la validation de l'indice.

B.8.6.4 Resultado

Le résultat est une série de nombres (indices composites) liée à un risque particulier et pouvant être comparée aux indices développés pour d'autres risques à l'intérieur du même système.

B.8.6.5 Ventajas y límites

Les avantages des indices de risques incluent ce qui suit.

- Ils peuvent être un outil de pointage simple et facile à utiliser pour le classement des différents risques.
- Ils permettent d'intégrer plusieurs facteurs ayant un impact sur le niveau de risque dans un seul pointage numérique.

Les limites incluent ce qui suit.

- Si le processus (modèle) et son résultat ne sont pas correctement validés, les résultats peuvent être dépourvus de sens.
- Le fait que le résultat soit une valeur numérique du risque peut prêter à interprétation et utilisation erronées, dans l'analyse coût/bénéfice subséquente, par exemple.

- Dans la plupart des cas, lorsque les indices sont utilisés, aucun modèle fondamental ne permet de déterminer si les échelles individuelles des facteurs de risque sont linéaires, logarithmiques ou autre, ni de déterminer la manière dont il convient de combiner ces facteurs. Dans ces situations, le classement est naturellement peu fiable et la validation par rapport à des données réelles est particulièrement importante. Une VAN positive indique que l'action pourrait être une option convenable. L'option qui présente la VAN la plus élevée n'est pas nécessairement l'option la plus avantageuse. Le rapport le plus élevé entre la VAN et la valeur actualisée des coûts est un indicateur utile pour connaître l'option la plus

avantageuse. Il convient de combiner un choix basé sur l'ACB avec a choix stratégique between des options satisfaisantes qui pourraient offrir individuellement des coûts of traitement inférieurs, des bénéfices plus importants ou un résultat plus avantageux (meilleur rendement du capital investi). Un tel choix stratégique peut être exigé au niveau des politiques et au niveau opérationnel.

L'incertitude liée aux coûts et aux bénéfices peut être prise en compte en calculant la moyenne pondérée par la probabilité des bénéfices nets (la valeur actualisée nette attendue ou VANA). Dans ce calcul, il est admis par hypothèse que l'utilisateur n'a pas de préférence entre une faible récompense con une forte probabilité de récurrence et une récompense élevée avec une faible probabilité de récurrence, dès lors que les dos options ont la même valeur asistente Les calculs de la VAN peuvent également être combinés avec des arbres de décision (B.9.3) pour modéliser l'incertitude dans les décisions à venir et leurs résultats. Dans Certains Cas, il est Possible de Reporter Certains Coûts jusqu'à ce que de Meilleures Informations Soient disponible Concernant les Coûts et les Bénéfices. Cette possibilité a une valeur qui peut être estimée à l'aide de l'analyse par les options réelles. Bien que les valeurs intangibles soient souvent traitées en leur attribuant une valeur pécuniaire, un facteur de pondération peut également être appliqué aux autres coûts, par exemple pour donner plus de poids aux avantages de sécurité qu'aux avantages financiers.

Una variante de l'ACB -analyse coût/bénéfice/risque (ACBR) -met davantage l'accent sur les risques. Contrairement à l'ACB qui use des distributions ponctuelles ou binaires, dans le model ACBR la valeur du risque peut également prendre en compte des distributions de probabilités complètes couvrant les conséquences négatives et positives [78].

B.9.2.2 Utilización

L'ACB est utilisée au niveau opérationnel et au niveau stratégique pour aider à choisir entre plusieurs options. Dans la plupart des cas, ces options contiendront une incertitude. La variabilité de la valeur actualisée attendue des coûts et des bénéfices, ainsi que la possibilité d'événements imprévus nécessitent d'être prises en compte dans les calculs. Une analyse de sensibilité ou une analyse de Monte-Carlo (B.5.10) peut être utilisée à cet effet.

L'ACB peut aussi être utilisée pour la prise de décision concernant les risques et leur traitement, por ejemplo:

- comme entrée pour décider s'il convient de traiter ou non un risque;
- pour choisir les meilleures formes de traitement du risque;
- para comparar las opciones de tratamiento a largo plazo y a largo plazo.

B.9.2.3 Entradas

Les entrées comprennent des informations sur les coûts et bénéfices vis-à-vis des parties prenantes corresponsales et sur les incertitudes liées à ces coûts et bénéfices. Il convient de tenir compte des coûts récupérables et irrecupérables et des bénéfices. Les coûts comprennent toutes les ressources qui pourraient être consommées, y compris les coûts directs et indirects, les frais généraux attribuables et les impacts négatifs. Les bénéfices comprennent les impacts positifs et l'évitement des coûts (qui peut résulter du traitement du risque). Les coûts irrecupérables déjà engagés ne font pas partie de cette analyse. Une simple analyse par feuille de calcul ou une analyse qualitative ne demande pas d'effort substantiel, mais l'application aux problèmes les plus complexes implique de passer beaucoup de temps à collecter les données nécessaires et à estimer une valeur pécuniaire convenable pour les valeurs intangibles .

B.9.2.4 Resultado

Le résultat d'une analyse coût-bénéfice est une information sur les coûts et bénéfices relatifs en fonction de différentes options ou actions. Il peut être exprimé de manière quantitative par une valeur actualisée nette (VAN), par le meilleur rapport (VAN/VAC) ou par le rapport de la valeur actualisée des bénéfices à la valeur actualisée des coûts.

Le résultat qualitatif se traduit généralement par un tableau de comparaison des coûts et des bénéfices de différents types tenant particulièrement compte des compromis.

B.9.2.5 Ventajas y límites

Les avantages de l'analyse ACB incluent ce qui suit.

- L'ACB permet de comparer les coûts et les bénéfices selon une métrique simple (généralement numéraire).
- Elle offre la transparence des informations utilisées pour orienter les décisions.
- Elle favorise la recopilation de renseignements détaillés sur les aspects possibles de la décision (ce qui peut être utile pour révéler les lacunes et pour transmettre les connaissances).

Les limites incluent ce qui suit.

- L'ACB exige une bonne compréhension des bénéfices probables, ce qui la rend mal

adaptée aux situations nouvelles et un niveau élevé d'incertitude; • L'analyse coût/bénéfice quantitative peut produire des chiffres significativement différents en fonction des hypothèses et des méthodes utilisées pour attribuer des valeurs économiques à des avantages non économiques et intangibles. • Para ciertas aplicaciones, es difícil definir un taux d'actualisation valide pour les coûts et bénéfices futurs.

- Les bénéfices ne se bénéficient pas d'une grande population et sont difficiles à estimer, notamment ceux liés au bien-être public qui ne font pas l'objet d'échange sur les marchés. Toutefois, combinés à la "volonté de payer ou d'accepter", ces bénéfices externes ou sociaux peuvent être pris en compte.

- Selon le taux d'actualisation choisi, la pratique de l'actualisation signifie que les bénéfices obtenus sur le long terme peuvent avoir une influence négligeable sur les décisions, ce qui décourage l'investissement à long terme. • L'ACB traite mal l'incertitude concernant la temporalité de la survenue des coûts et des bénéfices ou la souplesse dans les prises de décision futures. B.9.2.6 Documentos de referencia [79] The Green book, Appraisal and Evaluation in Central Government [80] ANDOSEH, S., et al. El caso de un enfoque de opciones reales para los análisis de costo-beneficio ex ante de los proyectos de investigación agrícola B.9.3 Análisis par arbre de decisión B.9.

Vue d'ensemble

Un arbre de décision modélise les chemins possibles qui suivent une décision initiale qui doit être prise (par exemple, suivre le Projet A ou le Projet B). À mesure du déroulement des deux projets hypothétiques, différents événements pourraient se produire et il sera nécessaire de prendre différentes décisions prévisibles. Ce processus est représenté dans une arborescence s'apparentant à un arbre d'événement. La probabilité des événements peut être estimée, ainsi que la valeur attendue ou l'utilité du résultat final de chaque cheminement.

Logiquement, les informations relatives au meilleur cheminement de décision sont celles qui produisent la meilleure valeur probable, calculée comme le produit de toutes les probabilités conditionnelles tout au long du cheminement et de la valeur du résultat.

