



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

A LOS ASISTENTES A LOS CURSOS

Las autoridades de la Facultad de Ingeniería, por conducto del jefe de la División de Educación Continua, otorgan una constancia de asistencia a quienes cumplan con los requisitos establecidos para cada curso.

El control de asistencia se llevará a cabo a través de la persona que le entregó las notas. Las inasistencias serán computadas por las autoridades de la División, con el fin de entregarle constancia solamente a los alumnos que tengan un mínimo de 80% de asistencias.

Pedimos a los asistentes recoger su constancia el día de la clausura. Estas se retendrán por el periodo de un año, pasado este tiempo la DECFI no se hará responsable de este documento.

Se recomienda a los asistentes participar activamente con sus ideas y experiencias, pues los cursos que ofrece la División están planeados para que los profesores expongan una tesis, pero sobre todo, para que coordinen las opiniones de todos los interesados, constituyendo verdaderos seminarios.

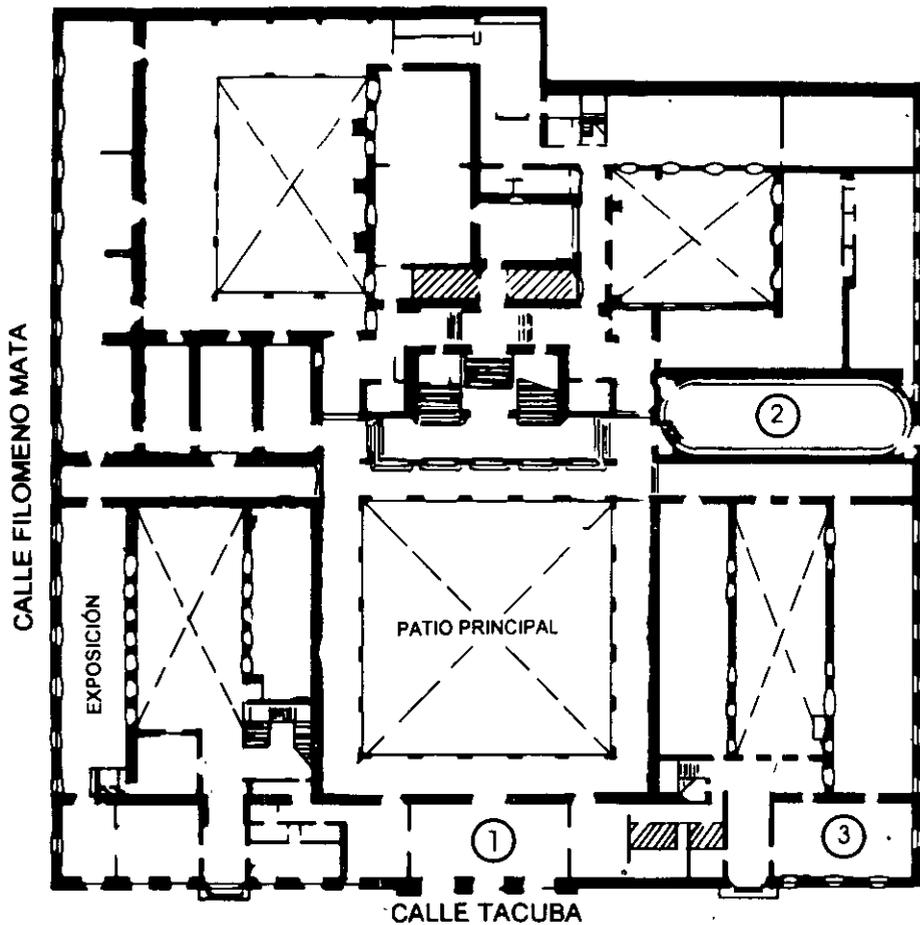
Es muy importante que todos los asistentes llenen y entreguen su hoja de inscripción al inicio del curso, información que servirá para integrar un directorio de asistentes, que se entregará oportunamente.

Con el objeto de mejorar los servicios que la División de Educación Continua ofrece, al final del curso deberán entregar la evaluación a través de un cuestionario diseñado para emitir juicios anónimos.

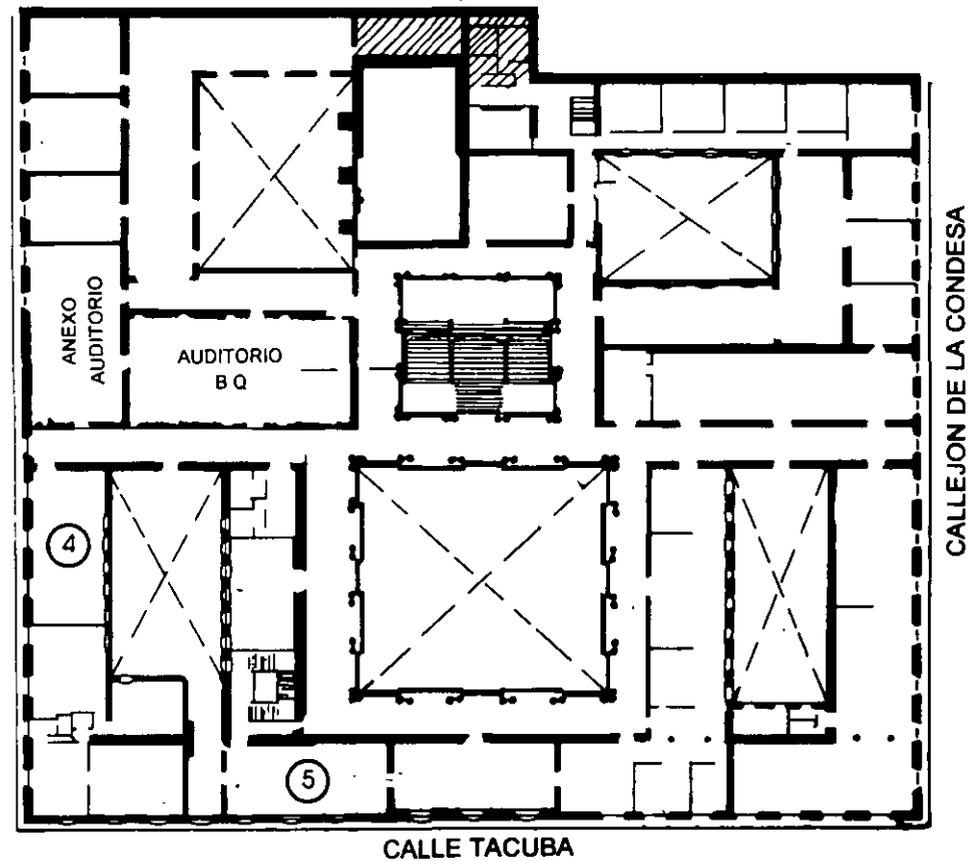
Se recomienda llenar dicha evaluación conforme los profesores impartan sus clases, a efecto de no llenar en la última sesión las evaluaciones y con esto sean más fehacientes sus apreciaciones.

**Atentamente
División de Educación Continua.**

PALACIO DE MINERIA

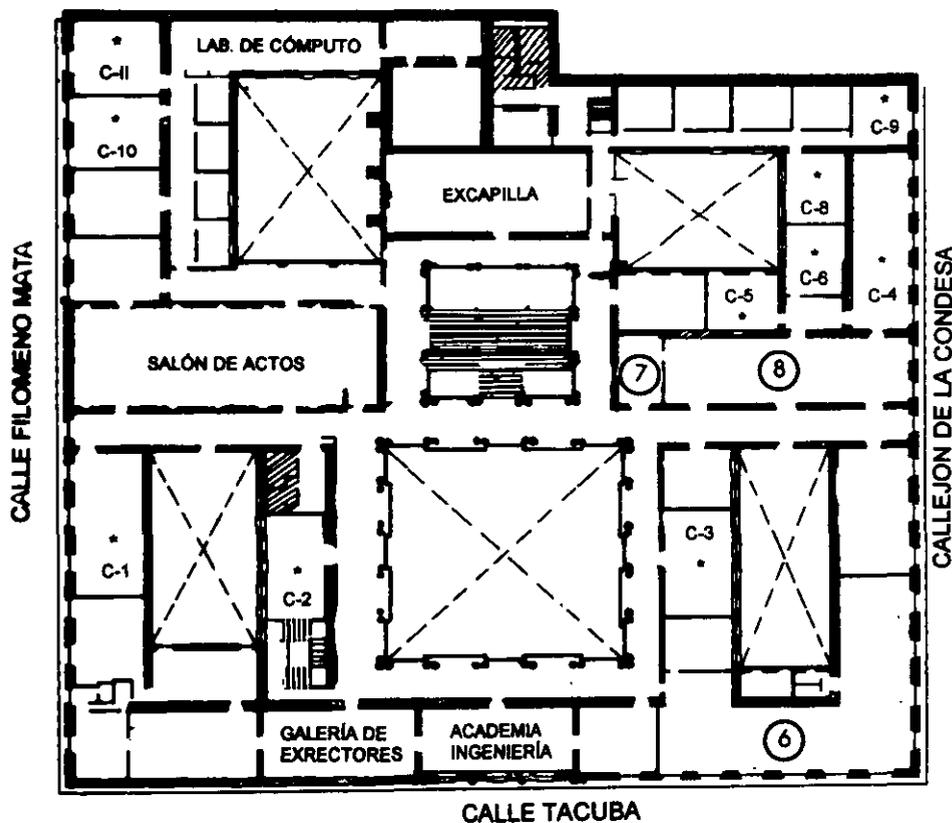


PLANTA BAJA



MEZZANINNE

PALACIO DE MINERÍA



GUÍA DE LOCALIZACIÓN

1. ACCESO
2. BIBLIOTECA HISTÓRICA
3. LIBRERÍA UNAM
4. CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN "ING. BRUNO MASCANZONI"
5. PROGRAMA DE APOYO A LA TITULACIÓN
6. OFICINAS GENERALES
7. ENTREGA DE MATERIAL Y CONTROL DE ASISTENCIA
8. SALA DE DESCANSO

SANITARIOS

* AULAS

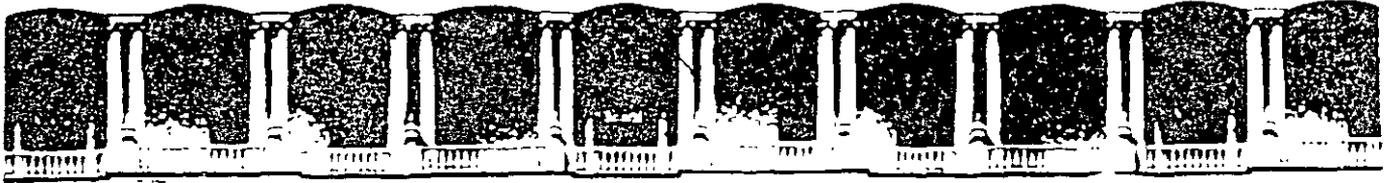
1er. PISO



DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERÍA U.N.A.M.
CURSOS ABIERTOS

DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA





**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

CURSOS ABIERTOS

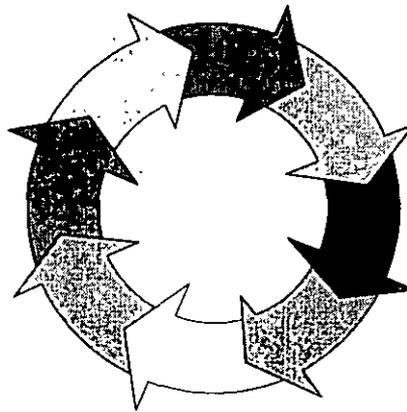
**ADMINISTRACIÓN DE RIESGOS
INDUSTRIALES (AVANZADO)**

TEMA

INTRODUCCION

**EXPOSITOR: L.A.E. ELIZABETH MACARI PASCUALINO
PALACIO DE MINERIA
OCTUBRE DEL 2000**

ADMINISTRACION DE RIESGOS

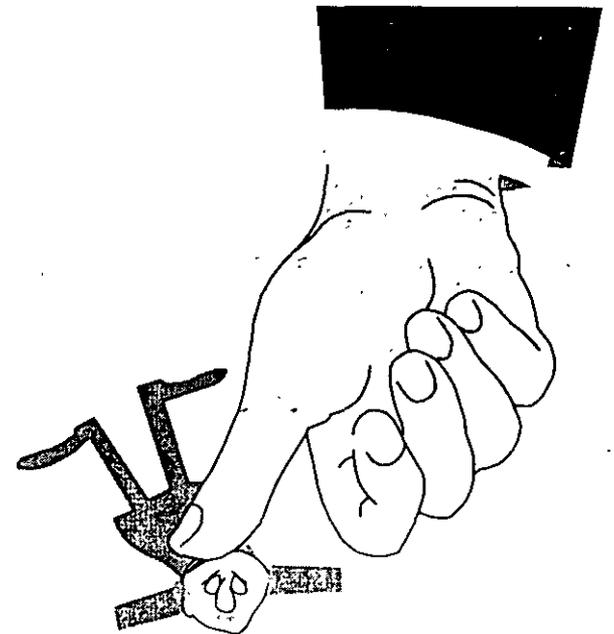


RIESGO

- ◆ ES LA INCERTIDUMBRE QUE EXISTE EN CUANTO A QUE OCURRA O NO UN SUCESO.
- ◆ EVENTO FORTUITO QUE PUEDE RESULTAR DE NUESTRAS ACCIONES O POR UNA CAUSA EXTERNA QUE PUEDE INTERVENIR EN EL ALCANCE DE NUESTRAS METAS.
- ◆ ES LA POSIBLE VARIACION QUE EXISTE EN LOS RESULTADOS DE UNA SITUACION DADA EN LA NATURALEZA.

TIPOS DE EXPOSICION AL RIESGO

- ◆ BIENES
- ◆ UTILIDAD NETA
- ◆ RESPONSABILIDAD
- ◆ RECURSOS HUMANOS



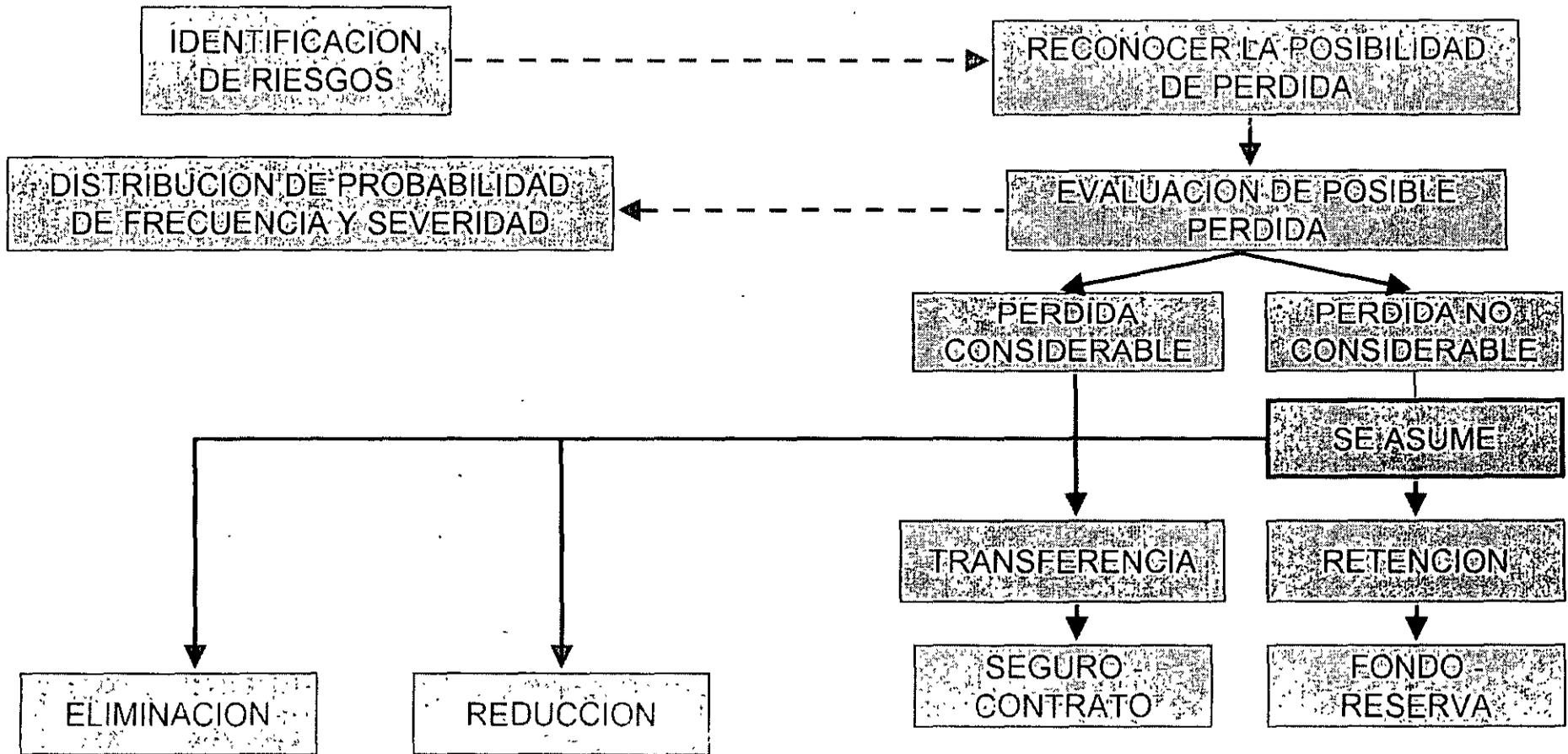
RIESGOS

- ◆ RIESGOS PUROS
 - SOLO PRODUCEN PERDIDAS
- ◆ RIESGOS ESPECULATIVOS
 - PRODUCEN PERDIDAS O GANACIAS

PROCESO DE LA ADMINISTRACION DE RIESGOS

- ❶ IDENTIFICAR Y EVALUAR LA POSIBILIDAD DE PERDIDA.
- ❷ BUSCAR ALTERNATIVAS.
- ❸ SELECCIONAR LA MEJOR ALTERNATIVA
- ❹ IMPLEMENTAR LA ALTERNATIVA ELEGIDA.
- ❺ MONITOREAR LOS RESULTADOS.

