

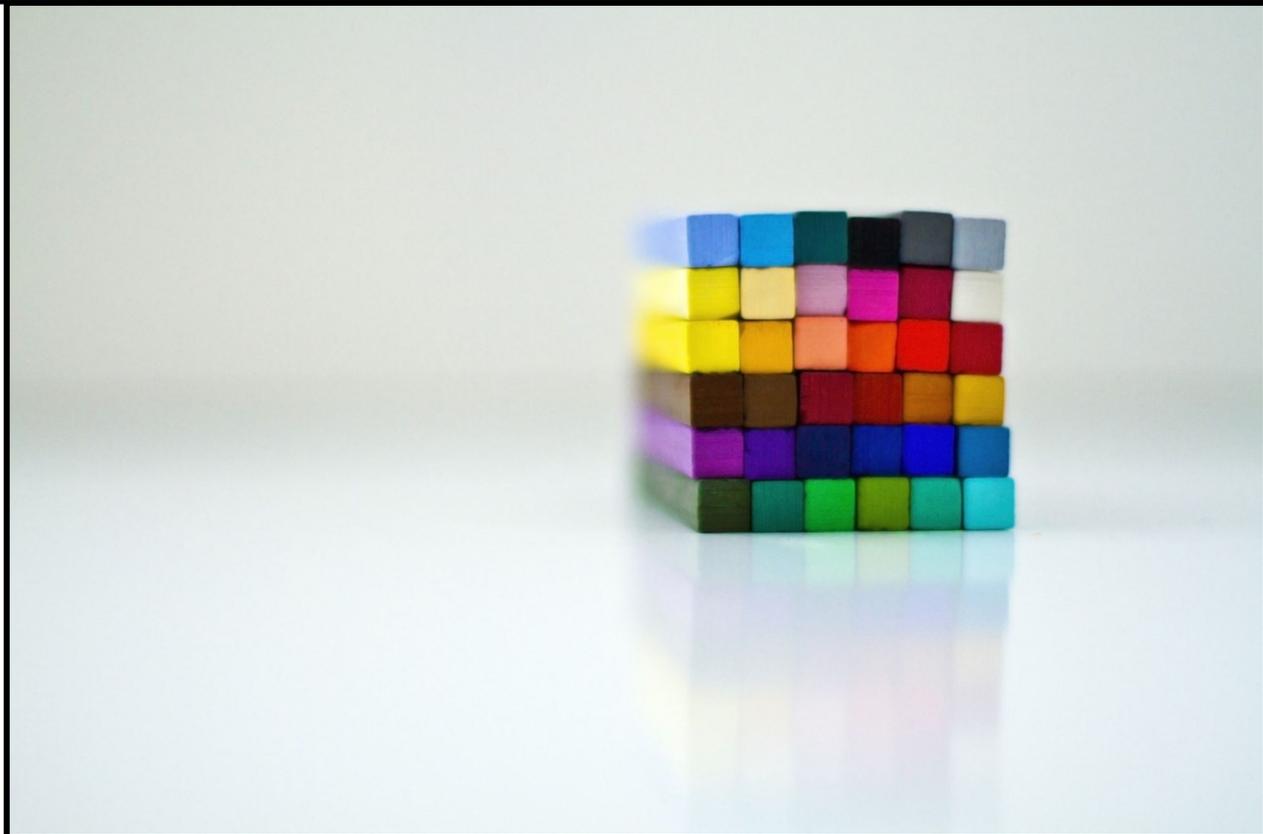
ISBN 978-987-4035-41-7



1° Edición
Abril 2022

Métodos Matriciales para la Evaluación de Riesgos

hacia los Sistemas de Gestión de Riesgos



Material no apto para la venta.

Ing. Nestor Adolfo BOTTA



www.redproteger.com.ar

ISBN: 978-987-4035-41-7

EL AUTOR

Néstor Adolfo BOTTA es Ingeniero Mecánico recibido en el año 1992 en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de La Plata; Ingeniero Laboral recibido en el año 1995 en la Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional La Plata; Diplomado en Ergonomía recibido en el año 2018 en la Facultad de Química e Ingeniería del Rosario de la Pontificia Universidad Católica Argentina; y Diplomado en Sistemas Integrados de Gestión recibido en el año 2021 en la Universidad Nacional de Lomas de Zamora.

Es el Titular de la empresa Red Proteger, empresa dedicada a la Capacitación y Divulgación de conocimientos en materia de seguridad e higiene en el trabajo (www.redproteger.com.ar).

Desarrolló funciones como Responsable de Higiene y Seguridad en el Trabajo en empresas como SOIME SRL, TRADIGRAIN ARGENTINA SA, AMANCO ARGENTINA SA, MOLINOS RÍO DE LA PLATA SA y SEVEL ARGENTINA SA.

Asesoró a diversas empresas entre las que se destacan AKZO NOBEL SA, CERVECERÍA Y MALTERÍA QUILMES SAICAYG y APACHE ENERGÍA ARGENTINA SRL.

Su extensa actividad docente lo ubica como:

- Profesor en la UCA de Ing. de Rosario para la Carrera de Posgrado de Higiene y Seguridad en el Trabajo en la asignatura de Riesgo y Protección de Incendios y Explosiones.
- Profesor Titular en la Universidad Nacional del Litoral para la Carrera de Técnico en Seguridad Contra Incendios en la asignatura de Seguridad Contra Incendios III. Sistema de educación a distancia.
- Profesor en la Universidad Nacional del Litoral - Sede Rosario, para la Carrera de Lic. en Seguridad y Salud Ocupacional en la asignatura de Práctica Profesional.
- Profesor Titular en el Instituto Superior Federico Grote (Rosario – Santa Fe) para la Carrera de “Técnico Superior en Seguridad e Higiene en el Trabajo” para las asignaturas de Higiene y Seguridad en el Trabajo I, Seminario Profesional, Prevención y Control de Incendios II, y Prevención y Control de Incendios I.
- Profesor Interino Cátedra “Elementos de Mecánica”. Carrera “Técnico Superior en Seguridad e Higiene en el Trabajo”. ISFD Nro. 12 La Plata – 1.996
- Ayudante Alumno Cátedra “Termodinámica”. Universidad Nacional de La Plata - Facultad de Ingeniería.
- Ayudante Alumno Cátedra “Análisis Matemático”. Universidad Nacional de La Plata - Facultad de Ciencia Económicas.

Datos de Contacto

e-mail: nestor.botta@redproteger.com.ar

Botta, Néstor Adolfo

Métodos matriciales para la evaluación de riesgos : hacia los sistemas de gestión de riesgos / Néstor Adolfo Botta. - 1a ed. - Rosario : Red Proteger, 2022.

Libro digital, PDF/A

Archivo Digital: descarga y online

ISBN 978-987-4035-41-7

1. Higiene y Seguridad del Trabajo. 2. Prevención de Accidentes. 3. Accidentes de Trabajo. I. Título.

CDD 363.11

®Todos los derechos reservados.

El derecho de propiedad de esta obra comprende para su autor la facultad exclusiva de disponer de ella, publicarla, traducirla, adaptarla o autorizar su traducción y reproducirla en cualquier forma, total o parcial, por medios electrónicos o mecánicos, incluyendo fotocopia, copia xerográfica, grabación magnetofónica y cualquier sistema de almacenamiento de información. Por consiguiente, ninguna persona física o jurídica está facultada para ejercitar los derechos precitados sin permiso escrito del Autor.

Editorial Red Proteger®
Rosario – Argentina
info@redproteger.com.ar
www.redproteger.com.ar

*“Todo tiene su tiempo,
y todo lo que se quiere
debajo del cielo tiene su hora.”*



ÍNDICE

- 1) CLASIFICACIÓN DE MÉTODOS PARA EVALUACIÓN DE RIESGOS
- 2) LOS MÉTODOS MATRICIALES SEGÚN ISO 31.010
 - 2.1) Fortalezas y Limitaciones
 - 2.2) Usos
- 3) TIPOS DE MÉTODOS MATRICIALES
- 4) ¿CÓMO ELABORAR UN SISTEMA MATRICIAL?
 - 4.1) Construcción de Escalas Cualitativas
 - 4.2) Construcción de Escalas Semicuantitativas
 - 4.3) Construcción de la Matriz de Riesgos
- 5) EL MÉTODO DELPHI APLICADO PARA VALIDAR MÉTODOS
- 6) MÉTODO A, B, C
- 7) MÉTODO RED PROTEGER®
- 8) MÉTODO NORMA COLOMBIANA NTC 4116
- 9) MÉTODO WILLIAM T. FINE
 - 9.1) Análisis del Método FINE
 - 9.2) Evolución del Método Fine
 - 9.3) El Método. Tablas Originales
 - 9.4) Otros Juegos de Tablas
 - 9.5) Factor de Justificación
 - 9.6) Limitaciones del Método de Justificación
 - 9.7) Grado de Corrección
 - 9.8) Grado de Repercusión
 - 9.9) Consideraciones sobre el Grado de Peligrosidad
 - 9.10) Conclusiones del Método Fine
- 10) MÉTODO SEPTRI
- 11) MÉTODO HAZARD RATING NUMBER (HRN)
- 12) MÉTODO NORMA INSHT NTP 330
- 13) MÉTODO NORMA INSHT NTP 410
- 14) MÉTODO HAZID
 - 14.1) Evaluación de Riesgos
 - 14.2) Medidas de Reducción de Riesgos
 - 14.3) Riesgo Residual
- 15) MÉTODO BINARIO
- 16) MÉTODO IPERC
- 17) MÉTODO MOSLER

- 17.1) Evaluación del Riesgo
- 17.2) Tablas de Valoración
- 17.3) Planilla de Cálculo
- 17.4) Planilla de Resultados



El presente material aborda distintos métodos para la evaluación de riesgos, todos dentro de los llamados "Métodos Matriciales" o de "Índice de Riesgo".

Este tipo de evaluaciones es una técnica muy difundida. Una de sus principales características es que permiten obtener resultados cualitativos o semicuantitativos con mucha rapidez, aunque con cierta imprecisión y subjetividad.

Estos métodos se basan en la definición de riesgo como esperanza matemática de la pérdida, y los diversos métodos, en forma más o menos indirecta, evalúan la magnitud del daño y la frecuencia o probabilidad.

Una de las diferencias entre los distintos métodos tiene como base la variación de la tradicional fórmula para calcular el riesgo ($R = P \times D$), algunos métodos incluyen tres o cuatro variables y otros muchas más.

Cuando se trata de métodos de dos variables, probabilidad o frecuencia y daño o pérdida, la resolución del método tiene como fin a una matriz de doble ingreso; cuando el método incluye ya al menos tres variables, llevar la solución a una matriz es más complejo y por consiguiente se usan tablas, pero no dejan todos estos tipos de métodos de aplicar la misma idea de cálculo de riesgo.

1) CLASIFICACIÓN DE MÉTODOS PARA EVALUACIÓN DE RIESGOS

Los métodos que se utilizan en el análisis de riesgos pueden ser del tipo:

- Cualitativos.
- Semicuantitativos.
- Cuantitativos.

Métodos Cualitativos: define las consecuencias, la probabilidad y el nivel de riesgo, mediante palabras indicando niveles por ejemplo como alto, medio y bajo; muy grave y grave, etc., y combina las consecuencias y las probabilidades en niveles de riesgo resultante en función de criterios cualitativos como ser riesgo intolerable o riesgo tolerable, riesgo aceptable o inaceptable, etc.

Este tipo de métodos deben su popularidad a que por lo general son el inicio de cualquier estudio de riesgos, y son muy utilizados cuando el tiempo y los recursos monetarios son escasos, dado que comparativamente con los métodos cuantitativos, su inversión en ambos aspectos es menor.

Métodos Semicuantitativos: utiliza escalas de evaluación numéricas para las consecuencias y las probabilidades, y las combina para determinar un nivel de riesgo aplicando una fórmula. Las escalas pueden ser lineales o logarítmicas, o tener alguna otra relación; las fórmulas utilizadas también pueden variar. Habitualmente la fórmula usada es la de $R = P \times D$ (Riesgo = Probabilidad x Daño) o $R = F \times D$ (Riesgo = Frecuencia x Daño).

Los métodos cualitativos o semicuantitativos permiten obtener resultados con mucha rapidez y facilidad, y para los cuales, en general, no se necesita de un conocimiento muy profundo de la instalación en estudio, por lo que los recursos humanos y materiales necesarios para su aplicación son pocos.

Métodos Cuantitativo: estima valores realistas para las consecuencias y sus probabilidades, y obtiene valores del nivel de riesgo en unidades específicas definidas cuando se desarrolla el contexto. El análisis cuantitativo completo no siempre puede ser posible o deseable debido a información insuficiente acerca del sistema o actividad que se está analizando, a la falta de datos, a la influencia de factores humanos, etc., o porque no se requiere o no está garantizado el resultado del análisis cuantitativo.

Por lo general, el análisis cuantitativo se realiza después del análisis cualitativo, pero hay autores que indican que se pueden hacer por separado y de forma simultánea, mientras hay otros quienes piensan que este debe primar sobre el cualitativo. En todo caso, lo más recomendable es que uno sea complemento del otro para así sumar sinergias.

Para llevar a cabo un análisis de este tipo, es necesaria la utilización de técnicas matemáticas y estadísticas, las cuales exigen la recolección de datos.

Entre las ventajas del método cuantitativo se pueden citar la objetividad, la generalización de los resultados, hace más tangible el resultado del riesgo, los conceptos y teorías utilizadas le da mayor validez a los resultados.

Las desventajas más importantes del método cuantitativo son la complejidad en cálculos, el requerimiento de especialistas según el tema que se esté analizando, y la demanda de mayores recursos en tiempo y dinero.

2) LOS MÉTODOS MATRICIALES SEGÚN ISO 31.010¹

Según la norma ISO 31.010:2009 en el Anexo A.1, que trata sobre la aplicabilidad de la herramienta, establece para los métodos matriciales la siguiente consideración:

"Es un método "muy aplicable" para identificar riesgos, para analizar consecuencias, probabilidad y nivel de riesgo; y un método "aplicable" para la valoración del riesgo.

Llevándolo a otros términos se puede decir que es un muy buen método en general, salvo en los aspectos de valoración de riesgo, donde el método es sólo del tipo comparativo."

Tabla A.1 - Aplicabilidad de las herramientas utilizadas para la evaluación del riesgo
(conclusión)

Herramientas y técnicas	Proceso de evaluación del riesgo					Ver
	Identificación del riesgo	Análisis del riesgo			Valoración del riesgo	
		Consecuencia	Probabilidad	Nivel de riesgo		
Matriz de consecuencia/probabilidad	MA	MA	MA	MA	A	B.29
Matriz de consecuencias (MCOB)						
1) Muy aplicable. MA 2) No aplicable. NA 3) Aplicable. A						

2.1) Fortalezas y Limitaciones

Según la norma ISO 31.010:2009 en el Anexo B.29, las fortalezas y limitaciones del método pueden resumirse en las siguientes

¹ Desarrollado según norma ISO 31.010:2009.

Fortalezas:

- Es relativamente fácil de utilizar.
- Su facilidad de uso permite que sea utilizado por todo tipo de trabajadores, aún por personas sin estudios formales.
- Requiere de una capacitación muy simple.
- Es rápido de aplicar.
- Se puede valorar en el campo de trabajo.
- No es necesario disponer de software para su aplicación, con una planilla en papel alcanza.
- Proporciona una clasificación jerarquizada rápida de los peligros (riesgos para ISO 31.000) con diferentes niveles de importancia.
- Puede ser del tipo cualitativo o semicuantitativo, o una combinación de ambos.