B.9.3.2 Utilización

L'arbre de décision peut être utilisé pour structurer et résoudre des problèmes décisionnels séquentiels, et il est particulièrement avantageux lorsque la complexité du problème croît. Il permet à une organisation de quantifier les résultats possibles des décisions, et aide donc les décideurs à choisir les meilleures actions lorsque les résultats

sont incertains. L'affichage graphique peut également permettre de mieux transmettre les raisons justifiant des décisions.

Il est utilisé pour évaluer une décision suggérée, souvent à l'aide d'une estimation subjective des probabilités des événements, et aide les décideurs à dépasser les partis pris qui leur sont propres, concernant l'échec ou la réussite. Il peut être utilisé pour les problèmes à court, moyen et long terme, au niveau opérationnel ou stratégique.

B.9.3.3 Entradas

Le développement d'un arbre de décision exige un plan du projet avec des points de décision, des informations concernant les résultats possibles de ces décisions et concernant les éventuels événements qui pourraient affecter les décisions. Une expertise es necesario para mettre l'arbre en place correctement, en particulier en situaciones complejas.

Selon la construction de l'arbre, des données cuantitativas ou des informations suffisantes sont nécessaires pour justifier l'avis d'expert concernant les probabilités.

B.9.3.4 Resultados

Les résultats comprennent:

- una representación gráfica del problema de decisión;
- un calcul de la valeur prévue pour chaque cheminement possible;
- una lista jerarquizada de los posibles resultados en función de la atención al cliente o del proceso recomendado para el seguimiento.

B.9.3.5 Ventajas y límites

Les avantages de l'analyse par arbre de décision incluent ce qui suit.

- Elle offre une représentation graphique claire des détails d'un problème décisionnel.
- L'exercice du développement de l'arbre de décision peut conduire à une meilleure connaissance du problème.
- Elle favorise la clarté de la réflexion et de la planification.

- Elle permet de calculer le meilleur cheminement pour résoudre une position, ainsi que le résultat attendu.

Les limites incluent ce qui suit.

- Les arbres de décision de grande taille peuvent se révéler trop complexes et rendre de ce fait la communication difficile.

- On peut avoir tendance à simplifier exagérément la position pour pouvoir la représenter dans une arborescence.

- Elle s'appuie sur des données historiques qui pourraient ne pas s'appliquer à la décision modélisée.

- Elle simplifie les résultats des problèmes décisionnels qui la discrétisent, ce qui élimine les valeurs extrêmes. B.9.3.6 Documento de referencia [81] KIRKWOOD Craig, Decision Tree Primer Por ejemplo, las simulaciones se realizaron para estudiar los efectos de la tricha en un mercado. Chaque joueur a dos posibilidades. Le fournisseur peut livrer ou ne pas payer et le client peut payer ou ne pas payer. Parmi les quatre résultats possibles, le résultat normal avantage les deux joueurs (le fournisseur livre et le client paye). Le résultat où le fournisseur ne livre pas et où le client ne paye pas est une occasion manquée. Les deux dernières possibilités entraînent une perte pour le fournisseur (le client ne paye pas) ou pour le client (le fournisseur ne livre pas). La simulación a permis de soumettre à essai différentes stratégies comme le fait de toujours jouer honnêtement, le fait de toujours tricher ou le fait de tricher de manière aléatoire. La simulación permite determinar que la estrategia óptima consiste en jouer honnêtement lors de la première interacción et à copier le comportement de l'autre joueur au tour suivant (jouer honnêtement ou tricher).

NOTA Dans la réalité, le fournisseur démasquerait probablement le client tricheur, et il arrêterait de jouer avec lui.

B.9.4.2 Utilización

La théorie des jeux permet d'évaluer le risque dans les cas où le résultat d'un certain nombre de décisions dépend de l'action d'un autre joueur (par exemple, un concurrent) ou d'un certain nombre de résultats possibles (par exemple, si une nouvelle technologie fonctionnera ou pas). Les exemples suivants montrent les informations qui peuvent être obtenues grâce à l'analyse par la théorie des jeux. Le lament maximal peut en outre être calculé, c'est-à-dire la différence entre les bénéfices obtenus en choisissant une technologie donnée et les bénéfices possibles en connaissant l'action du concurrent. Ce calcul donne les bénéfices pécuniaires dérivés d'une meilleure connaissance de la décision du concurrent.

Cette meilleure connaissance peut être obtenue par le biais d'une négociation ou par d'autres moyens légaux. Dans cet exemple, la valeur du supplément d'informations est la plus grande pour la technologie 3.

B.9.4.3 Entradas

Pour que le jeu soit entièrement défini, les éléments suivants doivent être spécifiés comme entrées, au minimal:

- les joueurs ou les alternatives qui constituent le jeu;
- Les informations et les actions disponibles pour chaque joueur à chaque point de décision.

B.9.4.4 Resultado

Le résultat est la récompense pour chaque option du jeu, généralement Prize pour représenter l'utilité de chaque joueur. Solución, en las situaciones de modelización, los recompensas representan de l'argent, mais d'autres résultats sont possibles (par exemple, une part de marché ou le retard d'un projet) B.9.4.5

Ventajas y límites

Les avantages de la théorie des jeux incluent ce qui suit.

- Elle développe un cadre organisationnel permettant d'analyser el premio de decisión lorsque plusieurs décisions sont possibles, mais que le résultat dépende de la décision d'un autre joueur ou du résultat d'un événement futur.
- Elle développe un cadre organisationnel permettant d'analyser el premio de decisión en las situaciones o la interdependencia de las decisiones de las diferentes organizaciones es el premio total.
- Elle donne un aperçu de plusieurs concepts moins connus survenant en cas de conflit d'intérêts; par exemple, elle décrit et explique les phénomènes du marchandage et de la formation de coalitions.

- Dans les jeux à somme nulle entre deux organisations au moins, la théorie des jeux expose les grandes lignes de una técnica científica cuantitativa que puede ser utilizada por los jugadores para parvenir en una estrategia óptima.

Les limites incluent ce qui suit.

• Il est pris pour hypothèse que les joueurs ont connaissance de leurs propres récompenses et que les actions et récompenses des autres pourrait manquer de réalisme. • Les techniques de résolution des jeux ou les stratégies sont mixtes (en particulier para una matriz contenant des récompenses élevées) sont très compliquées. • Tous les problèmes liés à la concurrence ne peuvent pas être analysés à l'aide de la théorie des jeux. En règle générale, une personne ou un groupe de parties prenantes bien informées réalise le processus suivant:

• definición de l'objectif/des objectifs; determinación de los atributos (critères ou mesures de performance fonctionnelle) liés à chaque objectif;

• structuration des attributs selon une hiérarchie des exigencias nécessaires et souhaitées;

• determinación de la importancia de chaque critère et atribución de facteurs de ponderation de chacun;

• obtención del consenso de las partes prenantes concernientes a la jerarquía ponderada;

• evaluación de alternativas relativas a los criterios (cela peut se représenter sous forme d'une matrice de pointages);

• combinaison de plusieurs pointages à attribut simple en un pointage global pondéré à attributs multiples;

• evaluación de los resultados para la opción chaque;

• Apreciación de la fiabilité du classement des options en effectuant une revue de la sensibilité afin d'explorer l'impact d'une modificación des ponderations de la hiérarchie des attributs.

Différentes méthodes permettent d'obtenir la ponderation pouvant être appliquée à chaque critère et les différentes manières d'agrèger les pointages relatifs aux critères pour chaque option en un seul pointage à attributs multiples. Por ejemplo, les pointages peuvent être agrégés par une somme pondérée ou un produit pondéré, ou en utilisant une méthode de hiérarchie multicritère (il s'agit d'une technique de stimulation en faveur des facteurs de pondération et des pointages, fondée sur des comparaisons por parejas). Toutes ces méthodes prennent pour hypothèse que la préférence accordée à un critère ne dépende pas des valeurs des autres critères. Lorsque cette hypothèse n'est pas valide, différents modèles sont utilisés.

Dans la mesure où les pointages sont subjectifs, l'analyse de sensibilité permet

d'examiner la mesure dans laquelle les facteurs de pondération et les pointages ont un effet sur les préférences globales accordées aux différentes options.