DIAGRAMA DE FLUJO PARA EL MANEJO DE RIESGOS

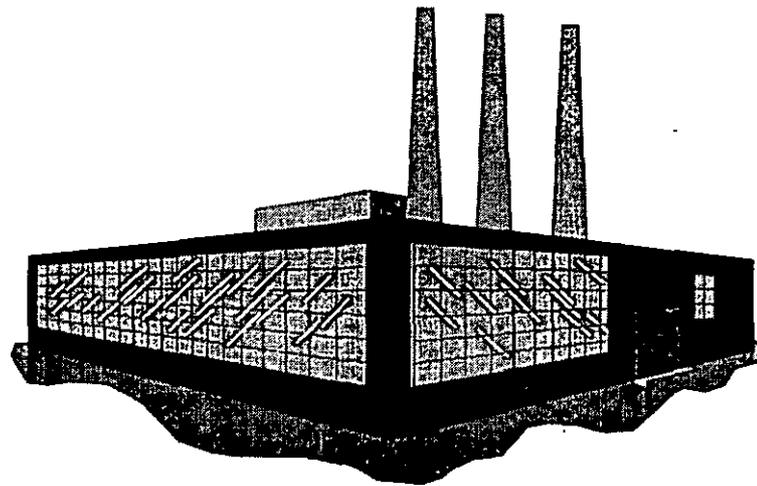


CONTROL

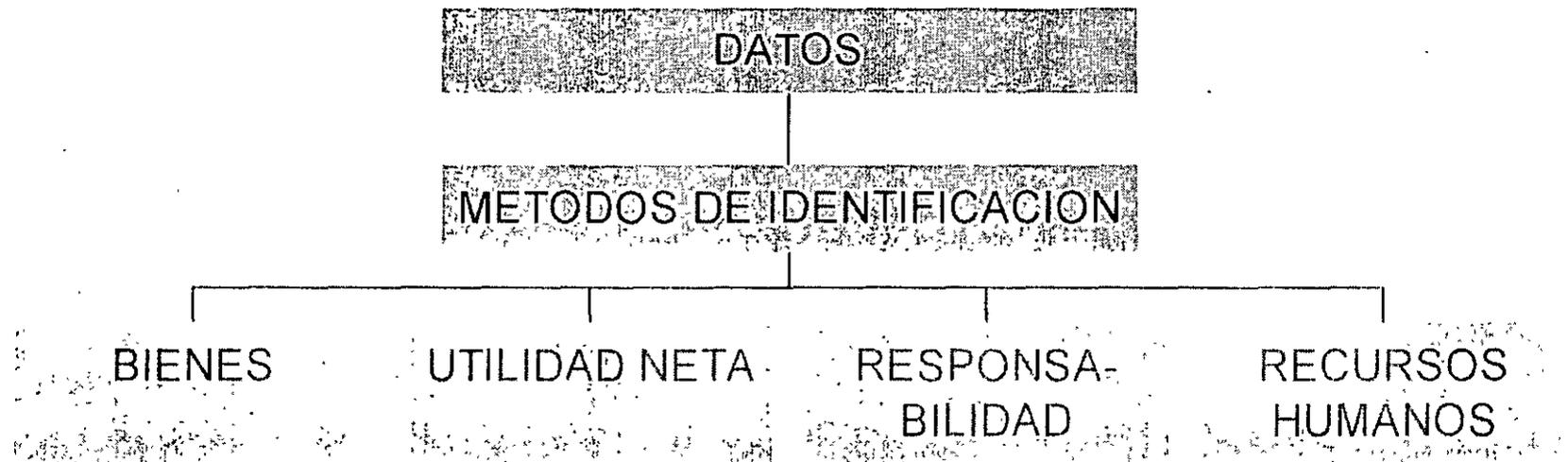
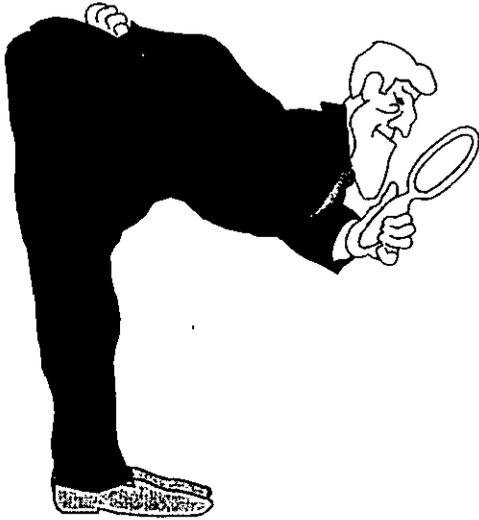
FINANCIAMIENTO

① IDENTIFICACION DE RIESGOS

ES EL PROCESO QUE UTILIZA UNA EMPRESA PARA IDENTIFICAR LA EXPOSICION AL RIESGO (DE SUS BIENES, RESPONSABILIDADES Y RECURSOS HUMANOS) EN UNA FORMA SISTEMÁTICA, CONTINUA Y CONSCIENTE, TAN PRONTO COMO SURGE O INCLUSO ANTES.



① IDENTIFICACION



1 IDENTIFICAR

- ◆ DESTRUCCION O ROBO DE BIENES TANGIBLES E INTANGIBLES.
- ◆ PERDIDA DE GANANCIA NETA EN UN EVENTO ACCIDENTAL POR:
 - ★ REDUCCION DE INGRESOS
 - ★ INCREMENTO DE GASTOS
- ◆ RESPONSABILIDAD LEGAL HACIA TERCEROS (INCLUYENDO EMPLEADOS)
- ◆ PERDIDA DE LOS SERVICIOS DEL PERSONAL CLAVE.

HERRAMIENTAS DE LA IDENTIFICACION DE RIESGOS

- ◆ CUESTIONARIOS
- ◆ ESTADOS FINANCIEROS
- ◆ DIAGRAMAS DE FLUJO
- ◆ INSPECCIONES
- ◆ INTERACCION CON OTROS DEPARTAMENTOS
- ◆ ESTADISTICAS DE PERDIDAS
- ◆ ENTREVISTAS CON EL PERSONAL DE LA PLANTA
- ◆ ESTUDIOS DE DEPENDENCIA - INTERDEPENDENCIA
- ◆ REVISION DE CONTRATOS Y MANUALES
- ◆ ESTADISTICAS Y EXPERIENCIAS DE LA INDUSTRIA
- ◆ REVISION DE OPERACIONES
- ◆ REVISION GEOGRAFICA DE LAS UBICACIONES
- ◆ REGULACIONES Y LEGISLACIONES
- ◆ INTERACCION CON OTROS EN LA INDUSTRIA
- ◆ PROYECTOS A FUTURO
- ◆ INTERACCION CON LA CASA MATRIZ
- ◆ ORGANIGRAMAS

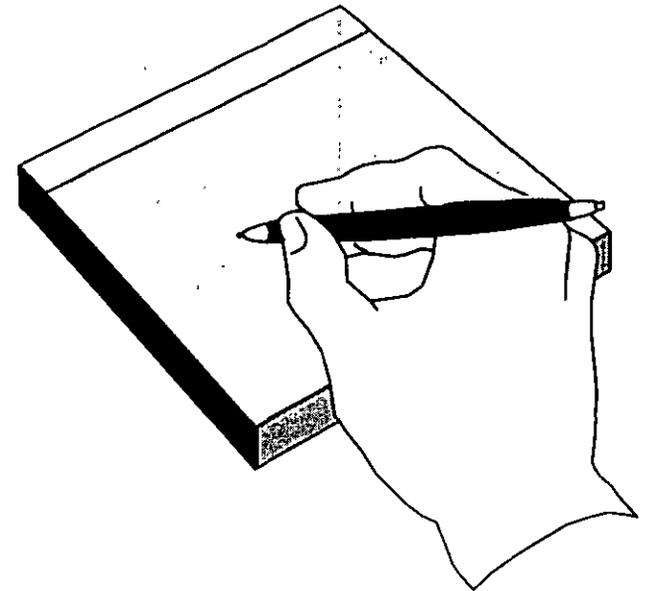
① EVALUACION DE RIESGOS

- ◆ ES LA CUANTIFICACION DE LAS EXPOSICIONES A RIESGO, LA CUAL TENDRA IMPLICACIONES FINANCIERAS.
- ◆ ES DETERMINAR LA IMPORTANCIA RELATIVA DE LOS RIESGOS DENTRO DE LA ESTRUCTURA FINANCIERA DE LA EMPRESA, ASI COMO OBTENER INFORMACION PARA DECIDIR LA MEJOR COMBINACION DE LAS HERRAMIENTAS DE LA ADMINISTRACION DE RIESGOS.



① EVALUAR

- ◆ FRECUENCIA
- ◆ SEVERIDAD



① EVALUACION DE RIESGOS

- ◆ **FRECUENCIA:**

- ★ CON LA SUFICIENTE INFORMACION, SE PUEDEN ASIGNAR PROBABILIDADES ESTADISTICAS.

- ◆ **SEVERIDAD:**

- ★ PERDIDA MAXIMA POSIBLE-

- ◆ EL MONTO MAXIMO QUE SE PUEDE PERDER EN UN SOLO EVENTO.

- ★ PERDIDA MAXIMA PROBABLE

- ◆ EL MONTO MAXIMO QUE PROBABLEMENTE SE PUEDE PERDER EN UN SOLO EVENTO.

FRECUENCIA

- ◆ ES EL NUMERO DE PERDIDAS OCURRIDAS EN UN “X” TIEMPO.

EJEMPLO:

- PERDIDAS EN UN AÑO.
- PERDIDAS EN UN PERIODO DE PRESUPUESTO.
- ◆ A FUTURO SE DESCRIBE COMO LA PROBABILIDAD DE QUE OCURRA UN EVENTO.

FRECUENCIA

- ◆ CASI CERO
 - MUY POCO PROBABLE QUE SUCEDA.
- ◆ MINIMO
 - POSIBLE, AUNQUE NO HA SUCEDIDO Y NO ES PROBABLE QUE SUCEDA.
- ◆ MODERADO
 - HA SUCEDIDO ANTES Y PROBABLEMENTE SUCEDA DE NUEVO.
- ◆ DEFINITIVO
 - HA SUCEDIDO REGULARMENTE Y PROBABLEMENTE CONTINUE.

SEVERIDAD

EL TAMAÑO DE CADA PERDIDA

◆ LEVE

- SU REALIZACION NO IMPLICA PROBLEMAS FINANCIEROS; PUEDEN LLEVARSE CONTRA GASTOS DE OPERACION.

◆ MEDIANO

- SU REALIZACION CAUSARA ALGUNOS PROBLEMAS FINANCIEROS, PERO SERAN RESUELTOS DE FORMA SATISFACTORIA.

◆ GRAVE

- SU REALIZACION CAUSARIA GRAVES PROBLEMAS FINANCIEROS, PERO NO NECESARIAMENTE LLEVARIAN A LA QUIEBRA O DESAPARICION AL NEGOCIO.

◆ CATASTROFICO

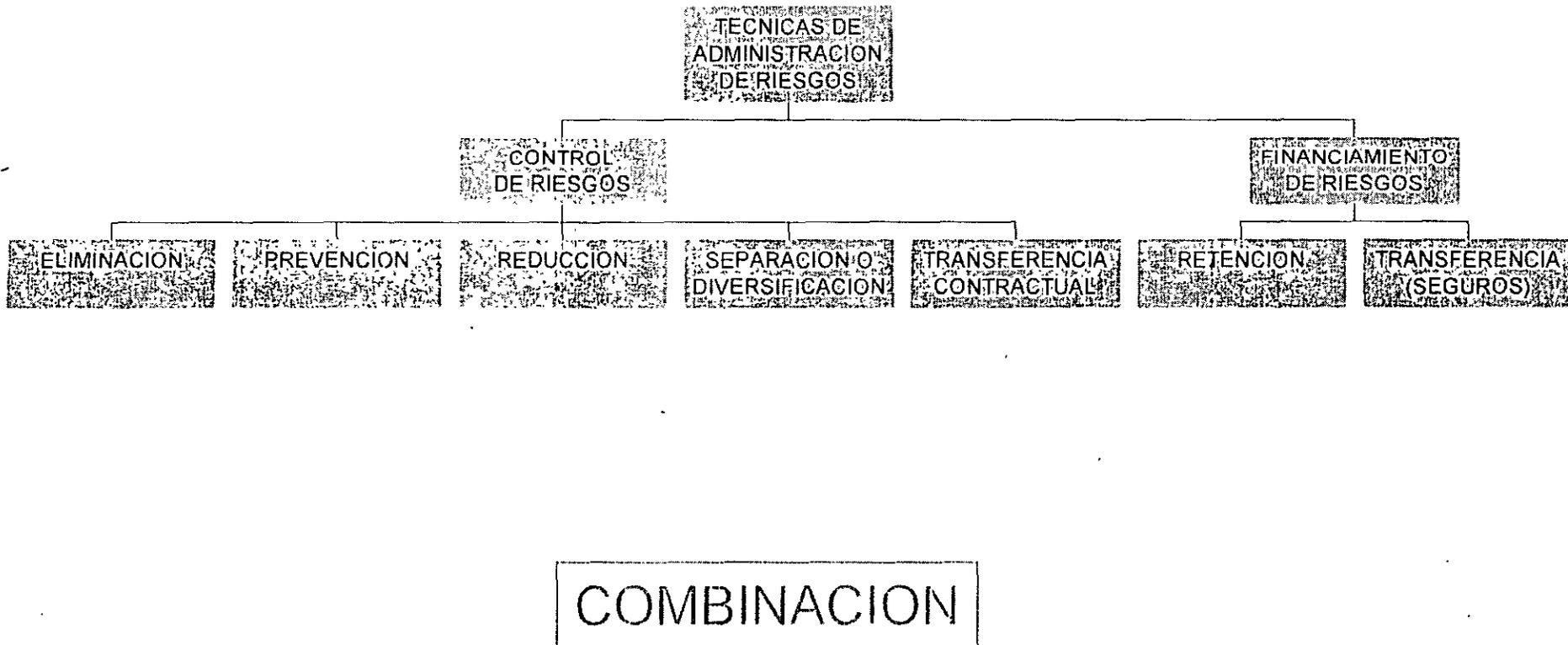
- DE REALIZARSE PODRIA OCASIONAR LA DESAPARICION DE LA EMPRESA.

MATRIZ DE DECISIONES

		SEVERIDAD	
		BAJA	ALTA
FRECUENCIA	BAJA	1	3
	ALTA	2	4



② TECNICAS DE LA ADMINISTRACION DE RIESGOS



② TECNICAS DE CONTROL DE RIESGOS

- ◆ ELIMINAR EL RIESGO.
- ◆ PREVENIR EL RIESGO.
- ◆ REDUCIR EL RIESGO.
- ◆ SEPARAR O DIVERSIFICAR LA CONCENTRACION DEL RIESGO.
- ◆ TRANSFERIR EL RIESGO (NO CON SEGUROS).

② CONTROL DE RIESGOS

◆ ELIMINACION:

PARA ELIMINAR UN RIESGO HAY QUE ACTUAR DE TAL MANERA QUE NO SE CREE UNA EXPOSICION A LA PERDIDA, O QUE SE ELIMINE COMPLETAMENTE CUALQUIER EXPOSICION QUE EXISTA, REDUCIENDO LA PROBABILIDAD DE PERDIDA A CERO.

ELIMINACION DEL RIESGO

ESTO SE LOGRA:

◆ NO ASUMIENDO EL RIESGO

- ✦ UNA PERSONA QUE ELIGE NO ACERCARSE AL MAR ELIMINA EL RIESGO DE AHOGARSE EN EL.
- ✦ UNA COMPAÑÍA DESHECHA LOS PLANES PARA PRODUCIR UN MEDICAMENTO DEBIDO A CUESTIONES DE SALUD PUBLICA.

◆ ABANDONANDO UNA EXPOSICION ASUMIDA ANTERIORMENTE

- ✦ VENDER UNA PLANTA QUE SE INUNDA CONSTANTEMENTE
- ✦ CERRAR LA CORTINA DEL NEGOCIO.

② CONTROL DE RIESGOS

◆ PREVENCIÓN:

- ◆ ES CUALQUIER MEDIDA QUE SE TOMA PARA REDUCIR LA PROBABILIDAD DE UNA PERDIDA O “FRECUENCIA”. NO SE ELIMINA TODA POSIBILIDAD DE PERDIDA, COMO LO HACE LA ELIMINACIÓN.
- ◆ REDUCE LA FRECUENCIA
 - ◆ NO ELIMINA LA POSIBILIDAD DE UNA PERDIDA
 - ◆ NO TIENE EFECTO SOBRE LA SEVERIDAD
- ◆ LA PREVENCIÓN ANALIZA LAS CAUSAS DE LAS PERDIDAS
- ◆ ES UNA ACCIÓN QUE SE TOMA ANTES DE QUE OCURRA UNA PERDIDA

PREVENCION DE RIESGOS

- ◆ INCREMENTO EN EL CONTROL DE CALIDAD PARA **PREVENIR** DEFECTOS.
- ◆ ENTRENAMIENTO SOBRE MEDIDAS DE SEGURIDAD.
- ◆ SELECCIONAR PROVEEDORES ALTERNOS.

② CONTROL DE RIESGOS

◆ REDUCCION:

- ◆ SE BUSCA REDUCIR LA SEVERIDAD DE LAS PERDIDAS.
- ◆ PARA ANALIZAR LAS OPORTUNIDADES EN EL AREA DE REDUCCION DE RIESGOS, EL ADMINISTRADOR DE RIESGOS DEBE ASUMIR QUE UNA PERDIDA HA OCURRIDO Y PREGUNTARSE QUE SE PODRIA HABER HECHO (ANTES O DESPUES) PARA REDUCIR EL TAMAÑO O “SEVERIDAD” DE LA PERDIDA.

