

NOTA IMPORTANTE:

La entidad sólo puede hacer uso de esta norma para si misma, por lo que este documento NO puede ser reproducido, ni almacenado, ni transmitido, en forma electrónica, fotocopia, grabación o cualquier otra tecnología, fuera de su propio marco.

ININ/ Oficina Nacional de Normalización

SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO. SEGURIDAD DE LAS MAQUINAS. PRINCIPIOS PARA LA EVALUACION DE RIESGOS (ISO 14121:1999, IDT)

Work safety and health. Safety of machinery.
Principles for risk assessment

**Oficina Nacional de Normalización (NC) Calle E No. 261 Vedado, Ciudad de La Habana.
Teléf.: 830-0835 Fax: (537) 33-8048 E-mail: nc@ncnorma.cu**

Prefacio

La Oficina Nacional de Normalización (NC), es el Organismo Nacional de Normalización de la República de Cuba que representa al país ante las Organizaciones Internacionales y Regionales de Normalización.

La preparación de las Normas Cubanas se realiza generalmente a través de los Comités Técnicos de Normalización. La aprobación de las Normas Cubanas es competencia de la Oficina Nacional de Normalización y se basa en evidencias de consenso.

Esta norma:

- Ha sido elaborada por el NC/CTN 6, integrado por las entidades siguientes:

Oficina del Historiador	Ministerio de Salud Pública
Oficina Nacional de Normalización	Ministerio de la Industria Básica
Instituto de Investigaciones del Trabajo	Ministerio de la Industria Pesquera
Instituto de Salud para los Trabajadores	Ministerio de la Construcción
Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos	Ministerio del Transporte
Central de Trabajadores de Cuba	Ministerio del Interior
Ministerio del Trabajo y Seguridad Social	Ministerio de las Fuerzas Armadas Revolucionarias
Ministerio de la Industria Sideromecánica	CIMEX S.A
Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente	

- Es una adopción idéntica de la norma ISO 14121:1999 Safety of machinery- Principles of risk assessment
- Consta de los Anexo A y B como informativos

© NC, 2002

Todos los derechos reservados. A menos que se especifique, ninguna parte de esta publicación podrá ser reproducida o utilizada por alguna forma o medios electrónicos o mecánicos, incluyendo las fotocopias o microfilmes, sin el permiso previo escrito de:

Oficina Nacional de Normalización (NC).

Calle E No. 261 Ciudad de La Habana, Habana 3. Cuba.

Impreso en Cuba

Indice

1 Objeto.....	1
2 Referencias normativas.....	1
3 Términos y definiciones.....	1
4 Principios generales.....	2
5 Definición de los límites de la máquina.....	4
6 Identificación de peligros.....	5
7 Estimación del riesgo.....	5
8 Valoración del riesgo.....	11
9 Documentación.....	12
Anexo A(informativo) Ejemplos de peligros, situaciones peligrosas y sucesos peligrosos.....	14
Anexo B(informativo) Métodos para analizar peligros y estimar riesgos.....	21

Introducción

La presente norma tipo A tiene como objetivo exponer los principios de un procedimiento sistémico y coherente para la evaluación de riesgos en las máquinas en línea con lo planteado en el capítulo 6 de la NC 124-1:2001.

Se presentan indicaciones para tomar decisiones durante el diseño de las máquinas (apartado 3.11 de NC-124-1:2001) y orienta en la elaboración de las normas tipo B y C coherentes y acordes con el propósito de cumplir los requisitos básicos de Seguridad y Salud necesarios (Anexo A de la NC 124-2 -2001).

Se recomienda introducir esta norma en cursos, seminarios manuales y otras formas de instrucción sobre métodos de diseño.

SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO. SEGURIDAD DE LAS MAQUINAS. PRINCIPIOS PARA LA EVALUACION DE RIESGOS

1 Objeto

Esta norma establece los principios generales del procedimiento conocido como evaluación del riesgos mediante el cual, se reúnen el conocimiento y la experiencia en el diseño, utilización, incidentes, accidentes y daños relativos a las máquinas con el fin de evaluar los riesgos durante todas las fases de la vida de una máquina [véase el apartado 3.11 a) de la norma NC 124-1].

Esta norma da indicaciones sobre la información necesaria para permitir efectuar la evaluación del riesgo. Se describen procedimientos para identificar peligros estimar y valorar riesgos. El objetivo de la norma es dar consejos para la toma de decisiones en materia de seguridad de las máquinas y sobre el tipo de documentación necesaria para verificar la evaluación de riesgos efectuada.

Esta norma no está destinada a proporcionar una lista detallada de los métodos de análisis de peligros y de estimación de los riesgos puesto que de ello se trata en otros ámbitos por ejemplo, libros de texto y otras regulaciones nacionales). A título informativo se da un resumen de algunos de estos métodos (véase el Anexo B).

2 Referencias normativas

Las normas siguientes contienen disposiciones que al ser citadas en el texto constituyen a su vez disposiciones de esta norma. Al momento de esta publicación las ediciones indicadas estaban vigentes. Como todas las normas, están sujetas a revisión se recomienda a todos aquellos que realicen acuerdos sobre la base de ellas, la conveniencia de usar ediciones más recientes de las normas citadas a continuación. La Oficina Nacional de Normalización posee en todo momento la información de las normas internacionales en vigencias.

NC 124-1:2001 Seguridad y salud en el trabajo - Seguridad de las maquinas- Conceptos básicos. Principios generales para el diseño- Parte 1: Terminología básica y metodología.

NC 124-2:2001 Seguridad y salud en el trabajo - Seguridad de las maquinas- Conceptos básicos Principios generales para el diseño- Parte 2: Principios y especificaciones técnicas

IEC 60204-1:1992 Safety of machinery- Electrical equipment of machines- Part 1: General requirements

3 Términos y definiciones

Además de las definiciones dadas en la NC 124-1, se establecen a los fines de la presente norma, los siguientes términos.

3.1 daño

Lesión física y/o daño a la salud o al patrimonio

3.2 suceso peligroso

Suceso que puede causar un daño.

3.3 medida de seguridad

Medida que elimina un peligro o reduce un riesgo.

3.4 riesgo residual

Riesgo que subsiste después de haberse adoptado las medidas de seguridad.