B.9.5.2 Utilización

L'ACM peut être utilisée pour:

- comparer plusieurs options dans le cadre d'une première analyse pour déterminer les options préférentielles et inadéquates;
- comparer les options lorsque les critères sont multiples, et parfois en contradiction;
- Parvenir à un consensus sur une décision lorsque les objectifs ou les valeurs des différentes parties prenantes sont en contradiction.

B.9.5.3 Entradas

Les entrées sont un ensemble d'options d'analyse et de critères, selon les objectifs, pouvant être utilisés pour apprécier les performances des options.

B.9.5.4 Resultados

Les résultats peuvent être présentés dans:

- un classement ordonné des options préférentielles, des meilleures aux moins bonnes;
- Une matrice de axes représente la pondération de los criterios y el punto de los criterios para la opción. Chaque.

La présentation de los resultados dans une matrice permet d'éliminer les options qui ne répondent pas aux critères ayant le plus de poids ou à un critère nécessaire.

B.9.5.5 Ventajas y límites

Les avantages de l'ACM incluent ce qui suit.

- Elle peut fournir une structure simple pour un processus de décision efficace et une présentation de hypothèses et conclusions.
- Elle peut rendre plus gérables les problèmes

décisionnels complexes qui ne peuvent pas faire l'objet d'une analyse coût/bénéfice.

- Elle peut envisager les problèmes de manière rationnelle lorsqu'il est nécessaire de faire des compromis.

- Elle peut aider à parvenir à un accord lorsque les parties prenantes ont des objectifs divergents, et de ce fait, des valeurs et des critères différents.

Les limites incluent ce qui suit.

- L'ACM peut être affectée par les partis pris et par un mauvais choix des critères de décision.

- Les informations concernant l'amplitude du risque peuvent aussi être rapportées de différentes manières. La méthode la plus courante utilise une matrice conséquence/vraisemblance (voir B.10.3). Comme la vraisemblance, la conséquence et le niveau de risque indiqués par leur position dans la matrice, des informations supplémentaires comme la nature des moyens de maîtrise, la mesure dans laquelle les traitements ont été mis en oeuvre, etc. peuvent être fournies par la taille des points qui marquent le risque ou leur couleur.

Dans la matrice conséquence/vraisemblance, il est exigé qu'un risque puisse être représenté par une seule paire conséquence/vraisemblance. Les risques, lorsque ce n'est pas le cas, peuvent parfois être représentés par une fonction de distribution de la probabilité ou par une fonction de distribution accumulative (voir B.10.4).

- una breve descripción del riesgo (par exemple, un nom, les conséquences et la séquence d'événements qui mène aux conséquences, etc.);
- una declaración concierne a la evaluación de las consecuencias sobrenvenidas;

- las fuentes o las causas del riesgo;

- les actions actuelles visant à maîtriser le risque.

Les risques peuvent être classés en différentes catégories pour faciliter la création du rapport (B.2.2).

Les risques sont généralement répertoriés de manière individuelle comme des événements séparés, mais il convient de signaler les interdépendances.

En consignat les informations concernant les risques, il convient d'établir clairement la différence entre les risques (les effets potentiels de ce qui pourrait se produire), les source de

risques (comment ou pourquoi cela pourrait se produire) et les moyens de maîtrise qui pourraient être défaillants. Il peut également être utile de mentionner les signes précurseurs indiquant que l'événement pourrait être imminente. Souvent, les registres des risques contiennent également un classement d'importance du risque, une mention indiquant si un risque est réputé acceptable ou tolérable, ou si un traitement supplémentaire est nécessaire, ainsi que les raisons de cette décision. Si un classement d'importance est appliqué à un risque du fait de ses conséquences et de leur vraisemblance, il convient qu'il tienne compte de la possibilité de défaillance des moyens de maîtrise. Il convient de ne pas attribuer de niveau de risque à la défaillance d'un moyen de maîtrise comme s'il s'agissait d'un risque indépendant.

Les risques dont les conséquences sont positives peuvent être consignés dans le même document que ceux dont les conséquences sont négatives ou séparément. Les opportunités (c'est-à-dire les circonstances ou les idées qui pourraient être exploitées par opposition aux événements fortuits) sont généralement consignées séparément et analysées de manière à tenir compte des coûts, des avantages et de toute conséquence négative possible. Ce document peut parfois être appelé registre de la valeur et des opportunités.

B.10.2.2 Utilización

Un registre des risques est utilisé pour consigner et pour tracer les informations concernant chaque risque et la manière dont il est contrôlé. Il peut être utilisé pour transmettre des informations concernant les risques pour les parties prenantes et pour mettre en évidence les risques particulièrement importants. Il peut être utilisé au niveau de l'organisation, du service, de l'opération ou du projet, où un grand nombre de risques, de moyens de maîtrise et de traitements ont besoin d'être suivis. Les informations extraites d'un registre des risques peuvent être fusionnées pour fournir des informations à la haute direction.

Un registre des risques peut servir de base au suivi de la mise en oeuvre des traitements suggérés, et peut donc contenir des informations concernant les traitements et la manière dont ils seront mis en oeuvre, ou bien faire référence à d'autres documents ou bases de données qui contiennent ces informations. (Ces informations peuvent inclure les propriétaires de risques, les actions, les propriétaires des actions, les résumés des analyses de rentabilité des actions, les budgets et les délais, etc.). Une forme de registre des risques peut être exigée dans certaines situations.

B.10.2.3 Entradas

Les entrées d'un registre des risques sont généralement les résultats des technologies

d'appréciation du risque décrites dans les Articles B.1 à B.4, complétés par l'historique des défaillances.

B.10.2.4 Resultados

Les résultats sont des archives d'informations et des rapports concernant les risques.

B.10.2.5 Ventajas y límites

Les avantages des registres des risques incluent ce qui suit.

- Les informations concernant les risques sont rassemblées sous une forme qui permet d'identifier et de tracer les actions exigées.
- Les informations concernant les différents risques sont présentées dans un format comparable pouvant être utilisé pour indiquer les priorités et relativement facile à interroger.

- Habituellement, les personnes impliquées dans la construction d'un registre des risques sont nameuses, ce qui permet une sensibilisation générale à la nécessité de gérer les risques.

Les limites incluent ce qui suit.

- Les risques collectés dans les registres des risques s'appuient habituellement sur des événements, ce qui peut compliquer la caractérisation exacte de certaines formes de risque (ver 4.2).
- L'apparente facilité d'utilisation peut rendre faussement confiant vis-à-vis des informations, car il peut être difficile de décrire les risques de manière cohérente et les confusions entre les sources de risques, les risques et les faiblesses des moyens de maîtrise du risque sont courantes.

- Les manières de décrire un risque sont nameuses et la priorité allouée dépendra de la manière dont le risque est décrit et du niveau de désagrégation du problème.

- L'effort exigé pour maintenir un registre des risques à jour est considérable (par exemple, il convient d'intégrer tous les traitements suggérés à la liste des moyens de maîtrise en vigueur après leur mise en oeuvre, d'ajouter continuellement les nouveaux risques et de supprimer ceux qui n'existent plus).
- Les risques sont habituellement collectés individuellement dans les registres des risques.

Il peut donc être difficile de fusionner les informations pour développer un programme de traitement global.

B.10.2.6 Documentos de referencia

Aucun document de référence n'est disponible para esta técnica. Une matrice est tracée, la conséquence et la vraisemblance étant placées sur leur ax respectif en respectant les échelles définies. Un classement de priorité peut être lié à chaque cellule. L'exemple présenté contient cinq rangs de priorité, indiqués ici par des chiffres romains. Les cases sont généralement associées à une couleur indiquant l'ampleur du risque. Les règles de décision (comme le niveau d'attention dans la gestion ou l'urgence de la réponse) peuvent être liées aux cellules de la matrice. Elles dépendront des définitions utilisées pour les échelles et de l'attitude de l'organisation face au risque. Il est convenable que la conception permette de fonder l'ordre de priorité d'un risque sur la mesure dans laquelle le risque mène à des résultats extérieurs aux seuils de performances définis par l'organisation pour ses objectifs.

La matrice no está configurada para donner une pondération supplémentaire aux conséquences (para ver la Figura B.17) o está configurada, está bien simétrica, se lon l'application.

