

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**  
**FACULTAD DE QUIMICA**



88

**APLICACION DE UN METODO MATEMATICO**  
**PARA EVALUAR RIESGOS DE SEGURIDAD**  
**INDUSTRIAL**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE**  
**INGENIERO QUIMICO**  
**P R E S E N T A**

**JOSE HERNAN CASILLAS GONZALEZ**

**México, D. F.**

**1979**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE QUÍMICA

M. f. 62



APLICACIÓN DEL MÉTODO MATEMÁTICO  
PARA LA DETERMINACIÓN DE LA  
ESTABILIDAD



T E 2 1 2

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO QUÍMICO  
EN LA ESPECIALIDAD DE

JOSÉ LIBRAN GARCÍA GONZÁLEZ

1919

México, D. F.

JURADO ASIGNADO

PRESIDENTE PROF.: RAMON VILCHIS ZIMBRON

V O C A L PROF.: EMILIO BARRAGAN HERNANDEZ

SECRETARIO PROF.: ERNESTO PEREZ SANTANA

1er. SUPLENTE PROF.: JORGE MENCARINI PENICHE

2o. SUPLENTE PROF.: RICARDO ESTRADAS ROMERO

NOMBRE COMPLETO DEL SUSTENTANTE: JOSE HERNAN CASILLAS GONZALEZ

NOMBRE COMPLETO DEL ASESOR: ERNESTO PEREZ SANTANA

A CECILIA MI ESPOSA Y A

MI HIJO JESUS HERNAN

A FULVIA MI HERMANA

## I N D I C E

OBJETIVO .....	CAPITULO I
INTRODUCCION .....	CAPITULO II
METODOS DE MEDICION DE ACCIDENTES .....	CAPITULO III
APLICACION DEL METODO .....	CAPITULO IV
POLITICA GERENCIAL SOBRE SEGURIDAD .....	CAPITULO V
BIBLIOGRAFIA .....	CAPITULO VI

## O B J E T I V O

Son muchos los daños humanos y económicos que los accidentes de trabajo y enfermedades profesionales han causado - y siguen causando - en nuestro país, desde hace muchos años. La Seguridad Industrial dentro de las empresas, ha sido incapaz - de resolver el problema. Ha sido incapaz, sin duda, porque se le ha dado poca importancia dentro de las organizaciones empresariales. La causa de ésto, ha sido la ignorancia que poseen - los empresarios acerca de las ventajas de dictar y apoyar las políticas de Seguridad Industrial, que redundaría en la productividad y muy especialmente en lo económico.

La Seguridad Industrial en México, carece de herramientas con las cuales pueda convencer a las Direcciones empresariales, a invertir adecuadamente en un buen Programa de Seguridad Industrial que resuelva el problema de los accidentes de trabajo y las enfermedades profesionales.

Para lograr el apoyo moral y financiero de parte de las empresas, la Seguridad Industrial debe contar con un método - que involucre los siguientes puntos relacionados con los riesgos existentes en el trabajo:

- Identificación
- Evaluación
- Forma y Prioridad para eliminarlos
- Y como consecuencia de lo anterior, qué ventajas representaría el hacerlo.

Es precisamente, el propósito de este trabajo proponer un método objetivo de evaluación de riesgos, que demuestre a



los empresarios las ventajas económicas y de productividad que se obtendrían al eliminar los riesgos y que, además, le indique por dónde empezar.

## I N T R O D U C C I O N

El progreso de la Seguridad Industrial antes de 1911 fue prácticamente inexistente. Sin leyes que protegieran a los trabajadores, todos los accidentes de trabajo se manejaban bajo una Ley Común. Bajo ésta, las defensas legales de que disponían las empresas, casi les aseguraba que no pagarían indemnización por ningún accidente de trabajo, por lo que los trabajadores tenían que demandar a su patrón.

Cuando los trabajadores demandaban a su patrón, éste tenía cuatro defensas legales, y si demostraba cualquiera de ellas no pagaba al accidentado por las lesiones sufridas:

- Los trabajadores habían contribuido por sí mismos a la causa del accidente.
- Otros trabajadores habían contribuido a la causa del accidente.
- Los trabajadores conocían los riesgos existentes, y aún así, estuvieron de acuerdo en trabajar.
- No hubo negligencia por parte del patrón.

En 1908, el Estado de Nueva York ( Estados Unidos de -- América), publicó la primera Ley de Indemnización para los trabajadores, la cual consideró que debido a la negligencia del patrón, éste debería de pagar por los accidentes de trabajo ocurridos dentro de su empresa. Esta Ley se consideró inconstitucional hasta en el Estado mismo de Nueva York; algo similar sucedió en Wisconsin en 1911, pero esta vez sí se consideró Ley Constitucional. Esta última Ley estableció la pauta a seguir para los demás Estados de la Unión Americana, quienes publicaron una propia, siendo promulgada la última en 1947.

Después de 1911, cuando las empresas conocieron su posición con respecto a la legislación, de tener que pagar a los - trabajadores accidentados dentro de su empresa, decidieron que era mejor un financiamiento para detener los accidentes que permitir que ocurrieran. Esta decisión de la Industria provocó el nacimiento del movimiento organizado de la Seguridad Industrial.

En los primeros años del movimiento de la Seguridad, los esfuerzos se concentraron, si no totalmente, en corregir las - condiciones físicas de riesgo existentes. Con ésto se obtuvieron excelentes resultados durante los primeros 20 años. Solamente - en muertes la reducción fue de 21000 a 18000 en 1912 y a 14500 en 1933. El índice de mortalidad ( muertes por millón de horas - hombre trabajadas) para ese período mostró aún una mejor re --- ducción. Esta reducción vino de las mejoras en las condiciones de trabajo. Estas mejoras físicas se hicieron, debido posible - mente a que eran obviamente malas y que la gente creía que es - tas condiciones eran las causas de los accidentes.

En 1931 se publicó la primera edición del libro Indus -- trial Accident Prevention, de H. W. Heinrich. Este texto de Se - guridad Industrial fué revolucionario, porque en él Heinrich a - seguró que los actos inseguros de la gente eran la causa de un alto porcentaje de los accidentes y que provocaban más acciden - tes que las condiciones inseguras.

Las ideas de Heinrich fueron el punto de partida del con - cepto de la Seguridad de la época. Lo que dijo hizo eco en la gente del campo de la Seguridad, y sus ideas fueron aceptadas. Fueron aceptadas totalmente que aún hoy en día se trabaja den - tro de este marco de referencia.

Como resultado de lo anterior, la Seguridad progresó apreciablemente desde 1931. El índice de frecuencia ( número de accidentes incapacitantes por millón de horas-hombre trabajadas ) en los Estados Unidos de América, de acuerdo al National Safety Council, bajó de 15.2 en 1931 a 7.68 en 1969. Durante el mismo período el índice de gravedad ( número de días perdidos, como consecuencia de los accidentes, por millón de horas -hombre trabajadas) bajó de 1590 a 640. Estos resultados se lograron haciendo lo que Heinrich dijo que se tenía que hacer. Había producido una fórmula que funcionó.

Actualmente, la gente dedicada a la Seguridad en los Estados Unidos de América, están satisfechos del progreso obtenido desde 1911. Enmarcan aún la reducción en los índices de frecuencia y de gravedad que se consiguió desde aquellas fechas. Sin embargo, el progreso fue hasta 1960 como puede apreciarse con los siguientes datos:

	1961	1969
Indice de frecuencia (No. de accidentes por millón de horas-hombre trabajadas)	5.99	8.08
Indice de gravedad (No. de días - perdidos por millón de horas-hombre trabajadas)	666.00	640.00

Para lograr mejores resultados, las técnicas de la Seguridad Industrial se actualizaron a través de los últimos años, llegando así a lo que se llama El Control de Pérdidas. Este Control se basa en los siguientes principios:

Principio 1.- " Un acto inseguro, una condición insegura , un accidente; todo ésto es un síntoma de que algo está fallando - en el sistema administrativo". Se sabe que detrás de cualquier - accidente hay muchos factores que contribuyen al mismo. El senti- do común, hace que se seleccione uno de esos factores como la causa próxima del accidente, o que se seleccione un acto o/y una condi- ción insegura. Entonces se elimina esa condición o acto.

La Teoría de la Causa Múltiple sugiere que se analicen to- dos los factores que contribuyen al accidente y que se determine la causa de esos factores. De aquí que, cada accidente abra una - ventana para que se observen las fallas de los sistemas, procedi- mientos, etc. La Teoría también propone que además de los acciden- tes, otros tipos de problemas operacionales resultan de las mis - mas causas tales como; bajas en la producción, problemas de con - trol de calidad, costos excesivos, producto defectuoso, quejas de clientes, etc. Si se eliminan las causas de un problema organiza - cional se eliminan las causas de otros. Si se utiliza esta Teoría se pueden actualizar los procedimientos de investigación de acci- dentes para identificar todos los factores que contribuyen en - cualquier accidente. La mayoría de los factores deben dirigirse - a mejorar el sistema organizacional y no únicamente a encontrar - las fallas.

Principio 2.- "Puede predecirse que ciertas circunstancias pueden causar lesiones graves. Estas circunstancias pueden identi- ficarse y controlarse". Este principio establece que en ciertas - circunstancias se puede predecir la gravedad. Por lo tanto se pue- de atacar la gravedad en lugar de reducirla atacando la frecuencia.

Las estadísticas muestran que hubo un éxito parcial en la reducción de la gravedad atacando la frecuencia. En los últimos 40 años el National Safety Council mostró un 80% de reducción en el índice de frecuencia. Durante ese período la misma fuente dice que hubo un 72% de reducción en el índice de gravedad, un 67% de reducción en el índice de mortalidad y de incapacidad total permanente y un 63% de reducción en el índice de incapacidad parcial permanente.