REDUCCION DEL RIESGO

- ◆ MEDIDAS A TOMAR ANTES DE UNA PERDIDA:
 - ◆ CONSTRUIR MUROS CONTRA INCENDIO
 - ◆ INSTALAR ROCIADORES AUTOMATICOS
 - ◆ IMPLEMENTAR CONTROLES DE ACCESO
- ◆ MEDIDAS A TOMAR DESPUES DE UNA PERDIDA:
 - ◆ SEGUIR PROCEDIMIENTOS DE EMERGENCIA PARA EVACUAR UN EDIFICIO
 - ◆ RETIRAR MATERIAL DEL LUGAR DEL ACCIDENTE (REDUCIR RIESGOS DE ROBO, MOJADURA, ETC.)

② CONTROL DE RIESGOS

◆ SEPARACION:

- ◆ SE UTILIZA PARA REDUCIR LA DEPENDENCIA DE UNA EMPRESA EN ALGO O EN ALGUIEN.
- ◆ TIENDE A HACER QUE LAS PERDIDAS INDIVIDUALES SEAN MAS PEQUEÑAS Y SEAN MAS PREDECIBLES.
- ◆ ES DIVIDIR LAS OPERACIONES O LOS BIENES DE LA ORGANIZACION EN DOS O MAS UNIDADES SEPARADAS.

SEPARACION DE RIESGOS

- ◆ AISLAR MATERIALES PELIGROSOS DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS.
- ◆ MANTENER INVENTARIOS EN VARIAS BODEGAS.
- ◆ EVITAR QUE VIAJEN MAS DE TRES EJECUTIVOS JUNTOS (AVION, AUTOMOVIL, ETC.)

② CONTROL DE RIESGOS

◆ **DUPLICIDAD:**

- ◆ LA DUPLICIDAD INVOLUCRA UNA REPRODUCCION COMPLETA DE LOS BIENES U OPERACIONES DE LA ORGANIZACION PARA QUE SE MANTENGAN EN RESERVA.
- ◆ EL DUPLICADO NO SE UTILIZA A MENOS QUE EL PRIMER BIEN U OPERACION SE DAÑE O DESTRUYA.
- ◆ UTILIZADO PARA RIESGOS QUE DE SUCEDER FUERAN CATASTROFICOS, A MENOS DE QUE EL COSTO SEA BAJO..

DUPLICIDAD

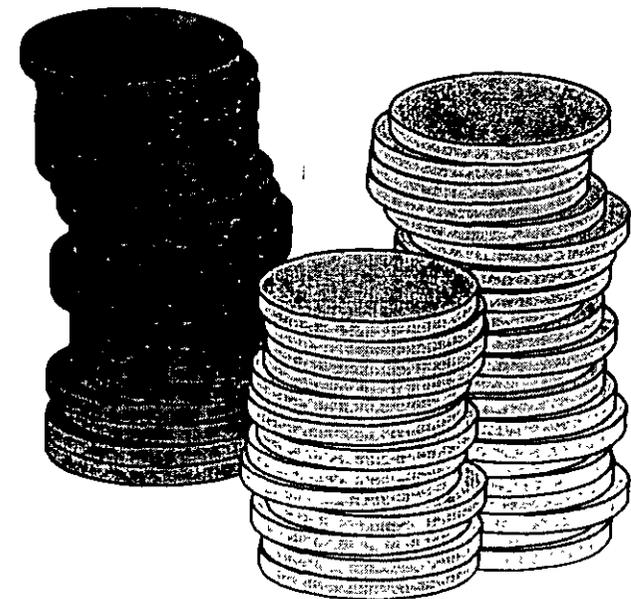
- ◆ MANTENER UNA MAQUINA ADICIONAL EN CASO DE QUE ALGUNA SE DAÑE.
- ◆ MANTENER UN DUPLICADO DE LOS REGISTROS DE CUENTAS POR COBRAR EN LUGARES SEPARADOS.

② TECNICAS DE FINANCIAMIENTO DE RIESGOS

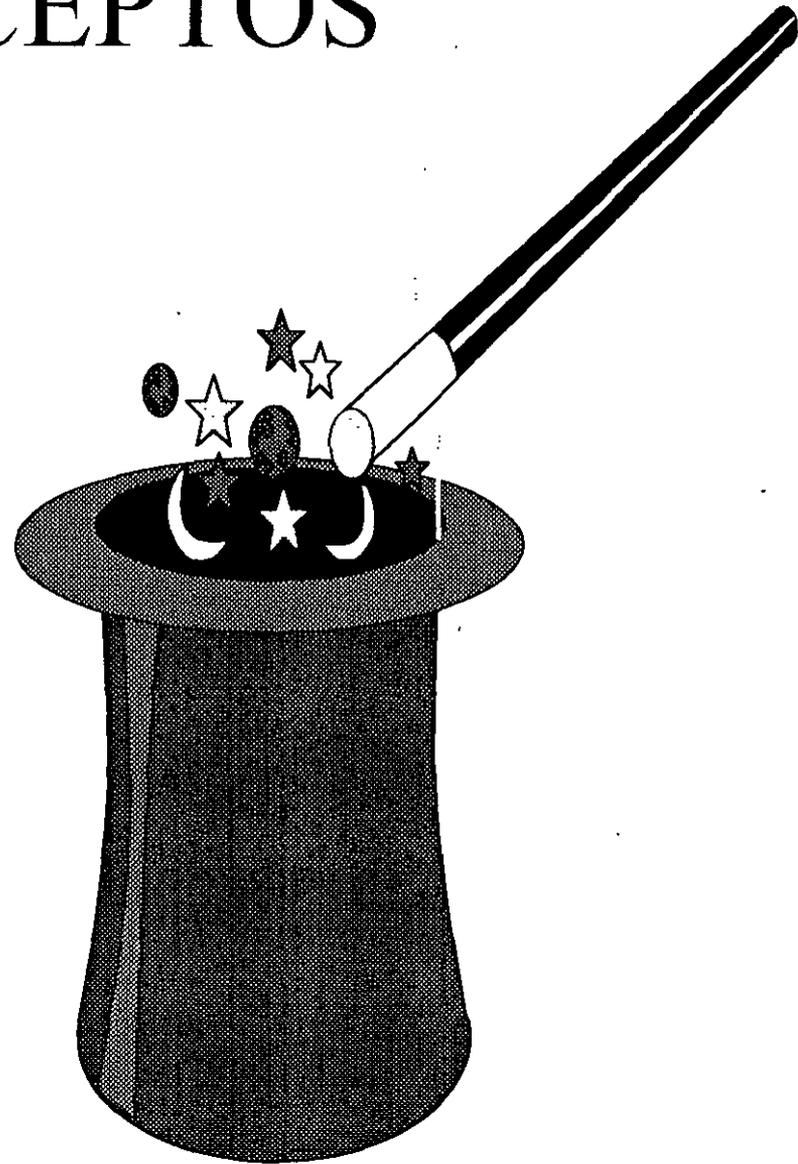
- ◆ PAGAR, AL MENOR COSTO POSIBLE LAS PERDIDAS QUE OCURRAN A PESAR DE LOS ESFUERZOS DE LA EMPRESA POR CONTROLAR LOS RIESGOS.
 - ★ RETENCION DEL RIESGO
 - ★ TRANSFERIR EL RIESGO (CON SEGUROS).

③ SELECCION

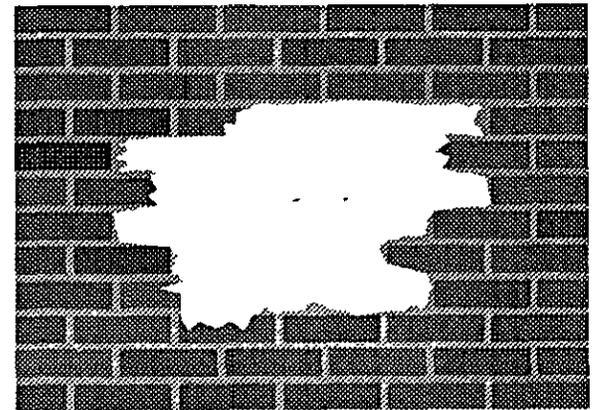
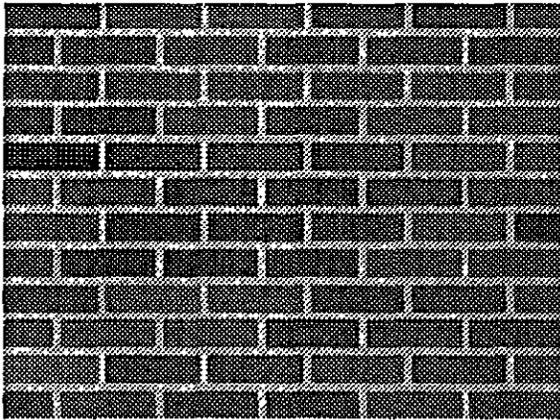
- ◆ EVALUAR, EL IMPACTO DE CADA ALTERNATIVA, EN LAS GANACIAS DE LA EMPRESA.



NUEVOS CONCEPTOS



NLE
NORMAL LOSS EXPECTANCY
PÉRDIDA NORMAL ESPERADA

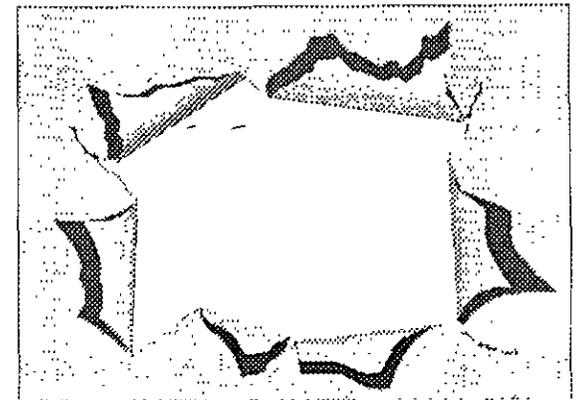


MPL

MAXIMUM POSSIBLE LOSS

PÉRDIDA MÁXIMA POSIBLE

PÉRDIDA QUE OCURRIRÁ CUANDO NINGÚN SISTEMA DE PROTECCIÓN (INTERNO O EXTERNO) ESTÉ FUNCIONANDO; CUANDO NINGUNA HERRAMIENTA DE CONTROL DE RIESGOS FUNCIONE O APLIQUE.

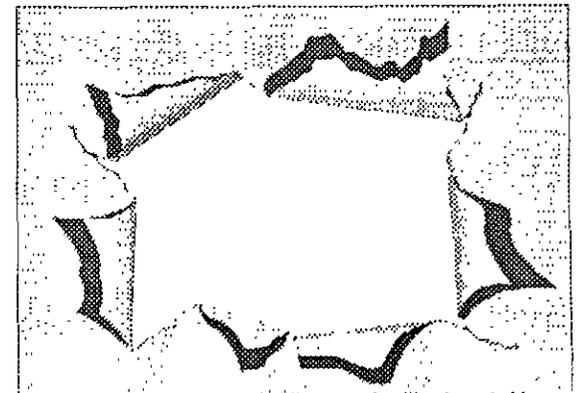


MPL

PÉRDIDA MÁXIMA POSIBLE

Eventos típicos que pueden causar el
MPL:

- Caída de aviones.
- Explosiones.
- Riesgos naturales (terremotos, huracanes, etc.)



PML
PROBABLE MAXIMUM LOSS
PÉRDIDA MÁXIMA PROBABLE

PÉRDIDA QUE OCURRIRÁ CUANDO UN
ELEMENTO CRÍTICO DE PROTECCIÓN
(INTERNO) NO FUNCIONE AL MOMENTO
DEL SINIESTRO; CUANDO FALLE ALGUNA
HERRAMIENTA DE CONTROL DE RIESGOS.



PML

PÉRDIDA MÁXIMA PROBABLE

- La estimación del PML no considera la coincidencia de todas las circunstancias o catástrofes que pueden ser posibles pero que no son probables.

NLE
NORMAL LOSS EXPECTANCY
PÉRDIDA NORMAL ESPERADA

PÉRDIDA QUE OCURRIRÁ CUANDO TODOS
LOS ELEMENTOS DE PROTECCIÓN
(INTERNOS Y EXTERNOS) FUNCIONEN.

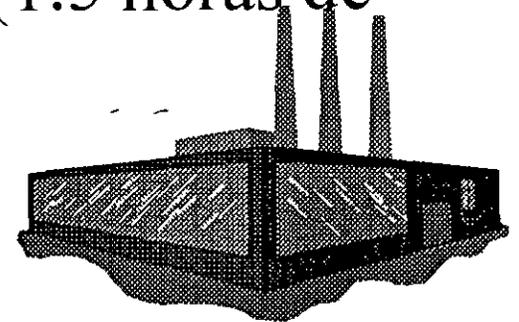
NLE

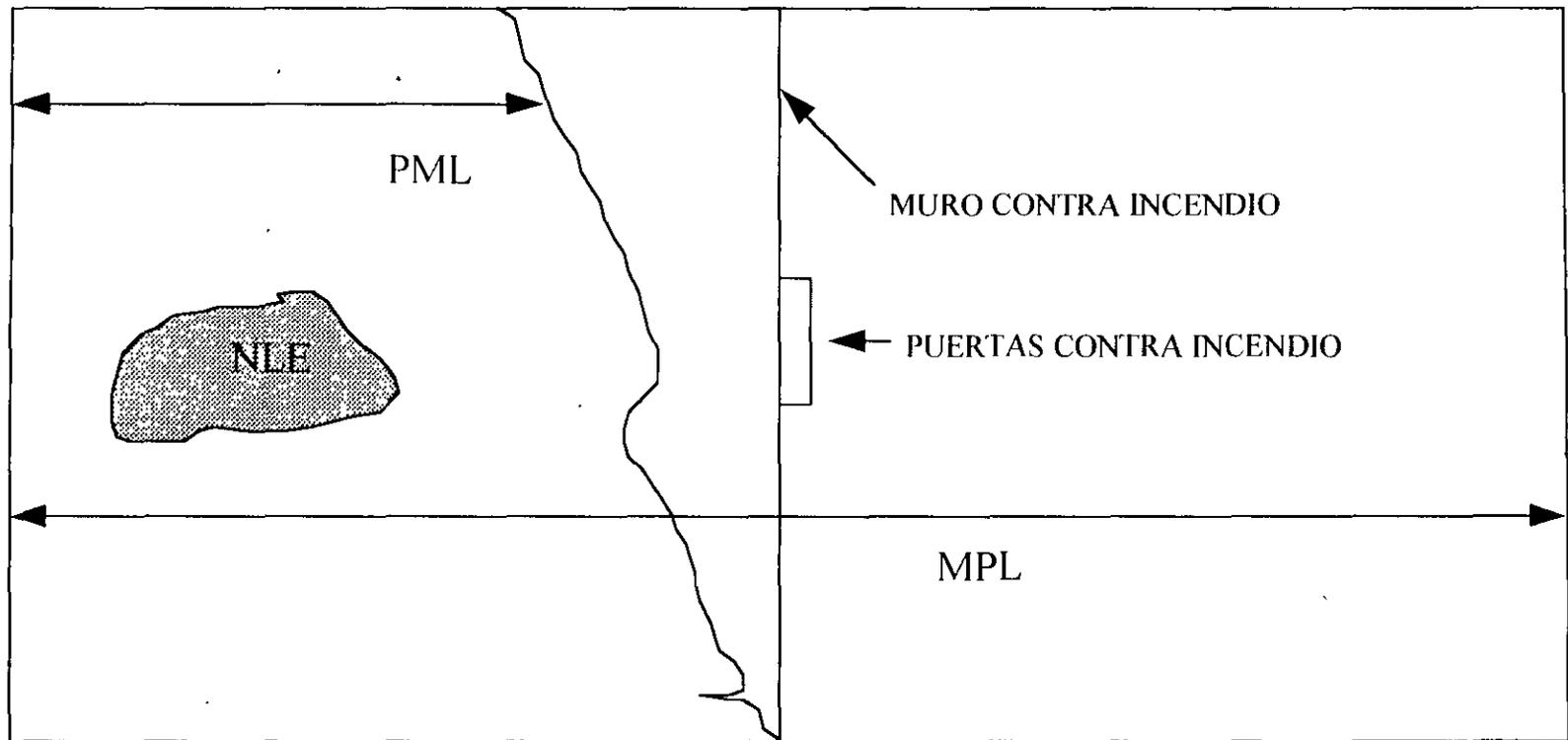
PÉRDIDA NORMAL ESPERADA

- Bajo NLE no se considera una explosión.
- Aplica con muros contra incendio con una resistencia de 30 a 60 minutos con puertas de la misma resistencia.
- La NLE se reduce a su máximo con rociadores automáticos.

DETALLES DE LA NAVE:

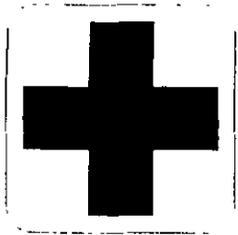
Almacenadora de cerámica en cajas de madera, edificio de 4,000 m², construido por bloques de cemento y techo metálico sobre cimientos y columnas de acero. Protegido por un sistema de rociadores automáticos. El muro contra incendio (3 horas de resistencia la fuego) divide la construcción en dos partes iguales, las cuales se comunican a través de una puerta contra incendio (1.5 horas de resistencia al fuego).