4 Principios generales

4.1 Conceptos básicos

La evaluación de riesgos constituye un procedimiento lógico que permite, de una forma sistemática, analizar los (peligros) factores de riesgos asociados a la máquina. La evaluación del riesgo va seguida, siempre que sea posible, de la reducción del riesgo tal como se describe en el Capítulo 5 de la NC124-1. Cuando este proceso se repite, se convierte en un proceso iterativo para eliminar los peligros y reducir los riesgos, así como implementar las medidas de seguridad.

La evaluación de riesgos incluye (véase la figura 1):

— el análisis de riesgo:

- 1) definición de los límites de la máquina (véase el capítulo 5);
- 2) Identificación de los (peligros) factores de riesgos (véase el capítulo 6);
- 3) Estimación del riesgo (véase el capítulo 7)

— la valoración del riesgo (véase el capítulo 8)

El análisis de riesgos proporciona la información requerida para la valoración del riesgo, lo que a su vez permite dictaminar sobre la seguridad de una máquina (véase el apartado 3.4 de la norma 124-1).

La evaluación de riesgos se basa en decisiones razonadas las cuales deben estar sustentadas por métodos cualitativos complementados, siempre que sea posible, por métodos cuantitativos. Los métodos cuantitativos son especialmente apropiados cuando la gravedad y extensión previsible del daño son elevados.

Los métodos cuantitativos son útiles para valorar medidas de seguridad alternativas y determinar cual de ellas es la mejor (ofrece la mejor protección).

NOTA: La aplicación de métodos cuantitativos está limitada por la escasez de datos útiles disponibles, por lo que en muchas aplicaciones sólo es posible la valoración cualitativa del riesgo.

La evaluación de riesgos debe estar dirigida de manera que sea posible documentar el procedimiento seguido y los resultados alcanzados (véase el capítulo 9).

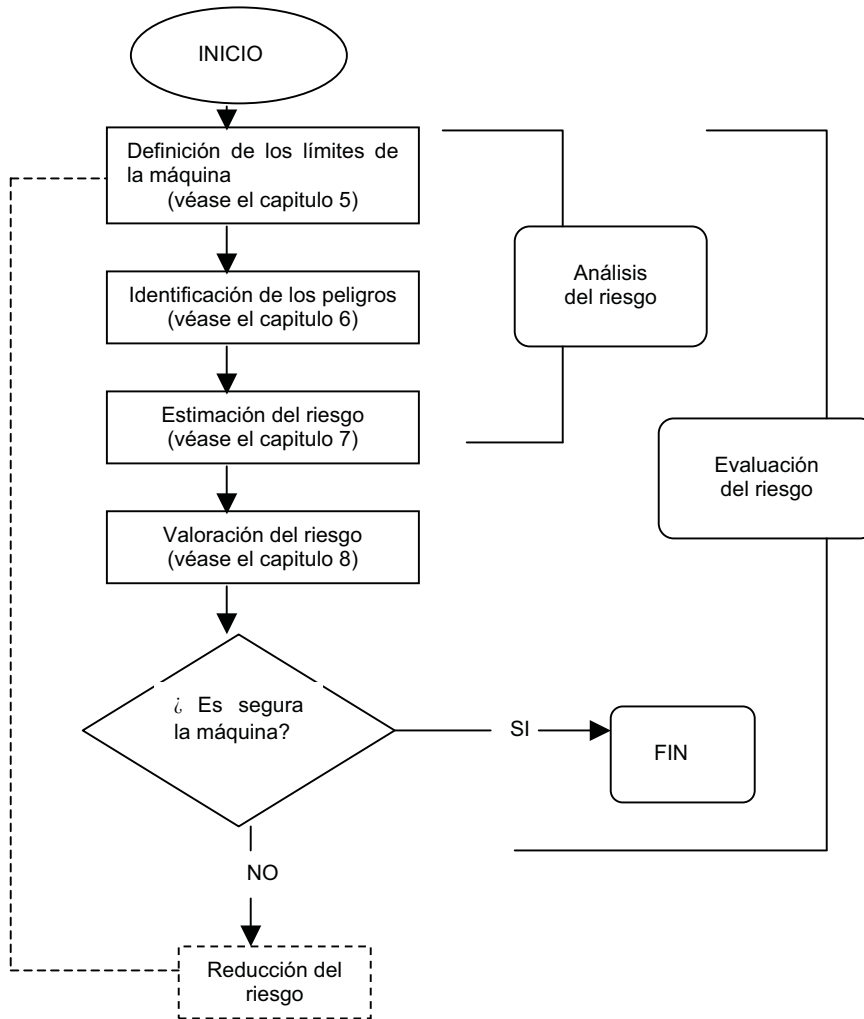


Figura –1 Proceso iterativo para conseguir la seguridad

4.2 Información para la evaluación del riesgo

La información para la evaluación del riesgo y cualquier análisis cualitativo o cuantitativo debe incluir, según los casos, los elementos siguientes:

— Límites de la máquina (véase el capítulo 5).

- Requisitos para las fases de la vida de la máquina (véase el apartado 3.1 de la NC 124-1)
- Planos de diseño y otros medios para establecer la naturaleza de la máquina.
- Información relativa a la alimentación de energía.
- Antecedentes de accidentes o averías.
- Información sobre daños a la salud.

La información debe actualizarse a medida que avanza el diseño y haya necesidad de modificaciones.

A menudo es posible hacer comparaciones entre situaciones peligrosas parecidas asociadas a tipos diferentes de máquinas, siempre que, se disponga de información suficiente sobre los factores de riesgos (peligros) y las circunstancias de accidentes o averías en dichas situaciones.

La ausencia de un gran número de accidentes, un número reducido de ellos o baja gravedad, no se deben considerar como presunción mecánica de bajo riesgo.

Para los análisis cuantitativos se pueden utilizar bases de datos, manuales, especificaciones de laboratorios y fabricantes, siempre que exista seguridad en la fuente de información. En la documentación (pasaporte) se debe señalar la incertidumbre asociada a dichos datos. (véase capítulo 9).

Del mismo modo pueden ser utilizados los datos basados en el consenso de la opinión de expertos derivada de su experiencia para completar los datos cualitativos (por ejemplo, técnica Delphi. Véase apartado b.8 del Anexo B).