Utilización

Une matrice conséquence/vraisemblance est utilisée pour évaluer et pour communiquer l'amplitude relative des risques en fonction de la paire conséquence/vraisemblance habituellement associée à un événement central.

Pour classer les risques, l'utilisateur recherche en premier lieu le descripteur de conséquence correspondant le mieux à la position, puis définit la vraisemblance d'occurrence de ces conséquences. Un point est placé dans la case qui combine ces valeurs, puis le niveau de risque et la règle de décision associée sont annoncés en fonction de la matrice.

Les risques ayant des conséquences potentiellement élevées sont souvent les plus inquiétants pour les décideurs, même lorsque la vraisemblance est très faible, mais les conséquences cumulées ou à long terme d'un risque fréquent dont l'impact est faible peuvent être élevées. Il peut être nécessaire d'analyser les deux types de risques, car les traitements du risque qui leur sont appliqués respectivement peuvent être tout à fait différents.

Lorsqu'il est possible qu'un même événement entraîne plusieurs valeurs de conséquence, la vraisemblance de toute conséquence particulière sera différente de la vraisemblance de l'événement à l'origine de cette conséquence. La vraisemblance de la conséquence spécifiée est généralement utilisée. Il convient que les modalités d'interprétation et d'utilisation de la vraisemblance soient cohérentes sur l'ensemble des risques comparés.

La matriz peut être utilisée pour comparer les risques ayant différents types de conséquences potentielles; elle a des application à tous les niveaux d'une organization. Elle est habituellement utilisée comme un outil de dépistage lorsque de nombreux risques ont été identifiés (pour définir les risques qu'il est nécessaire de signaler à un niveau hiérarchique plus élevé, por ejemplo). Elle peut également être utilisée pour aider à déterminer si un risque donné est largement acceptable o inacceptable selon sa position dans la matrice. Elle peut être utilisée lorsque les données d'analyse détaillée ne sont pas suffisantes ou que la status ne garantit pas le temps et les nécessaires pour procéder à une analyse approfondie ou cuantitativa. Une forme de matrice conséquence/vraisemblance peut être utilisée pour l'analyse de criticité del méthode AMDEC (B.2.3) ou pour définir les priorités à la suite d'une analyse HAZOP (B.2.4) ou SWIFT (B.2.6) .

-254 -IEC 31010:2019 © IEC 2019

B.10.3.3 Entradas

Il est nécessaire que la mise au point d'une matrice conséquence/vraisemblance soit adaptée au contexte. Pour ce faire, suches données sont exigées pour établir des échelles réalistes. Des projets de matrix nécessitent d'être soumis à essai afin de vérifier que les actions suggérées par la matrice correspondiente à l'attitude de l'organisation face au risque et que les utilisateurs comprennent bien l'application des échelles.

L'utilisation de la matrice implique d'avoir à disposition des personnes (l'idéal serait une équipe) qui comprennent les risques à l'étude et toutes les données disponibles para facilitar el juego concernant les conséquences et leurs vraisemblances.

B.10.3.4 Resultado

Le résultat est un affichage représentant la vraisemblance relative et le niveau de risque des conséquences de différents risques, ainsi qu'un classement d'importance pour chaque risque.

B.10.3.5 Ventajas y límites

Les avantages incluyen ce qui suit.

- La utilización es relativa simple.
- Elle permet de classer rapidement les risques en différents niveaux d'importance.

- Elle offre un affichage visuel clair de l'importance d'un risque qui corresponden à sa conséquence, à sa vraisemblance ou à son niveau de risque.

- Elle peut être utilisée pour comparer des risques ayant des conséquences de type différent.

Les limites incluyen ce qui suit.

- Une bonne maîtrise est exigée pour pouvoir créer une matrice valable.

- Il peut être difficile de définir des échelles communes pour les appliquer à un éventail de circonstances pertinente pour l'organisation.

- Il est difficile de définir les échelles sans ambiguïté afin de permettre aux utilisateurs de pondérer la conséquence et la vraisemblance de manière cohérente.

- La validité des classements de risques depende de la qualité des échelles développées et de leur étalonnage. • Une seule valeur indicative est exigée pour définir la conséquence, alors que dans de nombreuses situaciones, plusieurs valeurs de conséquence sont possibles et le classement du risque dependd de la valeur choisie. • Une matrice étalonnée correctement contiendra des niveaux de vraisemblance très faibles pour de nombreux risques individuels qui sont difficiles à conceptualiser. • La utilización del hijo es très subjetiva et différentes personnes attribuent souvent des classements très différents au même risque. Ceci l'expose à des manipulaciones. • Il n'est pas possible d'agréger directement les risques (por ejemplo, il n'est pas posible de definir si un cierto nombre de riesgos faibles, ou un risque faible identifié un cierto nombre de fois, equivaut à un risque moyen) .

- Es difícil combinar o comparar el nivel de riesgo de las diferentes categorías de consecuencias.

- Pour être valable, un classement exige une formulation des risques cohérente (ce qui est difficile à obtenir).

- Chaque classement dépendra de la manière dont un risque est décrit et du niveau de détail donné (c'est-à-dire que plus l'identification est détaillée, plus le nombre de scénarios consignés est grand, et plus la vraisemblance de chacun est faible). Dans le cadre de la description du risque, il convient que la manière dont les scénarios sont

B.10.4.2 Utilización

Une fdp indique la vraisemblance de différentes valeurs de conséquence sous une forme visuelle qui montre la valeur la plus probable, l'étendue de la variabilité et dans quelle mesure un événement extrême est probable.

En ciertas circunstancias, si no hay utilidad para obtener un valor representativo de la distribución de la probabilidad, por ejemplo, para comparar los criterios de evaluación. Souvent la valeur attendue (équivalente a la moyenne) est utilisée pour représenter la meilleure estimation de l'amplitude des conséquences. (Elle est équivalente à la somme des probabilités et de la conséquence représentée sur la courbe). percentil 25e y percentil 75e) o percentil 5e y percentil 95e (ver por ejemplo el VaR en B.7.2). Toutefois, l'accent mis par ces mesures sur la possibilité des conséquences extrêmes pourrait être encore insuffisant, alors qu'elles peuvent être importantes pour les décisions à prendre. Por ejemplo, pour choisir un investissement, le rendement attendu et les fluctuations de rendement sont pris en compte; para prever las intervenciones en caso de incendio, si es necesario prendre en compte les événements extrêmes ainsi que les conséquences attendues.

La courbe en S est un outil utile pour examiner les valeurs des conséquences qui représentent un risque acceptable. La présentation des données permet de visualiser plus facilement la probabilité que les conséquences dépasseront une valeur particulière.

B.10.4.3 Entradas

La création d'une courbe en S exige des données ou des jugements pour pouvoir produire une distribution valable. Les distributions peuvent être produites à partir de jugements et avec peu de données, mais plus les données disponibles sont nombreuses, plus la distribution et les statistiques ainsi obtenues seront valides.

B.10.4.4 Resultados

Les résultats sont un diagramme qui peut être utilisé par les décideurs pour examiner l'acceptabilité d'un risque, et différentes statistiques déduites de la distribution qui peuvent être comparées aux critères.

B.10.4.5 Ventajas y límites

Les avantages incluent ce qui suit.

- Esta técnica representa la amplitud de un riesgo lorsque les conséquences sont distribuées.

• Los expertos pueden acostumbrarse a jugar el valor máximo, el valor mínimo y el valor más probable de la consecuencia, y producir una estimación razonable de la forma probable de la distribución. Un transfert sous la forma de una distribución acumulativa facilita la utilización de ces informations par les non-spécialistes. La précision de la courbe s'améliore à mesure qu'augmentent la quantité et la fiabilité des données d'entrée disponibles.

Les limites incluent ce qui suit.

• Cette méthode peut donner une expression d'exactitude qui n'est pas justifiée par le niveau de certitude des données à partir desquelles la distribution a été produite.

• Quelle que soit la méthode d'obtention d'une valeur ponctuelle ou de valeurs permettant de représenter une répartition des conséquences, il existe des hypothèses sous-jacentes et des incertitudes parientes:

-à la forme de la distribution (par exemple, normale, discrète ou asymétrique);

-au moyen le plus approprié de représenter cette répartition sous la forme d'une valeur ponctuelle;

-à la valeur de l'estimation ponctuelle, compte tenu des incertitudes inhérentes aux données à partir desquelles elle est déduite.