Limitaciones:

- La matriz se debería diseñar de manera que sea apropiada a las circunstancias y situaciones que se quieren valorar.
- Es difícil crear una matriz que se adecue o aplique a una gama de circunstancias diferentes.
- Es difícil definir escalas que no sean ambiguas.
- Su utilización es muy subjetiva, y por tanto pueden existir variaciones significativas entre los clasificadores.
- Los peligros no se pueden sumar, es decir, no se puede definir que un número particular de peligros bajos o que un peligro bajo identificado un número particular de veces sea equivalente a un peligro de tipo medio.
- Es difícil combinar o comparar el nivel de riesgo para categorías diferentes de consecuencias.
- Se complica valorar aspectos relacionados a factores del riesgo subjetivo.

2.2) Usos

Entre los principales usos de los métodos matriciales se pueden enumerar los siguientes:

- Se utilizan fundamentalmente para jerarquizar peligros.
- Se utilizan como una herramienta de filtrado cuando se han identificado muchos peligros, por ejemplo, para definir cuáles son los peligros que necesitan análisis adicionales o más detallados, cuáles son los que se han de tratar primero, o cuáles se han de referenciar a un nivel de gestión más elevado.
- Se usan para determinar si un peligro dado es aceptable o no aceptable, en función de la zona donde se localice sobre la matriz.
- La matriz se puede utilizar para ayudar a que toda la organización participe en la comprensión común de los niveles cualitativos de riesgos.

- Se pueden utilizar en aquellas situaciones en que los datos sean insuficientes para un análisis detallado o la situación no garantice el tiempo y el esfuerzo para un análisis más cuantitativo.
- Una forma de uso de la matriz es en el análisis de criticidad del FMECA (Análisis de modos y efectos de fallas y de la criticidad) o para ajustar las prioridades después del HAZOP (estudios de peligros y de operatividad).

3) TIPOS DE MÉTODOS MATRICIALES

Los métodos matriciales se pueden dividir en dos grandes grupos, aquellos que ya están desarrollados y validados, como por ejemplo el Método Fine, el Método HAZID, el Método Mosler, etc., y aquellos métodos matriciales que son de desarrollo y producción propia.

Se puede entender por "validado" a la acción de probar y documentar que cualquier proceso, procedimiento o método, conduce efectiva y consistentemente a los mismos resultados esperados.

Para validar un método se lo somete en modo prueba a distintas circunstancias y por distintas organizaciones, y en todos los casos deben dar resultados semejantes, esperados y compatibles con la realidad que mide.

Todo método, sea de desarrollo externo o propio debe ser validado antes de llevarlo a la práctica, aun cuando un método de desarrollo externo ya esté validado, antes de que sea puesto en práctica en la propia organización, debe ser usado a modo de prueba para verificar que los resultados que arroja estén dentro de lo esperado y que su uso no presente huecos o inconsistencias en sus parámetros.

No se puede hablar de métodos homologados, al menos en la Argentina, dado que no existe contra que comparar, ni legalmente ni normativamente.

Homologar significa equiparar o poner en relación de igualdad dos cosas. También se puede entender como contrastar el cumplimiento de determinadas especificaciones o características de un objeto o de una acción.

4) ¿CÓMO ELABORAR UN SISTEMA MATRICIAL?

Los pasos indicados a continuación pretenden presentar una idea más o menos ordenada para desarrollar un método del tipo matricial propio.

Paso 1: Definir el objeto de la evaluación

Establecer en forma muy clara y precisa cuál va a ser el uso del método a desarrollar. Por ejemplo:

"El método se aplicará para evaluar cada uno de los pasos en la confección del Análisis de Tarea Segura (ATS)."

"El método se aplicará para evaluar los Permisos de Trabajo (PT) en campo."

Este paso es muy importante porque la parametrización de los variables se debe adaptar al objetivo del método.

Paso 2: Definir las variables de ingreso

Normalmente se usan las variables de probabilidad y daño o consecuencia o impacto, en base a la fórmula $R = P \times D$.

Se pueden usar también más variables y otras fórmulas. Esta selección va a depender de la complejidad o simpleza que se pretenda del método, y de cuestiones teóricas o

miradas respecto a la seguridad. Por ejemplo la idea de incluir un factor que tenga en cuenta la cantidad de trabajadores afectados.

Paso 3: Parametrización de las variables

Asignar una escala de medición para cada variable de ingreso, pueden ser del tipo cualitativa o semicuantitativa, pueden ser parámetros simples o compuestos como es muy común para medir las consecuencias o daños esperables.

Paso 4: Definir Tamaño de la Matriz de Riesgo

La menor cantidad de parámetros de cada escala para cada variable de ingreso es de tres (3), dando entonces por resultado una matriz de 3x3.

Se pueden hacer matrices de 4x4 siendo la de 5x5 la ideal. También se pueden hacer matrices de 3x5, 4x5, no siendo necesario que cada variable tenga la misma cantidad de parámetros.

Paso 5: Establecer la Unidad de las Variables

La probabilidad puede ser medida en porcentaje o en frecuencia y las consecuencias en términos de costes, impacto de la salud, vidas humanas, daño a la imagen de marca, etc.

Pueden ser parámetros del tipo cualitativos o semicuantitativo y eso es una definición de la organización en función del objetivo para el cual se está diseñando el sistema.

Si lo que se busca es usar la matriz como sistema para "aceptar" o "rechazar", con parámetros de tipo cualitativos es suficiente, pero si el objetivo es el de clasificar o jerarquizar los distintos peligros, entonces se hace necesario usar parámetros del tipo semicuantitativo.

Paso 6: Valoración de los Resultados de la Matriz

La matriz de riesgo se usa para que con los parámetros de las variables de ingreso, arroje el resultado de la evaluación.

La valoración de la matriz de riesgo puede ser del tipo cualitativa por ejemplo con colores, con letras, o un sistema alfanumérico, o puede surgir del resultado de multiplicar las dos variables en las del tipo semicuantitativas.

Paso 7: Acciones

En todos los casos según en que zona de la matriz caiga la evaluación deben surgir acciones al respecto. Por ejemplo, riesgo rechazado, riesgo aceptado, detener el trabajo, etc.

Paso 8: Validación

Tanto sea un método de desarrollo propio o una ya desarrollado y validado, siempre es conveniente hacer una validación interna, es decir, aplicar el método, en distintos escenarios, siempre dentro de los objetivos establecidos para el método, y por distintos grupos, y comparar resultados entre sí y con cierta valoración subjetivo que todos tenemos respecto a la seguridad, es decir, por ejemplo, si el método te dice que es seguro, que es aceptable, que está bien hacer el trabajo, y personalmente estás observando una discrepancia con tus valores, conceptos y criterios de seguridad.

4.1) Construcción de Escalas Cualitativas

Los índices cualitativos se definen a través de palabras. Cada rango debe ser muy claro y diferenciado del resto, de modo que no exista duda sobre cual seleccionar.

El gran problema de las escalas cualitativas es lograr que cada parámetro sea lo suficientemente claro y preciso de modo que no quede duda de la elección realizada.

Ejemplo 1

Probabilidad	
Valor asignado	Descripción
Cierto	Probabilidad muy alta.
Probable	Probabilidad alta.
Posible	Probabilidad media.
Improbable	Probabilidad baja.
Excepcional	Sería especialmente raro que ocurriera.

Esta escala de probabilidad, que es muy correcta, presenta el problema de la imprecisión en la elección, las descripciones no son lo suficientemente como para hacer una elección adecuada, le estaría faltando para mejorarla un columna de ejemplificación, es decir, ¿qué es una probabilidad muy alta? Esto es una falencia muy común en los métodos, especialmente con las escalas relacionadas a la probabilidad.

Daño/Consecuencia/Impacto	
Valor asignado	Descripción
Catastrófico	Pérdida de negocio o posibilidad de pérdidas de vidas o lesiones graves.
Crítico	Afección grave al negocio, posibilidad de lesiones moderadas.
Moderado	Causarán problemas no significativos en el negocio, posibilidad de lesiones leves.
Marginal	Muy poca influencia sobre el negocio, impacto leve.
Despreciable	Prácticamente ninguna influencia negativa sobre el negocio, pueden dejarse sin mediar.

Las escalas de daño son en general más fáciles de desarrollar y las descripciones van enfocadas al objetivo de la evaluación. La escala precedente está también enfocada a los negocios.

Ejemplo 2

Para las escalas cualitativas la cantidad óptima de parámetros es de 3. El siguiente es un ejemplo al respecto.

Probabilidad	
Valor asignado	Descripción
Probabilidad alta	El daño ocurrirá siempre o casi siempre.
Probabilidad media	El daño ocurrirá en algunas ocasiones.
Probabilidad baja	El daño ocurrirá raras veces.

Daño/Consecuencia/Impacto	
Valor asignado	Descripción
Levemente perjudicial	Lesiones superficiales, cortes y dolencias menores, irritación en los ojos a causa del polvo, irritaciones, malestares temporarios, dolores de cabeza.
Perjudicial	Laceraciones, quemaduras, fracturas menores, golpes, trastornos músculo-esqueléticos, dermatitis, asma proveniente de desórdenes pulmonares, sordera y dolencias que provocan incapacidades menores permanentes.
Extremamente perjudicial	Amputaciones, fracturas mayores, intoxicaciones, fracturas múltiples, fracturas fatales, cáncer laboral y otras dolencias que acortan la vida o dolencias agudas fatales.

4.2) Construcción de Escalas Semicuantitativas

Los índices semicuantitativos se definen a través de números escalables, por ejemplo de 1 a 5, de 1 a 10, etc.

Normalmente las escalas usadas para ambas variables son iguales, dando entonces la misma ponderación para la probabilidad como para el daño, pero también es común usar escalas diferenciadas para cada una de las variables haciendo que la variable a la cual se le asigna un mayor peso use una escala por ejemplo de 1 a 100 o 1 a 50, y la otra variable de menor peso en la matriz una escala de 1 a 10.

La escala a la que normalmente se le suele asigna mayor peso son las relacionadas al daño. Suele darse esta mirada en organizaciones que consideran inaceptable el daño a los trabajadores.

Ejemplo

Probabilidad		
Valor asignado		Descripción
Cierto	10	Probabilidad muy alta.
Probable	8	Probabilidad alta.
Posible	6	Probabilidad media.
Improbable	4	Probabilidad baja.
Excepcional	2	Sería especialmente raro que ocurriera.

En las siguientes dos tablas se puede observar como a una de ellas se le asigna una escala de mayor peso, usando las mismas descripciones y palabras.

Daño/Consecuencia/Impacto		
Valor asignado		Descripción
Catastrófico	50	Pérdida de negocio o posibilidad de pérdidas de vidas o lesiones graves.
Crítico	40	Afección grave al negocio, posibilidad de lesiones moderadas.
Moderado	30	Causarán problemas no significativos en el negocio, posibilidad de lesiones leves.
Marginal	20	Muy poca influencia sobre el negocio, impacto leve.
Despreciable	10	Prácticamente ninguna influencia negativa sobre el negocio, pueden dejarse sin mediar.

Daño/Consecuencia/Impacto		
Valor asignado		Descripción
Catastrófico	9	Pérdida de negocio o posibilidad de pérdidas de vidas o lesiones graves.
Crítico	7	Afección grave al negocio, posibilidad de lesiones moderadas.
Moderado	5	Causarán problemas no significativos en el negocio, posibilidad de lesiones leves.
Marginal	3	Muy poca influencia sobre el negocio, impacto leve.
Despreciable	1	Prácticamente ninguna influencia negativa sobre el negocio, pueden dejarse sin mediar.

4.3) Construcción de la Matriz de Riesgos

Matriz de Riesgo Cualitativa

Matriz de Riesgo			
Probabilidad	Daño		
	Ligeramente dañoso	Dañoso	Extremadamente dañoso
Baja	Riesgo trivial	Riesgo tolerable	Riesgo moderado
Media	Riesgo tolerable	Riesgo moderado	Riesgo intolerable
Alta	Riesgo moderado	Riesgo intolerable	Riesgo intolerable

La siguiente matriz de riesgo se puede usar para aceptar o rechazar la realización de trabajos, en un sistema de permisos de trabajo que incluya la evaluación de riesgos.

Matriz de Riesgo			
Probabilidad	Daño		
	Ligeramente dañoso	Dañoso	Extremadamente dañoso
Baja	Se Puede Trabajar	Se Puede Trabajar	Trabajar bajo supervisión
Media	Se Puede Trabajar	Trabajar bajo supervisión	Trabajo NO Autorizado
Alta	Trabajar bajo supervisión	Trabajo NO Autorizado	Trabajo NO Autorizado

Matriz de Riesgo Semicuantitativa

A esta matriz del tipo semicuantitativa le estaría faltada la acción a seguir, es decir, que se debe hacer si el nivel de riesgo cae en 90, 30, 10, etc.

Los colores son un indicador del nivel de riesgo, pero a veces no alcanza para definir o indicar acciones a seguir.

Las matrices del tipo cualitativas, como las anteriores, no suelen necesitar acciones a seguir, dado que la propia matriz lo indica.

Matriz de Riesgo						
Probabilidad		Daño				
		Catastrófico	Crítico	Moderado	Marginal	Despreciable
		9	7	5	3	1
Cierto	10	90	70	50	30	10
Probable	8	72	56	40	24	8
Posible	6	54	42	30	18	6
Improbable	4	36	28	20	12	4
Excepcional	2	18	14	10	6	2

5) EL MÉTODO DELPHI APLICADO PARA VALIDAR MÉTODOS

Esta técnica permite llegar a un consenso fiable de la opinión de un grupo, en principio de expertos según la teoría, que aplicado a la validación de métodos matriciales es conveniente extenderlo a todos los participantes, incluso a los trabajadores.

La característica principal es que los participantes del método DELPHI formulan sus opiniones de preferencia grupal y de forma anónima, y conocen las opiniones de los otros participantes a medida que el proceso avanza.

Los pasos a seguir son los siguientes:

- Formar el grupo líder que llevará adelante el proceso y hará el seguimiento.
- Seleccionar y armar los distintos grupos de trabajo. Se puede hacer en forma individual, pero siempre se recomienda hacerlo en grupos.
- Seleccionar dentro de la organización distintas máquinas, equipos y situaciones de trabajo, de acuerdo al objetivo que persigue el método, donde el método se vaya a aplicar.
- Cada grupo en forma anónima realiza las evaluaciones necesarias del método a cada situación, debiendo dejar asentado el porqué de cada selección de los parámetros de cada variable. Si existen discrepancias entre los integrantes del grupo, éstas también deben quedar asentadas. También se debe realizar una valoración general entre el resultado que arroja el método y la realidad observada.
- El Grupo Líder envía las evaluaciones al resto de los grupos de trabajo.
- Cada grupo de trabajo analiza las evaluaciones realizadas del resto de los grupos y genera una retroalimentación.
- Una vez recibidas las retroalimentación en la primera ronda, cada grupo las analiza y vuelve a realizar otra ronda de evaluaciones.
- Los grupos de trabajo repiten el proceso hasta que se logra un consenso.

Durante el proceso el Grupo Líder puede ir ajustando los parámetros de las escalas de las distintas variables del método, conforme a los evaluaciones y devoluciones de los distintos grupos de trabajo.

Ventajas

Los puntos fuertes de este método es que todos los participantes gracias al anonimato se sienten libre para expresar sus opiniones.

Cualquier punto de vista es igual de importante y no hay opiniones que predominen más que otras.

No es necesario reunir a todos los grupos de trabajo a la vez en un mismo lugar y tiempo, con el ahorro de costes que esto supone.

Desventajas

Como puntos débiles el principal es que hay que realizar una labor intensa y consume bastante tiempo si se quiere hacer bien y obtener resultados fiables y adecuados.

Es necesario que los participantes sepan expresarse por escrito de manera clara y adecuada, pues no se les acompaña en este punto del proceso y no se les puede dar el feedback adecuado in situ.

6) MÉTODO A, B, C

Es una primera forma muy elemental y subjetiva de estimar el riesgo, y consiste en clasificar los peligros conforme a un solo parámetro, por lo general en base al potencial daño, y sin considerar las probabilidades o frecuencia de ocurrencia. Se clasifica a los peligros en A, B o C; o Riesgo Alto, Medio o Bajo; o Pasa, No Pasa.