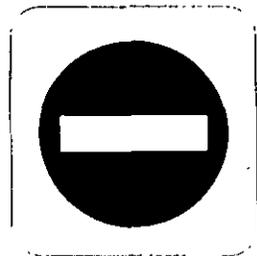


CROQUIS DE UNA FÁBRICA

PROTECCIÓN



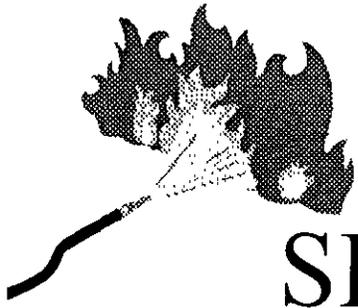
NLE > PML > MPL





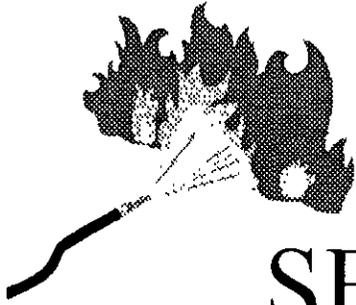
SE PRESENTA UN INCENDIO.
OBTENEMOS LOS SIGUIENTES
RESULTADOS:

- MPL: Todos los sistemas de protección inoperantes (fallan los rociadores, se bloquean las puertas contra incendio, falla la vigilancia, fallan los bomberos)
MPL = 100%.



SE PRESENTA UN INCENDIO.
OBTENEMOS LOS SIGUIENTES
RESULTADOS:

- PML: Falla un elemento crítico de protección (sistema de rociadores automáticos inoperante, por lo que la extinción se logra gracias a los bomberos). PML = 30%.



SE PRESENTA UN INCENDIO.
OBTENEMOS LOS SIGUIENTES
RESULTADOS:

- NLE: El sistema de rociadores automáticos extinguirá el incendio en un corto plazo. Tendremos daños en parte de la mercancía y ligeramente en la estructura. NLE = 10%.

RELACIÓN RELATIVA ENTRE LOS TRES
TIPOS:
MPL - PML - NLE

	MPL	PML	NLE
Pésimo	100%	100%	100%
Malo	100%	80%	80%
Regular	100%	80%	30%
Bueno	100%	50%	30%
Excelente	100%	50%	10%

RELACIÓN RELATIVA ENTRE LOS TRES
TIPOS:
MPL - PML - NLE

	MPL	PML	NLE
Pésimo	100%	100%	100%

Edificio único, peligro de explosión,
carga calorífica alta, ningún servicio de
bomberos, no existe sistema de
rociadores automáticos.

RELACIÓN RELATIVA ENTRE LOS TRES
TIPOS:
MPL - PML - NLE

	MPL	PML	NLE
Malo	100%	80%	80%

Dos edificios, ningún peligro de explosión, ningún servicio de bomberos, no existe sistema de rociadores automáticos.

RELACIÓN RELATIVA ENTRE LOS TRES
TIPOS:
MPL - PML - NLE

	MPL	PML	NLE
Regular	100%	80%	30%

Dos edificios con separación de muros
contra incendios.

RELACIÓN RELATIVA ENTRE LOS TRES
TIPOS:
MPL - PML - NLE

	MPL	PML	NLE
Bueno	100%	50%	30%

Dos edificios con separación de muros
contra incendios, con buen servicio público
de bomberos.

RELACIÓN RELATIVA ENTRE LOS TRES
TIPOS:
MPL - PML - NLE

	MPL	PML	NLE
Excelente	100%	50%	10%

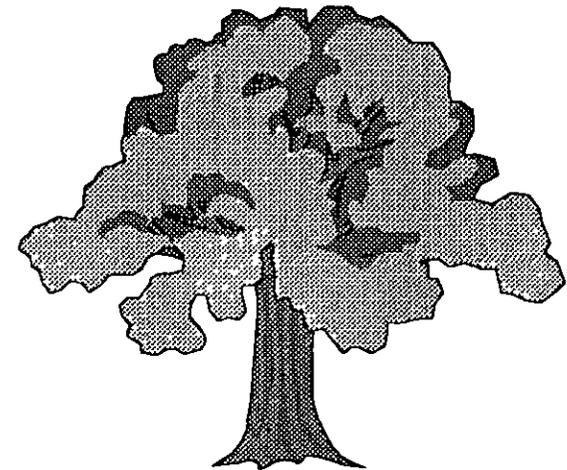
Dos edificios con separación de muros
contra incendios, con buen servicio
público de bomberos y con sistema de
rociadores automáticos.

Comentarios Adicionales

- Cualquier alarma de una manera u otra tiene que llegar y alertar a los bomberos. Ellos evitan la propagación del fuego finalmente, si todos los otros intentos de extinción fracasaron.
- Donde no hay **prevención**, hace falta mucha **protección**.
- Donde no hay **protección pública**, hace falta **protección privada**.

RIESGOS ECOLÓGICOS / AMBIENTALES

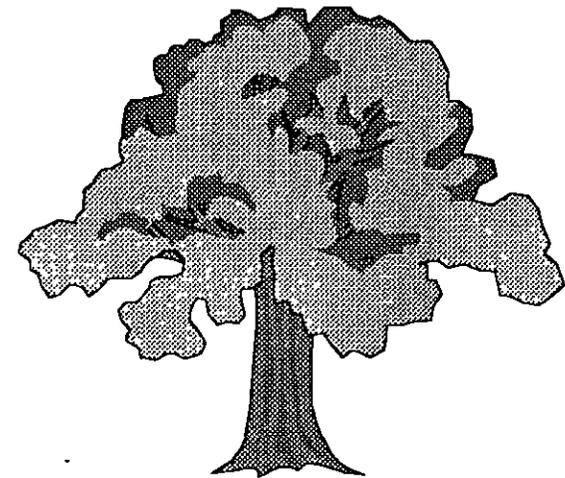
ACTUALMENTE, LOS RIESGOS ECOLÓGICOS Y AMBIENTALES HAN TOMADO UNA GRAN IMPORTANCIA, YA QUE PUEDEN RESULTAR EN INMENSAS PÉRDIDAS PARA LAS EMPRESAS.



RIESGOS ECOLÓGICOS / AMBIENTALES

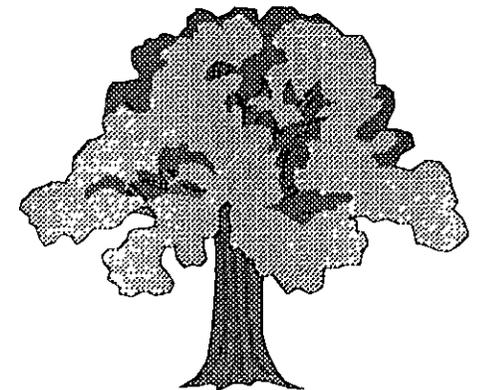
RIESGOS:

- RESPONSABILIDAD CIVIL.
- DAÑOS A PERSONAL DE LA EMPRESA.
- DAÑOS A LA EMPRESA.



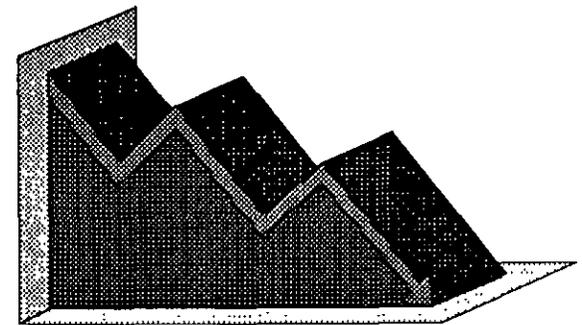
RIESGOS ECOLÓGICOS / AMBIENTALES

- LA GENTE EN GENERAL GOZA DE UN ESTÁNDAR MÁS ALTO GRACIAS A LOS PRODUCTOS INDUSTRIALES, QUE HACEN NUESTRA VIDA MÁS CÓMODA, AGRADABLE Y SEGURA.
- PERO CON ESTO CRECE IGUALMENTE LA CONCIENCIA
- DAÑOS A LA EMPRESA.

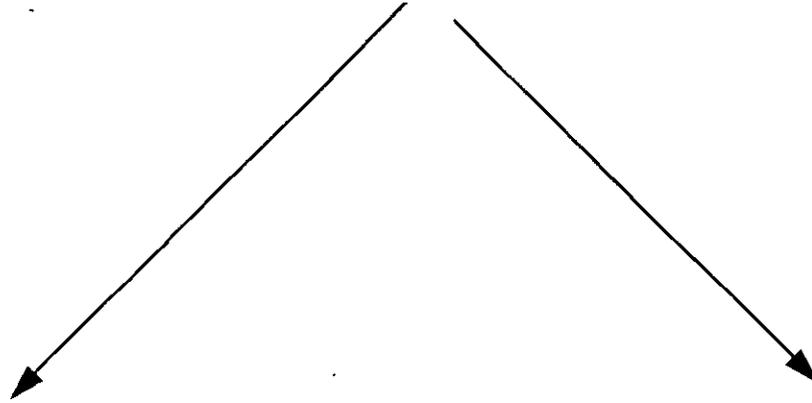


RETENCIÓN DEL RIESGO

CONSISTE EN EL CONJUNTO DE ACTIVIDADES, ESPECIALMENTE DE TIPO FINANCIERO, EFECTUADOS POR LA EMPRESA PARA COMPENSAR DIRECTAMENTE LAS POSIBLES PÉRDIDAS QUE PUEDAN OCURRIR.

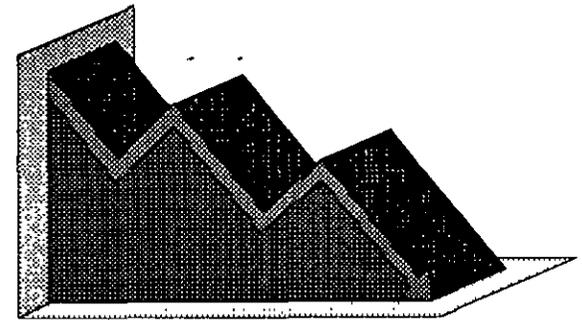


RETENCIÓN DEL RIESGO



PASIVA

ACTIVA

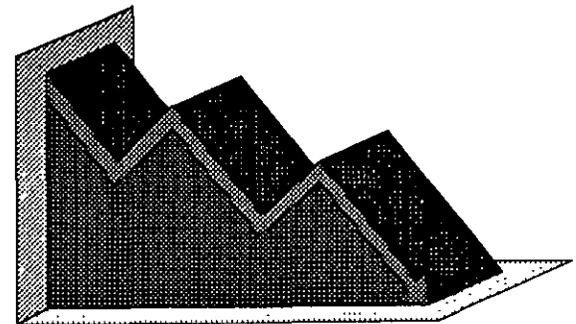


RETENCIÓN DEL RIESGO

PASIVA (ASUMIR EL RIESGO):

↑ CONSCIENTE O INTENCIONADA

↓ INCONSCIENTE O NO PLANIFICADA

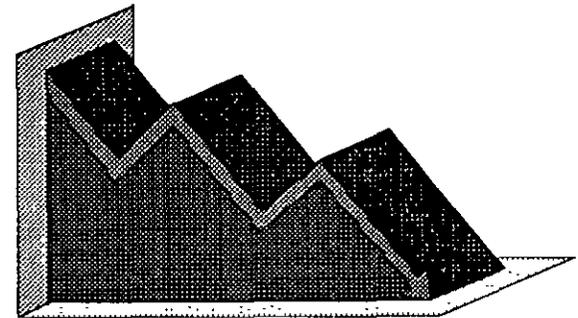


RETENCIÓN DEL RIESGO

ACTIVA (O AUTOSEGURO):

↑ PARCIAL

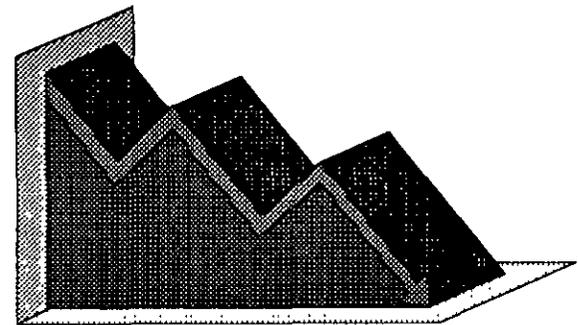
↑ TOTAL



RETENCIÓN DEL RIESGO

↑ RETENCIÓN PASIVA - CONSCIENTE O INTENCIONADA:

- ES LA QUE OBEDECE A UN **PLAN MEDITADO** DE ABSORCIÓN DE PÉRDIDAS DE RELATIVA FRECUENCIA Y ESCASA SEVERIDAD.
- EN GENERAL, EN ESTE TIPO DE RIESGOS EXISTE POCA INCERTIDUMBRE Y EL COSTO DEL SEGURO PODRÍA SER COSTOSO, POR LO QUE SE ELIGE LA RETENCIÓN.

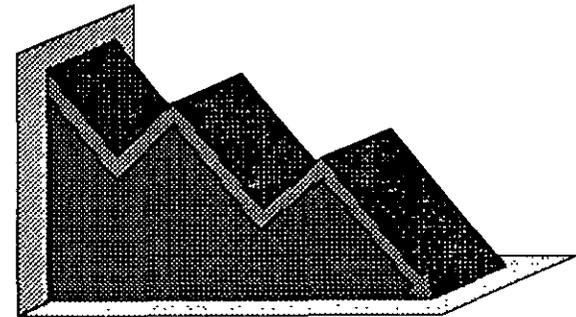


RETENCIÓN DEL RIESGO

↓ RETENCIÓN PASIVA -

INCONSCIENTE O NO PLANIFICADA:

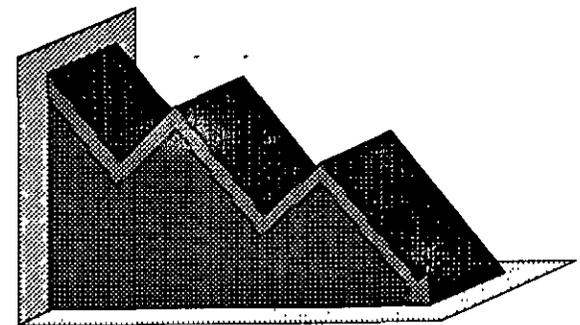
- SUPONE, CON FRECUENCIA, **IGNORAR** UN RIESGO CUYA MANIFESTACIÓN PODRÍA HACER PELIGRAR LA ESTABILIDAD ECONÓMICA DE LA EMPRESA, FUNDAMENTALMENTE EN CASO DE RIESGOS DE SEVERIDAD GRAVE O CATASTRÓFICA.
- POR TAL MOTIVO, ESTA RETENCIÓN NO PUEDE SER CONSIDERADA COMO UNA ESTRATEGIA DE ADMÓN. DE RIESGOS.



RETENCIÓN DEL RIESGO

↑RETENCIÓN ACTIVA:

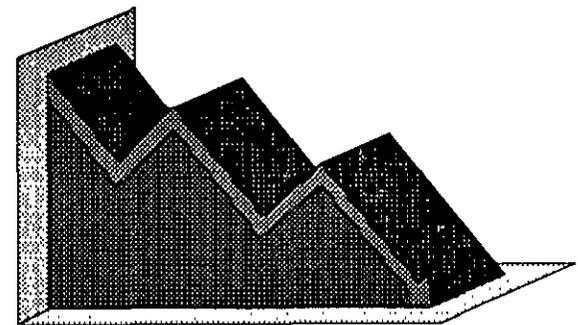
EL AUTOSEGURO IMPLICA UN PROGRAMA DEFINIDO DE LA EMPRESA PARA COMPENSAR TOTAL O PARCIALMENTE CIERTAS PÉRDIDAS QUE, SI OCURRIERAN SIN UNA PREVIA PLANIFICACIÓN FINANCIERA, PODRÍA CAUSAR GRAVES PROBLEMAS ECONÓMICOS A LA EMPRESA.



RETENCIÓN DEL RIESGO

↑RETENCIÓN ACTIVA:

EN CONSECUENCIA, ELLO IMPLICA ACTUAR COMO UNASEGURADOR CON APLICACIÓN DE TÉCNICAS DE CONTROL DE RIESGOS, TRATAMIENTO DE RECLAMACIONES Y FINANCIAMIENTO DE PÉRDIDAS.



RETENCIÓN DEL RIESGO

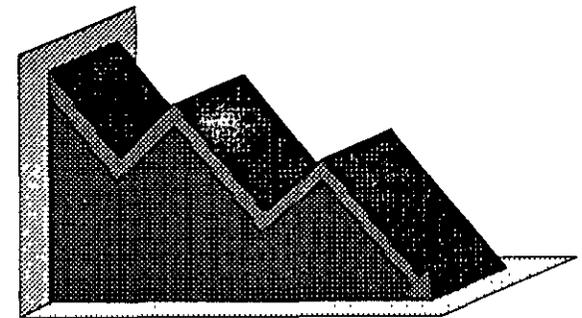
↑RETENCIÓN ACTIVA:

EN ESTAS CIRCUNSTANCIAS, EL **AUTOSEGURO** REQUIERE DE UN **FONDO** PARA PREVISIÓN DE PÉRDIDAS Y PERSIGUE COMO OBJETIVOS:

- MEJORAR EL CONTROL Y LA REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS, EN BIEN DE LA RETENCIÓN PRACTICADA.
- AUMENTAR LA CALIDAD DE LOS SERVICIOS DE INSPECCIÓN Y LOS MEDIOS DE PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN.
- ACTUAR EN EL MANEJO DE RECLAMACIONES E INTERVENIR DIRECTAMENTE EN LAS SOLUCIONES DADAS.

RETENCIÓN DEL RIESGO

UN PLAN ADECUADO DE RETENCIÓN DE RIESGOS ESTÁ MEDIATIZADO POR UNA SERIE DE CONDICIONES Y LIMITACIONES QUE AFECTAN AL AUTOSEGURO.



RETENCIÓN DEL RIESGO

ENTRE LOS FACTORES QUE FAVORECEN ESTE PLAN EN LA EMPRESA SE ENCUENTRAN:

- LA NECESIDAD DE TENER UNA ALTA FRECUENCIA EN EL RIESGO QUE FAVOREZCA ESTADÍSTICAMENTE LA PREDICCIÓN DE PÉRDIDAS.
- LA NECESARIA POTENCIA ECONÓMICA DE LA EMPRESA PARA MANEJAR UN FONDO DE AUTOSEGURO SUFICIENTE.
- EL DESEO REAL DE LLEVAR A CABO UN PLAN MEDITADO DE AUTOSEGURO, CON TODOS LOS REQUERIMIENTOS IMPLÍCITOS.