•

Referencias

Frequency-number (F-N) diagrams

Pareto charts

B.8.5 Reliability centred maintenance (RCM)

B.9 Techniques for selecting between options

General

Cost/benefit analysis (CBA)

B.9.3 Decision tree analysis

B.10 Techniques for recording and reporting B.10.1

General

Consequence/likelihood matrix (risk matrix or heat map)

S-curves

Bibliography

PROCTOR, A. Creative problem solving for managers. Abingdon: Routledge

GOLDENBERG, Olga, WILEY, Jennifer. Quality, conformity, and conflict: Questioning the assumptions of Osborn's brainstorming technique, *The Journal of Problem Solving*. 2011, 3(2),96-108 [viewed 2019-02-13] available at: <http://docs.lib.purdue.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1093&context=jps>

ROWE, G. WRIGHT, G. The Delphi technique: Past, present, and future prospects. *Technological forecasting and social change*. 2011, 78, Special Delphi Issue

MCDONALD, D. BAMMER, G. and DEANE, P. Research Integration Using Dialogue Methods, ANU press Canberra. 2009 Chapter 3 Dialogue methods for understanding a problem: integrating judgements. Section 7 Nominal Group Technique [viewed 2019-02-

HARRELL, M.C. BRADLEY, M.A. 2009 Data collection methods – A training Manual – Semi structured interviews and focus groups, RAND National defence research Institute USA [viewed 2019-02-13]. Available at: http://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/technical_reports/2009/RAND_TR718.pdf

GILL, J. JOHNSON, P. Research methods for managers 4th ed. 2010 London: Sage Publications Ltd

SAUNDERS, M. LEWIS, P. THORNHILL, A. Research Methods for Business Students 7th ed. 2016 Harlow: Pearson Education Ltd.

UNIVERSITY OF KANSAS COMMUNITY TOOL BOX Section 13 Conducting surveys; [viewed 2019-02-13]. Available at: <https://ctb.ku.edu/en/table-of-contents/assessment/assessing-community-needs-and-resources/conduct-surveys/main>

MATHERLY, Carter The Red Teaming Essential: Social Psychology Premier for Adversarial Based Alternative Analysis. 2013 [viewed 2019-02-13]. Available at:

<https://works.bepress.com/matherly/6/download/>

Pestle analysis Free Management eBooks [viewed 2019-02-13]. Available at: <http://www.free-management-ebooks.com/dldebk/dlst-pestle.htm>

POPOV, G., LYON, B., HOLLICROFT, B., Risk Assessment: A Practical Guide to Assessing Operational Risks. Hoboken, NJ: Wiley, 2016

IEC 62740, Root cause analysis (RCA)

BROUGHTON, Vanda. Essential classification. Facet Publishing 2015

BAILEY, Kenneth. Typologies and taxonomies: An introduction to classification technique. Quantitative applications in the social sciences Series 7,102 1994 Sage publications

VDI 2225 Blatt 1, Konstruktionsmethodik- Technisch-wirtschaftliches Konstruieren - Vereinfachte Kostenermittlung, 1997 Beuth Verlag

IEC 60812, Failure modes and effects analysis (FMEA and FMECA)

IEC 61882, Hazard and operability studies (HAZOP studies) – Application guide

RINGLAND, Gill. Scenarios in business, Chichester: John Wiley, 2002

Van der HEIJDEN, Kees. Scenarios: The art of strategic conversation, Chichester; John Wiley, 2005

CHERMACK, Thomas J. Scenario planning in organizations, San Francisco: Berrett Koehler publishers Inc. 2011

MUKUL PAREEK, Using Scenario analysis for managing technology risk: [viewed 2019- 02-13].

[6/Pages/Using-Scenario-Analysis-for-Managing-Technology-Risk.aspx](#)

CARD, Alan J. WARD, James R. and CLARKSON, P. John. Beyond FMEA: The structured what-if technique (SWIFT) Journal of Healthcare Risk Management, 2012, 31,(4) 23–29

Techniques for determining sources, causes and drivers of risk

KERVERN, G-Y. Elements fondamentaux des cindyniques, Editions Economica 1995

KERVERN, G-Y. Latest advances in cindynics, Editions Economica,1994

KERVERN, G-Y. & BOULENGER, P. Cindyniques – Concepts et mode d'emploi, Edition Economica 2007

ISHIKAWA, K. Guide to Quality Control, Asia Productivity Organization, 1986

Techniques to analyse existing controls

LEWIS, S. SMITH, K., Lessons learned from real world application of the bow-tie method. 6th AIChE. Global Congress of Process Safety, 2010, San Antonio, Texas [viewed 2019-02-13]. Available at: <http://risktecsolutions.co.uk/media/43525/bow-tie%20lessons%20learned%20-%20aiche.pdf>

NIELSEN D.S. The Cause/Consequence Diagram Method as a Basis for Quantitative Accident Analysis, Danish Atomic Energy Commission, RISO-M-1374, May 1971

IEC 62502, Analysis techniques for dependability – Event tree analysis (ETA)

IEC TR 63039:2016, Probabilistic risk analysis of technological systems – Estimation of final event rate at a given initial state

IEC 62508, Guidance on human aspects of dependability

BELL Julie, HOLROYD Justin, Review of human reliability assessment methods. Health and Safety Executive UK, HMSO 2009, [viewed 2019-02-13]. Available at <http://www.hse.gov.uk/research/rrpdf/rr679.pdf>

OECD Establishing the Appropriate Attributes in Current Human Reliability Assessment Techniques for Nuclear Safety, NEA/CSNI/R 2015 [viewed 2019-02-13] Available at: [http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=NEA/CSNI/R\(2015\)1&docLanguage=En](http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=NEA/CSNI/R(2015)1&docLanguage=En)

IEC 61165, Application of Markov techniques

OXLEY, ALAN. Markov Processes in Management Science, published by Applied Probability Trust, 2011 [viewed 2019-02-13]. Available at <https://studylib.net/doc/8176892/markov-processes-in-management-science>

ISO/IEC Guide 98-3:2008/Suppl.1:2008, Uncertainty of measurement – Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995) – Supplement 1: Propagation of

distributions using a Monte Carlo method

EU: General Data Protection Regulation (European Union Official Journal, 04.05.2016)

ICO (UK): Conducting privacy impact assessments code of practice [viewed 2019-02-13]
Available at: <https://ico.org.uk/media/about-the-ico/consultations/2052/draft-conducting-privacy-impact-assessments-code-of-practice.pdf>

CNIL (FR), Privacy Impact assessment (PIA) [viewed 2019-02-13]. Available at:
<https://www.cnil.fr/en/privacy-impact-assessment-pia>

BRYSON, J. M., ACKERMANN, F., EDEN, C., & FINN, C. (2004). Visible thinking unlocking causal mapping for practical business results. Chichester: John Wiley & Sons

ACKERMANN, F, HOWICK, S, QUIGLEY, J, WALLS, L, HOUGHTON, T. Systemic risk elicitation: Using causal maps to engage stakeholders and build a comprehensive view of risks, European Journal of Operational Research 2014, 238(1), 290-299

JOINT RESEARCH CENTRE, EUROPEAN COMMISSION, Cross-impact analysis [viewed 2019-02-13] Available at: http://forlearn.jrc.ec.europa.eu/guide/2_design/meth_cross-impact-analysis.htm

WORLD HEALTH ORGANISATION Human health risk assessment toolkit – chemical hazards. 2010 [viewed 2019-02-13]. Available at
<http://www.inchem.org/documents/harmproj/harmproj/harmproj8.pdf>

US EPA Guidelines for ecological risk assessment 1998 [viewed 2019-02-13]. Available at
https://www.epa.gov/sites/production/files/2014-11/documents/eco_risk_assessment1998.pdf

CHANCE, D., BROOKS, R. An introduction to derivatives and risk management, (9th ed.). Published Mason, Ohio: South-Western Cengage Learning 2013

THOMAS J. and PEARSON Neil D. Value at risk. Financial Analysts Journal 2000 56, 47-67