Estudios recientes establecieron que, bajo ciertas condiciones, algunos accidentes pueden predecirse. Algunas de estas situaciones son;

- a) Trabajo no rutinario. Este es el trabajo que se hace ocasionalmente. Estas situaciones se agravan en áreas de producción, ya que el control normal que se aplica al trabajo de rutina tiene efecto pequeño en situaciones no rutinarias.
- b) Actividades no relacionadas directamente con la Producción. El mayor esfuerzo en Seguridad se dirige hacia el trabajo relacionado directamente con la Producción, pero hay una enorme exposición potencial hacia la pérdida en actividades tales como ; mantenimiento , investigación, capacitación, etc. En estas actividades el trabajo tiende a no ser rutinario, y como no está relacionado directamente con la Producción, a menudo no se le da la atención adecuada desde el punto de vista Seguridad, y por lo tanto, no se sistematiza.
- c) Fuentes de Alta Energía. Usualmente se puede asociar la alta energía con la gravedad. En caso de que fuera causa de un accidente el número de días perdidos sería alto. Algunos ejemplos son los siguientes: electricidad, vapor, gases presurizados y líquidos inflamables.

d) Ciertas construcciones. Construcciones elevadas, túneles, trabajo sobre el agua, etc. Actualmente la gravedad de la Construcción es una amalgama de las situaciones de alta gravedad anteriormente descritas.

Principio 3.-"La Seguridad debe administrarse como cualquier otra función de la Empresa". La Administración debe dirigir el esfuerzo de Seguridad estableciendo metas alcanzables por medio de la Planeación, Organización y Control para lograrlas. Quizá este principio es más importante que todos los demás. Descansa sobre la base de que la Seguridad es análoga a la calidad, costos y cantidad de producción. También va más allá, y lleva a la Seguridad al Proceso Administrativo.

La función administrativa por definición debe incluir a la Seguridad, pero prácticamente no se hace. La Administración elude a menudo su responsabilidad, y cuando más, únicamente le dá apoyo.

La falla se imputa a menudo parcialmente a los Profesionales de la Seguridad, ya que no hacen que la Administración establezca los lineamientos, sino únicamente, solicitan o esperan un apoyo administrativo. No demuestran que la Seguridad es una responsabilidad de la Administración mediante el establecimiento de sus propias metas, de planes adecuados y de buena organización y de controles efectivos.

Inherente a este Principio la Seguridad debe ser una función de todas las líneas de la Organización. Conforme la Administración dirija su esfuerzo al establecimiento de metas, planeación, organización y control, debe asignar responsabilidades a los Administradores de línea y les concederá autoridad para el logro de resultados.

Principio 4.-" La clave para un desarrollo eficiente de la Seguridad de las líneas de mando de una Organización son los Procedimientos de Evaluación de Actuación". Un Administrador logra resultados en aquellas áreas en las cuales La Administración lo evalúa. La carencia de estos procedimientos es el mayor defecto de la Seguridad. Cuando un hombre es evaluado, acepta responsabilidades. Si no es evaluado en Seguridad, dedica todo su esfuerzo en aquellos aspectos en que sí es evaluado: producción, calidad, costos, etc.

Principio 5.-" La función de la Seguridad es localizar y definir los errores operacionales que causan los accidentes ". Esta función se lleva a cabo de dos maneras:

- a) Investigando las causas de los accidentes.
- b) Investigando si los controles efectivos se utilizan.

De acuerdo a lo anterior la función de la Seguridad es, localizar y definir los errores operacionales abarcando:

- a) Producción de decisiones incompletas.
- b) Juicios falsos.
- c) Ausencia de cálculos administrativos.
- d) Prácticas pobres.

Lo anterior sugiere que no se busque qué es lo que pasa con la gente, sino qué es lo que pasa con el Sistema Administrativo para que ocurran los accidentes. Este nuevo concepto dirige la Seguridad hacia el Sistema Administrativo y nó a actos y condiciones.



## MÉTODOS DE MEDICIÓN DE ACCIDENTES

La gente que se dedica a la Seguridad, en su afán por conseguir herramientas de apoyo a sus programas de prevención de accidentes, ha desarrollado diversos métodos que de una u otra manera intentan medir los accidentes dentro de una empresa. Los métodos que se han obtenido son muy diversos, y los hay desde muy sencillos hasta muy complejos. Como podrá verse a continuación, algunos de ellos utilizan como factores importantes los índices de frecuencia y gravedad de accidentes. También se consideran, en otros casos, factores tales como prima de seguro, accidentes fuera del trabajo, daños a propiedades ajenas, etc.

Primeramente se describirán los métodos aludidos, y posteriormente, se verá la utilidad de cada uno de ellos y, por último se seleccionará el que se considere más conveniente para los propósitos de este trabajo.

INDICE DE ACCIDENTE INCAPACITANTE.- A.C. Blackman define un Índice de Accidentes Incapacitantes como el producto matemático de los índices de frecuencia y gravedad divididos entre 1000:

$$IAI = \frac{IF \times IG}{1000}$$

en donde:

IAI = Índice de Accidente Incapacitante

IF = Índice de Frecuencia de Accidentes

IG = Índice de Gravedad de Accidentes

Western Electric ha desarrollado un índice cuya fórmula es la siguiente:

$$IUS = \frac{C \times X \times 1000 \times 000}{16 \times D \times X \times P}$$

en donde:

IUS = Índice Unico de Seguridad

P = Número de trabajadores

D = Número de días correspondientes al período de medición.

C = Número de días perdidos - adicionales a los primeros 7 días calendario - para accidentes dentro y fuera del trabajo. Esto se debe a que más de 7 -- días perdidos indican que el accidente ocurrido presenta una gravedad considerable.

En esta fórmula, cuatro nuevos conceptos se adicionan al método de la frecuencia de accidentes:

- a) El Índice depende de la gravedad del accidente.
- b) Los accidentes fuera del trabajo tienen el mismo peso que los accidentes dentro del trabajo.
- c) La cuenta de los días cargados empieza con el 8o. día de incapacidad.
- d) El uso del 10% de la escala de gravedad para días perdidos bajo el Código Z16.1

James A. Martin y el Dr. Gordon B. Wheeler de Pratt and Whitney Connecticut Laboratorio de Energía Nuclear, desarrollaron el Método Safe -t- Score bajo la consideración de que los índices de frecuencia y gravedad en el Código Z16.1 no eran mediciones confiables de la Seguridad. La base de su método de medición es el índice de frecuencia de todos los accidentes ocupacionales. Martin y Wheeler definen un accidente como "un suceso previsible que en opinión del Ingeniero de Seguridad pudo haber ocasionado una lesión incapacitante". Esto significa que los números que se utilizan dependen del juicio del Ingeniero de Seguridad para clasificar objetivamente los

accidentes de tal manera que la medición no se altere por las opiniones. Esto requiere experiencia, investigación cuidadosa, conocimiento de las condiciones de trabajo de las plantas y un gran sentido común. La fórmula es la siguiente:

$$t = \frac{Fc - Fb}{Fb / Mc}$$

en donde:

t = Safe -t- Score, número adimensional que indica pobreza de resultados cuando es positivo y, mejora de resultados cuando es negativo.

Fc = Índice de frecuencia de todos los accidentes con lesión durante el período en cuestión.

Fb = Índice de frecuencia de todos los accidentes con lesión durante un período de referencia, recomendado como un año.

Mc = Número de Horas-hombre trabajadas en el período en cuestión, en millón de Horas-hombre. Los índices de frecuencia se expresan como el número de accidentes (cuando hay varias lesiones, el accidente se considera una sola vez) por millón de horas-hombre trabajadas.

Los creadores de esta fórmula, arguyen una significancia estadística, que sus resultados son una efectiva herramienta en la Administración. Ellos creen que en la evaluación la diferencia entre los índices actuales y el estándar es muy importante. También afirman que esta medida instantáneamente indica cambios en los logros. Un record superior a +2, automáticamente muestra que los logros son malos y que requieren acción correctiva. Inversamente, un record -- más allá de -2 indica mejores logros.

Existen otras posibilidades en cuanto a métodos de medición, y son los siguientes:

- 1.- Indicador de Frecuencia y Gravedad. Es un índice de frecuencia y gravedad combinados. El IFG (Indicador de Frecuencia y Gravedad), es igual a la raíz cuadrada del índice de frecuencia multiplicado por el índice de gravedad, dividido entre - 1000.

$$IFG = \frac{\sqrt{IF \times IG}}{1000}$$

en donde:

IFG = Indicador de Frecuencia y Gravedad

IF = Índice de Frecuencia

IG = Índice de Gravedad

- 2.- Costo Total de Casos de Primeros Auxilios. En este caso se considera el costo de prorrata por caso que se maneja en la planta. Supóngase que la unidad de primeros auxilios en la planta costó \$ 100 mil pesos para operar. El 40% del tiempo se utiliza para tratar casos de primeros auxilios. Se trata un promedio de 1000 casos, por lo tanto el costo es de \$ 40 pesos - por caso. Este ejemplo combina casos de primeros auxilios ocupacionales o no. Si el tiempo promedio por caso es substancialmente diferente para una de estas categorías, un costo promedio por caso separado, debe ser mejor.
- 3.- Costo Incurrido. Incluye la indemnización actual y costos médicos que se pagan en aquellos casos que ocurren en un período específico.
- 4.- Costo Incurrido Promedio. Una estimación del caso (3), que se basa en promedios.

5.- El factor de Costo. Es igual a la indemnización total y costos médicos incurridos por 1000 Horas-hombre de exposición.

$$\text{Factor de Costo} = \frac{\text{Costo Incurrido} \times 1000}{\text{Total de Horas-hombre}}$$

6.- Relación de Pérdidas en Seguros. Es igual al costo incurrido por accidentes, dividido entre la prima de seguro:

$$\text{Relación de Pérdida} = \frac{\text{Costos Incurridos}}{\text{Prima de Seguro}}$$

7.- Costo por daños a propiedades ajenas que se causan por las operaciones de la planta.

8.- Índice de accidentes incapacitantes fuera del trabajo. Es una medida de la Seguridad fuera del trabajo.

$$\text{Índice} = \frac{\text{Número de Accidentes} \times 1\,000\,000}{312 \times \text{Número de Empleados}}$$

en donde:

312 = es el número de horas de exposición semanal para cada empleado.

METODO DEL FACTOR DE RIESGO.- De dos maneras puede ayudarse a controlar riesgos:

- 1.- A través de un método para calcular el riesgo y a partir de éste determinar su gravedad relativa; éste ayuda a determinar qué tipo de esfuerzo preventivo debe dedicársele.
- 2.- A través de un método para determinar si el costo estimado de acción correctiva del riesgo se justifica.