VALORACIÓN DEL RIESGO		
Clasificación del Riesgo		Significación
A	Riesgo Alto	Peligros que podrían causar muertes, lesiones muy graves con incapacidades permanentes o una gran pérdida de bienes. Se pueden producir enfermedades profesionales permanentes. Serias lesiones con potencial del muerte.
B	Riesgo Medio	Peligros que podrían causar lesiones graves con baja o daños a la propiedad. Accidentes o enfermedades con incapacidades temporales.
C	Riesgo Bajo	Peligros que podrían causar lesiones leves o daños a la propiedad muy bajos.

Este método es el más simplificado dentro de los denominados "del tipo matricial", la estimación de la única variable es demasiado imprecisa y subjetiva, y se podría mejorar agregando a la tabla una columna de ejemplos.

Este tipo de métodos de evaluación de riesgos se podría aplicar a un permiso de trabajo o análisis de tarea segura, o donde se requiera de un "pasa no pasa" en forma rápida y simple.

También se podría aplicar en aquellas organizaciones donde consideran al trabajador como su principal valor, y por consiguiente el daño que éstos puedan sufrir se transforma en la única variable importante.

7) MÉTODO RED PROTEGER®

El método fue desarrollado aproximadamente en el año 2000 para una empresa, y el objetivo fue para aplicarlo en un relevamiento de situaciones de riesgos detectadas en las recorridas de planta.

En vez de usar la probabilidad, se optó por la frecuencia de exposición, es decir, cuanto tiempo el trabajador está expuesto al peligro producto del trabajo que está realizando, se supone que a mayor tiempo de exposición mayor probabilidad de daño.

En cuanto al daño, sólo se consideró el daño a las personas.

En la planilla de relevamiento también se consideró el costo estimado de la solución como parámetro para evaluar la rapidez de la solución. Se supone que a menor coste la solución debe ser llevada adelante en forma más rápida. Esta variable no fue considerada en la matriz de riesgo.

FRECUENCIA		
Calificación	Descripción	Valor
Muy Alta	Actividad que se ejecuta o lugar que se accede varias veces en el turno de trabajo. Lugar de tránsito obligado. Puesto de trabajo permanente o semipermanente.	10
Alta	Actividad que se ejecuta o lugar que se accede al menos una vez por día.	7
Baja	Actividad que se ejecuta o lugar que se accede al menos una vez por semana.	4
Remota	Actividad que se ejecuta o lugar que se accede en forma esporádica.	2

DAÑO		
Calificación	Descripción	Valor
Muy Grave	Muerte, incapacidad total permanente; ejemplo: caída de altura, contacto eléctrico.	10
Grave	Golpe en la cabeza, pérdidas de miembros y/o amputaciones, pérdida de conocimiento, quemaduras de 2do. y 3er. grado, intoxicaciones, choque con autoelevador, fracturas, aplastamientos.	8
Mediana	Esfuerzos excesivos (hernia, lumbalgia, etc.), golpes en rodillas, torcedura de tobillos, malas posiciones de trabajo.	5
Leve	tropiezo, irritaciones de piel y/o vista	1

MATRIZ DE RIESGO					
DAÑO		FRECUENCIA			
		Muy Alta	Alta	Baja	Remota
		10	7	4	2
Muy Grave	10	100	70	40	20
Grave	8	80	56	32	16
Moderada	5	50	35	20	10
Leve	1	10	7	4	2

Riesgo Muy Alto (100 a 70): Es un nivel de riesgo inaceptable para la empresa. La operación deberá detenerse hasta tanto se implemente la solución definitiva o una solución transitoria para bajar el nivel del riesgo y llevarlo a Moderado o Leve. En todos los casos la solución definitiva se deberá comenzar a implementar dentro del mes de su denuncia.

Riesgo Alto (70 a 50): La operación podrá continuar, pero bajo un control muy estricto por parte de la Jefatura y Supervisión del Sector. Se deberá implementar la solución definitiva o una solución transitoria para bajar el nivel del riesgo y llevarlo a Moderado o Leve. En todos los casos la solución definitiva se deberá comenzar a implementar dentro de los tres meses de su denuncia.

Riesgo Moderado (50 a 30): Son trabajos que podrán ser programas a voluntad. En todos los casos se deberá dejar asentada la fecha probable de ejecución y se deberán implementar métodos de control alternativos hasta su solución definitiva.

Riesgo Bajo (30 a 2): Son trabajos que podrán ser programas a voluntad.

En todos los casos se deberá tener en cuenta el nivel de inversión necesario para solucionar el problema; todos los peligros denunciados, no importan el nivel de riesgo, cuya inversión sea menor de \$ 500, deberán ser solucionados en un término menor a la semana y aquellos que tienen una inversión entre \$ 500 y \$ 1.000 en un término menor al mes.

La planilla de relevamiento es la original de la época. Hoy en día merecería una revisión y actualización gráfica, incluso, incluyendo el coste de la solución en la matriz de riesgos.

INFORME DE PELIGRO		
FECHA	SECTOR	
APELLIDO	NOMBRE	
RIESGO INFORMADO		
TIPO DE RIESGO	<input type="checkbox"/> Eléctrico <input type="checkbox"/> Mecánico <input type="checkbox"/> Químico <input type="checkbox"/> Esfuerzo <input type="checkbox"/> Altura <input type="checkbox"/> Resbalón <input type="checkbox"/> Quemadura <input type="checkbox"/> Atrapamiento <input type="checkbox"/> Otros (aclarar)	
VALORIZACIÓN DEL RIESGO		
Consecuencia	<input type="checkbox"/> Muy Grave (10) <input type="checkbox"/> Grave (8) <input type="checkbox"/> Mediana (5) <input type="checkbox"/> Leve (1)	
Frecuencia	<input type="checkbox"/> Muy Alta (10) <input type="checkbox"/> Alta (7) <input type="checkbox"/> Baja (4) <input type="checkbox"/> Remota (2)	
COSTO ESTIMADO DE LA SOLUCIÓN		
<input type="checkbox"/> CERO \$0 <input type="checkbox"/> menor \$10 <input type="checkbox"/> \$10 - \$100 <input type="checkbox"/> \$100 - \$500 <input type="checkbox"/> \$500 - 1.000 <input type="checkbox"/> \$1.000 - \$2.000 <input type="checkbox"/> \$2.000 - \$5.000 <input type="checkbox"/> \$5.000 - \$8.000 <input type="checkbox"/> \$8.000 - \$10.000 <input type="checkbox"/> \$10.000 - \$15.000 <input type="checkbox"/> \$15.000 - \$20.000 <input type="checkbox"/> \$20.000 - \$25.000 <input type="checkbox"/> mayor \$25.000		
PROPUESTAS DE SOLUCIÓN		
Informante	Sup./Jefe	SHyMA
EJECUCIÓN DE LAS ACCIONES		
SECTOR		
FECHA NOTIFICACIÓN	FIRMA	
FIN DEL TRABAJO		
FECHA TERMINACIÓN	OK EJECUTANTE	
OK SHyMA	OK INFORMANTE	

Si se quisiera usar este método para otros objetivos, habría que ajustar los parámetros de ambas escalas. Por ejemplo, como método para autorizar trabajos, la escala de la frecuencia no es apta, ídem el resultado de la matriz de riesgos.

8) MÉTODO NORMA COLOMBIANA NTC 4116

El método establecido por la norma colombiana NTC 4116 se usa para establecer si una tarea clasifica como crítica.

Esta metodología es particular y distinta porque escapa a las tradicionales fórmulas de $R = F \times D$.

La criticidad de la tarea surge de la suma de tres factores: la gravedad, la repetitividad y la probabilidad de que se produzca una pérdida por la realización de la tarea, de acuerdo con las tablas adjuntas.

La criticidad de la tarea surge por medio de la siguiente ecuación:

$$CT = G + R + P$$

donde:

CT = Criticidad de la tarea

G = Gravedad o costos de las pérdidas generadas que hayan ocurrido o que puedan ocurrir si se ejecuta en forma incorrecta la tarea.

R = Repetitividad o número de veces que se ejecuta la tarea.

P = Probabilidad que se produzca una pérdida cada vez que se ejecuta la tarea.

Tabla 1. Tabla de valores para la gravedad de las pérdidas

Valor	Gravedad	
	Lesión Personal	Daño a la propiedad, materiales, equipos o ambiente
0	Sin lesión o enfermedad.	Pérdidas inferiores a \$ 1.000.000.
2	Lesión o enfermedad leve, sin incapacidad.	Daños a la propiedad que no conllevan a una interrupción del proceso o una pérdida de otro tipo desde \$ 1.000.000 a \$ 50.000.000.
4	Lesión o enfermedad con incapacidad temporal, no permanente.	Daños a la propiedad con una interrupción o una pérdida de otro tipo de más de \$ 50.000.000 hasta \$ 100.000.000.
5	Incapacidad permanente, muerte o pérdida de una parte del cuerpo.	Pérdidas que exceden \$ 100.000.000.

Tabla 2. Tabla de valores para la probabilidad de ocurrencia de la pérdida

Valor	Probabilidad (*)
-1	Menor que la probabilidad promedio de pérdida.
0	Probabilidad promedio de pérdida.
+1	Mayor que la probabilidad promedio de pérdida.

(*) En ocasiones, son varias las pérdidas que se pueden originar. Para simplificar la metodología, para la evaluación tanto de esta característica como de la gravedad se debe tomar en cuenta la pérdida más probable, si una no se ejecuta en forma correcta.

Nota 1: Aunque los valores de probabilidad en términos estadísticos varían entre 0 y 1, en este caso el valor de -1 se puede asignar cuando se tengan medidas de control efectivas que disminuyan la probabilidad de ocurrencia de una pérdida,

Tabla 3. Tabla de valores para evaluar la repetitividad de la tarea

Número de personas (que realizan la tarea)	Número de veces en que se ejecuta la tarea por cada persona		
	Menos de una vez por día	Algunas veces por día	Muchas veces al día
Pocas	1	1	2
Número Moderado	1	2	3
Muchas	2	3	3

Tabla 4. Clasificación de tareas como críticas o no críticas

Valor de CT	Clasificación de la Tarea
10 - 8	Muy crítica
4 - 7	Crítica
0 - 3	No crítica

9) MÉTODO WILLIAM T. FINE

El mayor desafío al investigar e indagar sobre el método FINE fue la variedad de valoraciones en las tablas que presentan las distintas y diversas fuentes de referencias.

En este texto se usan las tablas originales desarrolladas por W. Fine, pero debido a la variedad de tablas de valoración que existen y que necesariamente no se ajusten al método original, en el presente material de lectura se presentan varios juegos de tablas para que el lector pueda apreciar las distintas variaciones al método y las posibilidades de ajuste a cada organización.

9.1) Análisis del Método FINE²

El Método Fine fue desarrollado por William T. Fine y publicado el 8 de marzo de 1971 por el Laboratorio de Artillería Naval (Naval Ordnance Laboratory) norteamericano bajo el nombre "Evaluación Matemática para Controlar Riesgos" (Mathematical Evaluation for Controlling Hazards). En aquel momento William T. Fine era el Jefe del Departamento de Seguridad.

² Sobre la base de <https://cuadernosdeseguridad.com/2020/12/medio-siglo-de-analisis-de-riesgos-con-el-metodo-fine-i>

Este método reside precisamente en su carácter generalista, es decir, no específico, que permite analizar todos los peligros existentes, sean cuales sean, bajo una misma metodología y obtener una relación general priorizada (según las magnitudes o números adimensionales resultantes).

El objetivo original de la metodología de análisis no solo era poder ordenar los riesgos según su magnitud, sino economizar las medidas de seguridad que habitualmente se incluían en proyectos de ingeniería y cuyas soluciones de alto coste no quedaban en muchas ocasiones justificadas por los niveles de riesgo reales que pretendían mitigar.

El método fue diseñado para el control de peligros cuyas medidas usadas para la reducción de los mismos eran de alto coste.

El método utiliza una expresión matemática que emplea dos variables relativas a la probabilidad (probabilidad de exposición y probabilidad que la amenaza se materialice una vez expuestos a ella) y una variable relativa a las consecuencias (consecuencias o daño).

En relación con la tabla original de "Graduación de las Consecuencias" está formada por cantidades expresadas en dólares, cuyos impactos estimados (catástrofe, desastre, etc.) no sólo se corresponden al año 1971 sino que además, son los estimados para aplicación en el Laboratorio de Artillería Naval norteamericano.

Las distintas tablas actualizadas de "Graduación de las Consecuencias" que se encuentran en circulación, en general no corresponden con la original y se debe a la particularización de cada Organización en concreto.

Con respecto a esta discrepancia, entre la tabla original de "Graduación de las Consecuencias" y las usadas en la actualidad, el propio William T. Fine en su publicación original de 1971 indica que:

"...la experiencia puede dar la capacidad de subir o bajar algunos de los criterios de las fórmulas, puesto que los resultados tienen principalmente propósitos comparativos."

Fine considera que su método tiene aplicación universal en el ámbito de la ingeniería de la seguridad, y no únicamente en el referido Laboratorio de Artillería Naval para el que inicialmente fue diseñado.

9.2) Evolución del Método Fine³

George Kinney en 1976 modificó el método Fine también en el ámbito de los riesgos laborales desarrollando así el método Fine-Kinney (a veces llamado únicamente Kinney).

Esta variación no se limitó solamente a sustituir los valores cuantitativos de la tabla de "Graduación de Consecuencias", sino que modificó también los parámetros en las graduaciones de probabilidad y exposición.

Otras evoluciones del método Fine en prevención de riesgos laborales son las correspondiente a las normas del Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo de España (INSHT) específicamente la NTP 101: Comunicación de riesgos en la empresa (sin vigencia por criterios técnicos desfasados), y la NTP 330: Sistema simplificado de evaluación de riesgo de accidente.

³ Sobre la base de <https://cuadernosdeseguridad.com/2020/12/metodo-fine-oscar-pascual/>

9.3) El Método. Tablas Originales

El método se fundamenta en el cálculo del riesgo cuya fórmula original es:

$$R = C \times E \times P$$

donde:

R: Representa la puntuación de riesgo

C: Representa las consecuencias

E: Representa el factor de exposición

P: Representa el factor de probabilidad

La fórmula más usada es la misma pero con una pequeña variación en las siglas y en las denominaciones, pero ambas fórmulas son iguales conceptualmente.

$$GP = C \times E \times P$$

donde:

GP: Grado de peligrosidad

C: Consecuencia

E: Exposición al peligro

P: Probabilidad de ocurrencia

Consecuencia (C): Se define como el daño debido al peligro que se está considerando, incluyendo los del tipo sobre las personas y daños materiales.

Un aspecto a tener en cuenta en la descripción del parámetro "consecuencia", es que hace referencia a importes económicos fijos, lo que a la larga convierte en obsoleta las clasificaciones, debida a la influencia de la desactualización de estos importes, cambios monetarios e inflación, etc., y de esta manera contribuye a aumentar la subjetividad de la valoración.

Frente a esta categorización absoluta del parámetro "consecuencia" se han propuesto otras de tipo porcentual en las que se indica el porcentaje de las instalaciones analizadas que resultaría dañado o afectado por el peligro estudiado (es el caso del método IFAL). De esta forma se evita la obsolescencia temporal del método y se relativiza la magnitud posible del daño en función del tamaño de la instalación analizada.

Uno de los problemas de valorar las consecuencias en dinero es la situación respecto a que se considera como pérdida: ¿sólo se considerará el valor de la instalación o máquina/equipo perdido? ¿no se debe incluir también las pérdidas productivas, la pérdida de cliente, las pérdidas ambientales, lucro cesante, etc.? Es por esta situación que existe una gran variedad entre las distintas fuentes consultadas en relación a la valoración referida.