CHOUDHRY , M. An introduction to Value at Risk, Ed. 5, John Wiley and Sons, Chichester UK, 2013

UK HEALTH AND SAFETY EXECUTIVE, 2010a: HID'S Approach To 'As Low As Reasonably Practicable' (ALARP) Decisions [viewed 2019-02-13] available at:
<http://www.hse.gov.uk/risk/theory/alarpglance.htm>

UK HEALTH AND SAFETY EXECUTIVE, 2010b: Guidance on (ALARP) decisions in control of major accident hazards (COMAH), [viewed 2019-02-13] available at:
http://www.hse.gov.uk/foi/internalops/hid_circs/permissioning/spc_perm_37/

UK HEALTH AND SAFETY EXECUTIVE, 2014: Principles and guidelines to assist HSE in its judgments that duty-holders have reduced risk as low as reasonably practicable [viewed 2019-02-13] available at: <http://www.hse.gov.uk/risk/theory/alarp1.htm>

AMERICAN INSTITUTE FOR CHEMICAL ENGINEERS: Understanding and using F-N Diagrams: Annex A in Guidelines for Developing Quantitative Safety Risk Criteria. New York. John Wiley 2009

EVANS, A. Transport fatal accidents and FN-curves: 1967-2001. Health and Safety Executive Research Report RR 073 [viewed 2019-02-13]. Available at:
<http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20101111125221/http://www.rail-reg.gov.uk/upload/pdf/rr073.pdf>

Pareto Chart, Excel Easy [viewed 2019-02-13]. Available at: <http://www.excel-easy.com/examples/pareto-chart.html>

IEC 60300-3-11, Dependability management – Part 3-11: Application guide – Reliability centred maintenance

MACKENZIE Cameron A. Summarizing risk using risk measures and risk indices. Risk Analysis, 34,12 2143-2163 2014

Techniques for selecting between options

KHOJASTEH, P, (2016). Application of benefit-cost-risk formula and key change indicators to meet project objectives [viewed 2019-02-13]. Available at
<https://www1.bournemouth.ac.uk/sites/default/files/asset/document/Mon%205.1%20Khojasteh%20Pejman%20Risk.pdf>

The Green book, Appraisal and Evaluation in Central Government; 2011 Treasury Guidance LONDON: TSO London

ANDOSEH, S., et al. The case for a real options approach to ex-ante cost-benefit analyses of agricultural research projects. Food policy 44, 2014, 218-226 [viewed 2019-02-13]. Available at: http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/pnaec758.pdf

KIRKWOOD, CRAIG . Decision Tree Primer University of Arizona in Decision Analysis and

System Dynamics resources 2002 [viewed 2019-02-13]. Available at:
<http://www.public.asu.edu/~kirkwood/DASstuff/decisiontrees/>

MYERSON, ROGER B., Game Theory: Analysis of Conflict, Harvard University Press, 1991

MARYNARD, SMITH JOHN Evolution and Theory of Games, Cambridge University Press 1982

ROSENHEAD, J. and MINGER, J. (Eds), Rational Analysis for a Problematic World Revisited, 2nd ed. Wiley, Chichester UK, 2001

EN 16271:2012, Value management – Functional expression of the need and functional performance specification – Requirements for expressing and validating the need to be satisfied within the process of purchasing or obtaining a product

DEPARTMENT FOR COMMUNITIES AND LOCAL GOVERNMENT, Multi-criteria analysis: a manual 2009 [viewed 2019-02-13]. Available at:
<https://www.gov.uk/government/publications/multi-criteria-analysis-manual-for-making-government-policy>

RABIHAH MHD.SUM, Risk Management Decision Making, 2001 [viewed 2019-02-13].

VELASQUEZ, M., HESTER, P. An Analysis of Multi-criteria Decision Making Methods, International Journal of Operations Research, 10 (2), 55-66, 2013 [viewed 2019-02-13].

ELMONSTRI, Mustafa, Review of the strengths and weaknesses of risk matrices, Journal of Risk Analysis and Crisis Response, 4 (1), 49-57, 2014 [viewed 2019-02-13].

BAYBUTT, Paul, Calibration of risk matrices for process safety. Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 38, 163-168, 2015

GARVEY, P., BOOK S.A., COVERT R.P. Probability Methods for Cost Uncertainty Analysis: A Systems Engineering Perspective, Ed 2 Annex E Unravelling the S curve. CRC 2016

_____ Concepts centraux

Incertitude.....

Risque

Utilisations des techniques d'appréciation du risque

Mise en œuvre de l'appréciation du risque

Définition de l'objet et du domaine d'application de l'appréciation	
Compréhension du contexte	
Prise en compte des facteurs humains, organisationnels et sociaux	
Gestion des informations et développement de modèles	
Généralités	
Collecte d'informations	
Analyse des données	
Application des techniques d'appréciation du risque	
Vue d'ensemble	6.3.2 Identification du
risque	
Détermination des sources, des causes et des facteurs de risque	
Examen de l'efficacité des moyens de maîtrise existants	
Compréhension des conséquences et de la vraisemblance	
Analyse des interactions et des dépendances	
Examen de l'analyse	
6.4.2 Analyse d'incertitude et de sensibilité	
Surveillance et revue	
Application des résultats à l'appui des décisions	
Vue d'ensemble	6.5.2 Décisions
relatives à l'importance du risque	
Décisions impliquant de choisir parmi des options	
Enregistrement et consignation du processus d'appréciation du risque et de ses résultats	

.....	
Choix des techniques d'appréciation du risque	
Généralités	
Annexe A (informative) Catégorisation des techniques.....	
Introduction à la catégorisation des techniques	
A.2 Application de la catégorisation des techniques	
Utilisation des techniques au cours du processus ISO 31000	
Annexe B (informative) Description des techniques.....	
B.1 Techniques permettant de faire émerger les points de vue des parties prenantes et des experts	
Généralités	
Technique Delphi	
Entretiens structurés ou semi-structurés	
Enquêtes	
Généralités	
Analyse des modes de défaillance et de leurs effets (AMDE) et analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leur criticité (AMDEC)	
Etudes de danger et d'exploitabilité (HAZOP)	
Analyse du scénario	
Méthode SWIFT ("Que se passerait-il si?")	
B.3 Techniques de détermination des sources, causes et facteurs de risque	
Généralités	

Méthode d'Ishikawa (diagramme en arêtes de poisson)	
B.4 Techniques d'analyse des moyens de maîtrise	
Généralités	
Analyse "nœud papillon"	
Analyse des dangers – points critiques pour leur maîtrise (HACCP)	
Méthode LOPA	
B.5 Techniques permettant de comprendre les conséquences et la vraisemblance	
Généralités	
B.5.3 Réseaux bayésiens et diagrammes d'influence	
B.5.4 Analyse d'impact sur l'activité (AIA)	
B.5.5 Analyse causes-conséquences (ACC)	
B.5.6 Analyse par arbre d'événement (AAE)	
B.5.7 Analyse par arbre de panne (AAP).....	
B.5.8 Analyse de fiabilité humaine (AFH)	
B.5.11 Analyse d'impact sur la vie privée (PIA) / analyse d'impact sur la protection des données (DPIA)	
B.6 Techniques d'analyse des dépendances et des interactions	
Cartographie causale	
B.6.2 Analyse d'impacts croisés	
B.7 Techniques utilisées pour produire une mesure du risque	
B.7.2 Valeur en risque (VaR)	

Valeur en risque conditionnelle (CVaR) ou "expected shortfall" (ES)	
B.8 Techniques d'évaluation de l'importance d'un risque	
Généralités	
B.8.2	
Critères ALARP et SFAIRP	
Diagrammes fréquence-nombre (F-N)	
Diagrammes de Pareto	
Maintenance basée sur la fiabilité (MBF)	
Indices de risque	
B.9 Techniques de choix parmi des options	
Généralités	
B.9.2 Analyse coût/bénéfice (ACB)	
B.9.3 Analyse par arbre de décision.....	
Théorie des jeux	
Analyse à critères multiples (ACM)	
B.10 Techniques d'enregistrement et de consignation	B.10.1
Généralités	
Matrice conséquence/vraisemblance (matrice de risque ou carte thermique)	
Courbes en S	
Bibliographie	