Para satisfacer estas necesidades, ha sido desarrollada una fórmula que calcula el riesgo de una situación determinada, atribuyéndole un "factor de riesgo" que indica la urgencia con que debe corregirse. El factor de riesgo establece automáticamente prioridades para el esfuerzo correctivo. Una fórmula adicional evalúa el costo estimado y la efectividad de la acción correctiva contra el factor

de riesgo y da una determinación si el costo estimado se justifica.

La gravedad de un riesgo se calcula mediante la fórmula del factor de riesgo.

Se determina una evaluación numérica considerando tres factores: Las consecuencias de un posible accidente debido al riesgo, la exposición a la causa básica, y la probabilidad de que ocurran la secuencia completa del accidente así como las consecuencias respectivas.

La fórmula del factor de riesgo es la siguiente:

$$\text{FACTOR DE RIESGO} = \text{CONSECUENCIA} \times \text{EXPOSICION} \times \text{PROBABILIDAD}$$

En el uso de la fórmula, los valores numéricos asignados a cada factor se basan en el juicio y la experiencia del que hace el cálculo.

El primer elemento, consecuencia, se define como el resultado más probable de un accidente debido a un riesgo. (Incluyendo lesiones personales y daño a la propiedad). Los valores numéricos van desde 100 hasta 1.

#### CONSECUENCIAS

a.- Catástrofe: numerosas muertes; daño extensivo (\$ 10 000 000); desastre mayor . . . . .	100
b.- Varias muertes; daños desde \$ 5 000 000 a \$ 10 000 000 . .	50
c.- Muerte; daños desde \$ 1 000 000 a \$ 5 000 000. . . . .	25
d.- Lesiones de extrema seriedad (amputación, incapacidad permanente); daños desde \$ 10 000 a \$ 1 000 000. . . . .	15
e.- Lesiones incapacitantes; daño hasta \$ 10 000 . . . . .	5
f.- Lesiones y daños menores . . . . .	1

El siguiente factor, exposición, se define como la frecuencia de aparición del riesgo. El valor de exposición va desde 10 hasta 0.5.

## EXPOSICION

El riesgo aparece:

a.- Continuanamente (o muchas veces al día) . . . . .	10
b.- Frecuentemente (una vez el día) . . . . .	6
c.- Ocasionalmente )desde una vez por semana hasta una vez por mes) . . . . .	3
d.- Usualmente (desde una vez por mes hasta una vez por año) . . . . .	2
e.- Raramente (se ha sabido que ocurre). . . . .	1
f.- Muy raramente (no se sabe que haya ocurrido, pero se considera remotamente posible) . . . . .	0.5

El tercer factor, probabilidad, se define como la probabilidad de que el riesgo aparezca. Los valores van desde 10 hasta 0.1

## PROBABILIDAD

La secuencia del accidente incluyendo las consecuencias:

a.- Es el resultado más esperado si el evento riesgoso ocurre	10
b.- Es completamente posible, no sería raro, tiene un 50% de probabilidad . . . . .	6
c.- Sería rara la secuencia . . . . .	3
d.- Sería una coincidencia remotamente posible, se sabe que ha sucedido . . . . .	1
e.- Extremadamente remoto, pero posible. Nunca ha suce- dido después de muchos años de exposición . . . . .	0.5
f.- Prácticamente imposible, posibilidad de 1 en 1 000 000. Nunca ha sucedido a pesar de muchos años de exposición . . . . .	0.1

JUSTIFICACION PARA LA ACCION CORRECTIVA.- Para determinar si la acción correctiva propuesta para eliminar la situación peligrosa se justifica o no, el costo estimado de las medidas correctivas se compara contra el grado de riesgo. Esto se hace integrando dos factores adicionales en la fórmula del factor de riesgo.

La fórmula de Justificación es la siguiente:

$$\text{JUSTIFICACION} = \frac{\text{CONSECUENCIA X EXPOSICION X PROBABILIDAD}}{\text{FACTOR DE COSTO X GRADO DE CORRECCION}}$$

El Factor de Costo es una medida del costo estimado en dólares de la acción correctiva propuesta. Los valores son los siguientes:

a.- Arriba de \$ 500 000 . . . . .	10
b.- De \$ 250 000 a \$ 500 000. . . . .	6
c.- De \$ 100 000 a \$ 250 000. . . . .	4
d.- De \$ 10 000 a \$ 100 000 . . . . .	3
e.- De \$ 1 000 a 10 000 . . . . .	2
f.- De \$ 250 a 1 000 . . . . .	1
g.- Abajo de \$ 250 . . . . .	0.5

El grado de corrección es un estimado del grado con el cual la acción correctiva propuesta elimina o alivia el riesgo. -- Sus valores son:

a.- Riesgo eliminado positivamente, 100% . . . . .	1
b.- Riesgo reducido a lo menos 75%, pero . . . . . no completamente. . . . .	2
c.- Riesgo reducido entre 50% y 75%. . . . .	3
d.- Riesgo reducido entre 25% y 50%. . . . .	4
e.- Ligera reducción, menor al 25% . . . . .	6

Para usar la fórmula y hacer una determinación, los valores se substituyen y se encuentra un valor numérico para la Justificación.



ficación. El valor de Justificación crítico se ha establecido arbitrariamente en 10. Para cualquier valor arriba de 10, la acción correctiva se justifica. Para valores menores que 10, el costo de la acción correctiva no se justifica.

CONSIDERACIONES SOBRE LOS METODOS MENCIONADOS ANTERIORMENTE.

METODO	FACTORES QUE UTILIZAN
Blackman	IF, IG.
Western Electric	Días perdidos Personal total
Safe -t- Score	IF, H-Hombre trabajadas IF de referencia
IFG	IF, IG.
Costo incurrido	Costos médicos Horas hombre
Factor de costo	Costo incurrido Horas hombre
Relación de pérdida	Costo incurrido Prima de seguro
Factor de riesgo	Costo o consecuencia, exposición, probabilidad, justificación de inversión en correcciones, prioridad.

Como puede observarse, los siete primeros métodos consideran factores tales como IF, IG o días perdidos, costos médicos con horas hombre de referencia, pagos a seguros y costos incurridos .

Considerando el objetivo de este trabajo, los métodos anteriores resultan deficientes por lo siguiente:

- Los índices de frecuencia y gravedad son buenos parámetros de medición de accidentes, pero no indican directamente los costos debido a ellos.
- Los factores de costo que se consideran son generales y no indican claramente qué los está provocando.
- No establecen prioridades objetivas de corrección, por lo que no justifican económicamente ninguna inversión para la eliminación de los riesgos.
- Especialmente el Safe -t- Score, compara resultados de un período a otro, pero únicamente en base a índices de frecuencia.

Por lo expuesto anteriormente, el método del Factor de Riesgo cumple con los objetivos de este trabajo ya que:

- Considera la consecuencia de los accidentes (personales o a las propiedades) desde el punto de vista económico. Además, establece un rango de valores para cada tipo de accidente.
- Considera la frecuencia de aparición del riesgo.
- Utiliza la probabilidad de que el riesgo aparezca.
- Justifica económicamente cualquier acción correctiva propuesta para eliminar el riesgo, a través de un factor de costo.
- Estima en grado el riesgo que va a eliminarse con la acción correctiva propuesta, a través de un grado de corrección.

## APLICACION DEL METODO

### I. INTRODUCCION.

Conociendo las estadísticas nacionales relacionadas con los accidentes personales y materiales, se puede uno dar cuenta de cuál ha sido y sigue siendo la situación del país en esta materia. Los datos estadísticos que se muestran en este capítulo corresponden al período 1955-1969. Lamentablemente no puede darse la información correspondiente al período 1971-1977, ya que todavía no se ha vaciado a los anuarios estadísticos correspondientes.

Como podrá observarse, los datos que se proporcionan contemplan los siguientes aspectos:

- a.- Accidentes personales ocurridos anualmente por tipo de incapacidad.
- b.- Accidentes personales ocurridos en el país por año y por rama industrial.
- c.- Indemnizaciones pagadas a causa de los accidentes personales por año y por rama industrial.
- d.- Víctimas de enfermedades profesionales. (Período 1955-1963, ya que no se dispone de información formal actualizada).
- e.- Número de incendios por año.
- f.- Pérdidas materiales anuales debidas a los incendios.

En este capítulo no se pretende analizar con detalle la información estadística del país, sino únicamente mostrar cuál es la situación del mismo en materia de accidentes personales y materiales en el trabajo. Como se puede apreciar, el panorama es crítico. Únicamente en 1969 ocurrieron 31212 accidentes personales de los cuales 30258 fueron incapacidades temporales, 858 incapacidades permanentes y 96 muertes. Cabe hacer notar que esta información es de una sola fuente, el Instituto Mexicano del Seguro Social.

ACTIVIDAD	No. DE ACCIDENTES POR AÑO		1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969
AGRICULTURA Y GANADERIA			28	13	21	7	17	26	15	21	10	21	14	14	8	11	13
SILVICULTURA, CAZA Y PESCA			354	10	1	2	-	1	4	-	2	9	-	2	-	-	50
MINERO-METALURGICA (1)			5 202	7 492	6 139	5 804	8 859	5 794	5 238	4 700	3 652	2 982	3 675	4 439	7 016	7 799	7 135
PETROLEO (2)			8 440	7 738	8 265	7 573	8 482	9 361	9 461	11 280	8 465	5 655	9 534	6 139	13 040	14 901	10 980
TEXTILES (3)			1 094	3 743	3 227	3 281	1 420	1 163	1 906	2 219	1 364	698	531	1 460	2 637	3 563	3 122
FABRICACION DE MAT. DE CONSTRUCCION, EDIF.			146	295	131	207	63	68	51	52	16	10	3 113	3 072	7 314	6 433	95
PROD. ALIMENTICIOS			8 964	9 918	11 141	10 671	9 165	9 454	7 631	4 645	3 154	1 779	1 831	3 369	3 836	3 437	3 518
LUZ, FUERZA Y CALEFACCION ELECTRICAS (4)			926	617	706	675	559	311	594	518	397	469	227	273	754	601	484
QUIMICA			61	21	62	23	4	8	1	-	1	3	-	1	2	1	395
PAPEL			1	1	3	2	1	-	1	3	1	-	-	-	-	1	-
ARTES GRAFICAS, FOTOGRAFIA Y CINEMATOGRAFIA			2	2	2	1	1	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-
TABACO			4	-	-	3	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-
JOYAS, OBJETOS DE ARTE E INSTRUMENTOS MUSICALES Y DE PRECISION			1	3	1	-	1	1	-	1	-	1 <sup>5</sup>	-	-	-	-	-
TRANSPORTES			17 766	14 453	16 558	16 883	13 409	13 007	12 860	11 224	9 123	1 742	48	300	879	449	4 517
TELEFONOS, TELEGRAFOS Y RADIO DIFUSORAS NO OFICIALES			110	25	113	-	-	-	-	21	9	-	-	-	-	-	-
OTRAS ACTIVIDADES (5)			142	501	299	146	104	6	62	32	15	5	94	679	3 567	3 011	903
T O T A L			43 241	44 832	46 669	45 278	40 125	39 263	37 824	34 719	26 209	13 374	19 067	19 745	39 053	40 208	31 212

(1) MINAS METALICAS, MINAS DE CARBON, PLANTAS METALURGICAS Y SIDERURGICAS, PLANTAS PARA EL TRATAMIENTO DE PRODUCTOS DE MINAS NO METALICAS, MINAS DE ARENA, CANTERAS, SALINAS, TEQUESQUITE.