5 Definición de los límites de la máquina

La evaluación del riesgo debe considerar:

- Las fases de la vida de la máquina (véase 3.11 de la NC 124-1).
- Los límites de la máquina (véase el apartado 5.1 de la NC 124-1), incluyendo el uso previsto (tanto el uso y funcionamiento correctos de la máquina como las consecuencias de un uso indebido o de un disfuncionamiento razonablemente previsible), de acuerdo con el apartado 3.12 de la NC124-1).
- La gama completa de aplicaciones previsibles de la máquina (por ejemplo, industriales, no industriales y domésticas) por personas diferenciadas por el sexo, la edad, el uso predominante o las aptitudes físicas limitadas, (por ejemplo, discapacidad visual o auditiva, talla, fuerza).

- El nivel esperado de formación, experiencia o aptitud de los usuarios previstos, tales como:
 - 1) Operadores (incluidos los técnicos y el personal de mantenimiento)
 - 2) Aprendices , adiestrados y recién ingresados.
 - 3) Público en general.
- Exposición de otras personas a los factores de riesgo (peligros) de la máquina, si es razonablemente previsible.

6 Identificación de peligros

Se deben identificar todos los factores de riesgos (peligros), situaciones peligrosas y sucesos peligrosos asociados con la máquina. En el Anexo A se dan ejemplos que pueden ayudar en este proceso (véase el capítulo 4 de la NC 124-1).

Existen varios métodos para el análisis sistemático de los factores de riesgo (peligros). En el Anexo B se dan ejemplos.

7 Estimación del riesgo

7.1 Generalidades

Después de la identificación de los factores de riesgo (peligros) (véase el capítulo 6) se debe realizar la estimación del riesgo para cada factor de riesgo (peligro), determinando los elementos del riesgo establecidos en el apartado 7.2. Al determinar estos elementos es necesario considerar los aspectos indicados en el apartado 7.3.

7.2 Elementos del riesgo

7.2.1 Combinación de los elementos del riesgo

El riesgo asociado a una situación o a un proceso técnico particular se deriva de una combinación de los elementos siguientes:

- la gravedad del daño
- la probabilidad de que se produzca dicho daño, que es una función de:
 - 1) la frecuencia y duración de la exposición de las personas al factor de riesgo
 - 2) la probabilidad de que se produzca un suceso peligroso
 - 3) las posibilidades técnicas y humanas para evitar o limitar el daño (por ejemplo, velocidad reducida, dispositivo de parada de emergencia, dispositivo de validación, conocimiento de los riesgos)

Los elementos son mostrados en la Figura 2 y los detalles adicionales se dan en 7.2.2 y en 7.2.3

Existen varios métodos para realizar un análisis sistemático de estos elementos. En el Anexo B se dan algunos ejemplos.

NOTA: En muchos casos estos elementos no se pueden determinar con exactitud, sino que solo se pueden estimar. Esto se aplica sobre todo, a la probabilidad que se produzca un posible daño. En algunos casos, la gravedad del posible daño no se puede establecer fácilmente (por ejemplo, en el caso de daños a la salud debido a sustancias tóxicas o a la lesión psíquica.).

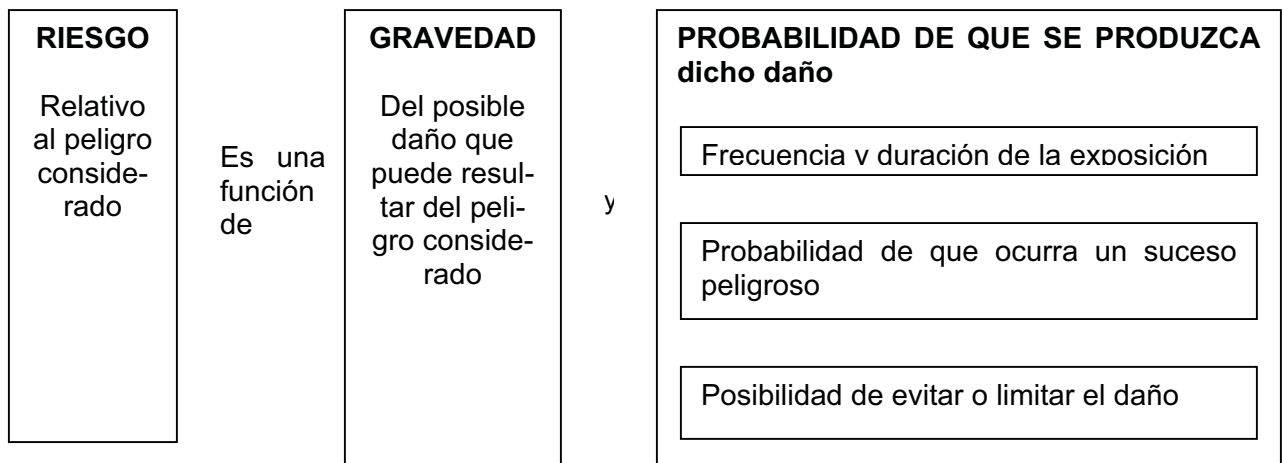


Figura 2 — Elementos del riesgo

7.2.2 Gravedad (importancia del posible daño)

La gravedad se puede estimar a partir de:

— la naturaleza de lo que se debe proteger:

- 1) personas
- 2) bienes
- 3) ambiente.

— La gravedad de las lesiones o del daño a la salud:

- 1) Ligera (normalmente reversible);
- 2) Seria (normalmente irreversible);

- 3) Muerte

— Extensión del daño (para cada máquina):

- 1) Una persona
- 2) Varias personas

7.2.3 Probabilidad de que se produzca un daño

La probabilidad de que se produzca un daño se puede estimar teniendo en cuenta los apartados 7.2.3.1 a 7.2.3.3.

7.2.3.1 Frecuencia y duración de la exposición

Necesidad de acceso a la zona peligrosa (por ejemplo, para el funcionamiento normal, el mantenimiento o la reparación)

Tipo de acceso (por ejemplo, alimentación manual de material)

Tiempo de permanencia en la zona peligrosa

Número de personas que debe acceder

Frecuencia de acceso.

7.2.3.2 Probabilidad de que ocurra un suceso peligroso

— Fiabilidad y otros datos estadísticos

— Historial de accidentes

— Historial de daños a la salud

Comparación de riesgos (véase el apartado 8.3)

NOTA: El origen de un suceso peligroso puede ser técnico, organizativo o conductual.