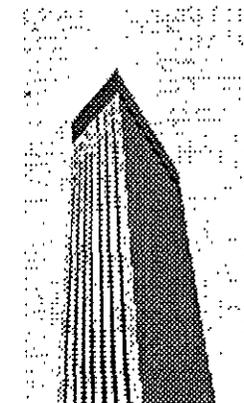
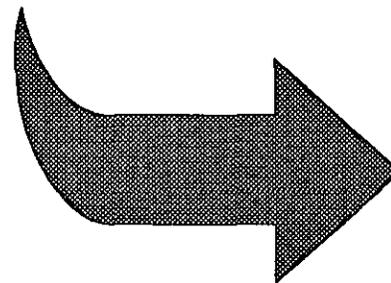
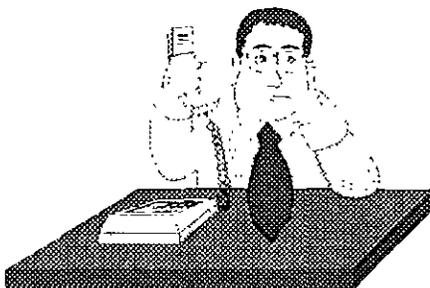
RETENCIÓN DEL RIESGO

POR EL CONTRARIO: LAS LIMITACIONES DEL AUTOSEGURO RADICAN EN:

- LA INEXISTENCIA DE LAS CONDICIONES ANTERIORES.
- LA AUSENCIA DE BENEFICIO EN EL MANEJO DEL FONDO DE AUTOSEGURO VS. UN PROGRAMA DE SEGUROS.
- LA DIFICULTAD DE PROPORCIONARSE DETERMINADOS SERVICIOS PROPORCIONADOS POR EL ASEGURADOR, COMO INVESTIGACIÓN DE CAUSAS DE PÉRDIDAS, INSPECCIÓN PERIÓDICA DE INSTALACIONES, ASESORÍA JURÍDICA, ETC.

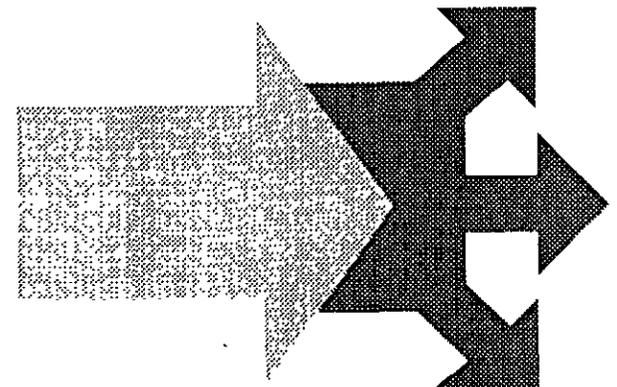
RETENCIÓN DEL RIESGO

- RIESGOS DE ALTA FRECUENCIA (CON BAJA DESVIACIÓN EN DICHA FRECUENCIA) Y BAJA SEVERIDAD HACE INTERESANTE UN PROGRAMA DE RETENCIÓN.
- RIESGOS DE BAJA FRECUENCIA (CON ALTA DESVIACIÓN EN DICHA FRECUENCIA) Y VARIABLE SEVERIDAD, INCLINA LA DECISIÓN MÁS HACIA LA TRANSFERENCIA DEL RIESGO.



TRANSFERENCIA DEL RIESGO

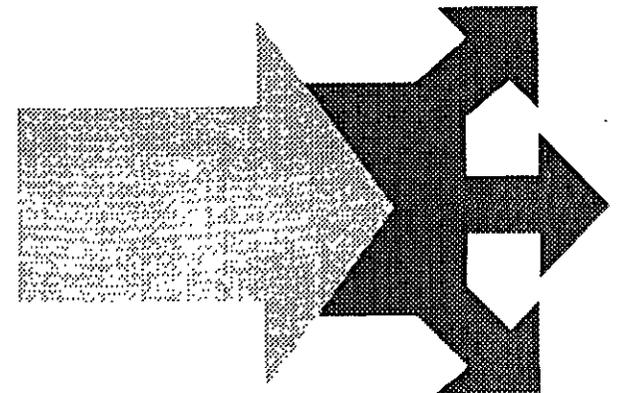
EL ÚLTIMO PASO EN UN PROGRAMA DE ADMINISTRACIÓN DE RIESGOS ES EL DE LA TRANSFERENCIA DEL RIESGO.



TRANSFERENCIA DEL RIESGO

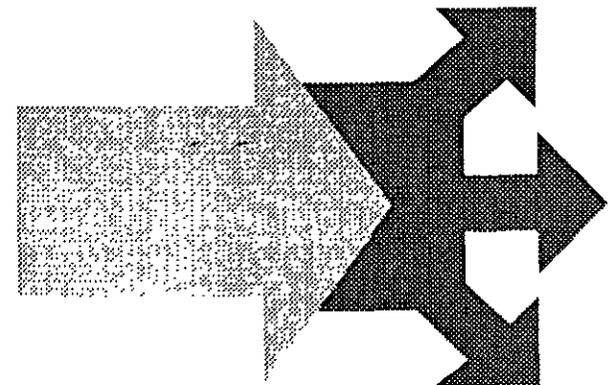
LAS ESTAPAS NORMALMENTE SON
LAS SIGUIENTES:

- **DESICIÓN SOBRE LAS COBERTURAS**
ADECUADAS A LAS NECESIDADES DE LA
EMPRESA Y ESTUDIO DEL ALCANCE DE LAS
MISMAS, SUS LIMITACIONES, EXCLUSIONES Y
COSTOS.



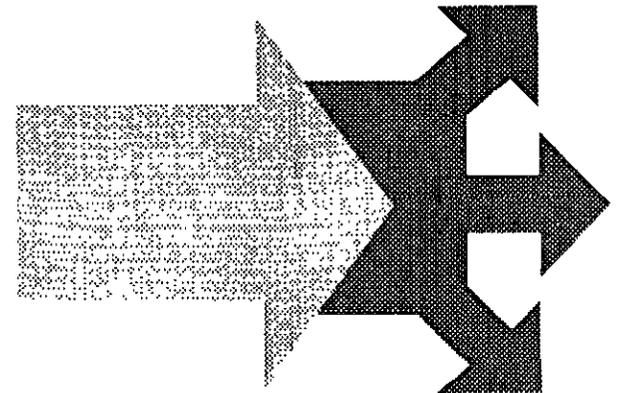
TRANSFERENCIA DEL RIESGO

- **NEGOCIACIÓN DE LAS COBERTURAS.**
- **REVISIÓN DE LOS TÉRMINOS Y CLÁUSULAS DE LOS CONTRATOS DE SEGURO.**
- **ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE MÉTODOS DE REDUCCIÓN DE COSTOS DE SEGURO.**



TRANSFERENCIA DEL RIESGO

- **SELECCIÓN DE CORREDORES SEGÚN SUS CUALIDADES DE SERVICIO, CONOCIMIENTO Y COSTO.**
- **SELECCIÓN DE COMPAÑÍA DE SEGUROS EN RAZÓN DEL COSTO DE LAS COBERTURAS DESEADAS, SERVICIO Y SOLVENCIA FINANCIERA.**



RIESGOS

- ALLÍ, DONDE EL ADMINISTRADOR DE RIESGOS SE RESPONSABILIZA DEL PATRIMONIO DE LA EMPRESA, EMPIEZA A SUSTITUIRSE EL CONCEPTO DE **COSTO DEL SEGURO** POR EL **COSTO DEL RIESGO**, TÉRMINO MÁS AMPLIO QUE ENGLOBA EL IMPORTE DE LAS **PÉRDIDAS RETENIDAS**, LAS **PRIMAS DE SEGUROS**, LOS GASTOS DE AMORTIZACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS **SISTEMAS DE PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN**, ASÍ COMO LOS **PROPIOS GASTOS** DEL PROGRAMA DE ADMINISTRACIÓN DE RIESGOS.

CAUTIVAS

DEFINICIÓN:

UNA ENTIDAD CREADA

PRINCIPALMENTE PARA ASEGURAR
O REASEGURAR LOS RIESGOS DE
UNA CORPORACIÓN O UN NÚMERO
DE CORPORACIONES SIMILARES.



CAUTIVAS

REQUISITOS:

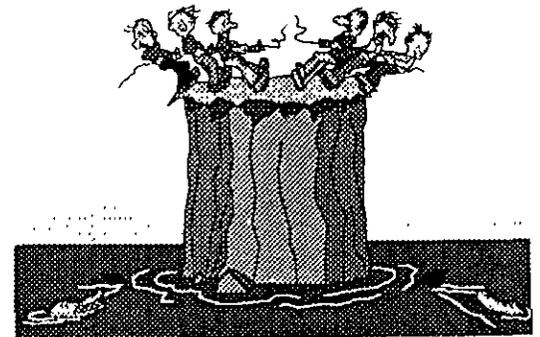
- DISPERSIÓN DEL RIESGO.
- PROCEDIMIENTOS EFICIENTES DE ADMINISTRACIÓN DE RIESGOS Y CONTROL DE PÉRDIDAS.
- LA CAPACIDAD Y EL DESEO DE RETENER EL RIESGO.
- COMPROMISO DE LA ALTA GERENCIA.



CAUTIVAS

RAZONES PARA FORMAR UNA CAUTIVA:

- LA FORMALIZACIÓN DEL FONDEO DE RIESGOS RETENIDOS.
 - ENFOCARSE A LAS ESTRATEGIAS DE RETENCIÓN DE RIESGOS.
 - DISEÑO DE SISTEMAS DE DISPERSIÓN DE PRIMAS.
 - DISTRIBUCIÓN EQUITATIVA DEL “COSTO DEL RIESGO” ENTRE LAS SUBSIDIARIAS.



CAUTIVAS

RAZONES PARA FORMAR UNA

CAUTIVA:

- DEDUCIBLES.
 - MANTENER DEDUCIBLES LOCALES PARA LAS EMPRESAS OPERATIVAS
 - CONSOLIDAR LA RETENCIÓN (ALTOS DEDUCIBLES) A NIVELES CORPORATIVOS.



CAUTIVAS

RAZONES PARA FORMAR UNA CAUTIVA:

- CONSOLIDAR EL PROGRAMA DE SEGUROS.
 - DISEÑAR COBERTURAS MÁS AMPLIAS.
 - FLEXIBILIDAD.
 - PROGRAMAS GLOBALES (MUNDIALES).



CAUTIVAS

RAZONES PARA FORMAR UNA CAUTIVA:

- INCENTIVOS PARA EL CONTROL DE PÉRDIDAS.
 - SISTEMA DE DISPERSIÓN DE PRIMAS BASADO EN EXPOSICIÓN AL RIESGO Y EN RECLAMACIONES.
 - CONTROL A TRAVÉS DE LOS SISTEMAS FINANCIEROS DE LA EMPRESA CAUTIVA.
 - IMPLEMENTAR PROCEDIMIENTOS UNIFORMES EN LAS SUBSIDIARIAS.



CAUTIVAS

RAZONES PARA FORMAR UNA CAUTIVA:

- ACCESO A MERCADOS DE REASEGURO.
 - BASES DE COSTOS MÁS BAJAS QUE POR MEDIO DEL MERCADO DIRECTO.
 - PROGRAMAS HECHOS “A LA MEDIDA”.
 - FLEXIBILIDAD.



CAUTIVAS

RAZONES PARA FORMAR UNA CAUTIVA:

- MEJOR FLUJO DE CAJA.
 - LA CAUTIVA RETIENE PRIMAS.



CAUTIVAS

RAZONES PARA FORMAR UNA CAUTIVA:

- EFICIENTE RETENCIÓN DEL RIESGO EN RELACIÓN CON IMPUESTOS.
 - DEDUCIBILIDAD DE PRIMAS.
 - ACUMULAR FONDOS LIBRES DE IMPUESTOS “OFFSHORE”.
 - DIFERIR IMPUESTOS.



CAUTIVAS

RAZONES PARA FORMAR UNA CAUTIVA:

- CENTRO DE INGRESOS POTENCIAL.
 - GANANCIAS DE LA CAUTIVA EN SU SUSCRIPCIÓN DE UN PROGRAMA.
 - PROPORCIONAR COBERTURAS A FRANQUICIAS, CLIENTES Y DISTRIBUIDORES.



CAUTIVAS

RAZONES PARA FORMAR UNA CAUTIVA:

- PROPORCIONAR COBERTURAS NO DISPONIBLES.
 - CREAR UN FONDO PARA RIESGOS DIFÍCILES DE ASEGURAR (NO EXISTE COBERTURA O COSTO EXCESIVO) EN EL MERCADO CONVENCIONAL.
 - CONTAMINACIÓN, EXTENSIÓN DE GARANTÍAS, RECUPERACIÓN DEL PRODUCTO.
 - REDUCIR LA DEPENDENCIA AL MERCADO CONVENCIONAL.



CAUTIVAS

RAZONES PARA FORMAR UNA CAUTIVA:

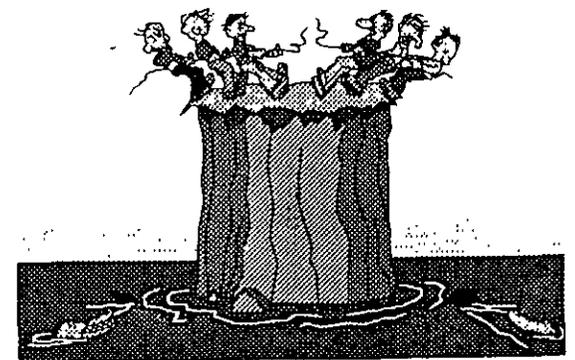
- REDUCCIÓN EN COSTOS DE SEGUROS.
 - USAR LA “DISPERSIÓN DEL RIESGO” PROPIA DE LA EMPRESA.
 - ELIMINAR COSTOS ADMINISTRATIVOS DE UNA ASEGURADORA.
 - RETENER LA GANANCIA DE LA SUSCRIPCIÓN.



CAUTIVAS

CAUTIVAS EN EL MUNDO:

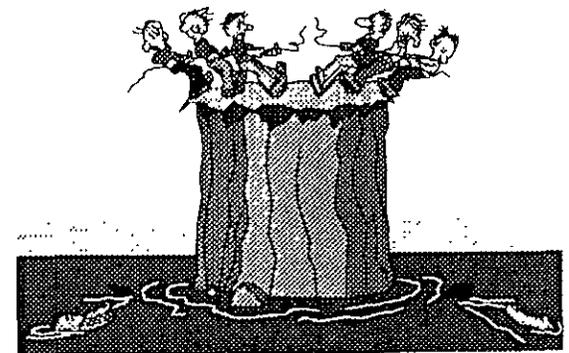
- BERMUDA 1325
- CAYMAN 378
- VERMONT 213
- BARBADOS 196
- LUXEMBURGO 163
- DUBLIN 63
- SINGAPUR 45
- HAWAII 26



CAUTIVAS

PRINCIPALES PAISES INVERSIONISTAS:

- U.S.A. 75%
- INGLATERRA 13%
- CANADA 3%
- OTROS PAISES 9%



COMO SELECCIONAR A SUS ASESORES Y COMPAÑÍAS DE SEGUROS?



Everyday Exposure to Toxic Pollutants

Environmental regulations have improved the quality of outdoor air. But problems that persist indoors have received too little attention

by Wayne R. Ott and John W. Roberts

SUBTOPICS:

[Getting Personal](#)

[Small People, Big Problems](#)

[Trouble with the Law](#)

ILLUSTRATION:
[Daily Routines](#)

[Exposure to Volatile Compounds](#)

[Sources of Benzene Emissions](#)

[Emission Samplers](#)

FURTHER READING

[RELATED LINKS](#)

Imagine that a killer is on the loose, one who shoots his victims and flees. Police investigators would undoubtedly respond by visiting each crime scene and meticulously searching for clues. They would photograph the body, take fingerprints and question witnesses. An autopsy would recover the bullet for tests. The authorities could then use this information to establish exactly who was responsible.

But suppose the police took a different approach. What if they decided to start by examining all the guns that had recently been fired? Surely one of these weapons, they could argue, was involved. And they would be correct. They might even succeed in identifying the murderer--but not until after they had expended tremendous energy looking over a great number of firearms carried by law officers, soldiers and duck hunters. In a world of limited resources, they would probably run out of time and money before they came close to finding the culprit.

Surprisingly, officials charged with guarding the general population from toxic pollutants rely almost universally on the second strategy. Most environmental laws in the U.S. seek to control only the release of potentially dangerous wastes into the air and water, not the amount of contact people actually have with those pollutants. This focus on emissions rather than exposure essentially disregards the reality that toxic substances produce health problems only if they reach the body.

That oversight is, to some extent, understandable: for far too long, little information existed about the extent to which most citizens were exposed to the pollutants that the nation controls. Regulators seldom knew with any certainty the number of people affected by a given pollutant, the severity of exposure or the

specific sources of the worrisome chemical. The result was that officials often focused on limiting pollution from the most apparent sources, such as automobiles and factories, while failing to address many other important but less obvious ones.

Fortunately, the science of assessing people's exposure to toxic substances has matured. In particular, scientists have developed highly sensitive analytical instruments and portable monitoring devices. Researchers have exploited this equipment in large-scale field studies, designed to gauge just where and how people are exposed to potentially dangerous chemicals.