(2) EXPLORACION, EXTRACCION, DESTILACION, REFINACION DE PETROLEO Y DERIVADOS Y GAS NATURAL.

(3) INCLUYE APARATOS Y MATERIAL ELECTRICOS.

(4) HILADOS Y TEJIDOS DE ALGODON, SEDA Y ARTISELA, FIBRAS SINTETICAS, HILADOS, TEJIDOS Y TORCIDOS, ETC. FIBRAS DURAS (HENEQUEN Y YUTE), BONETERIA Y OTROS TEXTILES.

(5) INCLUYE TRANSFORMACION DE MADERA, INDUMENTARIA Y TOCADOR, CERAMICA Y VIDRIO, HOTELES, RESTAURANTES, COMERCIO, TRABAJOS DOMESTICOS, CUERO Y PIELS, INSTITUCIONES DE CREDITO Y COMPANIAS DE SEGUROS Y OTRAS.

FUENTE: ANUARIO ESTADISTICO DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS DE LA DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA.

ACTIVIDAD	INDEMNIZACIONES POR AÑO (\$)															
	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	
AGRICULTURA Y GANADERIA	76 544	11 677	100 005	7 757	92 000	92 000	61 000	74 000	47 000	128 000	NO	NO	37 000	NO	70 000	
SILVICULTURA, CAZA Y PESCA	159 277	9 589					30 000		16 000	1 000					1 000	
MINAS METALICAS	965 893	2 158 011	1 810 627	2 016 347	1 749 000	1 449 000	1 057 000	4 737 000	785 000	383 000						
PLANTAS METALURGICAS	141 453	253 740	781 255	152 863	398	166 000	250 000	95 000	40 000	274 000						
MINAS NO METALICAS (CARBON)	220 977	461 696	670 283	766 603	1 012 000	2 663 000	1 443 000	1 628 000	1 125 000	700 000			5 397 000		15 437 000	
OTRAS MINAS (CANTERA, ARENA, ETC.)	31 836	12 740	39 239	100 593	202 000	42 000	15 000	132 000	10 000	72 000						
PLANTAS DE TRATAMIENTO O BENE- FICIO DE FROD. NO METALICOS	127 845	44 057	45 083	123 082	25 000	12 000	15 000	4 000	6 000							
SALINAS (SAL, TEQUESQUITE)	209	9 401	12 323	15 488	9 000	8 000		5 000	1 000	4 000						
EXPLORACION Y EXTRACCION DE PETROLEO	4 638 378	3 608 953	3 961 183	4 804 797	6 334 000	6 062 000	9 165 000	9 537 000	7 553 000	5 673 000					25 450 000	
REFINACION Y DESTILACION DE PETROLEO	3 520 442	2 212 363	3 012 079	1 654 271	2 353 000	4 298 000	4 650 000	9 412 000	2 785 000	2 290 000			37 043 000			
TEXTILES	804 899	1 095 783	1 483 371	2 227 184	1 473 000	1 244 000	736 000	677 000	415 000	178 000			1 056 000		719 000	
FUNDICIONES Y MANUF. DE ART. METALICOS	505 936	793 126	789 819	436 445	527 000	814 000	1 179 000	724 000	2 000	5 000			11 000		13 000	
FAB. MAT. CONSTRUCCION, EDIFICACION Y CONSTRUCCION	295 958	355 940	286 617	314 771	184 000	180 000	130 000	186 000	67 000	50 000			7 030 000		124 000	
INDUMENTARIA Y TOCADOR		59	3 693	500			2 000									
PROD. ALIMENTICIOS	907 228	843 388	1 524 323	1 769 572	1 698 000	1 096 000	928 000	711 000	411 000	363 000			1 258 000		838 000	
TRANS. DE MADERA	7 820	310 746	187 832	45 215	59 000	91 000	30 000	30 000	4 000	30 000			44 000		2 000	
CERAMICA Y VIDRIO		83	14 515	12 071						1 000						
LUZ, FUERZA Y CALEFACCION ELECTRICAS	262 144	419 200	560 228	648 006	792 000	540 000	425 000	671 000	502 000	691 000			1 931 000		614 000	
QUIMICA	21 316	22 277	16 157	6 962	7 000	71 000			1 000				9 000		221 000	
PAPI.	550	6	3 627	2 100	8 000					1 000						
ARTES GRAFICAS, FOTOGRAFIA Y CINEMATOGRAFIA	8 843	301	6 041	1 500	9 000			6 000								
TABACO	699			4 932				17 000								
JOYAS, OBJETOS DE ARTE E INST. MUSICALES	450	32 868			3 000	3 000		5 000		1 000						
TRANSPORTES	6 601 957	8 113 629	7 907 095	8 456 750	10 695 000	8 248 000	11 660 000	7 122 000	4 908 000	1 172 000			494 000		2 501 000	
TELEFONOS, TELEGRAFOS Y RADIODIFUSORAS NO OFIC.	20 214	7 525	18 809					5 000	4 000							
BOTILES, RESTAURANTES	10 858		13 508			2 000	4 000	33 000	17 000							
COMERCIO	63 758	65 071	157 776	117 732	267 000	110 000	70 000	66 000	58 000				45 000		74 000	
TRABAJOS DOMESTICOS	3 965	1 125	3 078	16 996	1 000			1 000								
OTRAS ACTIVIDADES	11 299	19 542	23 176	13 050	39 000			13 000					3 115 000		234 000	
	19 410 748	20 862 896	23 431 902	23 715 587	27 937 000	27 191 000	31 860 000	35 891 000	18 758 000	12 017 000	31 227 000	36 632 000	57 470 000	37 478 000	46 298 000	

NO: DATOS NO DISPONIBLES PARA 1965, 1966 y 1968. UNICAMENTE SE DISPONE DE LOS DATOS GLOBALES.

TIPO DE INCAPACIDAD \ NO. INCAPAC. POR AÑO	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969
TEMPORAL	41 707	44 328	45 990	44 582	39 493	38 825	37 482	34 321	25 970	13 207	18 671	14 205	36 122	39 912	30 258
PERMANENTE	345	264	468	499	449	311	230	305	174	22	346	5 415	2 116	196	858
MUERTE	189	240	211	197	183	127	112	94	65	75	50	128	815	100	96
T O T A L	43 241	44 832	46 669	45 278	40 125	39 263	37 824	34 719	26 209	13 374	19 067	19 748	39 053	40 208	31 212

I N D E M N I Z A C I O N E S

( M \$ )

TEMPORAL	14 647	15 343	17 508	16 508	20 501	20 617	24 833	26 351	15 164	4 625	17 405	22 314	49 547	33 797	37 395
PERMANENTE	2 862	2 450	3 285	3 945	3 347	3 430	4 882	6 863	2 116	6 594	9 694	9 055	5 282	3 479	7 689
MUERTE	1 902	3 070	2 639	3 263	4 089	3 144	2 145	2 677	1 478	798	4 128	5 263	2 641	202	1 214
T O T A L	19 411	20 863	23 432	23 716	27 937	27 191	31 860	35 891	18 758	12 017	31 227	36 632	57 470	37 478	46 298

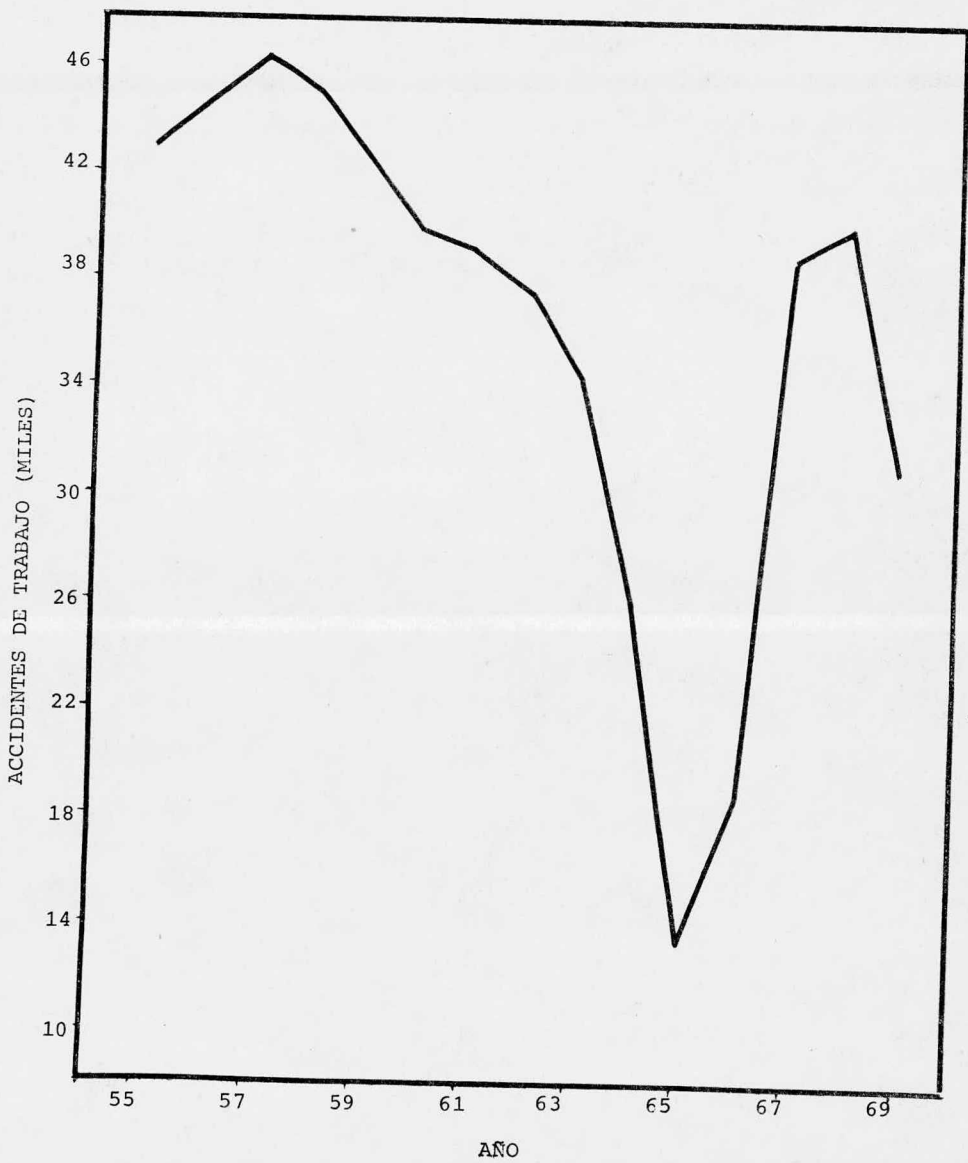
FUENTE: ANUARIO ESTADISTICO DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS  
DE LA DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA

VICTIMAS DE ENFERMEDADES PROFESIONALES

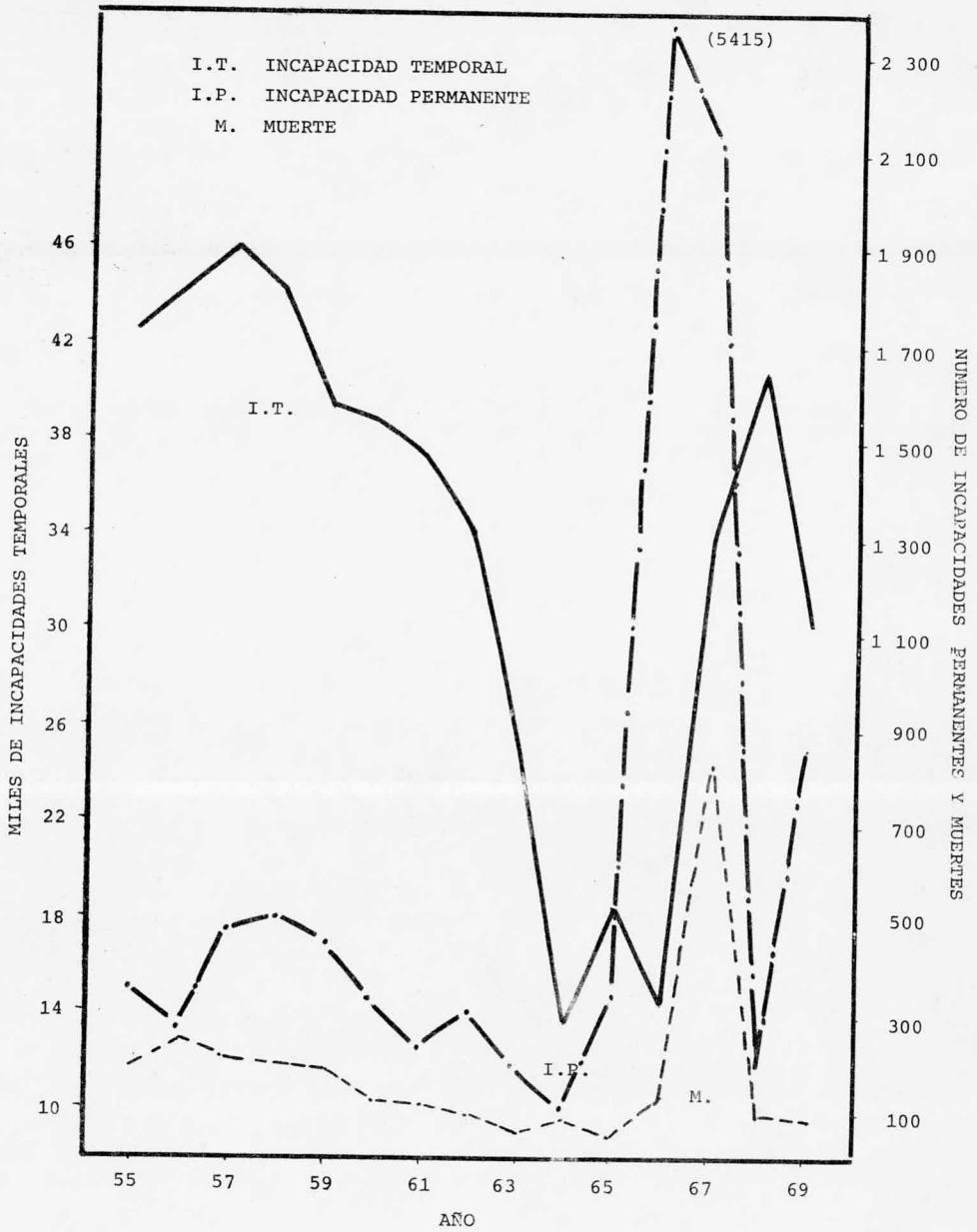
VICTIMAS DE ENFERMEDADES PROFESIONALES	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969
ENFERMEDADES	2 877	2 970	2 888	3 704	2 758	2 115	2 536	2 892	2 631	NO	NO	NO	NO	NO	
MUERTES	211	336	293	491	314	244	259	43	283						
T O T A L	3 088	3 306	3 181	4 195	3 072	2 359	2 795	2 935	2 914						
INDEMNIZACIONES PAGADAS (MILES DE PESOS)	3 641	4 224	3 984	7 065	3 822	4 818	5 803	5 964	6 210						

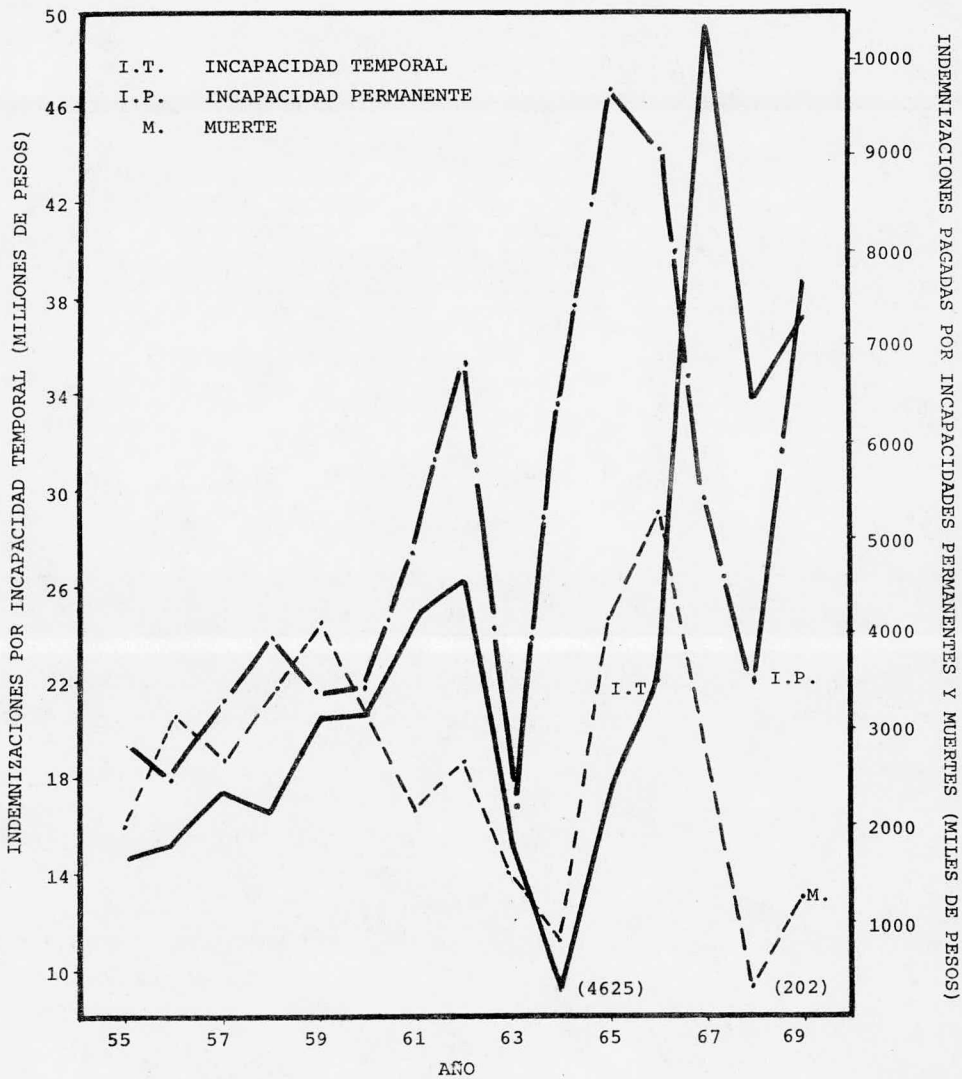
FUENTE: ANUARIO ESTADISTICO DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS  
DE LA DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA.