7.2.3.3 Posibilidad de evitar o limitar el daño

— En función de las personas que operan la máquina:

- 1) Personas con experiencia
- 2) Personas sin experiencia
- 3) Sin operario

- En función de la velocidad de aparición del suceso peligroso:
 - 1) Repentino
 - 2) Rápido
 - 3) Lento
- En función del conocimiento del riesgo:
 - 1) Mediante información general
 - 2) Por observación directa
 - 3) Mediante señales de advertencia y dispositivos indicadores
- En función de la posibilidad humana de evitar o de limitar el daño (por ejemplo, reflejos, agilidad, posibilidad de escapar)
 - 1) Posible
 - 2) Posible en condiciones determinadas
 - 3) Imposible
- En función de la experiencia y conocimiento prácticos:
 - 1) De la máquina
 - 2) De una máquina similar
 - 3) Ninguna experiencia.

7.3 Aspectos a considerar al establecer los elementos de riesgo

7.3.1 Personas expuestas

Para estimar el riesgo se deben considerar todas las personas expuestas a los (peligros) factores de riesgo. Incluye a los operadores (véase el apartado 3.21 de la NC 124-1) y a otras personas, que dentro de lo razonablemente previsible, podían ser dañadas por la máquina.

7.3.2 Tipo, frecuencia y duración de la exposición

La estimación de la exposición al factor de riesgo (peligro) considerado (incluidos los daños a la salud a largo plazo), requiere tener en cuenta y analizar todos los modos de funcionamiento de la máquina y todos los métodos de trabajo. En particular esto se aplica a la necesidad de acceso durante el reglaje, el aprendizaje, el cambio o la corrección del proceso, la limpieza, la búsqueda de averías y el mantenimiento (véase el apartado 3.11 de la NC 124-1).

Al estimar el riesgo se debe considerar las situaciones en las que es necesario anular las funciones de seguridad (por ejemplo, durante el mantenimiento).

7.3.3 Relación entre exposición y efecto

Se debe tener en cuenta la relación entre la exposición a un peligro y sus efectos. También se deben considerar los efectos de una exposición acumulativa y los efectos sinérgicos. Cuando se consideran dichos efectos, la estimación del riesgo debe sustentarse, tanto como sea posible, en datos reconocidos.

Nota. Es posible que existan datos de accidentes, con los cuales indicar la probabilidad y gravedad de las lesiones asociadas a la utilización de un tipo concreto de máquina con un tipo concreto de medida de seguridad.

7.3.4 Factores humanos

Los factores humanos pueden afectar al riesgo y se deben considerar en la estimación del riesgo. Incluye:

- 1) interacción de las personas con la máquina.
- 2) Interacción entre personas
- 3) Aspectos psicológicos
- 4) Incidencia de la ergonomía
- 5) Capacidad de las personas para percibir los riesgos en una situación dada dependiendo de su formación, experiencia y aptitud.

Para estimar la aptitud de las personas expuestas se tendrá en cuenta los siguientes aspectos:

- 1) La aplicación de los principios de la ergonomía en el diseño de la máquina
- 2) Su aptitud natural o adquirida para desempeñar las tareas requeridas
- 3) Su conocimiento de los riesgos
- 4) Su nivel de confianza para realizar las tareas requeridas sin desviaciones intencionadas ni involuntarias
- 5) La incitación a desviarse de los métodos de trabajo seguros, establecidos y necesarios.

La formación, la experiencia y la aptitud pueden afectar el riesgo, pero ninguno de estos factores debe ser utilizado en lugar de la eliminación del peligro o reducción del riesgo por prevención intrínseca o por protección, cuando se pueden aplicar este tipo de medidas.

7.3.5 Fiabilidad de las funciones de seguridad

Al estimar el riesgo debe considerarse la fiabilidad de los componentes y sistemas. Se debe:

- identificar las circunstancias que pueden provocar un daño (por ejemplo, fallo de componentes, fallos de alimentación, interferencias eléctricas);
- utilizar, cuando sea apropiado, métodos cuantitativos para comparar las medidas de seguridad alternativas;
- suministrar la información que permita seleccionar las funciones, de seguridad, los componentes y los dispositivos adecuados.

Debe prestarse una particular atención a aquellos componentes y sistemas que desempeñan funciones críticas de seguridad (véase apartado 3.13.1 de la NC 124-1)

Cuando más de un dispositivo de protección participa en una función de seguridad, la selección de dichos dispositivos debe ser coherente en lo que se refiere a fiabilidad de interrelaciones.

Cuando las medidas de seguridad incluyen la organización del trabajo, el comportamiento correcto, la vigilancia, el uso de equipos de protección personal, la competencia, o la formación, se debe tener en cuenta, al estimar el riesgo, la relativa baja fiabilidad de dichas medidas en comparación con la de las medidas de seguridad técnica de eficacia probada.

7.3.6 Posibilidad de neutralizar o de violar las medidas de seguridad

Al estimar el riesgo se debe tener en cuenta la posibilidad de neutralizar o de violar las medidas de seguridad. También se tendrá en cuenta la incitación a neutralizar o burlar las medidas de seguridad si, por ejemplo:

- La medida de seguridad modifica la producción o interfiere con cualquier otra actividad o preferencia del usuario
- La medida de seguridad es difícil de aplicar
- Están implicadas otras personas, además del operador
- La medida de seguridad no es reconocida o aceptada para su aplicación.

La posibilidad de neutralizar una medida de seguridad depende tanto del tipo de medida, como de los detalles de su diseño, (por ejemplo, resguardo regulable, dispositivo programable).

La utilización de sistemas electrónicos programables introduce una posibilidad adicional de neutralización o violación si el acceso a la parte del programa relativa a la seguridad no está diseñado y controlado convenientemente. Al estimar el riesgo se deben identificar los puntos en los que las funciones relativas a la seguridad no están separadas de otras funciones de la máquina y en qué medida es posible acceder a dichos puntos. Esto es particularmente importante cuando se requie-

re un acceso a distancia para realizar operaciones de diagnóstico o de corrección de un proceso (véase el apartado 12.3.5 de la IEC 60204).

7.3.7 Aptitud para mantener las medidas de seguridad

Al estimar el riesgo se debe examinar si las medidas de seguridad se pueden mantener en las condiciones necesarias para obtener el nivel de seguridad requerido.