Hay versiones que no consideran las consecuencias económicas, y sólo valoran las pérdidas relacionadas al daño sobre las personas.

Cada organización debería elaborar y generar su propia tabla de consecuencias en función de la aplicación del método.

Los valores numéricos asignados para las consecuencias más probables de un accidente se pueden ver en el cuadro siguiente:

CONSECUENCIA (C) <i>(resultado más probable de un accidente)</i>	
Catástrofe. Numerosas muertes. Daños superiores a U\$S 1.000.000. Gran interrupción de las actividades.	100
Múltiples víctimas mortales. Daño U\$S 400.000 a U\$S 1.000.000.	50
Muerte. Daños de \$100.000 a U\$S \$500.000.	25
Lesiones extremadamente graves (amputación, discapacidad, lesión permanente). Daño U\$S 1.000 a U\$S 100.000.	15
Lesión incapacitante. Daño hasta U\$S 1.000	5
Cortes menores, moretones, golpes; daños menores	1

Exposición (E): Se define como la frecuencia con que se presenta la situación de riesgo, siendo tal el primer acontecimiento indeseado que iniciaría la secuencia del accidente. Mientras más grande sea la exposición a una situación potencialmente peligrosa, mayor es el riesgo asociado a dicha situación.

EXPOSICIÓN (E) <i>(frecuencia con que ocurre la situación de riesgo)</i>		
Continuamente	Muchas veces al día.	10
Frecuentemente	Aproximadamente una vez al día.	6
Ocasionalmente	Desde una vez por semana hasta una vez por mes.	3
De forma extraordinaria	De una vez al mes a una vez al año.	2
Raramente	Se sabe que ocurre.	1
Remotamente posible	No se sabe que haya ocurrido.	0,5

Probabilidad (P): Este factor se refiere a la probabilidad de que una vez presentada la situación de riesgo, los acontecimientos de la secuencia completa del accidente se sucedan en el tiempo, originando accidente y consecuencias.

PROBABILIDAD (P) <i>(probabilidad de que la secuencia de un accidente se complete)</i>	
Es el resultado más probable y esperado si el evento peligroso tiene lugar.	10
Es bastante posible, nada extraño, tiene una probabilidad del 50%.	6
Sería una secuencia inusual o una coincidencia rara.	3
Sería una coincidencia remotamente posible.	1

Nunca ha sucedido después de muchos años de exposición, pero es concebiblemente posible.	0,5
Secuencia prácticamente imposible (nunca ha sucedido).	0,1

Grado de Peligrosidad (GP): Con las tres variables se calcula la magnitud del riesgo, clasificándolo y priorizando las actuaciones en los diferentes riesgos.

RESUMEN DE PUNTUACIÓN DE RIESGO Y HOJA DE ACCIÓN		
Descripción del Peligro	Puntuación de Riesgo	Acción
Limpiador de ventanas en el tercer piso, sin cinturón de seguridad, se cuelga con una mano y se asoma.	1.500	Corrección inmediata requerido. Actividad debe ser discontinuado hasta que se reduzca el riesgo.
Hombres trabajando en zanja de seis pies de profundidad, zanja sin apuntalamiento, la sujeción es blanda, sujeta a deslizamiento.	750	
Pintores en andamio sin pasamanos, 30 pies de altura, no usar cinturones de seguridad.	750	
Benceno utilizado para limpiar el piso de la tienda, un área concurrida, los hombres fuman, otras fuentes de chispas cercanas.	450	
Cilindros de gas inflamable comprimido parados sin asegurar en un pallet, a lo largo de un pasillo concurrido, con las tapas puestas.	375	
Aire comprimido no controlado utilizado en el taller de máquinas, hasta a 90 psi, para limpieza general.	300	
Hombres fumando en un almacén de almacenamiento de productos inflamables, sin rociadores sistema, material muy inflamable.	270	
Taladro eléctrico portátil en uso sin cable a tierra, obtener un uso rudo por parte de varias personas.	200	Urgente. Requiere atención tan pronto como sea posible.
Depósito de aire comprimido sin válvula de seguridad, apagado automático a 200 psi, equipo antiguo.	180	
Gente caminando por zanjas profundas sin vigilancia, considerables tráfico, mala iluminación.	150	
Instrumentos pesados inestables en una estantería de siete pies de altura, sujetos a golpes por parte de los empleados.	150	
Camiones que doblan esquinas ciegas sin parar, tránsito opuesto y peatones, límite de 10 MPH.	135	

Los escalones del edificio principal resbalan cuando están mojados, no pasamanos, muchos peatones diariamente.	90	El peligro debe ser eliminado sin retraso, pero la situación no es una emergencia.
Cilindro de oxígeno comprimido de pie cerca sin garantía pared, poco tráfico o movimiento.	85	
Tránsito de peatones y carros de mano en esquina ciega en el pasillo del edificio de la tienda.	60	
Cilindros de oxígeno y acetileno almacenados juntos, tapones encendido, buena ventilación, entorno ignífugo.	45	
Pasamanos inadecuados a lo largo de la escalera exterior, uso ocasional todos los días.	40	
Gran tanque de almacenamiento de propano en zona concurrida: vehículo tráfico y operaciones de aire a alta presión.	37,5	
Tanto los peatones como los vehículos que circulan por la misma vía. El camino no siempre es lo suficientemente ancho para ambos.	37,5	
Sustancias químicas almacenadas en refrigeradores a prueba de chispas, que ocasionalmente incluyen líquidos volátiles inflamables.	30	
Acera rota, tráfico peatonal ocasional, agujeros y hormigón suelto.	30	
Personas cerca de un edificio de explosivos, dentro del alcance de posibles misiles: procedimientos seguros en la construcción.	25	
Bomba de vacío portátil sin protector de correa. Bomba movida alrededor de vez en cuando por varios empleados.	18	
Maquinista que usa una lima pesada sin mango de lima, en uso diario	18	
Obrero con martillo con cabeza suelta, en uso diario para trabajos ocasionales.	18	

Nota: La tabla, que es la original, tiene descripciones que con una mirada en el año 2022 queda desactualizada y hasta abosurda.

La tabla original se puede resumir en la siguiente para hacerla más usable:

RESUMEN DE PUNTUACIÓN DE RIESGO Y HOJA DE ACCIÓN	
Acción	Puntuación de Riesgo
Corrección inmediata requerido. Actividad debe ser descontinuado hasta que se reduzca el riesgo.	1.500 a 270
Urgente. Requiere atención tan pronto como sea posible.	200 a 90
El peligro debe ser eliminado sin retraso, pero la situación no es una emergencia.	85 a 18

9.4) Otros Juegos de Tablas

Juego de Tabla no. 1

CONSECUENCIA (C)		
Grado de Severidad de las Consecuencias		Valor
Catastrófica	Numerosas muertes, grandes daños por encima de 100 millones de pesetas, gran quebranto en la actividad.	100
Desastrosa	Varias muertes, daños desde 50 a 100 millones de pesetas.	40
Muy seria	Muerte, daños de 10 a 50 millones de pesetas.	15
Seria	Lesiones muy graves, amputaciones, invalidez permanente, daños de 100.000 pesetas a 10 millones de pesetas.	7
Importante	Lesiones con baja, incapacidad temporal, daños de 10.000 a 100.000 pesetas.	3
Leve	Pequeñas heridas, contusiones, daños hasta 10.000 pesetas.	1

EXPOSICIÓN (E)		
Frecuencia de Exposición		Valor
Continua	Muchas veces al día.	10
Frecuente	Se presenta aproximadamente una vez por día.	6
Ocasional	Semanalmente.	3
Poco usual	Mensualmente.	2
Rara	Unas pocas veces al año.	1
Muy rara	Anualmente.	0,5
Inexistente	No se presenta nunca.	0

PROBABILIDAD (P)		
Escala de Probabilidad		Valor
Casi segura	Es el resultado más probable y esperado si se presenta la situación de riesgo.	10
Muy posible	Es completamente posible, no sería nada extraño, tiene una probabilidad del 50%.	6
Posible	Sería una secuencia o coincidencia rara, pero posible, ha ocurrido.	3
Poco posible	Sería una coincidencia muy rara, aunque se sabe que ha ocurrido.	1
Remota	Extremadamente rara, no ha sucedido hasta el momento.	0,5
Muy remota	Secuencia o coincidencia prácticamente imposible, posibilidad "uno en un millón".	0,2
Casi imposible	Virtualmente imposible, se acerca a lo imposible.	0,1

GRADO DE PELIGROSIDAD (GP)		
Magnitud del Riesgo	Clasificación del Riesgo	Actuación Frente al Riesgo
Mayor de 400	Riesgo muy alto	Detención inmediata de la actividad peligrosa.
Entre 200 y 400	Riesgo alto	Corrección inmediata.
Entre 70 y 200	Riesgo notable	Corrección necesaria urgente.
Entre 20 y 70	Riesgo posible	No es emergencia, pero debe ser corregido el riesgo.
Menos de 20	Riesgo aceptable	Puede omitirse la corrección.

Juego de Tabla no. 2

FACTORES DE EVALUACIÓN		
Factor	Clasificación	Valor
CONSECUENCIA (C) (resultado más probable de un accidente)	Catástrofe: Numerosas muertes. Daño extenso.	100
	Múltiples víctimas mortales.	50
	Muerte.	25
	Lesiones extremadamente graves (amputación, discapacidad).	15
	Lesiones bajas.	5
	Heridas leves, contusiones, golpes; pequeños daños.	1

EXPOSICIÓN (E) (frecuencia con que ocurre la situación de riesgo)	Continuamente (muchas veces al día).	10
	Frecuentemente (aproximadamente una vez al día).	6
	Ocasionalmente (de una vez por semana hasta una vez por mes).	3
	De forma extraordinaria (de una vez al mes a una vez al año).	2
	Raramente (se sabe que ocurre).	1
	Remotamente posible (no se sabe que haya ocurrido).	0,5
PROBABILIDAD (P) (probabilidad de que la secuencia de un accidente se complete)	Es el resultado más probable y esperado si la situación de riesgo tiene lugar.	10
	Es completamente posible, nada extraño, tiene una probabilidad del 50%.	6
	Sería una secuencia o coincidencia rara.	3
	Sería una coincidencia remotamente posible. Se sabe que ha ocurrido.	1
	Extremadamente remota pero concebible (Nunca ha sucedido después de muchos años de exposición).	0,5
	Secuencia o coincidencia prácticamente imposible (probabilidad de una entre un millón).	0,1

GRADO DE PELIGROSIDAD (GP)		
Grado de Riesgo	Clasificación del Riesgo	Actuación
Mayor de 400	Riesgo Muy Alto (grave e inminente)	Detención inmediata de la actividad.
Entre 200 y 400	Riesgo Alto	Corrección inmediata.
Entre 70 y 200	Riesgo Notable	Corrección necesaria urgente.
Entre 20 y 70	Riesgo Moderado	Debe corregirse pero no es una emergencia.
Menos de 20	Riesgo Aceptable	Puede omitirse corrección.

Juego de Tabla no. 3

Valor	Consecuencias
10	Muerte y/o daño mayores a 6.000 dólares.
6	Lesiones con incapacidades permanentes y/o daños entre 2.000 y 6.000 dólares.
4	Lesiones con incapacidades no permanentes y/o daños entre 600 y 2.000 dólares.
1	Lesiones con heridas leves, contusiones, golpes y/o pequeños daños económicos.

Valor	Exposición
10	La situación de riesgo ocurre continuamente o muchas veces al día.
6	Frecuentemente o una vez al día.
2	Ocasionalmente o una vez por semana.
1	Remotamente posible.

Valor	Probabilidad
10	Es el resultado más probable y esperado si la situación de riesgo tiene lugar.
7	Es completamente posible, nada extraño. Tiene una probabilidad de ocurrencia del 50%.
4	Sería una rara coincidencia. Tiene una probabilidad del 20%.
1	Nunca ha sucedido en muchos años de exposición al riesgo pero es concebible.

GRADO DE PELIGROSIDAD (GP)		
Grado de Peligrosidad	Clasificación del Riesgo	Actuación
1.000 a 600	Riesgo Alto	Intervención inmediata de terminación o tratamiento del riesgo
600 y 300	Riesgo Medio	Intervención a corto plazo.
300 y 1	Riesgo Bajo	Intervención a largo plazo o riesgo tolerable.

Juego de Tabla no. 4

FACTORES DE EVALUACIÓN		
Factor	Clasificación	Valor
CONSECUENCIA (C) (resultado más probable de un accidente)	Varias muertes; daños superiores a 50 millones de pesetas.	50
	Muerte: daño de 10 a 50 millones de pesetas.	25
	Lesiones extremadamente graves (amputación, incapacidad permanente). Daño de 100.000 a 10.000.000 pesetas.	15
	Lesiones con baja. Daños hasta 100.000 pesetas.	5
	Heridas leves, contusiones, golpes; pequeños daños.	1
EXPOSICIÓN (E) (frecuencia con que ocurre la situación de riesgo)	Continuamente (muchas veces al día).	10
	Frecuentemente (aproximadamente una vez al día).	6
	Ocasionalmente (de una vez por semana hasta una vez por día).	3
	Raramente (se sabe que ocurre).	1
	Remotamente posible (no se sabe que haya ocurrido).	0,5
PROBABILIDAD (P) (probabilidad de que la secuencia de un accidente se complete)	Es el resultado más probable y esperado si la situación de riesgo tiene lugar.	10
	Es completamente posible, nada extraño, tiene una probabilidad del 50%.	6
	Sería una secuencia o coincidencia rara. Probabilidad 10%.	3
	Sería una coincidencia remotamente posible. Se sabe que ha ocurrido. Probabilidad 1%.	1
	Nunca ha sucedido en muchos años de exposición, pero concebible.	0,5
GP = C x E x P		
GP > 200	Se requiere corrección Inmediata. La actividad debe ser detenida hasta que el riesgo se haya disminuido.	
200 > GP > 85	Actuación urgente. Requiere atención lo antes posible.	
85 < GP	El riesgo debe ser eliminado sin demora pero la situación no es una emergencia.	

9.5) Factor de Justificación

El Método de Fine anexa el cálculo de la "Justificación" o lo que las versiones actualizadas dan por llamar por "Factor de Justificación".

En función del grado de peligrosidad calculado para un peligro determinado, del costo asociado a su corrección y del nivel de corrección conseguido, se determina qué alternativas correctoras conviene adoptar, priorizando las de mejor rendimiento frente a las demás. Es decir, se compara el coste estimado de la acción correctora con el grado de peligrosidad.

Las tablas adjuntas son las originales de W. Fine.

La fórmula para su determinación es:

$$FJ = \frac{GP}{FC \times GC}$$

donde:

FJ: Factor de justificación (denominada como J en la versión original)

GP= Grado de peligrosidad

FC= Factor de costo

GC= Grado de corrección

Factor de Costo (FC): Es una medida estimada del coste de la acción correctora propuesta en dólares:

FACTOR DE COSTO (FC) <i>(costo estimado en dólares de la acción correctiva propuesta)</i>	
Costo	Valor
Más de U\$S 50.000	10
U\$S 25.000 a U\$S 50.000	6
U\$S 10.000 a U\$S 25.000	4
U\$S 1.000 a U\$S 10.000	3
U\$S 100 a U\$S 10.000	2
U\$S 25 a U\$S 1000	1
Menos de U\$S 25	0,5

Nota del autor: los valores de la tablas son del año 1971 y originada en los EEUU. Los valores se deben actualizar y adaptar a cada economía y organización.

Grado de Corrección (GC): Una estimación de la disminución del Grado de Peligrosidad que se conseguiría de aplicar la acción correctora propuesta:

GRADO DE CORRECCIÓN (GC) (grado en que se reducirá el peligro)	
Reducción	Valor
Peligro eliminado positivamente, 100%.	1
Peligro reducido al menos un 75%, pero no completamente.	2
Se ha reducido el peligro entre un 50 y un 75 %.	3
Se ha reducido el peligro entre un 25 y un 50 %.	4
Ligero efecto sobre el peligro (menos del 25%)	6

Criterios de Justificación:

CRITERIOS DE JUSTIFICACIÓN	
Factor de Justificación	Decisión
FJ > 10	El gasto se considerará justificado.
FJ < 10	El coste del correctivo considera que la acción no está justificada.