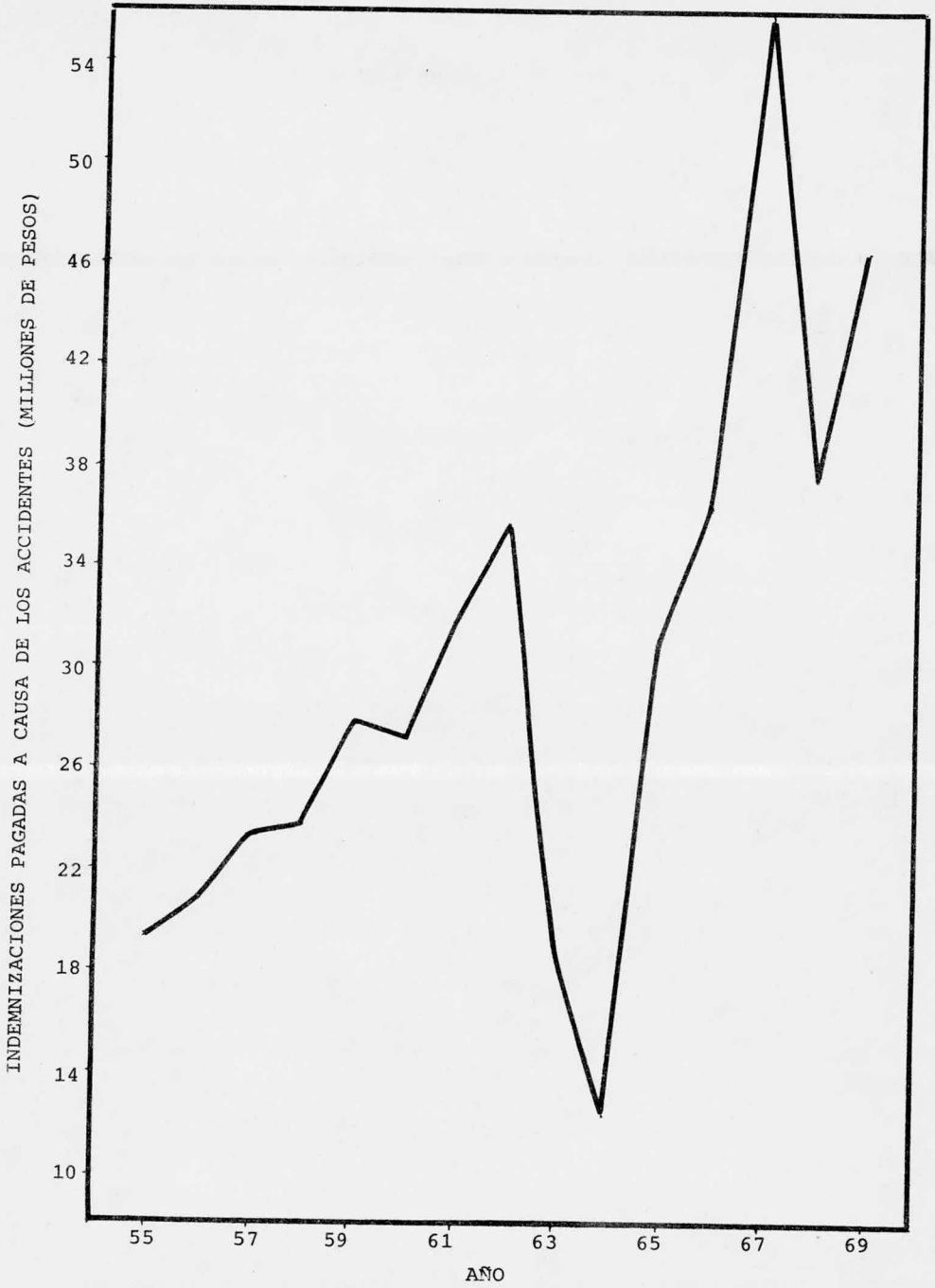
NO: DATOS NO DISPONIBLES.

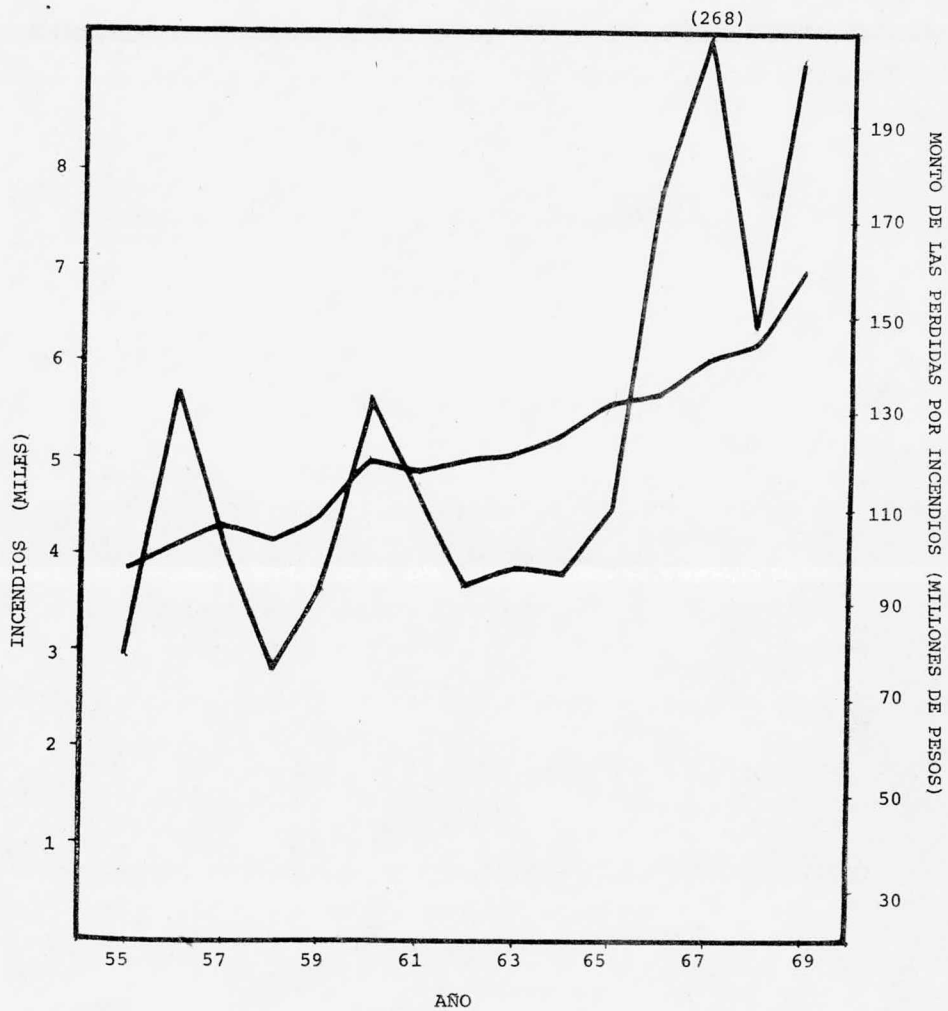












NUMERO DE SINIESTROS Y MONTO DE LOS MISMOS REGISTRADOS  
EN EL PAIS EN EL RAMO DE INCENDIO.  
INDEMNIZADOS

AÑO	NUMERO DE SINIESTROS	MONTO TOTAL RAMO DE INCENDIO (\$)	MONTO ESTIMADO DE DAÑOS POR INCENDIO Y/O. EXPLO SION. (\$)
1962	5 042	115 612 927	106 363 892
1963	3 092	84 708 287	77 916 240
1964	3 667	83 353 128	76 684 877
1965	2 828	93 055 052	85 610 647
1966	2 866	92 424 865	85 030 875
1967	3 817	105 117 956	96 708 519
1968	5 274	156 777 180	144 235 005
1969	4 949	188 231 160	173 172 667
1970	4 656	238 489 695	219 410 519

FUENTE: ANUARIO ESTADISTICO DE LA COMISION  
BANCARIA Y DE SEGURO.

AÑO	INCENDIOS	MONTO DE PERDIDAS (MILES DE PESOS)
1955	3 886	79 308
1956	4 123	135 331
1957	4 292	102 012
1958	4 189	76 257
1959	4 391	93 568
1960	5 032	134 249
1961	4 902	94 568
1962	5 000	98 215
1963	5 075	96 825
1964	5 300	111 487
1965	5 620	144 092
1966	5 719	176 446
1967	6 089	268 712
1968	6 259	147 310
1969	7 089	200 495
1970	7 717	521 541

En ese mismo año de 1969, el mencionado instituto gastó \$46 298 000 de los cuales \$37 395 000 se destinaron a las incapacidades temporales, \$7 689 000 a las incapacidades permanentes y \$1 214 000 a las muertes. Las estadísticas oficiales dicen que en 1975 uno de cada diez trabajadores sufrió un accidente, lo que arroja una suma de 500 000 accidentes personales y una erogación del país de \$81 000 millones de pesos.

En materia de incendios, durante 1969, ocurrieron 7089 incendios que causaron pérdidas materiales de \$200 495 000. (Fuente: Anuario Estadístico de la Dirección General de Estadística de la Secretaría de Industria y Comercio).

De acuerdo a las estadísticas de las compañías aseguradoras, después de un siniestro el 23% de las empresas afectadas quiebran, el 34% logran recuperarse y el 43% queda fuera de mercado.

Se ha hecho una introducción viendo el panorama de los accidentes en México. El problema es muy grande por lo que se requiere una solución de la misma magnitud. El método cuya aplicación se propone en este capítulo no es la solución al problema, es únicamente parte de ella y que puede ser de gran utilidad para motivar a las empresas a que destinen recursos humanos y materiales a prevenir consecuencias que dañan enormemente al país, pero principalmente, al elemento más valioso de la producción, el humano.

## II. APLICACION DEL METODO.

Para aplicar el método del Factor de Riesgo deben seguirse los siguientes pasos:

- 1.- Elaborar una lista de todas aquellas fuentes potenciales de riesgo.
- 2.- Elaborar la descripción de la secuencia del accidente que podría ocurrir debido a los riesgos detectados.

- 3.- Calcular lo más aproximado posible las consecuencias que podría acarrear el accidente, si la secuencia del mismo se llevara a cabo.
- 4.- Aplicar la fórmula, calculando primero el Factor de Riesgo. Una vez que se hayan calculado todos los factores de riesgo, elaborar un sumario de Factores de Riesgo para cada uno de los riesgos detectados, estableciendo prioridades de corrección.
- 5.- Verificar si la acción correctiva que se propone para disminuir o eliminar el riesgo, se justifica.

A continuación se verá la aplicación práctica del método con un ejemplo en particular. Cada caso analizado es diferente a los demás, por lo que todos tendrán una manera diferente de análisis.

#### CALCULO DEL FACTOR DE RIESGO

Ejemplo: Un tanque de almacenamiento de propano se encuentra muy cerca de operaciones en las cuales se utilizan equipo y líneas de aire comprimido. Grandes cantidades de aire y nitrógeno se comprimen a 15 000 psi. Existe la posibilidad de que una línea de alta presión se rompa debido a varias causas y que restos de material golpeen el tanque de almacenamiento de propano y pueda causar la explosión del tanque. Las consecuencias serían de varias fatalidades y daños al equipo por \$ 10 000 000.00. Se desea evaluar la gravedad del riesgo si se tiene el tanque de almacenamiento muy cerca de las Operaciones de Alta Presión.