Getting Personal

In 1980 one of us (Ott), along with Lance A. Wallace of the U.S. Environmental Protection Agency, launched the first serious efforts to assess everyday exposure of the general population to toxic substances. That program, carried out primarily by the Research Triangle Institute in North Carolina and other contract research organizations, later expanded to include some two dozen studies in 14 U.S. states. Using the same methods, researchers sponsored by private industry conducted similar studies in a 15th state (Alaska) and in one Canadian province. Most of these investigations employed monitoring instruments that were small and light enough for people to carry as they went about their normal activities. These devices showed which pollutants existed close by and in what concentration. In some cases, the researchers also made measurements of the food and water consumed. In certain instances, they determined the blood levels of various pollutants from breath samples.

So far these studies of "total human exposure" have examined the prevalence of volatile organic compounds, carbon monoxide, pesticides or dangerous particles in the daily lives of more than 3,000 subjects, a carefully chosen slice of the population meant to be representative of most North Americans living in urban or suburban areas. Chemical analyses of the samples were detailed enough to identify the specific chemicals to which the participants were routinely exposed.

For instance, the investigations of volatile organic compounds typically tested for some 30 different

EVERYDAY EXPOSURE

chemicals, including many known to cause cancer in people or animals.

It is difficult to know whether the contacts most people have with these substances pose an especially large health risk, because the capacity for low levels of each compound to cause sickness is exceedingly hard to estimate. Still, these studies produced results that were disturbing: most citizens were very likely to have the greatest contact with potentially toxic pollutants not outside but inside the places they usually consider to be essentially unpolluted, such as homes, offices and automobiles. The exposure arising from the sources normally targeted by environmental laws--Superfund sites, factories, local industry--was negligible in comparison. Even in the New Jersey cities of Bayonne and Elizabeth, both of which have an abundance of chemical processing plants, the levels of 11 volatile

organic compounds proved much higher indoors than out. (Concentrations of the other volatile compounds tested were found to be insignificant in both settings.) The chief sources appeared to be ordinary consumer products, such as air fresheners and cleaning compounds, and various building materials. Could everyday items with which people happily share their homes truly be more of a threat to their health than industrial pollution, even for people whose communities are surrounded by factories? In short, the answer is yes. For example, benzene--a chemical known to cause leukemia in workers continually exposed to high concentrations--is present in gasoline and in some household products. It is also one of about 4,000 chemicals found in tobacco smoke, so living with a smoker raises one's exposure to benzene enormously.

In 1985 Wallace combined all the existing information about how several hundred people located in five different states were exposed to this compound. He found that the average concentration of benzene they inhaled was nearly three times higher than typical outdoor levels. He calculated that some 45 percent of the total exposure of the U.S. population to benzene comes from smoking (or breathing smoke exhaled by others), 36 percent from inhaling gasoline fumes or from using various common products (such as glues), and 16 percent from other home sources (such as paints and gasoline stored in basements or attached garages). He attributed only 3 percent of the average person's exposure to industrial pollution.

In contrast, government regulators usually consider only the gross amount of benzene released into the general environment, for which the largest share comes from automobiles (82 percent), followed by industry (14 percent) and domestic sources (3 percent). Cigarettes contribute only 0.1 percent of the total. Wallace's work aptly demonstrated that cutting all industrial releases of benzene would reduce health risks by only a tiny fraction. Yet even a modest reduction in cigarette smoking--the smallest source of benzene in the atmosphere--would significantly reduce the likelihood of benzene causing disease.

Many other volatile organic compounds that are quite toxic at high concentrations are also more prevalent indoors than out. For example, the chemical tetrachloroethylene (also known as perchloroethylene or "perc"), which has been shown to cause cancer in laboratory animals, is used to dry-clean clothes. Thus, the greatest exposure occurs when people live in a building with dry-cleaning facilities, wear recently dry-cleaned clothes or store such chemically laden garments in their closets. Moth-repellent cakes or crystals, toilet disinfectants, and deodorizers are the major source of exposure to paradichlorobenzene, which also causes cancer in animals. Studies have consistently indicated that almost all exposure to paradichlorobenzene comes from sources inside homes, not from industrial emissions or hazardous-waste sites.

EXPOSURE TO VOLATILE COMPOUNDS

Although assessments of the risks to health are somewhat uncertain, it is clear that less contact with toxic volatile organic compounds is better than more. Most people can limit potentially harmful exposure by avoiding products that contain

such pollutants. But other worrisome vapors are difficult to avoid.

For example, the major sources of exposure to chloroform--a gas that provokes concern because it can cause cancer in animals subjected to high concentrations--are showers, boiling water and clothes washers. It forms from the chlorine used to treat water supplies. Because piped water is something that people simply cannot do without, the only way to minimize household exposure to chloroform is to drink bottled water (or tap water that is run through a good-quality charcoal filter) and to improve ventilation in the bathroom and laundry.

Better airflow can also help lower exposure to carbon monoxide, a product of incomplete combustion that robs the blood of oxygen and can be particularly harmful to people with heart ailments when inhaled at levels often found indoors. Although studies conducted in the early 1980s in Denver and Washington, D.C., confirmed that carbon monoxide levels rose precipitously when people were in or near motor vehicles, other research has demonstrated that indoor appliances, such as poorly operated gas stoves, grills and furnaces, can also cause extremely unhealthful conditions--even death. Fortunately, outdoor levels of carbon monoxide have steadily declined in the U.S. in concert with the reductions in automobile emissions, as required by federal regulations. Yet further progress will be more difficult, because on the whole the U.S. population now receives greater exposure to carbon monoxide indoors than out.

Another environmental concern that appears more severe indoors is the danger from fine particles in the air. In one study, researchers used miniaturized monitors to collect minute particles in and around 178 homes in Riverside, Calif.

Respondents carried devices that gathered particles 10 microns or less in diameter, ones small enough to penetrate into the lungs. Curiously, exposures during the day were about 60 percent greater than expected from the particulate levels measured in samples of air concurrently taken indoors and outside. The higher exposures arose, at least in part, because people do not simply float through the air; rather they tend to stir up "personal clouds" of particle-laden dust from their surroundings as they move about. These investigators showed that most of these fine particles form through combustion--such as smoking, cooking, burning candles or firewood. Finding such pollutants indoors is troubling, because recent epidemiological studies have associated elevated concentrations of fine particles outdoors with premature death.

BENZENE SOURCES

Even more disturbing were the results from two studies of indoor air contaminants conducted during the late 1980s in Jacksonville, Fla., and Springfield, Mass. In those places, investigators found that indoor air contained at least five (but typically 10 or more) times higher concentrations of pesticides than outside air--and those residues included insecticides approved only for outdoor use. Evidently, potent chemicals targeted against termites in the foundations of these houses had found their way indoors. Such poisons can be tracked in on people's shoes, or they may seep through the soil as a gas into homes. Chlordane (which was taken out of products sold for home use in 1988) and some other

pesticides contaminating the air indoors caused a greater share of exposure than the amounts found on food.

In addition, people sometimes apply inappropriate pesticides directly to indoor surfaces, unaware that they are causing their own high exposures. And even the most enlightened homeowners are often ignorant of past applications of dangerous chemicals. Pesticides that break down within days outdoors may last for years in carpets, where they are protected from the degradation caused by sunlight and bacteria. This persistence is well demonstrated by measurements of the pesticide DDT (dichlorodiphenyl-trichloroethane), which was outlawed in the U.S. in 1972 because of its toxicity. Despite that long-standing prohibition, Jonathan D. Buckley of the University of Southern California and David E. Camann of the Southwest Research Institute found that 90 of the 362 Midwestern homes they examined in 1992 and 1993 had DDT in the carpets.

Indeed, that study showed that the contaminants lurking in people's carpets are not restricted to pesticides. In more than half of the households Buckley and Camann surveyed, the concentrations of seven toxic organic chemicals called polycyclic aromatic hydrocarbons (compounds produced by incomplete combustion, which cause cancer in animals and are thought to induce cancer in humans) were above the levels that would trigger a formal risk assessment for residential soil at a Superfund site.

Small People, Big Problems

The pesticides and volatile organic compounds found indoors cause perhaps 3,000 cases of cancer a year in the U.S., making these substances just as threatening to nonsmokers as radon (a natural radioactive gas that enters many homes through the foundation) or secondhand tobacco smoke. And toxic house dust can be a particular menace to small children, who play on floors, crawl on carpets and regularly place their hands in their mouths. Infants are particularly susceptible: their rapidly developing organs are more prone to damage, they have a small fraction of the body weight of an adult and may ingest five times more dust—100 milligrams a day on the average. Before 1990, when the EPA and U.S. Department of Housing and Urban Development established standard methods for sampling dust on carpets, upholstery and other surfaces, it was difficult to quantify the risk to children. Since then, however, improved techniques have allowed scientists to make more concrete statements about the degree of exposure. For example, we can now estimate that each day the average urban infant will ingest 110 nanograms of benzo(a)pyrene, the most toxic polycyclic aromatic hydrocarbon. Although it is hard to say definitively how much this intake might raise a child's chance of acquiring cancer at some point, the amount is sobering: it is equivalent to what the child would get from smoking three cigarettes.

The research also points out that, for small children, house dust is a major source of exposure to cadmium, lead and other heavy metals, as well as polychlorinated biphenyls and other persistent organic pollutants. Carpets are most troublesome because they act as deep reservoirs for these toxic compounds (as well as for dangerous bacteria and asthma-inducing allergens, such as animal dander, dust mites and mold) even if the rugs are vacuumed regularly in the normal manner.

Plush and shag carpets are more of a problem than flat ones: floors covered with wood, tile or linoleum, being the easiest to clean, are best.

One of us (Roberts), along with several colleagues, has shown that people can prevent the accumulation of dangerous amounts of dust by using a vacuum equipped to sense when no more particles can be extracted. Other of our studies have indicated that simple preventive acts can help considerably. For example, wiping one's feet on a commercial-grade doormat appears to reduce the amount of lead in a typical carpet by a factor of six. Because lead exposure is thought to affect more than 900,000 children in the U.S., the use of good doormats would translate into a significant boost to public health. Removing one's shoes before entering is even more effective than just wiping one's feet in lowering indoor levels of the toxic pollutants that contaminate the environs of most homes (such as lead from peeling paint and pesticides from soils around the foundation). By taking such precautions to avoid tracking in dust and using an effective vacuum cleaner--one equipped with a rotating brush and, preferably, a dust sensor--people can reduce the amount of lead and many other toxic substances in their carpets to about a tenth (or, in some cases, to a hundredth) of the level that would otherwise persist:

Unfortunately, most people are unaware of the ubiquity of indoor pollution or of how to reduce it. One innovative initiative by the American Lung Association in Seattle aims to remedy that problem by training volunteers (dubbed "master home environmentalists") to visit dwellings and help residents limit domestic environmental threats.

Trouble with the Law

EMISSIONS SAMPLERS

The many findings now available from multiple studies of people's everyday exposure all point to a single conclusion--that the same air pollutants covered by environmental laws outdoors are usually found at much higher levels in the average American residence. This situation has come about, at least in part, because the U.S. has made remarkable progress in improving the quality of outdoor air over the past three decades by controlling automobile and industrial emissions. Of the hundreds of air pollutants covered under existing U.S. laws, only ozone and sulfur dioxide remain more prevalent outdoors.

So it is peculiar that more attention has not yet shifted toward indoor pollution, the main sources of which are not difficult to identify. In fact, they are right under people's noses--moth repellents, pesticides, solvents, deodorizers, cleansers, dry-cleaned clothes, dusty carpets, paint, particleboard, adhesives, and fumes from cooking and heating, to name a few. Sadly, most people--including officials of the U.S. government--are rather complacent about such indoor pollutants. Yet if these same substances were found in outdoor air, the legal machinery of the Clean Air Act of 1990 would apply. If truckloads of dust with the same concentration of toxic chemicals as is found in most carpets were deposited outside, these locations would be considered hazardous-waste dumps. In view of the scientific results comparing indoor and outdoor exposure, it would seem that the time is

now ripe for a major rethinking of the nation's environmental laws and priorities. The initial version of the Clean Air Act, written in 1970, focused on outdoor pollution. Even in its 1990 revision, the law has not changed much. It does not address the fact that Americans spend 95 percent of their time inside: despite all the evidence available today, the act still relies exclusively on measurements taken at outdoor monitoring stations. Many other U.S. laws pertaining to air pollution, hazardous waste, toxic substances and pesticides are similarly flawed, because they do not require accurate information on the levels of exposure people receive.

Although the absolute level of health risk posed by many toxic pollutants may be elusive, scientists can now accurately measure the exposure caused by different sources. Hence, to protect public health best, the broad suite of environmental laws should be reexamined and judged by how effectively they reduce people's total exposure rather than by how they reduce total emissions. That effort would surely be substantial, both to recast a large body of legislation and to monitor how well the laws work to reduce exposure. But the payoff would be a dramatic reduction in health costs as well as an improvement in the economy and effectiveness of environmental regulation.

Americans concerned about toxic substances do not have to wait for their government to make these far-reaching changes. Reducing exposure normally demands only modest alterations in one's daily routine. Yet people cannot take the simple steps required without adequate knowledge. So increased education is needed. Laws requiring more detailed labeling would also help: If a product contains a dangerous pollutant, should not the manufacturer be required at least to list the chemical by name on the package? Armed with a better understanding of the toxic substances found in common products and in other sources at home, people could then make their own informed choices.

Related Links

[EPA Indoor Environments Division](#)

[American Lung Association of Washington](#)

[Washington Toxics Coalition](#)

[California Air Resources Board Guidelines](#)

[Health Risks in Perfume](#)

Further Reading

NON-OCCUPATIONAL EXPOSURE TO PESTICIDES FOR RESIDENTS OF TWO U.S. CITIES. R. W. Whitmore, F. W. Immerman, D. E. Camann, A. E. Bond and R. G. Lewis in *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, Vol. 26, No. 1, pages 47-59; January 1994.

EXPOSURE OF CHILDREN TO POLLUTANTS IN HOUSE DUST AND INDOOR AIR. J. W. Roberts and P. Dickey in *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology*. Vol. 143, pages 59-78; 1995.

HUMAN EXPOSURE TO ENVIRONMENTAL POLLUTANTS: A DECADE OF EXPERIENCE. L. A. Wallace in *Clinical and Experimental Allergy*, Vol. 25, No. 1, pages 4-9; 1995.

HUMAN EXPOSURE ASSESSMENT: THE BIRTH OF A NEW SCIENCE. W. R. Ott in *Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology* (available from Princeton Scientific Publishing). Vol. 5, No. 4, pages 449-472; 1995.

The Authors

WAYNE R. OTT and JOHN W. ROBERTS have long studied environmental threats to health. Ott served for 30 years in the Environmental Protection Agency, managing research on air pollution, toxic substances and human exposure. He now does research in the departments of statistics and environmental engineering at Stanford University. Roberts helped to develop the surface samplers used by the EPA to measure pollutants in carpet dust. In 1982 he founded Engineering Plus, a small firm in Seattle specializing in assessing and controlling exposure to dangerous pollutants in the home. He works frequently with the master home environmentalist program in Seattle to help reduce the exposure of families to indoor pollutants.

Agency for Toxic Substances and Disease Registry

Public Health Statement

Benzene

ATSDR Public Health Statement, May 1989

What is benzene?

Benzene is a naturally occurring substance produced by volcanoes and forest fires and present in many plants and animals, but benzene is also a major industrial chemical made from coal and oil. As a pure chemical, benzene is a clear, colorless liquid. In industry, benzene is used to make other chemicals, as well as some types of plastics, detergents, and pesticides. It is also a component of gasoline.

How might I be exposed to benzene?

The three main types of exposure to benzene are environmental, consumer product, and occupational. Without question, the greatest possibility for high-level exposures is in the workplace. However, most people are exposed to benzene in tobacco smoke and automobile exhaust.

Benzene has been found in at least 337 of 1177 National Priorities List (NPL) hazardous waste sites. Other environmental sources of benzene include gasoline (filling) stations, vehicle exhaust fumes, tobacco smoke, underground storage tanks that leak, wastewater from industries that use benzene, chemical spills, groundwater next to landfills containing benzene, and possibly some food products that contain benzene naturally. In addition, certain industries may release benzene into the surrounding air. These include ethylbenzene- and styrene-production facilities, petroleum refineries, chemical manufacturing plants, and recovery plants for coke oven by-products. People living near such industries may be exposed to benzene in the surrounding air.

Consumer products containing benzene include glues, adhesives, household cleaning products, paint strippers, some art supplies, tobacco smoke, and gasoline.

Occupational exposure to benzene can occur in the rubber industry; oil refineries; chemical plants; the shoe manufacturing industry; and gasoline storage, shipment, and retail stations.

How does benzene get into my body?

Because benzene evaporates very quickly, the most common exposure to benzene comes from breathing air containing benzene.

Very small amounts of benzene are found in some foods, such as canned beef, and in contaminated drinking water.

Although benzene can enter through the skin, very few individuals come in contact with liquid benzene, except possibly through contact with benzene-containing products such as gasoline.

How can benzene affect my health?

Benzene is harmful, especially to the tissues that form blood cells. How benzene affects your health would depend on how much you are exposed to and how long you are exposed to it.

Brief Exposure at High Levels--Death may occur in humans and animals after brief oral or inhalation exposures to high levels of benzene; however, the main effects of these types of exposures are drowsiness, dizziness, and headaches. These symptoms disappear after exposure stops.

Long-Term Exposures at Various Levels--From overwhelming human evidence and supporting animal studies, the U.S. Department of Health and Human Services has determined that benzene is carcinogenic. Leukemia (cancer of the tissues that form the white blood cells) and subsequent death from cancer have occurred in some workers exposed to benzene for periods of less than 5 and up to 30 years. Long-term exposures to benzene may affect normal blood production, possibly resulting in severe anemia and internal bleeding.

In addition, human and animal studies indicate that benzene is harmful to the immune system, increasing the chance for infections and perhaps lowering the body's defense against tumors. Exposure to benzene has also been linked with genetic changes in humans and animals.