Nota Original: La calificación de justificación crítica ha sido arbitrariamente fijado en 10, basado en la experiencia, el juicio y la corriente situación presupuestaria. Después de una amplia experiencia en cualquier organización, basada en la experiencia de accidentes, presupuesto situaciones y evaluaciones del estado de seguridad, puede ser se consideró deseable aumentar o disminuir la puntuación crítica.

Otros autores proponen los siguientes esquemas:

Factor de Justificación	Decisión
FJ > 20	Se considera justificado.
FJ < 20	El costo de la acción correctora propuesta no está justificado.

Factor de Justificación	Decisión
FJ > 20	Muy justificado
10 < FJ > 20	Probable Justificación
FJ < 10	No justificado

9.6) Limitaciones del Método de Justificación⁴

Primera Limitación: Si $R > 1.200$ cualquier inversión resulta justificada

Para todo Grado de Peligrosidad (GP) mayor de 1.200 se justificará siempre cualquier inversión, aun en el caso más desfavorable en que el Factor de Costo $FC = 10$ y el Grado de Corrección sea $GC = 6$ (eliminación menor del 25 %).

Segunda Limitación: Si $GP < 10$ ninguna inversión resulta justificada

Para todo nivel de riesgo menor de 10 nunca se justificará ninguna inversión, aunque esta tenga el coste de medios mínimo contemplado en las tablas $FC = 0,5$ y el grado de corrección sea el máximo disponible $GC = 1$ (eliminación próxima al 100 %).

Tercera Limitación: Ajuste de Factor de Justificación

Actualmente el valor crítico para alcanzar la justificación se establece en 20, de forma que cuando el Factor de Justificación (FJ) es mayor o igual que 20 se justifican las acciones correctoras.

Sin embargo, el método original lo justificaba a partir de 10, aunque al igual que sucedía con el método de análisis, el sistema de justificación se definía con flexibilización, pues concretamente Fine indicó lo siguiente:

"La calificación crítica de la Justificación se ha fijado arbitrariamente en 10, en función de la experiencia, el juicio y la situación presupuestaria actual. Después de una experiencia extensa en cualquier organización individual, basada en la experiencia de accidentes, situaciones presupuestarias y evaluaciones del estado de la seguridad, puede ser conveniente aumentar o disminuir la puntuación crítica".

9.7) Grado de Corrección⁵

Para estimar el Grado de Corrección (GC) o el nivel de disminución del riesgo por medio de la acción correctora, se puede usar la siguiente fórmula, indicando valores porcentuales de reducción del riesgo.

$$GC = \frac{R_i - R_f}{R_i}$$

donde:

⁴ Sobre la base de <https://cuadernosdeseguridad.com/2021/01/metodo-fine-oscar-pascual-2/>

⁵ Sobre la base de "Capítulo 4: Identificación, Análisis y Gerenciamiento de Riesgos. Autor Desconocido."

R_i: Valor del riesgo antes de la acción correctora.

R_r: Valor del riesgo después de efectuarse la acción correctora.

9.8) Grado de Repercusión⁶

El Grado de Repercusión (GR) es un adicional que no pertenece al método original, pero que le agrega un plus al considerar las personas afectadas.

El cálculo del Grado de Repercusión (GR) está dado por el Grado de Peligrosidad (GP) multiplicado por un Factor de Ponderación (FP) que se obtiene de tabla de acuerdo con el porcentaje de personas expuestas a dicho peligro.

$$GR = GP \times FP$$

donde:

GR: Grado de repercusión

GP: Grado de peligrosidad

FP: Factor de ponderación

El porcentaje de trabajadores expuestos se lo calcula de la siguiente forma:

$$\% \text{ Expuesto} = \frac{\text{Nro. Trabajadores Expuestos}}{\text{Nro. Total Trabajadores}} \times 100\%$$

donde:

Número de trabajadores expuestos: Refiere a los trabajadores que se encuentran cercanos a la fuente del peligro.

Número total de trabajadores: Refiere al número de trabajadores que se encuentran laborando en el área donde se está realizando la identificación de riesgos.

Una vez calculado el porcentaje de expuestos, se procede a designar el factor de ponderación, cuyo valor se lo encuentra en la siguiente tabla:

FACTOR DE PONDERACIÓN (FP)	
% Expuesto	Valor
1 - 20 %	1
21 - 40 %	2
41 - 60 %	3

⁶ Sobre la base de “Capítulo 4: Identificación, Análisis y Gerenciamiento de Riesgos. Autor Desconocido.”

61 - 80 %	4
81 - 100 %	5

Una vez obtenido el valor del grado de repercusión para cada uno de los peligros identificados se los procede a ordenar de acuerdo con la siguiente escala:

GRADO DE REPERCUSIÓN (GR)	
3.001 – 5.000	Alto
1.501 – 3.000	Medio
1 – 1.500	Bajo

La escala de la tabla de Grado de Repercusión (GR) está confeccionada en base a la siguiente tabla de valoración del Grado de Peligrosidad (GP). Cuando se use otra tabla para valorar el Grado de Peligrosidad (GP) de deberá adecuar la escala del Grado de Repercusión (GR).

GRADO DE PELIGROSIDAD (GP)		
Grado de Peligrosidad	Clasificación del Riesgo	Actuación
1.000 a 600	Riesgo Alto	Intervención inmediata de terminación o tratamiento del riesgo
600 y 300	Riesgo Medio	Intervención a corto plazo.
300 y 1	Riesgo Bajo	Intervención a largo plazo o riesgo tolerable.

El principal objetivo de toda evaluación de riesgos es priorizar los mismos para empezar a atacar a los de mayor peligrosidad. Para esto se toma en cuenta el siguiente cuadro de prioridades:

ORDEN DE PRIORIZACIÓN	
Peligrosidad	Repercusión
ALTO	ALTO
ALTO	MEDIO
ALTO	BAJO
MEDIO	ALTO
MEDIO	MEDIO
MEDIO	BAJO
BAJO	ALTO
BAJO	MEDIO

BAJO	BAJO
------	------

9.9) Consideraciones sobre el Grado de Peligrosidad⁷

El Método Fine no emplea ponderaciones igualitarias en sus tablas, sino que los parámetros asignados a cada factor en su graduación mantienen un nivel de magnitud bajo hasta llegar a sus dos graduaciones más elevadas, en que los parámetros se disparan exponencialmente.

Así los parámetros asignados en cada graduación son:

Consecuencias	1	5	15	25	50	100
Exposición	0,5	1	2	3	6	10
Probabilidad	0,1	0,5	1	3	6	10

Esto indica que, por simple combinatoria, existirán en el método muchos más niveles de riesgo con resultados bajos y medios, que niveles altos o muy altos.

Pero a su vez, al tratarse de un producto de tres factores, en cuanto la graduación de un sólo aspecto se eleve hacia sus valores máximos, el resultado final para el nivel de riesgo también se elevará proporcionalmente.

Este efecto se hace más notable por el hecho de que tampoco existe ponderación igualitaria en la tabla de Grado de Peligrosidad (GP), repartiéndose 4 clasificaciones (Aceptable, Posible, Considerable y Alto) entre valores que van únicamente de 0,05 a 400, y reservándose el enorme intervalo entre 400 y 10.000 únicamente para la clasificación de riesgo Muy Alto.

9.10) Conclusiones del Método Fine⁸

La aplicación correcta del método requiere del factor humano en cuanto a su adaptación a las circunstancias particulares de cada organización y se deben conocer las peculiaridades del método para poder interpretar correctamente los resultados de los análisis efectuados.

Se debe alinear los diferentes valores de la "Tabla de Consecuencias" con la situación real de la cada organización y sus grado de peligrosidad. Hay que considerar que el método fue desarrollado en el año 1971 y las valoraciones de las consecuencias de los accidentes han evolucionado.

La adaptación del método a cada caso y momento concreto, está en concordancia con la idea original de William T. Fine, siendo la única forma de analizar los peligros con este método de manera fiel a la realidad corporativa.

10) MÉTODO SEPTRI

La denominación completa del método es " Sistema de Evaluación y Propuesta de Tratamiento de Riesgos (SEPTRI)", y fue presentado por F. Martínez García, de la Fundación Mapfre Estudios.

⁷ Sobre la base de <https://cuadernosdeseguridad.com/2021/01/metodo-fine-oscar-pascual-2/>

⁸ Sobre la base de <https://cuadernosdeseguridad.com/2021/01/metodo-fine-oscar-pascual-2/>

Se trata de una adaptación de la definición matemática de riesgo, incorporando otros parámetros que permiten describir mejor el objeto de estudio.

Su ámbito de aplicación no se restringe a un peligro concreto. Sino que, al igual que el método Fine, es apto para evaluar cualquier peligro. Su aplicación requerirá siempre un conocimiento estadístico de las probabilidades de ocurrencia del evento, que por lo general son difíciles de conocer, resultan incompletas, poco precisas o parciales, cuando no inexistentes.

Los factores de evaluación considerados son:

- Probabilidad
- Exposición
- Nivel de Seguridad
- Intensidad

La evaluación del riesgo (R) se efectúa mediante la siguiente expresión:

$$R = \frac{P \times E \times I}{S}$$

donde:

- R = Evaluación del riesgo
- P = Coeficiente de probabilidad
- E = Coeficiente de exposición
- I = Coeficiente de intensidad
- S = Coeficiente del nivel de seguridad

Coeficiente de Probabilidad (P): Probabilidad de ocurrencia del evento no deseado. Aplica a cualquier tipo de peligro, pero esto conlleva necesariamente a conocer los valores de probabilidad del peligro considerado.

El valor de probabilidad a utilizar es el correspondiente a la experiencia propia más reciente, o, en su defecto, el valor obtenido de estadísticas genéricas del sector y del país, o, en caso de no estar disponibles, valores internacionales o de otros países. El coeficiente de probabilidad se obtiene de la siguiente tabla:

COEFICIENTE DE PROBABILIDAD (P)	
Período de Recurrencia (una vez cada)	Coeficiente P
Nunca	0
1.000 años	0,5
500 años	1
100 años	2

50 años	3
25 años	4
10 años	5
5 años	6
1 año	7
1 mes	8
1 semana	9
1 día u horas	10

Coefficiente de Exposición (E): El valor de exposición a utilizar es la frecuencia con que se lleva a cabo la acción que motiva el riesgo en el caso particular evaluado. El coeficiente de exposición se obtiene de la siguiente tabla:

COEFICIENTE DE EXPOSICIÓN (E)	
Período de Recurrencia (una vez cada)	Coefficiente E
Nunca	0
100 años	1
50 años	2
10 años	3
1 año	4
6 meses	5
1 mes	6
1 semana	7
1 día	8
1 hora	9
Continuamente	10

Coefficiente de Intensidad (I): Estima la magnitud esperable de las consecuencias del evento de acuerdo con la definición clásica de riesgo. Sin embargo esta estimación se hace en forma razonada y, en la medida de lo posible, objetivada.

El valor del coeficiente de intensidad se calcula por medio de la siguiente expresión:

$$I = \frac{I_r + I_p}{2}$$

donde:

Ir: Coeficiente del Valor Máximo Expuesto (en unidades monetarias fijas) o Pérdida Máxima Posible (cuando se expresa como porcentaje sobre el total)

Ip: Coeficiente de Pérdida Máxima Probable. Puede estimarse tomando como punto de partida unidades económicas fijas o porcentaje sobre el total expuesto.

Valor Máximo Expuesto o Pérdida Máxima Posible (Ir)

El Valor Máximo Expuesto es la pérdida máxima esperada en las condiciones más desfavorables y considerando la falta total de respuesta de los medios propios y externos de intervención.

La Pérdida Máxima Posible es el mismo concepto pero expresado en unidades porcentuales sobre el total del peligro considerado.

Se tomará el coeficiente más alto que resulte de aplicar el Valor Máximo Expuesto y la Pérdida Máxima Posible.

VALOR MÁXIMO EXPUESTO O PÉRDIDA MÁXIMA POSIBLE (Ir)		
Valor Máximo Expuesto (Euros)	Pérdida Máxima Posible (%)	Coeficiente Ir
0	0	0
60		1
600	25	2
6.000		3
60.000		4
600.000	50	5
60.000.000		6
600.000.000	75	7
1.200.000.000		8
3.000.000.000		9
Mayor Patrimonio Empresa	100	10

Pérdida Máxima Probable (Ip)

La Pérdida Máxima Probable es la pérdida máxima esperada ante un peligro determinado en las condiciones usuales de operación de los medios propios y externos de seguridad.

PÉRDIDA MÁXIMA PROBABLE (Ip)		
Pérdida Máxima (Euros)	Pérdida Máxima Probable (%)	Coefficiente Ip
0	0	0
30	10	1
60		2
600	25	3
6.000		4
60.000	30	5
300.000		6
600.000	40	7
6.000.000		8
30.000.000		9
Mayor Patrimonio Empresa	Mayor que 50	10

COEFICIENTE DEL NIVEL DE SEGURIDAD (S): Es un factor que pretende reducir el valor del riesgo (R) mediante la consideración de las medidas de seguridad que se han tomado para minimizar las consecuencias de un evento no deseado.

El valor del coeficiente del Nivel de Seguridad resulta de la ponderación de los siguientes factores que determinan el nivel de seguridad de la empresa en cuestión.

El coeficiente del Nivel de Seguridad se obtiene mediante la suma de los coeficientes parciales.

COEFICIENTE DEL NIVEL DE SEGURIDAD (S)	
Factor	Coefficiente parcial
1) Política de Seguridad.	0 a 1
1) Programa de gerencia de riesgos.	0 a 1
2) Integración seguridad en diseño, métodos, máquinas, procesos.	0 a 1
3) Programa de control de calidad.	0 a 1
4) Programa de seguridad: Director de seguridad, Planes de formación, Planes de inspección, revisión y mantenimiento, Servicio de Vigilancia, Equipos de Emergencia, Planes de Emergencia, Planes de Contingencia.	0 a 4
5) Auditorías periódicas externas.	0 a 1
6) Servicios de socorro externos: Bomberos, policía, Sanidad, otras Empresas.	0 a 1
Coefficiente S: suma coeficientes parciales (valor mínimo 1)	TOTAL =

ORIENTACIÓN DEL TRATAMIENTO DEL RIESGO

Los valores de evaluación del riesgo (R) se clasifican en los grupos siguientes, cuyo tratamiento orientativo se indica igualmente en la tabla siguiente:

TRATAMIENTO DEL RIESGO		
Riesgo	Valor de R	Respuesta
Insoportable	$R > 300$	Se precisa la eliminación del riesgo o la supresión de la operación que lo genera.
Extremo	$200 < R < 300$	Se precisan medidas exhaustivas de eliminación o reducción. Se precisa transferencia financiera del riesgo.
Muy graves	$100 < R < 200$	Se precisan medidas sustanciales de reducción. Puede establecerse una retención parcial mínima. Se precisa transferencia financiera del riesgo.
Graves	$30 < R < 100$	Se precisan medidas normales de reducción. Se recomienda una retención parcial y, en algunos casos, total. Se precisa transferencia financiera del riesgo, excepto si se aplica retención total.
Soportables	$0 < R < 30$	No se precisan medidas adicionales de reducción. Se recomienda la retención total y, en algunos casos, la asunción. No se precisa la transferencia financiera del riesgo.

La orientación del tratamiento del riesgo sugerida por este sistema debe considerarse como primera aproximación, que deberá ser sopesada a la vista de otros aspectos que aconsejen un tratamiento distinto, como pueden ser requisitos legales, condicionantes financieros, cuestiones técnicas u organizativas o casos especiales por su actividad, dimensión económica o pertenencia a sectores públicos o estratégicos.