La secuencia del accidente para el accidente hipotético es la siguiente:



- a. Las actividades normales de presurización de líneas se llevan a cabo muy cerca del tanque de almacenamiento.
- b. Una línea de 3 000 psi que se encuentra a 10 metros del tanque empieza a dañarse y pasa inadvertida.
- c. La línea se rompe con una tremenda fuerza.
- d. Desechos metálicos golpean el tanque con tal fuerza que éste se rompe.
- e. El propano se fuga del tanque.
- f. Una chispa prende los vapores de propano.
- g. La mezcla de propano y aire explotan.
- h. La explosión causa dos muertes y los daños al edificio o equipo se calculan en \$ 10 000 000.00.

Aplicando la fórmula:

- a. Para la CONSECUENCIA, el resultado de dos muertes y \$ 10 000 000 dan un valor de 50. (Ver Tabla Cap. III).
- b. Para la EXPOSICION, la investigación del accidente revela que se ha sabido que las líneas de aire de alta presión ha sido dañada y despreciada. La frecuencia de tal riesgo no es usual. Por lo tanto la exposición tiene un valor de 2. (Ver Tabla Cap. III)
- c. Para la PROBABILIDAD, la verosimilitud de la secuencia completa se estima. Esto incluye la consideración de que la probabilidad de que una línea dañada se rompa, que la explosión ocurra lo suficientemente cerca del tanque de propano con tal fuerza que cause una explosión, un incendio y daño. Se considera también que varias explosiones debidas a alta presión, han ocurrido en años pasados, una en las cercanías del tanque de propano. Sin embargo pocas líneas están suficientemente cerca del tanque. Por lo tanto se decide que la secuencia es "muy remotamente po-

sible" y que el valor de la PROBABILIDAD es 0.5 (Ver Tabla Cap.III)

d. Substituyendo en la fórmula:

$$\text{Factor de Riesgo} = \text{CONSECUENCIA} \times \text{EXPOSICION} \times \text{PROBABILIDAD}$$

$$\text{Factor de Riesgo} = 50 \times 2 \times 0.5 = 50$$

Justificación para la acción correctiva.

La acción correctiva que se propuso fue relocalizar el tanque bajo tierra en un lugar en donde estuviera menos ex puesto a ser dañado por un agente externo. El costo estimado de -- esta relocalización fue de \$ 650 000.00

Determinando los valores de la fórmula:

1. El producto CONSECUENCIA X EXPOSICION X PROBABILIDAD ya se cal culó y su valor es de 50. Ahora se debe dividir ésto entre el producto Factor de costo X Grado de corrección.
2. Factor de Costo. El costo de relocalización es de \$ 650 000.00 Por lo tanto, el factor de costo es 6.
3. Grado de corrección. Bajo la tierra, se considera que no hay - posibilidad de daño para el tanque. Por lo tanto, el grado de corrección es 1.
4. Substituyendo en la fórmula:

$$(J) \text{ JUSTIFICACION} = \frac{\text{FACTOR DE RIESGO}}{\text{FACTOR DE COSTO} \times \text{GRADO DE CORRECCION.}}$$

$$J = \frac{50}{6} = 8.3$$

CONCLUSION. El valor de la Justificación es menor que 10. Basán- dose en el criterio establecido, el costo de relocalización del tan que no se justifica. Pero el valor de 8.3 se aproxima a 10, por lo cual todos los factores involucrados deben reconsiderarse cuidadosa mente.

No se puede decir que el riesgo es poco o no signi

ficante. El Factor de Riesgo es 50, y este valor es apreciable. - Se debe reducir el riesgo, ya sea proponiendo otra acción correctiva menos costosa o reduciendo la Exposición o la Probabilidad. Se decidió levantar una placa de acero para proteger el tanque de las actividades que involucran aire comprimido a un costo de - - - - - \$ 23 000.00. Esto modifica el Factor de Costo a 2. Pero, debido a que la acción correctiva no elimina completamente el riesgo, el Grado de corrección es 2. Ahora con los nuevos valores se debe -- calcular la Justificación:

$$J = \frac{50}{2 \times 2} = \frac{50}{4} = 12.5$$

Por lo tanto, el costo de esta acción correctiva si se justifica.

Con la placa de acero como barrera, el Factor de Riesgo se recalcula: la Consecuencia y la Exposición permanecen - igual, pero la Probabilidad se reduce a "prácticamente imposible", con valor de 0.1. Por lo tanto, el Factor de Riesgo =  $50 \times 2 \times 0.1 = 10$  y que de acuerdo a la tabla de Factores de Riesgo se encuentra en la zona despreciable.

SUMARIO DE FACTOR DE RIESGO

DESCRIPCION DEL RIESGO	FACTOR DE RIESGO
1. Aseador de ventanas en el tercer piso, sin cinturón de seguridad.....	1 500
2. Hombres trabajando en una zanja de 2 metros de profundidad, sin apuntalamientos, sujetos a un derumbe.....	750
3. Pintores sobre andamios sin pasamanos a 10 metros de altura, sin cinturones de seguridad.....	750
4. Benceno usado para limpieza de los pisos, se permite fumar, hay otras fuentes de ignición.....	450
5. Cilindros de gas inflamable comprimido, colocados en un pasillo, sin sujetarlos.....	375
6. Uso descontrolado de aire comprimido en salas de máquinas, a 90 psi para limpieza general.....	300
7. Personas fumando en almacén de inflamables, sin sistema automático de rociadores de agua, material altamente inflamable.....	270
8. Herramienta eléctrica portátil, sin conexión a tierra.....	200
9. Receptor de aire comprimido sin valvulas de seguridad, sin sistema automático de "FUERA" a 200 psi. Equipo viejo.....	180
10. Personas atravesando una zanja sin pasamanos. Alumbrado deficiente.....	150
11. Herramientas pesadas colocadas en cajones a 2.5 metros de altura, sujetas a derribarse.....	150
12. Camiones dando vuelta en esquinas sin pararse completamente, tráfico en sentido opuesto y peatones, límite 16KPH	135

CORECCION INMEDIATA

ATENCIÓN URGENTE

DESCRIPCION DEL RIESGO

FACTOR DE RIESGO

13. Escalones en edificio principal resablosos cuando están húmedos, - no hay pasamanos, muchos peatones diariamente.....	90
14. Cilindro de oxígeno comprimido no está sujeto a la pared, poco tráfico o movimiento.....	85
15. Peatones y carretillas de mano dentro de pasillos en edificios de - tiendas.....	60
16. Cilindros de oxígeno y acetileno almacenados juntos, con cachuchas, buena ventilación, alrededores a prueba de fuego.....	45
17. Escalera exterior, pasamanos inadecuado, uso ocasional.....	40
18. Enorme tanque de almacenamiento de - propano: tráfico de vehículos, alta presión en operaciones.....	37.5
19. Tanto peatones como vehículos usan - el mismo camino. Este no siempre es suficiente para ambos.....	37.5
20. Reactivos químicos almacenados en refrigeradores que no son a prueba de chispa, ocasionalmente se almacenan líquidos volátiles inflamables.....	30
21. Acera rota, tráfico ocasional de peatones, agujeros en el concreto.....	30
22. Personas cerca de un edificio con explosivos, procedimientos de seguridad en el edificio.....	25
23. Bomba de vacío portátil sin guarda. La bomba es movida ocasionalmente por varios empleados.....	18
24. Obrero usando martillo sin cabeza.....	18

ATENCIÓN NO URGENTE

Este método de evaluación de riesgos que hemos analizado, únicamente es una herramienta de la Seguridad. Definitivamente, no puede aislarse su funcionamiento de la estructura de una Empresa. Por lo tanto, su buen funcionamiento dependerá también del tipo de administración que se tenga.

Es necesario, sin embargo, que se establezca una política de seguridad de la Empresa, en la cual se especifiquen claramente las responsabilidades en todos los niveles de la Organización. Los objetivos específicos de seguridad (reducción de índices de frecuencia y gravedad, reducción de pérdidas, etc.) a corto y a largo plazo, dependerán como ya se mencionó, de factores internos de la Empresa. Pero siempre deberán ser realistas y ambiciosos.

Es por lo anterior que profundizaremos en la organización de una Empresa, su relación con la seguridad y las políticas generales sobre la seguridad en cualquier Empresa.

## POLITICA GERENCIAL SOBRE SEGURIDAD

Un programa de seguridad siempre debe empezar - desde el más alto nivel gerencial, con una gerencia que comprenda el problema de los accidentes y que exija seguridad.

La actitud de la Dirección de una Empresa hacia la prevención de accidentes es, casi invariablemente, percibida - por los supervisores y los trabajadores. Las actitudes seguras se engendran mediante actitudes positivas hacia la seguridad. Inver- samente, si los ejecutivos no están auténticamente interesados en la prevención de accidentes y lesiones, es probable que sus subal- ternos tampoco lo estén.

La Dirección, para conseguir la cooperación y - participación de los trabajadores, debe empezar anunciando y de- mostrando su interés por la seguridad. Recuérdese... las actitu- des no se enseñan... se contagian.

El empresario o el gerente debe crear no sola- mente seguridad y condiciones seguras, sino también fijar una polí- tica y hacerla cumplir. De esta forma los supervisores y los tra- bajadores sabrán que su Empresa tiene en cuenta y se interesa por su bienestar.

Cada nivel de la Gerencia debe demostrar que tie- ne interés por los objetivos de seguridad de la Empresa y dar el - ejemplo cumpliendo con todos sus preceptos. Una persona creará en la seguridad sólo en la medida que lo haga su supervisor. El inte- rés de la Gerencia, por lo tanto, deberá ser verbal, visible y -- contínuo, partiendo desde el Director, pasando por los gerentes - divisionales hasta llegar a los supervisores de primera línea.

La Gerencia no debe desperdiciar una sola oportunidad para identificarse con el programa de seguridad.

Entre las manifestaciones de interés que pueden partir de la Gerencia pueden citarse: intervención en una ceremonia de entrega de premios, presencia en banquetes, reuniones y en otros acontecimientos especiales. En estas oportunidades el Director debe expresar su reconocimiento personal por los esfuerzos realizados para el éxito de la seguridad; la magnitud de tales acontecimientos, el cuidado con que sean planeados y la sinceridad de la participación del Gerente, será considerado por los trabajadores y supervisores como una sincera expresión de la importancia que éste dá a la seguridad.