NOTA: Si la medida de seguridad no se puede mantener fácilmente en el estado de funcionamiento correcto, esto tiende a animar a neutralizar o burlar la medida de seguridad para continuar utilizando la máquina.

7.3.8 Información para la utilización

Al estimar el riesgo se debe tener en cuenta la aplicación correcta del capítulo 5 de la NC 124-2 relativo a la información para la utilización que debe suministrarse con la máquina.

8 Valoración del riesgo

8.1 Generalidades

Después de estimar el riesgo, se debe llevar a cabo la valoración del riesgo con el fin de determinar si se requiere reducir el riesgo o si se ha alcanzado la seguridad. Si es necesario reducir el riesgo, entonces se deben seleccionar y aplicar medidas de seguridad apropiadas, repitiendo el procedimiento (véase la figura 1). Durante este proceso iterativo es importante que el diseñador verifique si al aplicar nuevas medidas de seguridad, se generan peligros adicionales. Si es así, dichos peligros deben añadirse a los ya identificados.

La consecución de los objetivos de reducción del riesgo (véase el apartado 8.2) y el resultado favorable de la comparación de riesgos (véase el apartado 8.3) proporcionan la confianza de que la máquina es segura (véase el apartado 3.4 de la NC 124-1).

8.2 Consecución de los objetivos de reducción del riesgo

La consecución de las siguientes condiciones indicará que el proceso de reducción del riesgo ha finalizado.

- a) se ha eliminado el peligro o se ha reducido el riesgo mediante:
 - 1) prevención intrínseca o sustitución por materias y sustancias menos peligrosas
 - 2) protección
- b) la protección seleccionada es de un tipo que, por experiencia, conduce a una situación segura para el uso previsto
- c) el tipo de protección seleccionada es apropiado a la aplicación, en términos de:
 - 1) probabilidad de neutralización o de violación

- 2) gravedad del daño
 - 3) obstaculizar la ejecución de la tarea requerida
- d) la información sobre el uso previsto de la máquina es suficientemente claro
- e) los procedimientos operativos para la utilización de la máquina son coherentes con la aptitud de las personas que utilizarán la máquina o de otras personas que pueden estar expuestas a los peligros asociados a la máquina.
- f) los métodos de trabajo seguro recomendados para la utilización de la máquina y los requisitos de formación correspondiente se han descrito adecuadamente
- g) El usuario está adecuadamente informado de los riesgos residuales en las diferentes fases de la vida de la máquina.
- h) Si se ha recomendado algún tipo de equipo de protección personal para hacer frente a los riesgos residuales, se ha descrito correctamente la necesidad de dicho equipo y los requisitos de formación para su utilización.
- i) Las precauciones complementarias son suficientes (véase el capítulo 6 de la NC 124-2)

8.3 Comparación de riesgos

Como parte del proceso de valoración del riesgo, se puede comparar los riesgos entre máquinas similares, siempre que se cumplan las condiciones siguientes:

- la máquina de comparación, es segura
- el uso previsto y las características constructivas de ambas máquinas son comparables
- los peligros y los elementos del riesgo son comparables
- las especificaciones técnicas son comparables
- las condiciones de explotación son comparables

La utilización de este método de comparación no elimina la necesidad de seguir el proceso de evaluación del riesgo tal como se describe en esta norma para condiciones de utilización específicas (por ejemplo, cuando una sierra de cinta para cortar carne se compara con otra sierra de cinta para cortar madera, se deben evaluar los riesgos asociados al cambio del material).

9 Documentación

Para los fines de esta norma la documentación sobre evaluación del riesgo debe mostrar el procedimiento que se ha seguido y los resultados alcanzados. Esta documentación incluye según los casos:

- a) La máquina para la que se ha llevado a cabo la evaluación (por ejemplo, especificaciones, límites, uso previsto),
- b) Cualquier hipótesis aplicable que se haya hecho (por ejemplo, cargas, resistencias, factores de seguridad),
- c) Los peligros identificados
 - Las situaciones peligrosas identificadas
 - Los sucesos peligrosos considerados en la evaluación,
- d) La información en la que se ha basado la evaluación del riesgo (véase el apartado 4.2),
 - Los datos utilizados y su procedencia (por ejemplo, historial de accidentes, experiencia adquirida en la reducción del riesgo aplicada a una máquina similar,
 - La incertidumbre asociada a los datos utilizados y su repercusión en la evaluación del riesgo,
- e) Los objetivos a alcanzar mediante las medidas de seguridad,
- f) Las medidas de seguridad aplicadas para eliminar los peligros identificados o para reducir los riesgos (por ejemplo, a partir de las normas o de otras especificaciones),
- g) Los riesgos residuales asociados a la máquina,
- h) El resultado de la evaluación final del riesgo (véase la figura 1).

Anexo A
(informativo)

Ejemplos de peligros, situaciones peligrosas y sucesos peligrosos

Tabla A.1

No	Peligros	Anexo A de NC 124-2	NC 124	
			Parte 1	Parte 2
Peligros, situaciones peligrosas y sucesos peligrosos				
1	Peligros mecánicos producidos por: — Elementos de la máquina o piezas a trabajar, por ejemplo: a) Forma: b) Posición relativa: c) Masa y estabilidad (energía potencial de elementos que pueden moverse por efecto de la gravedad) d) Masa y velocidad (energía cinética de elementos en movimiento controlado o incontrolado): e) Resistencia mecánica inadecuada — Acumulación de energía en la máquina, por ejemplo: a) Elementos clásicos (muelles): b) Líquidos y gases a presión: Efecto del vacío.	1.3	4.2	3.1 3.2.4
		1.5.3	4.2	3.8, 6.2.2
1.1	Peligro de aplastamiento	1.3	4.2.1	
1.2	Peligro de cizallamiento			
1.3	Peligro de corte o de seccionamiento			
1.4	Peligro de enganche			
1.5	Peligro de arrastre o de atrapamiento			
1.6	Peligro de impacto			
1.7	Peligro de perforación o de punzonamiento			
1.8	Peligro de fricción o de abrasión			
1.9	Peligro de inyección o de proyección de fluido a presión.	1.3.2	4.2.1	3.8
2	Peligros eléctricos producidos por:			
2.1	Contacto de personas con partes activas (contacto directo)	1.5.1	4.3	3.9
		1.6.3		6.2.2
2.2	Contacto de personas con partes que se han hecho activas a causa de un fallo. (contacto indirecto)	1.5.1	4.3	3.9
2.3	Aproximación de personas a partes activas de alta tensión	1.5.1, 1.6.3	4.3	3.9, 6.2.2
2.4	Fenómenos electrostáticos	1.5.2	4.3	3.9
2.5	Radiación térmica u otros fenómenos tales como la proyección de partículas fundidas y efectos químicos debidos a cortocircuitos, sobrecarga, etc.	1.5.1 1.5.5	4.3	3.9