11) MÉTODO HAZARD RATING NUMBER (HRN)

El método Hazard Rating Number o HRN se publicó por primera vez en la revista británica SHP (Safety and Health Practitioner) de junio de 1990 por el consultor de seguridad de máquinas Chris Steel.

Su fundamento teórico es muy similar a los métodos Fine y SEPTRI, aunque en este caso se evalúan las consecuencias del evento en función del daño a las personas y no, como en los casos anteriores, como valor económico del daño.

El HRN es muy aplicado en la fase de elaboración de análisis y evaluación de riesgos de máquinas y equipos.

El HRN consiste en el resultado del producto de cuatro variables de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$HRN = PE \times FE \times MPL \times NP$$

donde:

HRN: Hazard Rating Number

PE: Probabilidad de exposición al peligro

FE: Frecuencia de exposición al peligro

MPL: Máxima pérdida probable

NP: Número de personas sometidas al peligro

Esta fórmula tiene como base a la tradicional $R = P \times D$ pero considera dos variables para la probabilidad: probabilidad de exposición al peligro (PE) y la frecuencia de exposición al peligro (FE); y dos para el daño: número de personas sometidas al peligro (NP) y máxima pérdida probable (MPL).

Juego de Tablas Originales

PROBABILIDAD DE EXPOSICIÓN AL PELIGRO (PE)	
Nivel de Probabilidad	Valor
Imposible, no puede pasar bajo ninguna circunstancia	0
Improbable, aunque concebibles	1
Posible: pero poco comunes	2
Probable: podría suceder	5
Probable: no se sorprendió	8
Probable: sólo cabe esperar	10
Cierto: no hay duda	15

Nota: algunas autores toman la probabilidad 0 (cero) como 0,033.

FRECUENCIA DE EXPOSICIÓN AL PELIGRO (FE)	
Frecuencia de Exposición	Valor
Poco frecuente	0,1
Año	0,2
Mensual	1,0
Semanal	1,5
Todos los días	2,5
Cada hora	4
Constantemente	5

MÁXIMA PÉRDIDA PROBABLE (MPL)	
Tipo de Daño	Valor
Hematomas	0,1
Laceración / Efecto de salud leve	0,5
Fractura de hueso menor o enfermedad menor (temporal)	1
Fractura de hueso menor o enfermedad (permanente)	2
Pérdida de 1 miembro, 1 ojo o enfermedad grave (temporal)	4
Pérdida de 2 miembros, 2 ojos o enfermedad grave (permanente)	8
Fatalidad	15

NÚMERO DE PERSONAS SOMETIDAS AL PELIGRO (NP)	
Número de Personas	Valor
1 - 2	1
3 - 7	2
8 - 15	4
16 - 50	8
50 >	12

ACCIONES SUGERIDAS		
HRN	Riesgo	Respuesta
0 - 1	Aceptable	Riesgo aceptable /considerar acción.
1 - 5	Muy bajo	Acción: plazo de 1 año.
5 - 10	Bajo	Acción: plazo de 3 meses.
10 - 50	Significativo	Acción: plazo de 1 mes.
50 - 100	Alto	Acción: plazo de 1 semana.
100 - 500	Muy alto	Acción: plazo de 1 día.
500 - 1.000	Extremo	Acción inmediata.
1.000 >	Muy extremo	Suspender labores inmediatamente.

12) MÉTODO NORMA INSHT NTP 330

El método de la NTP 330 denominado "Sistema simplificado de evaluación de riesgos de accidente", es una metodología que permite cuantificar la magnitud de los peligros existentes y, en consecuencia, jerarquizar racionalmente su prioridad de corrección.

Se parte de la detección de las deficiencias existentes en los lugares de trabajo para a continuación estimar la probabilidad de que ocurra un accidente, y teniendo en cuenta la magnitud esperada de las consecuencias, evaluar el riesgo asociado a cada una de dichas deficiencias.

La información que aporta este método es orientativa. Cabría contrastar el nivel de probabilidad de accidente que aporta el método a partir de la deficiencia detectada, con el nivel de probabilidad estimable a partir de otras fuentes más precisas, como por ejemplo datos estadísticos de accidentabilidad o de fiabilidad de componentes. Las consecuencias normalmente esperables habrán de ser preestablecidas por el ejecutor del análisis.

El Nivel de Riesgo (NR) es función del Nivel de Probabilidad (NP) y del Nivel de Consecuencias (NC) y se expresa como:

$$NR = NP \times NC$$

donde:

NR: Nivel de riesgo

NP: Nivel de probabilidad

NC: Nivel de consecuencia

El Nivel de Probabilidad (NP) es el producto del Nivel de Deficiencia (ND) y el Nivel de Exposición (NE):

$$NP = ND \times NE$$

donde:

NP: Nivel de probabilidad

ND: Nivel de deficiencia

NE: Nivel de exposición

Por consiguiente el Nivel de Riesgo (NR) queda de la siguiente manera:

$$NR = (ND \times NE) \times NC$$

Nivel de Deficiencia (ND): Magnitud de la vinculación esperable entre el conjunto de factores de riesgo considerados y su relación causal directa con el posible accidente.

NIVEL DE DEFICIENCIA (ND)		
Nivel de Deficiencia	ND	Significado
Muy deficiente (MD)	10	Se han detectado factores de riesgo significativos que determinan como muy posible la generación de fallos. El conjunto de medidas preventivas existentes respecto al peligro resulta ineficaz.
Deficiente (D)	6	Se ha detectado algún factor de riesgo significativo que precisa ser corregido. La eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes se ve reducida de forma apreciable.
Mejorable (M)	2	Se han detectado factores de riesgo de menor importancia. La eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes respecto al peligro no se ve reducida de forma apreciable.
Aceptable (B)	-	No se ha detectado anomalía destacable alguna. El peligro está controlado. No se valora.

El nivel de deficiencia puede estimarse de muchas formas, pero el método de la NTP 330 considera idóneo el empleo de cuestionarios de chequeo, como por ejemplo el de la NTP 324.

A continuación se muestra un ejemplo de un cuestionario de chequeo tipo para controlar periódicamente el peligro de golpes, cortes y proyecciones con herramientas manuales en un centro de trabajo, y en donde se indican los cuatro posibles niveles de deficiencia.

CUESTIONARIO DE CHEQUEO		
Preguntas	Si	No
1) Las herramientas están ajustadas al trabajo a realizar.		
1.1) Las herramientas son de buena calidad.		
1.2) Las herramientas se encuentran en buen estado de limpieza y conservación.		
2) La cantidad de herramientas disponibles es insuficiente en función del proceso productivo y personas.		
3) Existen lugares y/o medios idóneos para la ubicación ordenada de las herramientas (paneles, cajas).		
4) Cuando no se utilizan las herramientas cortantes o punzantes, se disponen con los protectores adecuados.		
5) Se observan hábitos correctos de trabajo.		
5.1) Los trabajos se hacen de manera segura, sin sobre esfuerzo o movimientos bruscos.		
5.2) Los trabajadores están adiestrados en el manejo de herramientas.		

5.3) Se usan equipos de protección personal cuando se pueden producir riesgos de proyecciones.		
CRITERIOS DE VALORACIÓN		
Se valorará la situación como MUY DEFICIENTE cuando se haya respondido NO a una o más de las cuestiones: 5, 5.2, 5.3.		
Se valorará la situación como DEFICIENTE cuando no siendo muy deficiente se haya respondido negativamente a la cuestión 1.		
Se valorará la situación como MEJORABLE cuando no siendo muy deficiente ni deficiente se haya respondido negativamente a una o más de las cuestiones: 1.1, 1.2, 2, 3, 5.1.		
Se valorará la situación como ACEPTABLE en los demás casos.		

Nivel de Exposición (NE): Medida de la frecuencia con la que se da exposición al peligro. Para un peligro concreto, el nivel de exposición se puede estimar en función de los tiempos de permanencia en áreas de trabajo, operaciones con máquina, etc.

Los valores numéricos son ligeramente inferiores al valor que alcanzan los niveles de deficiencias, ya que, por ejemplo, si la situación de riesgo está controlada, una exposición alta no debiera ocasionar, en principio, el mismo nivel de riesgo que una deficiencia alta con exposición baja.

NIVEL DE EXPOSICIÓN (NE)		
Nivel de Deficiencia	ND	Significado
Continuada (EC)	4	Continuamente. Varias veces en su jornada laboral con tiempo prolongado.
Frecuente (EF)	3	Varias veces en su jornada laboral, aunque sea con tiempos cortos.
Ocasional (EO)	2	Alguna vez en su jornada laboral y con período corto de tiempo.
Esporádica (EE)	1	Irregularmente.

Nivel de Probabilidad (NP): El nivel de probabilidad (NP) queda definido por el nivel de deficiencia de las medidas preventivas y del nivel de exposición al riesgo, el cual se puede expresar como el producto de ambos términos.

NIVEL DE PROBABILIDAD (NP)		Nivel de Exposición (NE)			
		4	3	2	1
Nivel de Deficiencia (ND)	10	MA-40	MA-30	A-20	A-10
	6	MA-24	A-18	A-12	M-6
	2	M-8	M-6	B-4	B-2

En el cuadro siguiente se refleja el significado de los cuatro niveles de probabilidad establecidos.

NIVELES DE PROBABILIDAD (NP)		
Nivel de Probabilidad	NP	Significado
Muy Alta (MA)	40 a 24	Situación deficiente con exposición continuada, o muy deficiente con exposición frecuente. Normalmente la materialización del riesgo ocurre con frecuencia.
Alta (A)	20 a 10	Situación deficiente con exposición frecuente u ocasional, o bien situación muy deficiente con exposición ocasional o esporádica. La materialización del riesgo es posible que suceda varias veces en el ciclo de vida laboral.
Media (M)	8 a 6	Situación deficiente con exposición esporádica, o bien situación mejorable con exposición continuada o frecuente. Es posible que suceda el daño alguna vez.
Baja (B)	4 a 2	Situación mejorable con exposición ocasional o esporádica. No es esperable que se materialice el riesgo, aunque puede ser concebible.

Dado que los indicadores que aporta esta metodología tienen un valor orientativo, cabe considerar otro tipo de estimaciones cuando se dispongan de criterios de valoración más precisos. Así, por ejemplo, si ante un peligro determinado se dispone de datos estadísticos de accidentabilidad u otras informaciones que permite estimar la probabilidad de que el peligro se materialice, se debería aprovechar y contrastarlo con los resultados obtenidos a partir del sistema expuesto.

Nivel de Consecuencias (NC): Considera una doble valoración; por un lado los daños físicos y, por otro, los daños materiales. Hay que tener en cuenta que cuando se refiere a las consecuencias de los accidentes, se trata de las normalmente esperadas en caso de materialización del peligro.

NIVEL DE CONSECUENCIAS (NC)			
Nivel de Consecuencia	NC	Significado	
		Daños personales	Daños materiales
Mortal o Catastrófico (M)	100	1 muerto o más.	Destrucción total del sistema (difícil renovarlo).
Muy Grave (MG)	60	Lesiones graves que pueden ser irreparables.	Destrucción parcial del sistema (compleja y costosa la reparación).
Grave (G)	25	Lesiones con incapacidad laboral transitoria (ILT).	Se requiere paro de proceso para efectuar la reparación.
Leve (L)	10	Pequeñas lesiones que no requieren hospitalización.	Reparable sin necesidad de paro del proceso.

Nivel de Riesgo (NR): El cuadro permite determinar el nivel de riesgo mediante la agrupación de los diferentes valores obtenidos, y establece bloques de priorización de las intervenciones, a través del establecimiento de cuatro niveles indicados en el cuadro con cifras romanas.

NIVEL DE RIESGO (NR)		Nivel de Probabilidad (NP)							
		40-25		20-10		8-6		4-2	
Nivel de Consecuencia (NC)	100	I 4.000-2.400		I 2.000-1.200		I 800-600		II 400-200	
	60	I 2.400-1.440		I 1.200-600		II 480-360		II 240	III 120
	25	I 1.000-600		II 500-250		II 200-150		III 100-50	
	10	II 400-240		II 200	III 100	III 80-60		III 40	IV 20

Nivel de Intervención (NI): Según el valor conseguido se observan cuatro niveles de exposición y dependiendo del mismo se debe actuar de una forma u otra.

SIGNIFICADO DEL NIVEL DE INTERVENCIÓN		
Nivel de Intervención	NR	Significado
I	4.000-600	Situación crítica. Corrección urgente.
II	500-150	Corregir y adoptar medidas de control.
III	120-40	Mejorar si es posible. Sería conveniente justificar la intervención y su rentabilidad.
IV	20	No intervenir, salvo que un análisis más preciso lo justifique.

13) MÉTODO NORMA INSHT NTP 410

Este método es conocido con el nombre de "Justificación Analítica de Medida del Riesgo" y se lo conoce por su acrónimo: método JAM.

El método JAM sólo resulta útil en tanto en cuanto los peligros evaluados sean de naturaleza mecánica.

Los peligros mecánicos son los derivados directamente del hecho de la mecanización, acaecida tras la paulatina sustitución del trabajo humano por equipos mecánicos. Surgen como consecuencia de las posibles agresiones que todo mecanismo o parte del mismo en reposo o en movimiento, puedan causar al trabajador; se incluyen en ellos también los objetos, herramientas, sistemas, etc. que estén presentes en el proceso de trabajo.

Este método permite valorar el nivel de riesgo denominado Medida del Riesgo (MR) mediante el cálculo de dos factores que son la Incidencia (I) y el Factor de Implicación (Fce).

La Medida del Riesgo (MR) queda definida mediante la siguiente expresión:

$$MR = I \times Fce$$

donde:

MR: Medida del riesgo

I: Incidencia

Fce: Factor de implicación

Incidencia (I): La incidencia es todo aquello que se sale de la línea normal de acción o actuación.

La incidencia no es el cuasi accidente, así como tampoco la avería o el daño a la producción que no causa daño físico para el operario. Es la situación anómala, de fácil o difícil detección, según habilidad del observador, que, de manera latente se encuentra en el puesto de trabajo o en su entorno.

El cálculo de la Incidencia (I) resulta del producto escalar de los cuatro factores que lo perfilan, a saber:

$$I = Ip \times VI \times Nd \times Ci$$

donde:

I: Incidencia

Ip: Indicador personal

VI: Valor latente

Nd: Nivel de deterioro

Ci: Calidad del incidente

Indicador Personal (Ip): representa el tiempo de trabajo real de un trabajador, afectado por la incidencia objeto de análisis. Naturalmente que en una gran mayoría de ocasiones, este indicador personal sólo afectará a una parte de la jornada laboral completa. Esta variable es absolutamente personal. La valoración se hace sobre la incidencia que afecta a cada trabajador, independientemente del número de personas presentes en el ámbito de influencia de la misma.

INDICADOR PERSONAL (Ip)	
Tiempo Afectado por la Incidencia	Valor
Esporádica	1
Poca	2
Media	3
Permanente	4

Valor Latente (VI): refleja la reiteración o permanencia en el tiempo de la incidencia producida o detectada. Puede responder a situaciones comprobadas estadísticamente a través de las órdenes de trabajo cumplimentadas (si las hubiere), bien en la empresa, o bien en ámbitos exteriores a la misma. En este caso, el valor corresponde no a la persona, si no al objeto material pues es donde se encuentra presente. La experiencia del observador, ayudará mucho a detectar estas situaciones latentes en los elementos materiales del puesto de trabajo y de su entorno.