Généralités

Principe "GAME" (Globalement au moins équivalent), Méthodologie de démonstration, Les guides d'application. Systèmes de transport public guidés urbains de personnes. 2011

FEKETE ISTVAN, Integrated Risk Assessment for supporting Management decisions Scholars Press, Saarbrücken, Germany 2015

PEACE, C. The reasonably practicable test and work health and safety-related risk assessments New Zealand Journal of Employment Relations. 2017, 42(2), 61-78

EN 12973, Management par la valeur

PROCTOR, A. Creative problem solving for managers. Abingdon: Routledge

GOLDENBERG, Olga, WILEY, Jennifer. Quality, conformity, and conflict: Questioning the assumptions of Osborn's brainstorming technique, The Journal of Problem Solving. 2011, 3(2),96-108 [consulté 2019-02-13], disponible à l'adresse:
<http://docs.lib.purdue.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1093&context=jps>

ROWE, G. WRIGHT, G. The Delphi technique: Past, present, and future prospects. Technological forecasting and social change. 2011, 78, Special Delphi Issue

MCDONALD, D. BAMMER, G. and DEANE, P. Research Integration Using Dialogue Methods, ANU press Canberra. 2009 Chapter 3 Dialogue methods for understanding a problem: integrating judgements. Section 7: Nominal Group Technique [consulté 2019- 02-13].

Disponible à l'adresse: <http://press.anu.edu.au/node/393/download>

HARRELL, M.C. BRADLEY, M.A. 2009 Data collection methods – A training Manual – Semi structured interviews and focus groups, RAND National defence research Institute USA [consulté 2019-02-13].

Disponible à l'adresse:
http://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/technical_reports/2009/RAND_TR718.pdf

GILL, J. JOHNSON, P. Research methods for managers 4th ed. 2010 London: Sage Publications Ltd

SAUNDERS, M. LEWIS, P. THORNHILL, A. Research Methods for Business Students 7th ed. 2016 Harlow: Pearson Education Ltd

UNIVERSITY OF KANSAS COMMUNITY TOOL BOX Section 13 Conducting surveys;

Disponible à l'adresse: <https://ctb.ku.edu/en/table-of-contents/assessment/assessing-community-needs-and-resources/conduct-surveys/main>

Pestle analysis Free Management E books [consulté 2019-02-13].

Disponible à l'adresse: <http://www.free-management-ebooks.com/dldebk/dlst-pestle.htm>

POPOV, G., LYON, B., HOLLICROFT, B., Risk Assessment: A Practical Guide to Assessing Operational Risks. Hoboken, NJ: Wiley, 2016

IEC 62740, Analyse de cause initiale (RCA)

BROUGHTON, Vanda. Essential classification. Facet Publishing 2015

BAILEY, Kenneth. Typologies and taxonomies: An introduction to classification technique. Quantitative applications in the social sciences Series 7,102 1994 Sage publications

VDI 2225 Blatt 1, Konstruktionsmethodik- Technisch-wirtschaftliches Konstruieren - Vereinfachte Kostenermittlung, 1997 Beuth Verlag

IEC 60812, Analyse des modes de défaillance et de leurs effets (AMDE et AMDEC)

IEC 61882, Etudes de danger et d'exploitabilité (études HAZOP) – Guide d'application

RINGLAND, Gill. Scenarios in business, Chichester: John Wiley, 2002

Van der HEIJDEN, Kees. Scenarios: The art of strategic conversation, Chichester;

John Wiley, 2005

CHERMACK, Thomas J. Scenario planning in organizations, San Francisco: Berrett Koehler publishers Inc. 2011

MUKUL PAREEK, Using Scenario analysis for managing technology risk [consulté 2019-02-13].

Disponible à l'adresse: <http://www.isaca.org/Journal/archives/2012/Volume-6/Pages/Using-Scenario-Analysis-for-Managing-Technology-Risk.aspx>

CARD, Alan J. WARD, James R. and CLARKSON, P. John. Beyond FMEA: The structured what-if technique (SWIFT) *Journal of Healthcare Risk Management*, 2012, 31,(4) 23–29

Techniques de détermination des sources, causes et facteurs de risque

KERVERN, G-Y. *Elements fondamentaux des cindyniques*, Editions Economica 1995

KERVERN, G-Y. *Latest advances in cindynics*, Editions Economica, 1994

KERVERN, G-Y. & BOULENGER, P. *Cindyniques – Concepts et mode d'emploi*, Edition Economica 2007

ISHIKAWA, K. *Guide to Quality Control*, Asia Productivity Organization, 1986

Techniques d'analyse des moyens de maîtrise existants

LEWIS, S. SMITH, K., *Lessons learned from real world application of the bow-tie method*. 6th AIChE. *Global Congress of Process Safety*, 2010, San Antonio, Texas [consulté 2019-02-13].

Disponible à l'adresse: <http://risktecsolutions.co.uk/media/43525/bow-tie%20lessons%20learned%20-%20aiche.pdf>

HALE, A. R., GOOSSENS L.H.J., ALE, B.J.M., BELLAMY L.A. POST J. *Managing safety barriers and controls at the workplace*. In *Probabilistic safety assessment and management*. Editors SPITZER C, SCHMOCKER, U, DANG VN., Berlin: Springer; 2004. pp. 608–13

MCCONNELL, P. and DAVIES, M. *Scenario Analysis under Basel II*. [consulté 2019- 02-13].

Disponible à l'adresse: <http://www.continuitycentral.com/feature0338.htm> [34] ISO 22000, *Systèmes de management de la sécurité des denrées alimentaires – Exigences pour tout organisme appartenant à la chaîne alimentaire*

Systèmes de qualité et de sécurité sanitaire des aliments – Manuel de formation sur l'hygiène alimentaire et le Système d'analyse des risques – Points critiques pour leur maîtrise (HACCP) [consulté 2019-02-13].

Disponible à l'adresse: <http://www.fao.org/docrep/W8088E/w8088e05.htm>

IEC 61511 (toutes les parties), *Sécurité fonctionnelle – Systèmes instrumentés de sécurité pour le secteur des industries de transformation*

CENTRE FOR CHEMICAL PROCESS SAFETY OF THE AMERICAN INSTITUTE OF CHEMICAL ENGINEERS New York 2001. Layer of protection analysis – Simplified

GHOSH, J., DELAMPADY, M. and SAMANTA, T. An introduction to Bayesian analysis, New York Springer-Verlag, 2006

QUIGLEY, J.L., BEDFORD, T.J. and WALLS, L.A. Prior Distribution Elicitation. In: Encyclopaedia of Statistics in Quality and Reliability. Wiley. 2008 ISBN 9780470018613

NEIL, Martin and FENTON, Norman. Risk Assessment and Decision Analysis with Bayesian Networks. CRC Press, 2012

JENSEN, F.V., NIELSEN T. D. Bayesian Networks and Decision Graphs, 2nd ed.

NICHOLSON, A., WOODBERRY O and TWARDY C, The “Native Fish” Bayesian networks. Bayesian Intelligence Technical Report 2010/3, 2010

NETICA TUTORIAL Introduction to Bayes Nets: What is a Bayes Net? [consulté 2019- 02-13].

ISO/TS 22317, Sécurité sociétale – Systèmes de management de la continuité d'activité – Lignes directrices pour l'analyse d'impact sur l'activité

ISO 22301, Sécurité sociétale – Systèmes de management de la continuité d'activité – Exigences

ANDREWS J.D, RIDLEY L.M. 2002. Application of the cause consequence diagram method to static systems, Reliability engineering and system safety 75(1) 47-58. Disponible à l'adresse: <https://dspace.lboro.ac.uk/dspace->

NIELSEN D.S. The Cause/Consequence Diagram Method as a Basis for Quantitative Accident Analysis, Danish Atomic Energy Commission, RISØ-M-1374, May 1971

IEC 62502, Techniques d'analyse de la sûreté de fonctionnement – Analyse par arbre d'événement (AAE)

IEC TR 63039:2016, Probabilistic risk analysis of technological systems – Estimation of final event rate at a given initial state (disponible en anglais seulement)

IEC 62508, Lignes directrices relatives aux facteurs humains dans la sûreté de fonctionnement

BELL Julie, HOLROYD Justin, Review of human reliability assessment methods. Health and Safety Executive UK, HMSO 2009 [consulté 2019-02-13].