TABLA A.1 (continuación)

3	Peligros térmicos que pueden dar lugar a:			
3.1	Quemaduras, escaldaduras y otras lesiones producidas por un posible contacto de personas con objetos o materiales a temperaturas extremadamente altas o bajas, por llamas o explosiones y también por radiación de fuentes de calor	1.5.5, 1.5.6, 1.5.7	4.4	
3.2	Efectos perjudiciales para la salud provocados por un ambiente de trabajo frío o caliente	1.5.5	4.4	
4	Peligros producidos por el ruido que pueden dar lugar a:			
4.1	Pérdida de agudeza auditiva (sordera), otros trastornos fisiológicos (por ejemplo pérdida de equilibrio, pérdida de percepción)	1.5.8	4.5	3.2, 4
4.2	Interferencia con la comunicación oral, con señales acústicas, etc.			
5	Peligros producidos por las vibraciones			
5.1	Utilización de máquinas portátiles que puede dar lugar a trastornos neurológicos y trastornos vasculares diversos	1.5.9	4.6	3.2
5.2	Vibraciones transmitidas a todo el cuerpo, en particular cuando se combinan con posturas incómodas			
6	Peligros producidos por las radiaciones			
6.1	Baja frecuencia, radiofrecuencia, microondas	1.5.10	4.7	
6.2	Infrarrojos, luz visible y rayos ultravioleta			
6.3	Rayos X, rayos gamma			
6.4	Rayos alfa, rayos beta, haces de electrones o de iones,	1.5.10 1.5.11	4.7	3.7.3 3.7.11
6.5	Láseres			
7	Peligros producidos por materiales y sustancias (y sus elementos constituyentes) procesados o utilizados por la máquina			
7.1	Peligros resultantes del contacto o inhalación de fluidos, gases, nieblas, humos y polvos perjudiciales	1.1.3 1.5.13 1.6.5	4.8	3.3b 3.4
7.2	Peligro de incendio o de explosión	1.5.6 1.5.7	4.8	3.4
7.3	Peligros biológicos y microbiológicos (por virus o por bacterias)	1.1.3 1.6.5 2.1	4.8	
8	Peligros producidos por no respetar los principios de la ergonomía en el diseño de las máquinas como, por ejemplo, los debido a:			
8.1	Posturas incómodas, o esfuerzos excesivos	1.1.2d 1.1.5 1.6.2 1.6.4	4.9	3.6.1 6.2.1 6.2.3 6.2.4 6.2.6
8.2	Consideración inadecuada de la anatomía mano- brazo o pie- pierna	1.1.2d 2.2	4.9	3.6.2

Tabla A.1(continuación)

8.3	Menospreciar el uso de equipos de protección personal	1.1.2c		3.6.6
8.4	Iluminación localizada inadecuada	1.1.4		3.6.5
8.5	Sobrecarga mental y carga mental insuficiente, estrés	1.1.2d	4.9	3.6.4
8.6	Error humano, comportamiento humano	1.1.2d 1.2.2 1.2.5 1.2.8 1.5.4 1.7	4.9	3.6 3.7.8 3.7.9 5,6.1.1
8.7	Diseño, ubicación o identificación de órganos de accionamiento, inadecuados	1.2.2		3.6.6 3.7.8
8.8	Diseño o ubicación de señales, cuadrantes y visualizadores, inadecuados	1.7.1		3.6.7 5.2
9	Combinación de peligros		4.10	
10	Puesta en marcha intempestiva o inesperada, sobre recorrido/sobre velocidad inesperada(o cualquier disfuncionamiento similar) por:			
10.1	Fallo / avería en el sistema de mando	1.2.7 1.6.3		3.7 6.2.2
10.2	Restablecimiento de la alimentación de energía después de una interrupción	1.2.6		3.7.2
10.3	Influencias externas sobre el equipo eléctrico	1.2.1 1.5.11 4.1 2.8		3.7.11
10.4	Otras influencias externas(gravedad; viento, etc.)	1.2.1		3.4.7
10.5	Errores de programación	1.2.1		3.7.7
10.6	Errores del operador(debido a la inadaptación de las máquinas a las características y aptitudes humanas, véase 8.6)	1.1.2d 1.2.2 1.2.5 1.2.8 1.5.4 1.7	4.9	3.6 3.7.8 3.7.9 5,6.1.1
11	Imposibilidad de parar la máquina en las mejores condiciones posibles	1.2.4 1.2.6 1.2.7		3.7 3.7.1 6.1.1
12	Variaciones de la velocidad de rotación de las herramientas	1.3.6		3.2 3.3

Tabla A.1(continuación)

13	Fallo de la alimentación de energía	1.2.6		3.7,3.7.2
14	Fallo del sistema de mando	1.2,1,1. 2.3,1.2. 4,1.2.5, 1.2.7,1. 6.3		3.7,6.2.2
15	Errores de montaje	1.5.4	4.9	5.5,6.2.1
16	Roturas durante el funcionamiento	1.2.3	4.2.2	3.3
17	Caída de objetos o proyección de objetos o de fluidos	1.3.3	4.2.2	3.3 3.8
18	Pérdida de estabilidad / vuelco de la máquina	1.3.1	4.2.2	6.2.5.
19	Patinazos, pérdida de equilibrio y caídas de las personas(en relación con las máquinas)	1.5.15	4.2.3	6.2.4
Peligros adicionales, situaciones peligrosas y sucesos peligrosos debidos a la movilidad				
20	En relación con la función de movilidad			
20.1	Desplazamiento al poner en marcha el motor	3.3.2 3.3.4		
20.2	Desplazamiento sin el conductor en el puesto de mando	3.3.2		
20.3	Desplazamiento sin todos los elementos en una posición segura	3.3.2		
20.4	Velocidad excesiva de máquinas de control en los pies	3.3.4		
20.5	Oscilaciones excesivas durante el desplazamiento	3.4.1		
20.6	Capacidad insuficiente de la máquina para la desaceleración, parada e inmovilización	3.3.3 3.3.5		
21	Ligados a la posición de trabajo(incluyendo el puesto de conducción) en la máquina			
21.1	Caídas de personas al utilizar al acceder al (desde / hacia) posición de trabajo	3.2.1 3.2.2 3.4.5 3.4.7		