Animal studies indicate that benzene has adverse effects on unborn animals. These effects include low birth weight, delayed bone formation, and bone marrow damage. Some of these effects occur at benzene levels as low as 10 parts of benzene per million parts of air (ppm). Although benzene has been reported to have harmful effects on animal reproduction, the evidence for human reproductive effects, such as spontaneous abortion or miscarriage, is too limited to form a clear link with benzene.

Is there a medical test to determine if I have been exposed to benzene?

Benzene can be measured in the blood and the breath. The body changes benzene to a chemical called phenol, which can be measured in the urine. Amounts of benzene (in blood) and phenol (in urine) cannot be used as yet to predict what degree of harmful health effects may occur.

The meaning of benzene and phenol measurements in blood and urine should be viewed carefully for several reasons: 1) phenol occurs naturally in urine, and amounts of urinary phenol would have to be much higher than usual before any measurement was meaningful; 2) present test methods are limited and raise doubts about the blood level values found in some laboratories; 3) because smoking can raise the background level of benzene in the blood, smoking habits must be considered when evaluating exposure to benzene; 4) benzene disappears rapidly from the blood and measurements may be accurate only for recent exposures; 5) average amounts of benzene found in the body have not been determined for the general population.

What levels of exposure have resulted in harmful health effects?

The graphs on the following pages show the relationship between exposure to benzene and known health effects. Effects in animals are shown on the left side, effects in humans on the right. The first column, called "short-term exposure," refers to known health effects in laboratory animals and humans from exposure to benzene for 14 days or less. The second column, "long-term exposure," refers to benzene exposures of more than 14 days.

In the first set of graphs, labeled "Health effects from breathing benzene," exposure is measured in parts of benzene per million parts of air (ppm). The number of cases of cancer that could occur after breathing 1 ppm benzene for a lifetime has been estimated to be 260 persons in a population of 10 thousand individuals. It should be noted that this risk value is a plausible upper-limit estimate. Actual risk levels are unlikely to be higher and may be even lower.

The levels marked on the graphs as "minimal risk for effects other than cancer" show estimates of levels of exposure at which no adverse effects are expected to occur. These levels are based on animal studies, but some uncertainty still exists.

In the second set of graphs, the same relationship is shown for the known "Health effects from ingesting benzene." Exposures are measured in milligrams of benzene per kilogram of body weight (mg/kg). Although not enough information was available to estimate health effects from absorbing benzene through the skin, benzene is known to enter through the skin; this does not mean there is no possibility of a hazard.

What recommendations has the federal government made to protect human health?

The Environmental Protection Agency (EPA) set the maximum permissible level in drinking water at 5 parts of benzene per billion parts of water (ppb). Because benzene can cause leukemia, EPA established an ultimate goal of 0 ppb for benzene in drinking water and in ambient water such as rivers and lakes. EPA realizes that this goal may be unattainable and has estimated how much benzene in ambient water would be associated with one additional cancer case for every 100,000 persons (6.6 ppb benzene), one case for every 1 million persons (0.66 ppb benzene), and one case for every 10 million persons (0.066 ppb benzene).

Although more people are exposed to benzene outside the workplace than in the workplace, the highest levels of benzene exposures occur in the workplace.

The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) has recommended an occupational exposure limit in air of 0.1 part of benzene per million parts of air (ppm). The Occupational Safety and Health Administration's (OSHA) legally enforceable limit is an average of 1.0 ppm over the standard 8-hour workday, 40-hour workweek.

Where can I get more information?

If you have more questions or concerns, please contact your state health or environmental department or:

Agency for Toxic Substances and Disease Registry
Division of Toxicology
1600 Clifton Road, E-29
Atlanta, Georgia 30333

ToxFAQs

Tetrachloroethylene

CAS# 127-18-4

September 1997

Tetrachloroethylene

C_2Cl_4

Stereo Image

XYZ File

NFPA Label Key

Material Safety Data Sheet
(University of Utah)

Agency for Toxic Substances and Disease Registry

This fact sheet answers the most frequently asked health questions (FAQs) about tetrachloroethylene. For more information, call the ATSDR Information Center at 1-800-447-1544. This fact sheet is one in a series of summaries about hazardous substances and their health effects. It's important you understand this information because this substance may harm you. The effects of exposure to any hazardous substance depend on the dose, the duration, how you are exposed, personal traits and habits, and whether other chemicals are present.

HIGHLIGHTS: Tetrachloroethylene is a manufactured chemical used for dry cleaning and metal degreasing. Exposure to very high concentrations of tetrachloroethylene can cause dizziness, headaches, sleepiness, confusion, nausea, difficulty in speaking and walking, and unconsciousness. Tetrachloroethylene has been found in at least 771 of the 1,430 National Priorities List sites identified by the Environmental Protection Agency (EPA).

What is tetrachloroethylene?

Tetrachloroethylene is a manufactured chemical that is widely used for dry cleaning of fabrics and for metal-degreasing. It is also used to make other chemicals and is used in some consumer products.

Other names for tetrachloroethylene include perchloroethylene, PCE, and tetrachloroethene. It is a

nonflammable liquid at room temperature. It evaporates easily into the air and has a sharp, sweet odor. Most people can smell tetrachloroethylene when it is present in the air at a level of 1 part tetrachloroethylene per million parts of air (1 ppm) or more, although some can smell it at even lower levels.

What happens to tetrachloroethylene when it enters the environment?

Much of the tetrachloroethylene that gets into water or soil evaporates into the air. Microorganisms can break down some of the tetrachloroethylene in soil or underground water. In the air, it is broken down by sunlight into other chemicals or brought back to the soil and water by rain. It does not appear to collect in fish or other animals that live in water.

How might I be exposed to tetrachloroethylene?

When you bring clothes from the dry cleaners, they will release small amounts of tetrachloroethylene into the air. When you drink water containing tetrachloroethylene, you are exposed to it.

How can tetrachloroethylene affect my health?

Animal testing is sometimes necessary to find out how toxic substances might harm people or to treat those who have been exposed. Laws today protect the welfare of research animals and scientists must follow strict guidelines.

High concentrations of tetrachloroethylene (particularly in closed, poorly ventilated areas) can cause dizziness, headache, sleepiness, confusion, nausea, difficulty in speaking and walking, unconsciousness, and death.

Irritation may result from repeated or extended skin contact with it. These symptoms occur almost entirely in work (or hobby) environments when people have been accidentally exposed to high concentrations or have intentionally used tetrachloroethylene to get a "high."

In industry, most workers are exposed to levels lower than those causing obvious nervous system effects. The health effects of breathing in air or drinking water with low levels of tetrachloroethylene are not known.

Results from some studies suggest that women who work in dry cleaning industries where exposures to tetrachloroethylene can be quite high may have more menstrual problems and spontaneous abortions than women who are not exposed. However, it is not known if tetrachloroethylene was responsible for these problems because other possible causes were not considered.

Results of animal studies, conducted with amounts much higher than those that most people are exposed to, show that tetrachloroethylene can cause liver and kidney damage. Exposure to very high levels of tetrachloroethylene can be toxic to the unborn pups of pregnant rats and mice. Changes in behavior were observed in the offspring of rats that breathed high levels of the chemical while they were pregnant.

How likely is tetrachloroethylene to cause cancer?

The Department of Health and Human Services (DHHS) has determined that tetrachloroethylene may reasonably be anticipated to be a carcinogen. Tetrachloroethylene has been shown to cause liver tumors in

mice and kidney tumors in male rats.

Is there a medical test to show whether I've been exposed to tetrachloroethylene?

One way of testing for tetrachloroethylene exposure is to measure the amount of the chemical in the breath, much the same way breath-alcohol measurements are used to determine the amount of alcohol in the blood.

Because it is stored in the body's fat and slowly released into the bloodstream, tetrachloroethylene can be detected in the breath for weeks following a heavy exposure.

Tetrachloroethylene and trichloroacetic acid (TCA), a breakdown product of tetrachloroethylene, can be detected in the blood. These tests are relatively simple to perform. These tests aren't available at most doctors' offices, but can be performed at special laboratories that have the right equipment.

Because exposure to other chemicals can produce the same breakdown products in the urine and blood, the tests for breakdown products cannot determine if you have been exposed to tetrachloroethylene or the other chemicals.

Has the federal government made recommendations to protect human health?

The EPA maximum contaminant level for the amount of tetrachloroethylene that can be in drinking water is 0.005 milligrams tetrachloroethylene per liter of water (0.005 mg/L). The **Occupational Safety and Health Administration (OSHA)** has set a limit of 100 ppm for an 8-hour workday over a 40-hour workweek.

The **National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH)** recommends that tetrachloroethylene be handled as a potential carcinogen and recommends that levels in workplace air should be as low as possible.

Glossary

Carcinogen:

A substance with the ability to cause cancer

CAS:

Chemical Abstracts Service

Milligram (mg):

One thousandth of a gram

Nonflammable:

Will not burn

Reference

Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). 1996. Toxicological profile for tetrachloroethylene (update). Atlanta, GA.: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service.

Where can I get more information?

ATSDR can tell you where to find occupational and environmental health clinics. Their specialists can recognize, evaluate, and treat illnesses resulting from exposure to hazardous substances. You can also

contact your community or state health or environmental quality department if you have any more questions or concerns.

For more information, contact:

Agency for Toxic Substances and Disease Registry
Division of Toxicology
1600 Clifton Road NE, Mailstop E-29
Atlanta, GA 30333
Phone: 1-800-447-1544
Fax: 404-639-6359

**U.S. Department of Health and Human Services
Public Health Service
Agency for Toxic Substances and Disease Registry**

[Link to ToxFAQs Home Page](#)

[Link to ATSDR Science Corner](#)

[Link to ATSDR Home Page](#)

ATSDR Information Center / ATSDRIC@cdc.gov / 1-800-447-1544

Agency for Toxic Substances and Disease Registry

Public Health Statement

Chloroform

ATSDR Public Health Statement, January 1989

What is chloroform?

Chloroform is a colorless or water-white liquid with a pleasant nonirritating odor. Although it is both a man-made and naturally occurring compound, human activity is responsible for most of the chloroform found in the environment. Most of the chloroform manufactured in the United States (93%) is used to make fluorocarbon-22. Fluorocarbon-22 is used to make fluoropolymers and as a cooling fluid in air conditioners. The remaining 7% of the chloroform produced in the United States is either exported to other countries, used in the manufacture of pesticides or dyes, or used in various products including fire-extinguishers, dry cleaning spot removers, and various solvents.

How might I be exposed to chloroform?

The general population may be exposed to chloroform by breathing air and ingesting drinking water, beverages, and foods contaminated with chloroform. In addition, skin contact may occur during the use of various consumer products containing this compound or from exposure to chlorinated waters (i.e., bath water, swimming pool water).

The primary sources of chloroform release to the environment are pulp and paper mills, pharmaceutical manufacturing plants, chemical manufacturing plants, chlorinated wastewater from sewage treatment plants, and chlorinated drinking water (water is chlorinated for disinfection purposes). Minor sources of chloroform release include, but are not limited to, automobile exhaust gas, use of chloroform as a pesticide, burning of tobacco products treated with chlorinated pesticides, evaporation during shipping and transport of chloroform, decomposition of trichloroethylene (a man-made product used primarily as a solvent), evaporation from chlorinated tap water during showering, evaporation from chlorinated swimming pool water, biological production of chloroform from marine algae, reaction of chlorinated pollutants with decayed vegetation, and burning of plastics. Most of the chloroform released to the environment eventually enters the atmosphere, while much smaller amounts enter groundwater as the result of filtration through soil. Once in the atmosphere, chloroform may be transported long distances before it finally decomposes. Chloroform present in soil may come from improper land disposal of waste material containing chloroform or other chlorine-containing compounds that are broken down to form chloroform.

People who work in businesses or industries where chloroform is found may be exposed to greater

amounts of this compound than are members of the general population. Chloroform is found in a wide variety of occupational settings as a result of its direct use in manufacturing processes, its use as a solvent for many different materials, and its formation during various chlorination processes.

Occupational settings in which chloroform exposure may occur include:

Chloroform manufacturing plants

Fluorocarbon-22 manufacturing plants

Ethylene dichloride manufacturing plants

Internal combustion engine industries

Pesticide manufacturing plants

Pulp and paper mills

Food processing industries

Paint stores (as a result of using chloroform-containing solvents for lacquers, gums, greases, waxes, adhesives, oils, and rubber)

How does chloroform get into my body?

Chloroform can enter the body by breathing air, eating food, or drinking water that contains chloroform. Chloroform readily penetrates the skin; therefore, chloroform may also enter the body by bathing or showering in water containing chloroform. Foods such as seafood, dairy products, meat, vegetables, bread, and beverages may contain small but measurable amounts of chloroform. Drinking-water supplies containing organic contaminants may contain chloroform as a by-product of chlorination of the water supply for disinfection purposes.

How can chloroform affect my health?

Chloroform affects the central nervous system, liver, and kidneys. It was used as a surgical anesthetic for many years before its harmful effects on the liver and kidneys were recognized. Short-term exposure to high concentrations of chloroform in the air causes tiredness, dizziness, and headache. Longer-term exposure to high levels of chloroform in the air, or in food and drinking water, can affect liver and kidney function. Toxic effects may include jaundice and burning urination.

The U.S. Department of Health and Human Services has determined that chloroform may reasonably be anticipated to be a carcinogen. High doses of chloroform have also been found to cause liver and kidney cancer in experimental animals. The risks of cancer, if any, from low-level exposures to chloroform in drinking water as a result of chlorination, however, are far outweighed by the benefits of chlorination in terms of greatly decreased incidence of waterborne diseases, themselves a potential public health threat and a previous major contributor to sickness and death.

Is there a medical test to determine if I have been exposed to chloroform?

Although chloroform can be detected in blood, urine, and body tissues, the methods are not very reliable because chloroform is rapidly eliminated from the body. In addition, the presence of chloroform in these tissues may result from the biological breakdown of other chlorine-containing compounds; therefore, an elevated level of chloroform in the tissues may reflect exposure to the other compounds rather than to chloroform itself. Measurements of blood for levels of liver enzymes can indicate if the liver has been damaged but do not specifically indicate if chloroform exposure occurred.

What levels of exposure have resulted in harmful health effects?

The graphs on the following pages show the relationship between exposure to chloroform and known health effects. In health effects from breathing chloroform (Fig. 1.1), exposure is measured in parts of chloroform per million parts of air (ppm). In Figures 1.2 and 1.3, the same relationship is represented for the known health effects from ingesting chloroform or skin contact with chloroform. Exposures are measured in milligrams of chloroform per kilogram of body weight per day.

The first column on these graphs, labeled "short term," refers to known health effects in laboratory animals and humans from exposure to chloroform for 2 weeks or less. The column labeled "long term" refers to chloroform exposures of longer than 2 weeks. In all graphs, effects in animals are shown on the left side and effects in humans on the right side. The levels marked on the graphs as anticipated to be associated with minimal risk for humans are based on information from animal studies that are currently available; therefore, some uncertainty still exists. From available data in animals, the Environmental Protection Agency (EPA) has estimated that exposure to 1 microgram of chloroform per cubic meter of air for a lifetime would result in 0.23 additional cases of cancer in a population of 10,000 people and 230 additional cases of cancer in a population of 10,000,000 people. This is the same as saying that exposure to 1 part of chloroform in a billion parts of air (1 ppb) for a lifetime would result in 11 additional cases of cancer in a population of 10,000 people and 11,000 cases of cancer in a population of 10,000,000 people. Exposure to drinking water containing 1 milligram of chloroform per liter of water for a lifetime would result in 1.7 additional cases of cancer in a population of 10,000 people and 1700 additional cases of cancer in a population of 10,000,000 people. It should be noted that these risk values are plausible upper-limit estimates. Actual risk levels are unlikely to be higher and may be lower.

What recommendations has the federal government made to protect human health?

The government has made recommendations to limit exposure of workers to chloroform in the workplace and exposure of the general public to chloroform in drinking water. The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) has recommended and the Occupational Safety and Health Administration (OSHA) has adopted an occupational exposure limit of 2 parts chloroform per million parts of air averaged over an 8-hour workday, 40-hour workweek.

EPA has promulgated a drinking water maximum contaminant level for total trihalomethanes (compounds similar to and including chloroform) of 100 parts per billion parts of water as a technically and economically feasible level for municipal water supplies serving 10,000 or more individuals.

Where can I get more information?

If you have more questions or concerns, please contact your state health or environmental department or:

Agency for Toxic Substances and Disease Registry
Division of Toxicology
1600 Clifton Road, E-29
Atlanta, Georgia 30333

• -

-

Agency for Toxic Substances and Disease Registry

Public Health Statement

Chlordane

ATSDR Public Health Statement, December 1989

What is chlordane?

Chlordane is a man-made chemical that was registered for use as a pesticide in the United States from 1948 to the present. It is a tan, glassy substance (almost solid) that has a mild, irritating smell. Chlordane is not a single chemical, but is a mixture of more than 50 chemicals. Because it does not dissolve in water, before it can be used, it must be placed in water with emulsifiers (soap-like substances) to make a milky-looking mixture of liquid particles. It was used mainly to stop termites in houses and was used on corn and other crops. The presence of chlordane in the soil under a house will kill termites that come into contact with it and will repel or kill any that might try to enter the house at a later time. The production of chlordane by industries and registration of the pesticide with the Environmental Protection Agency (EPA) for all above-ground uses had stopped by 1983, but above-ground use of any chlordane that was still on store shelves or already bought was still allowed until April 14, 1988. In the fall of 1987, use of chlordane to kill termites was allowed only on the outside of buildings, and other uses were suspended in April of 1988 until more information was gathered on the amount of chlordane in air. Use of chlordane was stopped mainly because of concern over cancer risk, evidence of human exposure and build up in body fat, persistence in the environment, and danger to wildlife. This compound stays in the environment for many years and is still found in food, air, water, and soil, and is also present in some form in the fat of almost all humans.

How might I be exposed to chlordane?