VALOR LATENTE (VI)	
Permanencia o Reiteración Mecánica	Valor
Escasa	1
Media	2
Permanente	3

Nivel de Deterioro (Nd): viene a significar la cuantía económica de la incidencia analizada en el caso de que esta se materializara. En el caso de disponer datos recientes sobre las cantidades abonadas por circunstancias semejantes ocurridas en la empresa o en ámbitos externos a ella, el valor será el correspondiente al dato que se disponga. La implicación de esta variable en el cálculo de la Incidencia responde a incluir en el mismo un elemento económico que vaya perfilando de una manera más completa el análisis sistemático de los incidentes. No es pues, un valor de justificación de la aplicación de medidas preventivas que a posteriori puedan presentarse, sino que constituye por sí mismo, elemento primordial para el desarrollo del cálculo final de la Incidencia.

INDICADOR DE DETERIORO (Nd)	
Cuantía Económica	Valor
Escasa	1
Poca	2
Media	3
Elevada	4

Cualidad del Incidente (Ci): es el resultado físico de una clasificación subjetiva de la anomalía detectada y todavía no producida. En esta variable, la intuición, o el daño supuesto más lógico que pueda producirse, constituye el dato menos objetivo de los que se encuentran presentes en la ecuación. Una vez más, la experiencia y los datos estadísticos se deben conjugar para atribuir la cifra adecuada para cada tipo de circunstancia recogida en las tablas de valoración propuestas para la aplicación de Método JAM.

CUALIDAD DEL INCIDENTE (Ci)	
Potencialidad Lesiva	Valor
Escasa o asumible	1
Poca o cierta levedad	2
Elevada gravedad	3
Gravísima	4

NIVELES DE ACEPTABILIDAD PARA (I)	
Valores de (I)	Criterios
1	Mínimo posible
2 a 12	Nivel de aceptabilidad
13 a 50	Nivel de expectación
51 a 191	Nivel de peligro
192	Máximo posible

Factor de Implicación (Fce): es la equivalencia que resulta al combinar el riesgo en sí con la duración del mismo en la jornada laboral del trabajador afectado por aquél. Es decir, su nivel de exposición, por utilizar un lenguaje universalmente empleado por los técnicos de prevención.

El cálculo del Factor de Implicación (Fce) se obtiene mediante el desarrollo de la ecuación siguiente:

$$Fce = n - Ip / 100$$

donde:

Fce = Factor de implicación con respecto a la incidencia considerada

n = Número de personas (trabajadores o no) afectadas por la incidencia considerada

Ip = Indicador personal

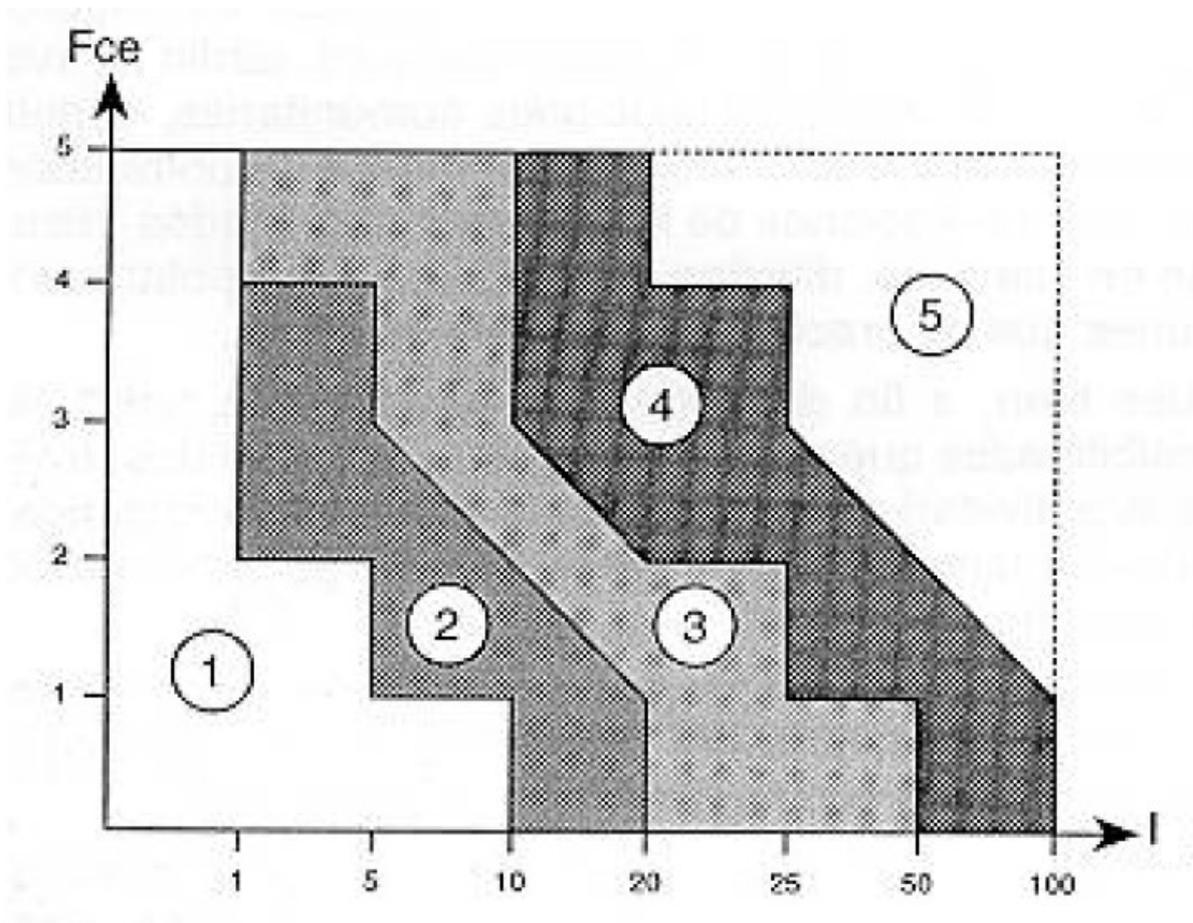
Para que el dato obtenido resulte operativo se debe convertir en un factor de aplicación, según las equivalencias de la tabla.

VALORES EQUIVALENTES SEGÚN EL Fce OBTENIDO	
Valor Fce Obtenido	Valor Equivalente
< 0,10	1
0,11 a 0,25	2
0,26 a 0,50	3

0,51 a 1,00	4
> 1,00	5

Medida del Riesgo (MR): La intersección de los valores de Incidencia y del Factor de Implicación, situará gráficamente la Medida del Riesgo (MR) en alguna de las cinco zonas o áreas en las que se divide el cuadrante del gráfico.

Las cinco zonas o áreas suponen una clasificación del riesgo y responden al criterio reflejado en la tabla.



SIGNIFICADO DE LAS ZONAS		
Zona	Nivel de Riesgo	Tipo de Actuación
1	Trivial	Eliminar a largo plazo
2	Tolerable	Eliminar a medio plazo
3	Moderado	Eliminar a corto plazo
4	Importante	Eliminar con urgencia
5	Intolerable	Paralización del Trabajo

En cuanto al tiempo de actuación: urgente, corto, medio y largo plazo, no pueden darse cifras concretas con carácter universal, por lo que debe quedar a criterio de cada especialista u organización.

En la tabla siguiente se encuentra clasificados de manera más completa los valores recogidos.

MEDIDA DEL RIESGO (MR)			
Valores			Valoración Final
I	Fce	MR	
192	4	768	Muy Elevado
144	3	432	
128	2	256	
108	1,5	162	
	1,0	100	
96		95	Elevado
81	0,75	61	
72	0,50	36	Moderado
64	0,40	26	
54	0,30	16	
48	0,25	12	Ligero
39			
36	0,30	7	Aceptable
32			
27	0,15	4	
24	0,10	2	
18			
16	0,05	1	
12			
9	0,04	0,35	
8			
6	0,03	0,20	
4			
3	0,02	0,05	
2	0,01	0,02	

14) MÉTODO HAZID

El método HAZID (**HAZ**ard **ID**entification) es un estudio formal para la identificación de peligros y evaluación del nivel de riesgo, como así también los controles requeridos en una operación o instalación, y la evaluación de la aceptabilidad de dichos riesgos utilizando métodos tanto cualitativos como cuantitativos.

Solamente se considerará en este apartado el método de evaluación de riesgos usado por HAZID, omitiendo todo la metodología completa de trabajo.

14.1) Evaluación de Riesgos

El proceso para determinar los Niveles de Riesgos hace uso de la siguiente ecuación:

$$R = P \times C$$

donde:

R: Nivel de riesgo

P: Probabilidad ¿Cuál es la probabilidad de que salga mal?

C: Consecuencia ¿Si sale mal, cuán serio será?

Consecuencias (C): ¿Si sale mal, cuán serio será? Al analizar las consecuencias, deben entrar en consideración factores como:

- Seguridad. Lesiones a personas.
- Ambientales. Por ejemplo pérdida de contención.
- Operativas. Daño a la planta o equipos.

La tabla muestra las descripciones de las consecuencias con un valor numérico asignado (el valor más alto siempre será aplicado en caso de duda). La tabla es orientativa y deberá ser ajustada antes de iniciar el estudio.

CONSECUENCIAS (C)					
Valor	Descripción	Personas	Ambiente	Patrimonial	Imagen
7	Catastrófica	Muertes	Efecto global o regional importante. Recuperar el estado original puede llevar más de 10 años o impacto irreversible.	Daños o consecuencias cuestan a la empresa más de 10 M U\$S	Impacto negativo internacional. Daño global a la imagen.
5	Severa	Daños mayores	Tiempo de recuperación del	Daños o consecuencias	Repercusión importante y

			impacto mayor a 1 año. Costo de remediación del impacto mayor a 1 M U\$S.	cuestan a la empresa más de 1 M U\$S.	sostenida en medio nacionales.
3	Moderada	Daños menores	Tiempo de recuperación del impacto mayor a 1 mes. Costo de remediación del impacto mayor a 1.000 U\$S.	Daños o consecuencias cuestan a la empresa más de 1.000 U\$S.	Repercusión nacional acotada.
1	Menor	Enfermedad o daños sin internación/días perdidos	Tiempo de recuperación del impacto menor a 1 mes. Costo de remediación del impacto menor a 1.000 U\$S.	Daños o consecuencias cuestan a la empresa menos de 1.000 U\$S.	Repercusión local acotada

Probabilidad (P): ¿Cuál es la probabilidad de que salga mal? Al juzgar la probabilidad debe ser considerada en función al daño hipotético.

PROBABILIDAD (P)		
Valor	Descripción	
4	Frecuente	Un evento común que es probable que ocurra una vez por año o más.
3	Probable	Un evento probable que ocurra una vez o más durante operaciones o a lo largo de la vida del equipo o planta.
2	Improbable	Un evento improbable que puede ocurrir durante operaciones o a lo largo de la vida del equipo.
1	Remota	Un evento posible pero nunca experimentado. Hay extremadamente remotas posibilidades que ocurra.

Nivel de Riesgo (R): El Nivel de Riesgo es el producto de la consecuencia multiplicada por la probabilidad. El resultado se puede obtener tabla matriz de Nivel de Riesgo.

NIVEL DE RIESGO (R)			Probabilidad (P)			
			1	2	3	4
			Remota	Improbable	Probable	Frecuente
Consecuencia (C)	7	Catastrófica	7	14	21	28
	5	Severa	5	10	15	20
	3	Moderada	3	6	9	12
	1	Menor	1	2	3	4

CRITERIOS DE ACEPTABILIDAD		
Índice de Riesgo	Nivel de Riesgo	Criterios de Aceptabilidad
12 a 28	Alto	Las operaciones no deben continuar. Se deben desarrollar métodos alternativos para la reducción de riesgos.
7 a 10	Moderado	Pueden ser necesarios algunos cambios en equipos o procedimientos. Se recomienda la aplicación de medidas de reducción de riesgos y/o planes de contingencias.
1 a 6	Bajo	Las operaciones pueden continuar sin mayores controles. Considerar relaciones costo-beneficio que se puedan alcanzar implementando mejoras.

Otro juegos de tablas

CONSECUENCIAS (C)				
Valor	Descripción	Seguridad. Pérdida de Vida	Medio Ambiente. Pérdida de Contención	Operativo. Pérdida de Planta o Equipo
5	Catastrófica	Múltiples Muertes	Pérdida mayor de contención con escapes severos al ambiente.	Pérdida de activos. Abandono de recipientes. Pérdida de estructura.
4	Severa	Posibles muertes. Múltiples heridas severas.	Pérdida de contención con escapes severos al ambiente.	Daño severo a los activos, pérdida de operaciones.
3	Significante	Posibles heridas severas. Múltiples heridas menores.	Pérdida de contención con escapes significantes al ambiente.	Daño significativo a equipo, retraso de varios días en las operaciones.

2	Menor	Posibles heridas menores.	Pérdida de contención con escapes menores al ambiente.	Daño menor a equipos, retraso hasta un día en las operaciones.
1	Insignificante	Improbable heridas personales.	Pérdida de contención sin escape al ambiente.	Daño menor a equipo. No hay retraso en las operaciones.

PROBABILIDAD (P)		
Valor	Descripción	
5	Frecuente	Un evento común que es probable que ocurra una vez por año o más.
4	Probable	Un evento probable que ocurra una vez o más durante operaciones o a lo largo de la vida del equipo o planta.
3	Posible	Un evento posible que puede ocurrir durante operaciones o a lo largo de la vida del equipo.
2	Improbable	Un evento improbable que puede ocurrir durante operaciones o a lo largo de la vida del equipo.
1	Altamente improbable	Un evento posible pero nunca experimentado. Hay extremadamente remotas posibilidades que ocurra.

NIVEL DE RIESGO (R)			Probabilidad (P)				
			1	2	3	4	5
			Altamente improbable	Improbable	Posible	Probable	Frecuente
Consecuencia (C)	5	Catastrófica	5	10	15	20	25
	4	Severa	4	8	12	16	20
	3	Significante	3	6	9	12	15
	2	Menor	2	4	6	8	10
	1	Insignificante	1	2	3	4	5

CRITERIOS DE ACEPTABILIDAD		
Índice de Riesgo	Nivel de Riesgo	Criterios de Aceptabilidad
15 a 25	Alto	Las operaciones no deben continuar. Se deben desarrollar métodos alternativos para la reducción de riesgos.
8 a 12	Moderado	Pueden ser necesarios algunas consideraciones. Recomendación de aplicación de medidas de reducción de riesgos y/o planes de contingencias.
1 a 6	Bajo	Las operaciones pueden continuar sin mayores controles. Considerar relaciones costo-beneficio que se puedan alcanzar.

14.2) Medidas de Reducción de Riesgos

Los riesgos categorizados como altos están sujetos a medidas de reducción de riesgos y a la introducción de controles para reducir los riesgos a un nivel aceptable.

Las medidas preventivas adicionales deberán también ser contempladas para riesgos categorizados como moderados o medios.

Los riesgos categorizados como bajos no requieren la implementación de medidas.

El proceso de reducción de riesgos implica la adopción de medidas necesarias en orden descendente como se indica a continuación:

MEDIDAS DE REDUCCIÓN DE RIESGOS	
1	Eliminación del peligro removiendo la amenaza. Eliminar del diseño la fuente del problema.
2	Reducir el riesgo sustituyéndolo por un proceso, actividad o sustancia menos riesgosa.
3	Aislar a través de controles efectivos, por ejemplo delimitar del peligro, retirar a la persona expuesta al riesgo, reducir su exposición, etc. Considerar la posibilidad de separación entre componentes de un equipamiento o entre instalaciones.
4	Instalar elementos de protección como por ejemplo paradas de emergencia, sensores, etc.
5	Implementar Permisos de Trabajo Seguro, reglas especiales y procedimientos para controlar los peligros.
6	Proporcionar supervisión apropiada con adecuado entrenamiento, instrucción e información relevante.
7	Proporcionar Elementos de Protección Personal sólo como última medida y como soporte de las medidas de control previamente mencionadas.

14.3) Riesgo residual

Luego de determinar el Nivel de Riesgo (R) y adoptar las medidas necesarias para reducir los mismos, el proceso descrito con anterioridad deberá reiterarse, obteniendo una evaluación de Riesgo Residual.