Tabla A.1(continuación)

21.2	Gases de escape / falta de oxígeno en el puesto de conducción	3.2.1		
21.3	Incendio (inflamabilidad de la cabina, ausencia de medios de extinción)	3.2.1 3.5.2		
21.4	Peligros mecánicas en la posición de trabajo: a) Contacto en las ruedas b) Vuelo c) Caída de objetos, penetración de objetos d) Rotura de elementos que giran a gran velocidad e) Contacto de las personas con elementos de la máquina o con las herramientas (máquinas conducidas a pie)	3.2.1 3.2.1. 3.4.3 3.2.1 3.4.4 3.4.2 3.3.4		
21.5	Visibilidad insuficiente desde el puesto de conducción	3.2.1		
21.6	Iluminación inadecuada	3.1.2		
21.7	Asiento inadecuado	3.2.2		
21.8	Ruido en el puesto de conducción	3.2.1		
21.9	Vibración en el puesto de conducción	3.2.1 3.2.2 3.6.3		
21.10	Medios insuficientes de evacuación/ salida de emergencia	3.2.1		
22	Debidos al sistema de mando			
22.1	Ubicación inadecuada de los órganos de accionamiento	3.2.1 3.3.1 3.4.5		
22.2	Diseño inadecuado de los órganos de accionamiento y/o de un modo de accionamiento	3.2.1 3.3.1 3.3.3		
23	Debidos a la manutenzione de la máquina (falta de estabilidad)	3.1.3		
24	Debidos a la alimentación de energía y a la transmisión de energía			
24.1	Peligros debidos al motor y a las baterías	3.5.1 3.4.8		
24.2	Peligros debidos a la transmisión de energía entre máquinas	3.4.7		
24.3	Peligros debidos al sistema de enganche o remolque	3.4.6		
25	Debidos o producidos a terceras personas			
25.1	Puesta en marcha o utilización no autorizada	3.3.2		

Tabla A.1(continuación)

25.2	Deriva de un elemento de la máquina a partir de la posición de parada	3.4.1		
25.3	Ausencia o inadecuación de medios de advertencia visuales o acústicos	1.7.4 3.6.1		
26	Instrucciones insuficientes para el conductor o el operador	3.6		
Peligros adicionales, situaciones peligrosas y sucesos peligrosos a la elevación				
27	Peligros mecánicos y sucesos peligrosos			
27.1	Producidos por la caída de cargas, colisiones, vuelcos de máquinas debidos a:			
27.1.1	Falta de estabilidad	4.1.2.1		
27.1.2	Carga descontrolada, sobrecarga, momentos de vuelo sobrepasados	4.2.1.4 4.3.3 4.4.2a		
27.1.3	Amplitud de movimientos descontrolada	4.1.2.6 ^a 4.2.1.3		
27.1.4	Movimiento de cargas intempestivo e inesperado	4.1.2.6c		
27.1.5	Accesorios / dispositivos inadecuados para la elevación	4.1.2.6 ^a 4.4.1		
27.1.6	Colisión entre varias máquinas	4.1.2.6b		
27.2	Debidos al acceso de personas al soporte de carga	4.3.3		
27.3	Debidos al descarrilamiento	4.1.2.2		
27.4	Debidos a la resistencia mecánica insuficiente de los componentes	4.1.2.3		
27.5	Debidos al diseño inadecuado de poleas, tambores	4.1.2.4		
27.6	Debidos a la selección inadecuada de cadenas, cables, accesorios de elevación o a su integración inadecuada en la máquina	4.1.2.4 4.1.2.5 4.3.1 4.3.2		
27.7	Debidos al descenso de la carga controlado por un freno a fricción	4.1.2.6d		
27.8	Debidos a condiciones anormales de montaje/prueba/utilización/mantenimiento	4.4.1 4.4.2d		
27.9	Debidos al efecto de la carga sobre las personas (impacto de la carga o de contrapeso)	4.1.2.6b 4.1.2.7 4.2.3		
28	Peligros eléctricos			
28.1	Por rayos atmosféricos	4.1.2.8		

Tabla A.1 (continuación)

29	Peligros producidos por menospreciar los principios de la ergonomía			
29.1	Visibilidad insuficiente desde el puesto de conducción	4.1.2.7 4.4.2c		
Peligros adicionales, situaciones peligrosas y sucesos debidos a trabajos subterráneos				
30	Peligros mecánicos y sucesos peligrosos debidos a			
30.1	Falta de estabilidad de la entibación progresiva	5.1		
30.2	Fallo del órgano de mando de aceleración o de frenado de máquina montada sobre raíles	5.4		
30.3	Fallo o ausencia del dispositivo de hombre muerto de una máquina montada sobre raíles	5.4 5.5		
31	Movimientos restringidos de las personas	5.2		
32	Incendio y explosión	5.6		
33	Emisión de polvo, gases, etc.	5.7		
Peligros adicionales, situaciones peligrosas y sucesos peligrosos debidos a la elevación o al desplazamiento de personas				
34	Peligros mecánicos y sucesos peligrosos debidos a			
34.1	Resistencia mecánica inadecuada- coeficientes de utilización inadecuados	6.1.2		
34.2	Fallo del control de carga	6.1.3		
34.3	Fallo de los órganos de accionamiento en el habitáculo (función, prioridad)	6.2.1		
34.4	Velocidad excesiva del habitáculo	6.2.3		
35	Caída de las personas fuera del habitáculo	1.5.15 6.3.1 6.3.2. 6.3.3		
36	Caída o vuelco del habitáculo	6.4.1 6.4.2		
37	Error humano, comportamiento humano	6.5		

Anexo B (informativo)

Métodos para analizar peligros y estimar riesgos

B.1 Generalidades

Existen numerosos métodos para analizar peligros y estimar riesgos y sólo algunos de ellos se citan en este anexo. También se incluyen las técnicas de análisis del riesgo en las que se combina el análisis de los peligros con la estimación del riesgo.