OCDE, Establishing the Appropriate Attributes in Current Human Reliability Assessment Techniques for Nuclear Safety, NEA/CSNI/R 2015 [consulté 2019-02-13].

Disponible à l'adresse: [http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=NEA/CSNI/R\(2015\)1&docLanguage=En](http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=NEA/CSNI/R(2015)1&docLanguage=En)

IEC 61165, Application des techniques de Markov

OXLEY, ALAN. Markov Processes in Management Science, published by Applied Probability Trust, 2011 [consulté 2019-02-13].

Disponible à l'adresse: <https://studylib.net/doc/8176892/markov-processes-in-management-science>

Guide ISO/IEC 98-3:2008/Suppl.1:2008, Incertitude de mesure – Partie 3: Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure (GUM:1995) – Supplément 1: Propagation de distributions par une méthode de Monte Carlo

UE: Règlement général sur la protection des données (Journal officiel de l'Union européenne, 4 mai 2016)

ICO (Royaume-Uni): Conducting privacy impact assessments code of practice [consulté 2019-02-13].

Disponible à l'adresse: <https://ico.org.uk/media/about-the-ico/consultations/2052/draft-conducting-privacy-impact-assessments-code-of-practice.pdf>

CNIL (FR), Privacy Impact assessment (PIA) [consulté 2019-02-13].

Disponible à l'adresse: <https://www.cnil.fr/en/privacy-impact-assessment-pia>

BRYSON, J. M., ACKERMANN, F., EDEN, C., & FINN, C. (2004). Visible thinking unlocking causal mapping for practical business results. Chichester: John Wiley & Sons

ACKERMANN, F, HOWICK, S, QUIGLEY, J, WALLS, L, HOUGHTON, T. Systemic risk elicitation: Using causal maps to engage stakeholders and build a comprehensive view of risks, European Journal of Operational Research 2014, 238(1), 290-299

CENTRE COMMUN DE RECHERCHE, COMMISSION EUROPÉENNE; Cross-impact analysis [consulté 2019-02-13].

Disponible à l'adresse: http://forlearn.jrc.ec.europa.eu/guide/2_design/meth_cross-impact-analysis.htm

ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ Boîte à outils d'évaluation des risques pour la santé humaine: Dangers chimiques. 2010 [consulté 2019-02-13].

Disponible à l'adresse: <http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/255614/1/9789242548075-fre.pdf?ua=1>

US EPA Guidelines for ecological risk assessment 1998 [consulté 2019-02-13].

Disponible à l'adresse: https://www.epa.gov/sites/production/files/2014-11/documents/eco_risk_assessment1998.pdf

CHANCE, D., BROOKS, R. An introduction to derivatives and risk management, (9th ed.). Publié par Mason, Ohio: South-Western Cengage Learning 2013

THOMAS J. and PEARSON Neil D. Value at risk. Financial Analysts Journal 2000 56, 47-67

CHOUDHRY, M. An introduction to Value at Risk, Ed. 5, John Wiley and Sons, Chichester UK, 2013

Disponible à l'adresse: <http://people.stern.nyu.edu/adamodar/pdfiles/papers/VAR.pdf>
Techniques d'évaluation de l'importance d'un risque

UK HEALTH AND SAFTY EXECUTIVE, 2010a: HID'S Approach To 'As Low As Reasonably Practicable' (ALARP) Decisions [consulté 2019-02-13].

Disponible à l'adresse: <http://www.hse.gov.uk/risk/theory/alarplance.htm>

UK HEALTH AND SAFTY EXECUTIVE, 2010b: Guidance on (ALARP) decisions in control of major accident hazards (COMAH), [consulté 2019-02-13].

Disponible à l'adresse:
http://www.hse.gov.uk/foi/internalops/hid_circs/permissioning/spc_perm_37/

UK HEALTH AND SAFTY EXECUTIVE, 2014: Principles and guidelines to assist HSE in its judgments that duty-holders have reduced risk as low as reasonably practicable [consulté

2019-02-13].

Disponible à l'adresse: <http://www.hse.gov.uk/risk/theory/alarp1.htm>

AMERICAN INSTITUTE FOR CHEMICAL ENGINEERS: Understanding and using F-N Diagrams: Annex A in Guidelines for Developing Quantitative Safety Risk Criteria. New York. John Wiley 2009

EVANS, A. Transport fatal accidents and FN-curves: 1967-2001. Health and Safety Executive Research Report RR 073 [consulté 2019-02-13].

Disponible à l'adresse:

<http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20101111125221/http://www.rail-reg.gov.uk/upload/pdf/rr073.pdf>

Pareto Chart, Excel Easy [consulté 2019-02-13].

Disponible à l'adresse: <http://www.excel-easy.com/examples/pareto-chart.html>

Disponible à l'adresse: <http://www.uphs.upenn.edu/gme/pdfs/Pareto%20Chart.pdf>

IEC 60300-3-11, Gestion de la sûreté de fonctionnement – Partie 3-11: Guide d'application – Maintenance basée sur la fiabilité

MACKENZIE Cameron A. Summarizing risk using risk measures and risk indices. Risk Analysis, 34,12 2143-2163 2014

Techniques de choix parmi des options

KHOJASTEH, P, (2016). Application of benefit-cost-risk formula and key change indicators to meet project objectives [consulté 2019-02-19].

Disponible à l'adresse:

<https://www1.bournemouth.ac.uk/sites/default/files/asset/document/Mon%205.1%20Khojasteh%20Pejman%20Risk.pdf>

The Green book, Appraisal and Evaluation in Central Government; 2011 Treasury Guidance LONDON: TSO London

ANDOSEH, S., et al. The case for a real options approach to ex-ante cost-benefit analyses of agricultural research projects. Food policy 44, 2014, 218-226 [consulté 2019-02-13].

Disponible à l'adresse: http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/pnaec758.pdf

KIRKWOOD, CRAIG. Decision Tree Primer University of Arizona in Decision Analysis and System Dynamics resources 2002 [consulté 2019-02-13].

Disponible à l'adresse: <http://www.public.asu.edu/~kirkwood/DASstuff/decisiontrees/>

MYERSON, ROGER B., Game Theory: Analysis of Conflict, Harvard University Press, 1991

MAYNARD SMITH, JOHN Evolution and Theory of Games, Cambridge University Press 1982

ROSENHEAD, J. and MINGER, J. (Eds), Rational Analysis for a Problematic World Revisited, 2nd ed. Wiley, Chichester UK, 2001

[85] EN 16271:2012, Management par la valeur – Expression fonctionnelle du besoin et cahier des charges fonctionnel – Exigences pour l'expression et la validation du besoin à satisfaire dans le processus d'acquisition ou d'obtention d'un produit

DEPARTMENT FOR COMMUNITIES AND LOCAL GOVERNMENT, Multi-criteria analysis: a manual 2009 [consulté 2019-02-13].

Disponible à l'adresse: <https://www.gov.uk/government/publications/multi-criteria-analysis-manual-for-making-government-policy>

RABIHAH MHD.SUM Risk Management Decision Making, 2001 [consulté 2019-02-13].

Disponible à l'adresse: <http://www.isahp.org/uploads/47.pdf>

VELASQUEZ, M., HESTER, P. An Analysis of Multi-criteria Decision Making Methods, International Journal of Operations Research, 10 (2), 55-66, 2013 [consulté 2019-02-

Disponible à l'adresse: http://www.orstw.org.tw/ijor/vol10no2/ijor_vol10_no2_p56_p66.pdf
Techniques d'enregistrement et de consignation

ELMONSTRI, Mustafa, Review of the strengths and weaknesses of risk matrices, Journal of Risk Analysis and Crisis Response, 4 (1), 49-57, 2014 [consulté 2019-02-

Disponible à l'adresse: http://www.atlantis-press.com/php/download_paper.php?id=11718

BAYBUTT, Paul, Calibration of risk matrices for process safety. Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 38, 163-168, 2015

GARVEY, P., BOOK S.A., COVERT R.P. Probability Methods for Cost Uncertainty Analysis: A Systems Engineering Perspective, Ed 2 Annex E Unravelling the S curve. CRC 2016