El Riesgo Residual para cada acción deberá ser menor que el previamente calculado. Si éste no es el caso, el estudio deberá ser revisado.

15) MÉTODO BINARIO

El Método Binario es del ex Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España (INSHT)⁹, y determina si los peligros detectados son importantes o no, a efectos de establecer prioridades en la actuación preventiva. Para clasificar los peligros en función de su magnitud, se tienen en cuenta dos variables:

- La severidad, que indica el daño más probable que se puede producir al trabajador si el riesgo se materializa.
- La probabilidad, que indica si es fácil o no que el riesgo se materialice en las condiciones existentes.

A estas variables, se les asignan distintos niveles, de acuerdo con los siguientes ejemplos:

SEVERIDAD DEL DAÑO		
LD	Ligeramente Dañino	Daños superficiales: cortes y magulladuras pequeñas, irritación de los ojos por polvo. Molestias e irritación, por ejemplo: dolor de cabeza, disconfort.
D	Dañino	Laceraciones, quemaduras, conmociones, torceduras importantes, fracturas menores. Sordera, dermatitis, asma, trastornos músculo-esqueléticos, enfermedad que conduce a una incapacidad menor.
ED	Extremadamente Dañino	Amputaciones, fracturas mayores, intoxicaciones, lesiones múltiples, lesiones fatales. Cáncer y otras enfermedades crónicas que acortan severamente la vida.

PROBABILIDAD DE QUE OCURRA EL DAÑO		
B	Baja	El daño ocurrirá raras veces.
M	Media	El daño ocurrirá en algunas ocasiones.
A	Alta	El daño ocurrirá siempre o casi siempre.

⁹ Actual "Instituto Nacional de Seguridad, Salud y Bienestar en el Trabajo"

NIVELES DE RIESGO			Consecuencias		
			LD	D	ED
			Ligeramente Dañino	Dañino	Extremadamente Dañino
Probabilidad	B	Baja	Riesgo Trivial T	Riesgo Tolerable TO	Riesgo Moderado MO
	M	Media	Riesgo Tolerable TO	Riesgo Moderado MO	Riesgo Importante I
	A	Alta	Riesgo Moderado MO	Riesgo Importante I	Riesgo Intolerable IN

En función de la valoración del riesgo se deberá realizar una acción, similar a la prioridad que se ha impuesto en la evaluación de riesgos realizada.

CRITERIOS DE ACEPTABILIDAD		
Riesgo	Acción	
T	Trivial	No se requiere acción específica
TO	Tolerable	No se necesita mejorar la acción preventiva. Sin embargo se deben considerar soluciones más rentables o mejoras que no supongan una carga económica importante. Se requieren comprobaciones periódicas para asegurar que se mantiene la eficacia de las medidas de control.
M	Moderado	Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas. Las medidas para reducir el riesgo deben implantarse en un período determinado. Cuando el riesgo moderado está asociado con consecuencias extremadamente dañinas, se precisará una acción posterior para establecer, con más precisión, la probabilidad de daño como base para determinar la necesidad de mejora de las medidas de control.
I	Importante	No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo. Puede que se precisen recursos considerables para controlar el riesgo. Cuando el riesgo corresponda a un trabajo que se está realizando, debe remediarse el problema en un tiempo inferior al de los riesgos moderados.
IN	Intolerable	No debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo, incluso con recursos ilimitados, debe prohibirse el trabajo.

16) MÉTODO IPERC

El método IPERC le pertenece, o al menos la fuente de referencia le corresponde a la "Superintendencia Nacional de Fiscalización Laboral" del Perú.

El método se basa en la siguiente ecuación para calcular el Nivel de Riesgo (NR):

$$NR = IP \times IS$$

donde:

NR: Nivel de Riesgo

IP: Índice de Probabilidad

IS: Índice de Severidad

Índice de Probabilidad (IP): Es la posibilidad de ocurrencia de un evento, que para la seguridad y salud en el trabajo será la posibilidad de que ocurra un accidente.

Esta determinado por:

$$IP = IPE + ICE + IDE + IEC$$

donde:

IPE: Índice de Personas Expuestos

ICE: Índice de Capacitación y Entrenamiento

IDE: Índice de Duración de Exposición

IEC: Índice Efectividad de Controles.

Índice de Personas Expuestas (IPE): Valor definido en función a la cantidad de personas que están expuestas a un determinado peligro.

ÍNDICE DE PERSONAS EXPUESTAS (IPE)	
Valor	Personas Expuestas
1	De 1 a 3
2	De 4 a 8
3	De 9 a 15
4	Mayores a 15

Índice Capacitación y Entrenamiento (ICE): Valor definido en función a la capacitación y entrenamiento brindado al trabajador para que pueda desarrollar sus actividades de manera segura.

ÍNDICE CAPACITACIÓN Y ENTRENAMIENTO (ICE)	
Valor	Condición de Capacitación y Entrenamiento
1	Personal capacitado y entrenado controla el peligro.
2	Personal capacitado controla el peligro.
3	Personal capacitado no controla el peligro.
4	Personal no capacitado.

Índice de Duración de Exposición (IDE): Valor definido en función a la cantidad de tiempo que está expuesto un trabajador a un peligro durante toda su jornada.

ÍNDICE DE DURACIÓN DE EXPOSICIÓN (IDE)	
Valor	Duración de la Exposición
1	Menos de 2 horas en toda la jornada.
2	Más de 2 y hasta 4 horas en toda la jornada.
3	Más de 4 y hasta 8 horas en toda la jornada.
4	Más de 8 horas en toda la jornada.

Índice de Efectividad de Controles (IEC): Valor definido en función a la percepción y grado de protección que la medida de control brinda al trabajador.

Índice de Efectividad de Controles (IEC)	
Valor	Eficiencia de Controles
1	Medida de control adecuada.
2	Medida controla el peligro pero no da una sensación de total seguridad.
3	Existe una medida de control pero no controla el peligro.
4	No se ha implementado medida de control.

Índice de Severidad (IS): La severidad esta referida a la magnitud o gravedad de los daños o consecuencias de los accidentes o enfermedades ocupacionales.

ÍNDICE DE SEVERIDAD (IS)		
Seguridad	Valor	Salud
Lesión sin incapacidad.	1	Efectos dañinos para la salud reversibles.
Lesión con incapacidad temporal.	2	Efectos dañinos para la salud severos pero reversibles.
Lesión con incapacidad permanente.	3	Efectos dañinos para la salud irreversibles.
Mortal (Fatal).	4	Mortal o enfermedad que deshabilita de por vida.

Nivel de Riesgo (NR): Producto del Índice Probabilidad (IP) por el Índice Severidad (IS).

NIVEL DE RIESGO (NR)		
Nivel de Riesgo (NR)		Significado
48 - 64	Intolerable	No se debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo, incluso con recursos ilimitados, debe prohibirse el trabajo.
32 - 47	Importante	No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo. Puede que se precisen recursos considerables para controlar el peligro. Cuando el riesgo corresponda a un trabajo que se está realizando, debe remediarse el problema en un tiempo inferior al de los riesgos moderados.
16 - 31	Moderado	Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas. Las medidas para reducir el riesgo deben implantarse en un período determinado. Cuando el riesgo moderado está asociado con consecuencias extremadamente dañinas (mortal o muy graves), se precisará una acción posterior para establecer, con más precisión, la probabilidad de daño como base para determinar la necesidad de mejora de las medidas de control.
5 - 15	Tolerable	No se necesita mejorar la acción preventiva. Sin embargo se deben considerar soluciones más rentables o mejoras que supongan una carga económica importante. Se requieren comprobaciones periódicas para asegurar que se mantiene la eficacia de las medidas de control.
4	Trivial	No se necesita adoptar ninguna acción.

17) MÉTODO MOSLER

El Método Mosler es uno de los más utilizados en el sector de la seguridad privada o patrimonial. Es un método muy versátil que sirve para evaluar distintos tipos de peligros: naturales, tecnológicos y antrópicos.

El método es del tipo cualitativo y carece de las acciones correctivas que resultan después de la clasificación del riesgo.

17.1) Evaluación del Riesgo

La determinación del riesgo surge de la siguiente ecuación

$$ER = C \times PR$$

donde:

C = Carácter del Riesgo

PR = Probabilidad del Riesgo

Carácter del Riesgo (C):

$$C = I + D$$

donde:

I = Importancia del suceso $I = F \times S$

D = Daño Ocasionados

Importancia del Suceso (I):

$$I = F \times S$$

donde:

F = Criterio de Función

S = Criterio de Sustitución

Daño Ocasionados (D):

$$D = P \times E$$

donde:

P = Criterio de Profundidad o Perturbación

E = Criterio de Extensión

Probabilidad del Riesgo (PR):

$$PR = A \times V$$

donde:

A = Criterio de Agresión

V = Criterio de Vulnerabilidad

17.2) Tablas de Valoración

Criterio de Función (F): Mide cuál es la consecuencia negativa o daño que pueda alterar la actividad.

CRITERIO DE FUNCIÓN (F)	
Valor	Consecuencia
5	Muy grave
4	Grave
3	Medianamente grave
2	Levemente grave
1	Muy levemente grave

Criterio de Sustitución (S): Mide con qué facilidad o dificultad se puede sustituir o reponerse los bienes o instalación dañada en caso que se produzcan alguno de los peligros.

CRITERIO DE SUSTITUCIÓN (S)	
Valor	Consecuencia
5	Muy difícilmente
4	Difícilmente
3	Sin muchas dificultades
2	Fácilmente
1	Muy fácilmente

Criterio de Profundidad o Perturbación (P): Mide la perturbación y efectos psicológicos en función que alguno de los peligros se haga presente (mide la imagen de la firma).

CRITERIO DE PROFUNDIDAD O PERTURBACIÓN (P)	
Valor	Consecuencia
5	Perturbaciones muy graves
4	Graves perturbaciones
3	Perturbaciones limitadas
2	Perturbaciones leves
1	Perturbaciones muy leves

Criterio de Extensión (E): Mide el alcance geográfico de los daños en caso de que se produzca un peligro.

CRITERIO DE EXTENSIÓN (E)	
Valor	Consecuencia
5	De carácter internacional
4	De carácter nacional
3	De carácter regional
2	De carácter local
1	De carácter individual

Criterio de Agresión (A): Mide la probabilidad de que el peligro se manifieste.

CRITERIO DE AGRESIÓN (A)	
Valor	Consecuencia
5	Muy alta
4	Alta
3	Normal
2	Baja
1	Muy baja

Criterio de Vulnerabilidad (V): Mide y analiza la posibilidad de que, dado el peligro, efectivamente se produzca un daño.

CRITERIO DE VULNERABILIDAD (V)	
Valor	Consecuencia
5	Muy alta
4	Alta
3	Normal
2	Baja
1	Muy baja

Clasificación del Riesgo (ER):

CLASIFICACIÓN DEL RIESGO	
Cuantificación del Riesgo (ER)	Clase de Riesgo
2 a 250	Muy bajo
251 a 500	Pequeño
501 a 750	Normal
751 a 1.000	Grande
1.001 a 1.250	Elevado

17.3) Planilla de Cálculo

Evaluación del Riesgo									
ER = C x PR									
ER =									
Carácter del Riesgo					Probabilidad del Riesgo				
C = I + D									
C =									
Importancia del Suceso			Daño Ocasionados						
I = F x S			D = P x E						
I =			D =						
Criterio de Función (F)	Criterio de Sustitución (S)	Criterio de Profundidad o Perturbación (P)	Criterio de Extensión (E)	Criterio de Agresión (A)		Criterio de Vulnerabilidad (V)			
Muy grave	5	Muy difícilmente	5	Perturbaciones muy graves	5	De carácter internacional	5	Muy alta	5
Grave	4	Difícilmente	4	Graves perturbaciones	4	De carácter nacional	4	Alta	4
Medianamente grave	3	Sin muchas dificultades	3	Perturbaciones limitadas	3	De carácter regional	3	Normal	3
Levemente grave	2	Fácilmente	2	Perturbaciones leves	2	De carácter local	2	Baja	2
Muy levemente grave	1	Muy fácilmente	1	Perturbaciones muy leves	1	De carácter individual	1	Muy baja	1

BIBLIOGRAFÍA

- Norma ISO 31.010:2009. Gestión del Riesgo - Técnicas de Evaluación del Riesgo.
- Metodología para la Construcción de la Gestión de los Riesgos Laborales. Premio Internacional FISO 2005. Autor: Reginaldo Pedreira Lapa.
- Norma Colombiana NTC 4116 - Metodología para el Análisis de Tareas.
- Método Fine de V. Ribeiro 2002.
- Capítulo 2. Factores de Riesgos en Instalaciones Químicas. Sin referencia al autor.
- Capítulo 4. Identificación, Análisis y Gerenciamiento de Riesgos. Sin referencia al autor.
- Guía para la Elaboración de Planes Locales de Seguridad y Protección. Comisión Especial de Seguridad. UNAM 2010.
- Análisis Comparativo de Metodologías de Evaluación de Riesgos. Autor Jorge Calvo Roy. Zaragoza, Diciembre 2015.
- Tesis Doctoral: "Nueva Metodología de Evaluación de Riesgos Laborales Adaptada a Obras de Edificación". Autor Antonio José Carpio de los Pinos. Universidad Politécnica de Madrid 2017.
- Mathematical Evaluation for Controlling Hazards. Naval Ordnance Laboratory, White OAK. Maryland. By William T. Fine. Published 8 march 1971.
- Panorama de Riesgos. Sin referencia al autor.
- Evaluación de Riesgos, Aplicando la Metodología Mosler en las Pymes de Tlaxcala, México. AVANCES Investigación en Ingeniería Vol. 10 - No. 1 (2013). Autore José Víctor Galaviz Rodríguez; Romualdo Martínez Carmona; Yenni Vázquez Carrasco; y Brian Manuel González Contreras.
- Metodologías para la Evaluación de Riesgos. Plan de Seguridad Integral. Urbicad architecture s.l. Revisión Noviembre 2019.
- Estudios de Análisis de Riesgo. ERM Argentina S.A. Autor Hugo Daniel Mariani.
- Identificación de Peligros y Análisis de Riesgos. Autor Ing. Guillermo Canale.
- HRN (Hazard Rating Number) na Norma NR-12 Eficácia X Obrigatoriedade. Autor Walter Luís Künzel, CEO e Fundador da B&K Engenharia. Revisão 02: 12/06/2019.
- Risk Estimation. The Safety & Health Practitioner. June 1990. Chris Steel.
- NTP 330: Sistema Simplificado de Evaluación de Riesgos de Accidente.
- NTP 410: Justificación Analítica de Medida del Riesgo: Método JAM.
- PPRLL 04 : Procedimiento de Evaluación de Riesgos Laborales. Servicio de Prevención de Riesgos Laborales. Diputación de Cáceres. España.
- Manual para la Identificación de Peligros, Evaluación de Riesgos y Determinación de Controles (IPERC). SUNAFIL. Perú.
- Procedimiento IPERC. AGRURURAL.
- <https://activaconocimiento.es/matriz-probabilidad-impacto/>
- <https://cuadernosdeseguridad.com/2020/12/medio-siglo-de-analisis-de-riesgos-con-el-metodo-fine-i/>
- <https://cuadernosdeseguridad.com/2020/12/metodo-fine-oscar-pascual/>
- <https://cuadernosdeseguridad.com/2021/01/metodo-fine-oscar-pascual-2/>
- <https://prevencontrol.com/prevenblog/puntos-criticos-esconde-metodo-fine-valoracion-riesgos/>

- <https://prevencontrol.com/prevenblog/metodologias-apreciacion-del-riesgo-metodo-elegir/>
- <https://tandemsl.com/seguridad-industrial-blog/metodo-mosler-analisis-riesgo/>
- https://revistainnovacion.com/nota/122/metodo_mosler/