Cada método se ha desarrollado para una aplicación concreta. Por tanto puede ser necesario modificar algunos detalles para su aplicación específica a las máquinas.

Existen dos tipos fundamentales de análisis de riesgo. A uno se le denomina método deductivo y al otro, método inductivo. En el método deductivo se parte del suceso final y se van buscando los sucesos (circunstancias) que podrían dar lugar a dicho suceso final. En el método inductivo, se parte del fallo de un componente. El análisis que sigue identifica sucesos a los que dicho fallo da lugar.

B.2 Análisis preliminar del peligro (APP)

El APP es un método inductivo cuyo objetivo es identificar, para todas las fases de la vida de un sistema o subsistema o componente específico, los peligros, las situaciones peligrosas y los sucesos peligrosos que podrían provocar un accidente. El método permite identificar las posibilidades de que se produzca un accidente y evaluar cualitativamente la importancia de la posible lesión o daño a la salud. A continuación se presentan las medidas de seguridad propuestas y los resultados de aplicación.

El APP deberá mantenerse al día durante todas las fases de diseño, construcción y ensayo para detectar nuevos peligros y efectuar las modificaciones pertinentes.

La descripción de los resultados obtenidos se puede presentar de diferentes maneras (por ejemplo, tabla, árbol).

B.3 ¿Qué pasa si...?

El método "¿Qué pasa si...?" es un método inductivo. Se analiza el diseño, funcionamiento y utilización de la máquina. En cada etapa se formula y responde a la pregunta ¿qué pasa si...? para valorar los efectos de los fallos de componentes o de errores de procedimiento en la generación de peligros en la máquina.

Para aplicaciones más complejas se puede utilizar el método ¿qué pasa si...? gracias a la utilización de una lista de comprobación y dividiendo el trabajo con el fin de asignar determinados aspectos de la utilización de la máquina las personas que tengan mayor experiencia o conocimiento para valorar dichos aspectos. Se auditan los procedimientos operativos y el conocimiento del trabajo. Se valoran la adecuación de los equipos, el diseño de la máquina, su sistema de mando y sus sistemas de protección. Se revisa la incidencia de los materiales procesados y se auditan los registros de fabricación y de mantenimiento. En general, una lista de comprobación de la máquina precede a la utilización de métodos más sofisticados descritos anteriormente.

B.4 Análisis de los modos de fallo y sus efectos. (AMFE)

El AMFE es un método inductivo cuyo objetivo principal consiste en valorar la frecuencia y las consecuencias del fallo de un componente. Cuando los procedimientos operativos o los errores del operador juegan un papel importante, pueden ser más adecuados otros métodos.

El AMFE puede requerir más tiempo que un árbol de fallos porque se consideran todos los modos de fallo de cada componente. La probabilidad de que ocurran algunos fallos es pequeña. Si dichos fallos no se analizan en profundidad, esta decisión deberá registrarse en la documentación.

B.5 Simulación de fallos en los sistemas de mando

En este método inductivo los procedimientos de ensayo se basan en dos criterios: la tecnología y la complejidad del sistema de mando. Los principales métodos aplicables son:

Ensayos de funcionamiento con el sistema real y simulación de fallos sobre componentes reales, en particular en zonas dudosas en relación con las situaciones identificadas durante la comprobación y el análisis teóricos.

Una simulación del comportamiento del mando (por ejemplo, mediante modelos materiales y/o programas informáticos).

Cuando se ensayan partes de los sistemas de mando complejos relativas a la seguridad, normalmente es necesario dividir el sistema en varios subsistemas funcionales y someter únicamente las interfases a los ensayos de simulación.

Esta técnica se puede aplicar igualmente a otras partes de la máquina.

B.6 Método MOSAR (Método Organizado para un Sistemático análisis de riesgo)

El método MOSAR es un procedimiento completo que consta de diez pasos. El sistema a analizar (máquina, proceso, instalación, etc.) se considera como un conjunto de subsistemas interrelacionados. Se utiliza una tabla para identificar los peligros, las situaciones peligrosas y los sucesos peligrosos.

La adecuación a las medidas de seguridad se estudia en una segunda tabla y en una tercera tabla se considera su interdependencia.

Un estudio que se apoya en herramientas conocidas como el AMFE, pone en evidencia los posibles fallos peligrosos. Esto conduce a la construcción de escenarios de accidentes. Los escenarios se clasifican, por consenso, en una tabla de gravedad.

La siguiente tabla establece, de nuevo por consenso, la relación entre la tabla de gravedad los objetivos a cumplir mediante las medidas de seguridad y puntualiza el nivel de prestaciones de las medidas técnicas y de organización

Entonces se incorporan las medidas de seguridad a los árboles lógicos y se analizan los riesgos residuales mediante una tabla de aceptabilidad definida por consenso.

B.7 Análisis del árbol de fallos (AAF)

El análisis del árbol de fallos es un método deductivo que se desarrolla a partir del suceso considerado como no deseado y permite al que lo utiliza encontrar todos los caminos críticos que conducen al suceso no deseado.

Primero se identifican los sucesos peligrosos o sucesos de "cabecera". A continuación se presentan todas las combinaciones de fallos individuales que podrían conducir al suceso peligroso en el formato lógico de un árbol de fallos. Estimando las probabilidades de fallos individuales, seguida de la utilización de las expresiones aritméticas apropiadas permiten determinar la probabilidad de los sucesos de cabecera. Es fácil determinar la incidencia de una modificación del sistema sobre la probabilidad de los sucesos cabecera y así el AAF facilita el estudio del impacto de diferentes medidas alternativas de seguridad. Este método también se ha mostrado útil para determinar las causas de accidentes.

B.8 Técnica DELPHI

Un amplio círculo de expertos es encuestado en varias etapas durante las cuales se comunica a todos los participantes el resultado de la etapa precedente junto con la información complementaria.

Durante la tercera o cuarta etapa, las preguntas son anónimas y se concentran en los aspectos para los que aún no se ha llegado a ningún consenso.

Fundamentalmente el Método DELPHI es de previsión, que sirve igualmente para crear ideas. El método es particularmente eficaz debido a que está limitado a los expertos.