#### FIJACION DE LA POLITICA DE SEGURIDAD

La actitud de la Gerencia hacia la seguridad - debe ser redactada cuidadosamente y se dará a conocer a todos los supervisores y trabajadores a través de una política escrita; una política escrita sirve como punto de referencia cada vez que surge un conflicto entre la seguridad y la rapidez de producción. - Además es útil para que los supervisores hagan cumplir las reglas. La precisión de la política escrita no es tan importante como la claridad con que la Gerencia debe expresar la sinceridad de sus deseos.

El programa de una organización pequeña, ubicada en un solo lugar, puede funcionar sin la fijación de una política formal ya que, en este caso, es el jefe el que se hace cargo de aquello.

Una organización grande, especialmente aquella cuyas operaciones se encuentran dispersas, estaría en desventaja



a menos que se formule y publique una política de seguridad.

Los conceptos básicos que habrán de tenerse en cuenta para la formulación de una política de seguridad son los siguientes:

- La Empresa tiene la intención de cumplir con todas las leyes y ordenanzas de seguridad.
- La seguridad de los trabajadores, del público y de las operaciones ocupa uno de los sitios más importantes de la Empresa.
- Es preferible seguridad antes que rapidez e improvisaciones.
- Se hará todo lo humanamente posible para reducir la posibilidad de que ocurran accidentes.
- La declaración de la política debe ser firmada por el presidente.
- La política debe recibir una difusión amplia en la Empresa y habrá de sentar bases para el desenvolvimiento tanto de los gerentes de los establecimientos como de trabajadores.

Una buena política de seguridad brinda los siguientes beneficios:

- Permite hacer cumplir más fácilmente, las prácticas y condiciones de seguridad.
- Permite que los supervisores puedan ampliar más fácilmente, las instrucciones de seguridad,
- y finalmente, permite obtener con mayor facilidad, un buen mantenimiento preventivo.

## CREACION DE LA POLITICA

Cuando se pretende crear una política es necesario formular y contestar algunas preguntas. Por ejemplo, cree la Gerencia que:

- Todas las lesiones personales pueden y deben evitarse?
- Sería realista el fijarse como meta "ninguna" lesión?
- Es responsabilidad de la Gerencia el evitar lesiones?
- Deben realizarse esfuerzos especiales a fin de adiestrar a los trabajadores para que trabajen con seguridad?
- Es cosa de un buen empresario y líder el evitar lesiones?
- Pueden los trabajadores participar activamente en el programa de seguridad de la Empresa a través de un plan de sugerencias?
- Es posible y práctico emplear resguardos mecánicos para eliminar los peligros del trabajo que puedan dar por resultado lesiones tanto a los trabajadores como a los consumidores de los productos de la Empresa?
- Debe hacerse entender a los trabajadores su responsabilidad personal hacia la prevención de lesiones dentro y fuera del trabajo?
- Está la prevención de lesiones no relacionadas con el trabajo, íntimamente ligada al programa de seguridad de la Empresa?

Una vez que estas preguntas han sido contestadas y que se han establecido los lineamientos generales, a medida que la política vaya tomando forma, conviene además contemplar los siguientes factores:

- La posición de la Dirección de la Empresa con respecto a la seguridad e interés en ella, según se infiere a través de sus medidas correctivas rápidas tendientes a eliminar condiciones inseguras y mantener el orden y la limpieza.
- Una organización para evitarles accidentes a la supervisión y a todos los trabajadores.
- Reconocimiento de las necesidades de contar con personal adiestrado en seguridad.
- Procedimientos e instrucciones escritas de seguridad para cada tarea.
- Adoctrinamiento para los trabajadores nuevos en la política de prevención de accidentes.

Una vez que se ha formulado la política, ésta debe ser difundida para que cada trabajador se familiarice con ella, especialmente sobre los aspectos que se vinculan directamente con él.

La política y los programas son buenos, sin embargo, de poco valdrán si la Dirección no le brinda su apoyo.

La Dirección tiene una responsabilidad decisiva por los logros de seguridad de la Empresa. Esta responsabilidad, debe ser extendida en línea recta a medida que se delega autoridad a los departamentos operativos pasando por todos los planos jerárquicos hasta llegar a los supervisores de línea y de ellos a los trabajadores.

La gerencia debe asegurarse de que esta responsabilidad sea aceptada íntegramente y, a su vez, responsabilizar a los supervisores por su actuación en los departamentos respectivos.

## RESPONSABILIDADES DE LOS INTEGRANTES DE UNA EMPRESA

### GERENCIA GENERAL.

1. Tiene plena responsabilidad por la seguridad
2. Hace que los ejecutivos sean responsables por la seguridad de todos los trabajadores.
3. Autoriza las inversiones necesarias para la seguridad
4. Aprueba las disposiciones de seguridad formuladas por el departamento de seguridad y por otros.
5. Participa en el programa de seguridad como lo sugiere el departamento de seguridad y otros ejecutivos.

### JEFE DE SEGURIDAD.

1. Sirve en calidad de asesor sin autoridad de línea.
2. Coordina e impulsa las actividades de seguridad.
3. Analiza los informes de accidentes y recomienda medidas para evitarlos nuevamente.
4. Dirige las actividades de estímulo y conservación del interés de los trabajadores.
5. Desarrolla los programas educativos de seguridad para los trabajadores.
6. Trabaja en el comité de seguridad como secretario.
7. Proyecta y dirige un programa regular de inspecciones de seguridad.
8. Verifica que se cumpla con los reglamentos y códigos de seguridad aplicables.
9. Expide con regularidad informes que indican las labores de seguridad y la tendencia de los accidentes.

## DEPARTAMENTOS DE MANTENIMIENTO

1. Trabaja con el comité de seguridad, con el supervisor de seguridad y con los supervisores de línea.
2. Ejecuta rápidamente las ordenes de trabajo.
3. Coopera en el diseño de equipos de seguridad, resguardos y accesorios.
4. Sigue un programa regular de mantenimiento de todo el -- equipo, desde el punto de vista de seguridad y lleva registros de mantenimiento.
5. Ejecuta con regularidad inspecciones programadas según instrucciones del departamento de seguridad.

## SUPERVISORES DE LINEA.

1. Vigilan el cumplimiento de procedimientos seguros de trabajo y de las reglas de seguridad.
2. Preparan a los trabajadores para trabajar con seguridad.
3. Son responsables de la seguridad de sus trabajadores.
4. Son responsables de tener un lugar de trabajo seguro, de la buena limpieza, luz y ventilación adecuadas y también hacer cumplir con el uso de la ropa y equipo de protección.
5. Son responsables de lograr rápidamente los primeros auxilios para los lesionados.
6. Registran e investigan todos los accidentes y corrigen -- sus causas.
7. Forman parte del comité de seguridad.
8. Efectúan juntas de seguridad con sus trabajadores.
9. Discuten individualmente sobre seguridad con los trabajadores.

**TRABAJADORES.**

1. Trabajan de acuerdo con las prácticas de seguridad aceptadas.
2. Informan las prácticas y condiciones inseguras.
3. Observan las reglas y disposiciones de seguridad.
4. Forman parte de los comités de seguridad.
5. Hacen sugerencias de seguridad.
6. No se hacen cargo de trabajos que desconocen.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se ha visto el panorama de la Seguridad Industrial en México. Es enorme el dolor humano causado por los accidentes. Son enormes también, los daños que los accidentes causan a las empresas, año con año.

Conocidos los resultados estadísticos con que dispone el país, se pudo observar el alto índice de accidentes de trabajo e incendios, lo que lleva a concluir que el país carece de empresarios que se den cuenta de que esta situación es en extremo -- grave tanto para su empresa como para la nación. Este aspecto merece la atención por parte de todo industrial y las recomendaciones siguientes intentan dar a conocer algunos beneficios que se obtendrían al mejorarse los sistemas de seguridad:

- . Disminución en la tasa de riesgo ante el Instituto Mexicano del Seguro Social.
- . Disminución de primas ante las Compañías de Seguros.
- . Disminución de costos de producción y principalmente, el bienestar de los trabajadores.

El presente trabajo ha tratado de despertar el interés por la Seguridad Industrial, a través de la aplicación del Método del Factor de Riesgo. Este método de evaluación de riesgo puede ser utilizado efectivamente por cualquier persona que posea un juicio y experiencia en Seguridad Industrial.

La fórmula del Factor de Riesgo se usa para calcular la gravedad relativa de los riesgos. Este proceso establece prioridades para la atención de los mismos. El Sumario de Factor de Riesgo da una rápida evaluación de la situación de seguridad de

una organización en cualquier momento. Además puede mostrar el progreso de la Seguridad en cualquier período de tiempo, dando a la -- vez, una guía a la Seguridad en la determinación de dónde concentrar los esfuerzos.

La fórmula de la Justificación proporciona, tanto a la Seguridad como a la Organización, una guía para decidir si el costo de una corrección se justifica. Esta fórmula da una idea bién - fundada acerca de dónde la Seguridad puede basar sus recomendaciones para la acción correctiva. Su uso asegura a la Organización que los proyectos de Seguridad que no se justifican, no se recomiendan. Causará, por lo tanto, que la Organización dé más apoyo a la Seguridad y ayudará a establecer que ésta es un factor importante de la Productividad.



## BIBLIOGRAFIA

1. Anuarios Estadísticos de los Estados Unidos Mexicanos  
1955 - 1956  
1957  
1960 - 1961  
1962 - 1963  
1968 - 1969  
Editorial: Dirección General de Estadística
2. Gilmore, Charles  
Accident Prevention and Loss Control  
Editorial: American Management  
1975
3. National Safety Council  
Accident Prevention Manual for Industrial Operations.  
Editorial: National Safety Council.  
1975
4. Petersen, Daniel  
Techniques of Safety Management  
Editorial Mc Graw Hill Book Company  
1976
5. Fine, William  
Mathematical Evaluation for Controlling Hazards  
Selected Readings in Safety,  
69-83 pp.
6. Bird, Frank Jr.  
The Principles of Loss Control Management  
Selected Readings in Safety  
15-22 pp.

**TESIS**



Tesis por computadora

Medicina 25 Local 2  
Tel. 550-87-98

Frente a la Facultad de Medicina  
Ciudad Universitaria