Because chlordane was used on food crops (mainly corn) and in houses to stop termites, almost every American has been exposed to small amounts of the chemical. The highest exposures to people today are from living in houses that were treated with chlordane for termites and from eating foods prepared from plants grown on chlordane-treated fields and the fat of meat and milk from animals that eat grass from chlordane-treated fields. The average daily intake of chlordane has been estimated to be 2 nanograms per kilogram of body weight per day (ng/kg/day) for infants, 3 ng/kg/day for toddlers, and 4 ng/kg/day for 16- to 19-year-old males. Small amounts of chlordane stay in indoor air of houses for many years after treatment. Indoor-living space air in treated homes has been found to contain from less than 0.06 parts chlordane per trillion parts of air (ppt) up to 3300 ppt. Even higher concentrations, up to 36,400 ppt, have been found in non-living space air (such as basements and crawl spaces). Many of these houses are in the deep South and Southwest where termites are a problem, but moderate to heavy use of chlordane occurred from Pennsylvania and the lower New England states south and west to the lower part of Colorado and up

to northern California. At this time, chlordane has been found at 46 out of 1177 hazardous waste sites on the National Priorities List (NPL) in the United States. The highest levels of chlordane found in soil have been measured in parts of chlordane per million parts of soil (ppm). Levels of chlordane found in groundwater near chlordane-contaminated sites have been found from 0.02 to 830 parts of chlordane per billion parts water (ppb). The highest level of chlordane found in soil samples collected near chlordane-contaminated NPL sites has been 57 ppm.

How can chlordane enter and leave my body?

Chlordane can enter the body through the skin if skin contact occurs, through the lungs if breathed in, and through the digestive tract if swallowed. Uptake through the skin and digestive tract is increased if chlordane is in an oily mixture. The importance of each of these ways for chlordane to enter the body depends on the kind of exposure. For example, people who make chlordane and those living in houses that have been treated with chlordane will be exposed mostly by breathing the vapor in the air. Workers who sprayed chlordane as a pesticide were exposed mostly by breathing the compound in the air and by contact with the skin. Other people will usually be exposed by eating food or drinking water contaminated with chlordane. People at or near waste sites may be exposed by touching chlordane in the soil, by breathing chlordane that evaporates into the air, or by drinking water contaminated with it. The amount of chlordane that enters the body depends on its amount in air, food, or water, and the length of time a person is exposed to it. Most chlordane that enters the body leaves in the feces, and a much smaller amount leaves in the urine. Breakdown products of chlordane may be stored in body fat for long periods of time. It may take months or years before most of the chlordane that enters the body is able to leave.

How can chlordane affect my health?

Most health effects in humans that may be linked to chlordane exposure are on the nervous system, the digestive system, and liver. Large amounts of chlordane taken by mouth can cause convulsions and death. These effects were seen mostly in people who swallowed chlordane mixtures. Convulsions occurred in a man who had long-term skin contact with heavily contaminated soil. Swallowing small amounts or breathing air heavily contaminated with chlordane vapors can cause headaches, irritation, confusion, weakness, vision problems, and other nervous effects as well as upset stomach, vomiting, stomach cramps, and diarrhea. No harmful effects on health have been confirmed in studies of workers who made chlordane or used it as a pesticide. Animals given high levels of chlordane by mouth for short periods of time died or had convulsions. Long-term exposure of animals to chlordane in their food caused harmful effects in the liver. Also, mice developed liver cancer. It is not known whether chlordane will cause cancer or birth defects in humans after long-term exposure. Studies of workers who made or used chlordane do not link exposure to the chemical with cancer or birth defects, but there are not enough studies in humans to know for sure.

Is there a medical test to determine whether I have been exposed to chlordane?

Chlordane and its breakdown products (metabolites) can be measured in the human body. Tests have shown that most Americans have low levels of chlordane metabolites in their body fat. The breakdown products can stay in body fat for very long periods of time, so finding them in body fat or breast milk does not tell how much or how long ago the exposure was. Levels in blood can be tested, although the tests are not readily available.

What levels of exposure have resulted in harmful health effects?

Short-term exposure to high levels of chlordane in air can cause nervous effects and digestive upset in humans. Table 1-1 shows, however, that specific concentrations in air linked with these effects in humans are unknown. Table 1-2 shows amounts in air linked with effects in animals, such as long-term exposure of animals with effects on the liver. Tables 1-3 and 1-4 give amounts of chlordane in food linked with effects in animals and humans. We do not know the levels of chlordane in food that cause death or nervous symptoms in humans after long-term exposure. As seen in Table 1-4, short-term exposures of animals to high levels can cause liver effects and death in rats. Long-term exposure to food containing chlordane causes liver and nervous effects in rats and death in mice. The long-term amounts linked with death in mice is much lower than the short-term amount linked with death in rats.

Minimal Risk Levels (MRLs) are also included in Tables 1-1 and 1-3. These MRLs were derived from animal data for both short- and long-term exposure. The MRLs provide a basis for comparison to levels which people might encounter either in air or in food. If a person is exposed to chlordane at an amount below the MRL, it is not expected that harmful (noncancer) health effects will occur. Because these levels are based on information that is currently available, some uncertainty is always associated with them. Also, because the method for deriving MRLs does not use any information about cancer, an MRL does not imply anything about the presence, absence, or level of risk for cancer.

What recommendations has the federal government made to protect human health?

The International Agency for Research on Cancer has determined that chlordane is not classifiable as to its carcinogenicity to humans. Based on results of animal studies, EPA considers that chlordane is probably a human carcinogen and says that any exposure to chlordane involves some risk. Therefore, EPA is trying to see that none of the chemical gets in drinking water. The government set rules limiting the dumping of chlordane.

EPA stopped all uses of chlordane on food crops, effective March 1978. Two uses that were not cancelled at that time were underground use for termite control and dipping the roots or tops of nonfood plants. More recent rules stopped all sale and commercial use of chlordane by April 14, 1988.

The amount of chlordane that can be in wastewater released by factories is limited by federal regulations. EPA requires industry to report releases or spills of 1 pound or more. The National Research Council has given a temporary guideline of 5 micrograms chlordane per cubic meter of air ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) or 0.0003 ppm as the maximum allowed in the air of military housing.

Chlordane levels in the workplace are regulated by the Occupational Safety and Health Administration (OSHA). The maximum permissible level in workplace air is 0.5 milligrams per cubic meter of air (mg/m^3) or 0.03 ppm for a person who is exposed for 8 hours per workday and 40 hours per workweek.

Where can I get more information?

If you have more questions or concerns, please contact your state health or environmental department or:

Agency for Toxic Substances and Disease Registry
Division of Toxicology

1600 Clifton Road, E-29
Atlanta, Georgia 30333

Agency for Toxic Substances and Disease Registry

Public Health Statement

Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs)

ATSDR Public Health Statement, December 1990

This Statement was prepared to give you information about polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) and to emphasize the human health effects that may result from exposure to them. The Environmental Protection Agency (EPA) has identified 1,177 sites on its National Priorities List (NPL). At this time, PAHs have been found at several of these NPL hazardous waste sites. Dibenz(a,h)anthracene has been found at the lowest number of sites (6) and benzo(a)pyrene has been found at the highest number of sites (84). However, we do not know how many of the 1,177 NPL sites have been evaluated for PAHs. As EPA evaluates more sites, the number of sites at which PAHs are found may change. The information is important for you because PAHs may cause harmful health effects and because these sites are potential or actual sources of human exposure to PAHs.

When a chemical is released from a large area, such as an industrial plant, or from a container, such as a drum or bottle, it enters the environment as a chemical emission. This emission, which is also called a release, does not always lead to exposure. You can be exposed to a chemical only when you come into contact with the chemical. You may be exposed to it in the environment by breathing, eating, or drinking substances containing the chemical or from skin contact with it.

If you are exposed to hazardous substances such as PAHs, several factors will determine whether harmful health effects will occur and what the type and severity of those health effects will be. These factors include the dose (how much), the duration (how long), the route or pathway by which you are exposed (breathing, eating, drinking, or skin contact), the other chemicals to which you are exposed, and your individual characteristics such as age, sex, nutritional status, family traits, life style, and state of health.

What are polycyclic aromatic hydrocarbons?

PAHs are a group of chemicals that are formed during the incomplete burning of coal, oil and gas, garbage, or other organic substances. PAHs can be man-made or occur naturally. There is no known use for most of these chemicals except for research purposes. A few of the PAHs are used in medicines and to make dyes, plastics, and pesticides. They are found throughout the environment in the air, water, and soil. There are more than 100 different PAH compounds. Although the health effects of the individual PAHs are not exactly alike, the following 15 PAHs are considered as a group:

acenaphthene
acenaphthylene

anthracene
benz(a)anthracene
benzo(a)pyrene
benzo(b)fluoranthene
benzo(ghi)perylene
benzo(k)fluoranthene
chrysene
dibenz(a,h)anthracene
fluoranthene
fluorene
indeno(1,2,3-cd)pyrene
phenanthrene
pyrene

As pure chemicals, PAHs generally exist as colorless, white, or pale yellow-green solids. Most PAHs do not occur alone in the environment (including those found at hazardous waste sites), rather they are found as mixtures of two or more PAHs. They can occur in the air either attached to dust particles, or in soil or sediment as solids. They can also be found in substances such as crude oil, coal, coal tar pitch, creosote, and road and roofing tar. Most PAHs do not dissolve easily in water, but some PAHs readily evaporate into the air. PAHs generally do not burn easily and they will last in the environment for months to years.

How might I be exposed to polycyclic aromatic hydrocarbons?

PAHs are present throughout the environment, and you may be exposed to these substances at home, while outside, or at the workplace. Typically, you will not be exposed to an individual PAH alone, but to a mixture of PAHs.

In the environment, you are exposed to PAH vapors or PAHs that are attached to dust and other particles in the air. Other sources include vehicle exhausts, asphalt roads, coal, coal tar, wildfires, agricultural burning, and hazardous waste sites. Background levels of PAHs in the air are reported to be 0.02-1.2 milligrams per cubic meter (mg/m³) in rural areas and 0.15-19.3 mg/m³ in urban areas. You may be exposed to PAHs in soil near areas where coal, wood, gasoline, or other products have been burned. You may be exposed to PAHs in the soil on or near hazardous waste sites, such as former manufactured-gas sites and wood-preserving facilities. PAHs have been found in some drinking water supplies in the United States. The background level of PAHs in drinking water ranges from 4 to 24 nanograms per liter (ng/L).

In the home, PAHs are present in tobacco smoke, smoke from home heating of wood, creosote-treated wood products, cereals, grains, flour, bread, vegetables, fruits, meat, processed or pickled foods, and beverages. Food grown in contaminated soil or air may also contain PAHs. Cooking meat or other food at high temperatures, which happens during grilling or charring, increases the amount of PAHs in the food. The level of PAHs in the typical U.S. diet is less than 2 parts of total PAHs per billion parts of food (ppb).

For many people, the greatest exposure to PAHs occurs in the workplace. PAHs have been found in coal-tar production plants, coking plants, bitumen and asphalt production plants, coal-gasification sites, smoke houses, aluminum production plants, coal-tarring activities, and municipal trash incinerators. PAHs have also been found in other facilities where petroleum, petroleum products, or coal are used or where wood, cellulose, corn, or oil are burned.

How can polycyclic aromatic hydrocarbons enter and leave my

body?

PAHs can enter your body through your lungs when you breathe air that contains them. This is one of the most significant routes of exposure for people living near hazardous waste sites. Drinking water or swallowing food, soil, or dust particles that contain PAHs are other routes for these chemicals to enter your body. Under normal conditions of environmental exposure, PAHs could enter your body if your skin comes into contact with soil that contains high levels of PAHs (this could occur near a hazardous waste site); or with heavy oils or other products (such as coal tar, roofing tar, or creosote) that contain PAHs.

PAHs enter your body quickly and easily by all routes of exposure. The rate at which PAHs enter your body is increased when they are present in oily mixtures. They go to all the tissues of your body that contain fat, and tend to be stored mostly in your kidneys, liver, and fat, with smaller amounts in your spleen, adrenal glands, and ovaries. Results from animal studies show that PAHs do not tend to be stored in your body for a long time; most PAHs that enter the body leave within a few days, primarily in the feces and urine.

How can polycyclic aromatic hydrocarbons affect my health?

The U.S. Department of Health and Human Services has determined that PAHs may reasonably be anticipated to be carcinogens. Several of the PAHs, including benz(a)anthracene, benzo(a)pyrene, benzo(b)fluoranthene, benzo(k)fluoranthene, chrysene, dibenz(a,h)anthracene, indeno(1,2,3-cd)pyrene, have caused tumors in laboratory animals when they ate them, when they were applied to their skin, or when they breathed them in the air for long periods of time. Reports in humans show that individuals exposed by breathing or skin contact for long periods of time to mixtures of other compounds and PAHs can also develop cancer.

Mice fed high levels of benzo(a)pyrene during pregnancy had difficulty reproducing and so did their offspring. The offspring from pregnant mice fed benzo(a)pyrene also showed other harmful effects, such as birth defects and decreased body weight. Similar effects could occur in humans, but we have no information to show that these effects do occur.

Studies in animals have also shown that PAHs can cause harmful effects on skin, body fluids, and the body's system for fighting disease after both short- and long-term exposure. These effects have not been reported in humans.

What levels of exposure have resulted in harmful health effects?

Tables [1-1](#), [1-2](#), [1-3](#), and [1-4](#) show the relationship between exposure to PAHs and known health effects in humans and animals. As can be seen, no information is available from human studies to determine health effects resulting from exposure to specific levels of the individual PAHs, although inhalation and skin exposure to mixtures containing PAHs has been associated with cancer in humans.

A Minimal Risk Level (MRL) is also included in Table [1-3](#). This MRL was derived from animal data for short-term exposure, as described in Table [2-2](#). The MRL provides a basis for comparison with levels that people might encounter in food. If a person is exposed to PAHs at an amount below the MRL, it is not expected that harmful (noncancer) health effects will occur. Because this level is based only on information currently available, some uncertainty is always associated with it. Also, because the method for deriving MRLs does not use any information about cancer, an MRL does not imply anything about the presence, absence, or level of risk for cancer.

Is there a medical test to determine whether I have been exposed to polycyclic aromatic hydrocarbons?

In your body, PAHs are changed into chemicals that can attach to substances within the body. The presence of PAHs attached to these substances can then be measured in body tissues or blood after exposure to PAHs. However, this test is still being developed and it is not known yet how well it works. PAHs or their breakdown products can also be measured in urine. Although these tests can tell that you have been exposed to PAHs, it is not yet possible to use these tests to predict the severity of any health effects that might occur or to determine the extent of your exposure to the PAHs. These tests are not routinely available at a doctor's office because they require special equipment for sampling and detecting these chemicals.

What recommendations has the federal government made to protect human health?

Based on data on benzo(a)pyrene, the federal government has developed regulatory standards and guidelines to protect individuals from the potential health effects of PAHs in drinking water. The U.S. Environmental Protection Agency (EPA) has provided estimates of levels of total cancer-causing PAHs in lakes and streams associated with various risks of developing cancer in humans. EPA has also concluded that any release of PAHs of more than 1 pound should be reported.

PAHs are generally not produced commercially in the United States except as research chemicals. However, PAHs are found in coal, coal tar, and in the creosote oils and pitches formed from the distillation of coal tars. The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) concluded that occupational exposure to coal products can increase the risk of lung and skin cancer in workers and recommended an occupational exposure limit for coal tar products of 0.1 milligram of PAHs per cubic meter of air (0.1 mg/m³) for a 10-hour workday, 40-hour workweek. The Occupational Safety and Health Administration (OSHA) has established a legally enforceable limit of 0.2 milligram of all PAHs per cubic meter of air (0.2 mg/m³).

Where can I get more information?

If you have any more questions or concerns not covered here, please contact your state health or environmental department or

Agency for Toxic Substances and Disease Registry
Division of Toxicology
1600 Clifton Road, E-29
Atlanta, Georgia 30333

This agency can also give you information on the location of the nearest occupational and environmental health clinics. Such clinics specialize in recognizing, evaluating, and treating illnesses that result from exposure to hazardous substances.

Agency for Toxic Substances and Disease Registry

Public Health Statement

Benzo[a]pyrene

ATSDR Public Health Statement, May 1990

What is benzo[a]pyrene?

Benzo[a]pyrene (B[a]P) is one of the polycyclic aromatic hydrocarbon (PAH) compounds. Because it is formed when gasoline, garbage, or any animal or plant material burns, it is usually found in smoke and soot. This chemical combines with dust particles in the air and is carried into water and soil and onto crops. Benzo[a]pyrene is found in the coal tar pitch that industry uses to join electrical parts together. It is also found in creosote, a chemical used to preserve wood.

How might I be exposed to benzo[a]pyrene?

People may be exposed to B[a]P from environmental sources such as air, water, and soil and from cigarette smoke and cooked food. Workers who handle or are involved in the manufacture of PAH-containing materials may also be exposed to B[a]P. Typically, exposure for workers and the general population is not to B[a]P alone but to a mixture of similar chemicals.

The general population may be exposed to dust, soil, and other particles that contain B[a]P. The largest sources of B[a]P in the air are open burning and home heating with wood and coal. Factories that produce coal tar also contribute small amounts of B[a]P to the air. People may come in contact with B[a]P from soil on or near hazardous waste sites, such as former gas-manufacturing sites or abandoned wood-treatment plants that used creosote. At this time, B[a]P has been found at 110 out of 1,117 sites on the National Priorities List (NPL) of hazardous waste sites in the United States. As more sites are evaluated by the Environmental Protection Agency (EPA), this number may change. The soil near areas where coal, wood, or other products have been burned is another source of exposure. Exposure to B[a]P and other PAHs may also occur through skin contact with products that contain PAHs such as creosote-treated wood, asphalt roads, or coal tar.

People may be exposed to B[a]P by drinking water from the drinking water supplies in the United States that have been found to contain low levels of the chemical. Foods grown in contaminated soil or air may contain B[a]P. Cooking food at high temperatures, as occurs during charcoal-grilling or charring, can increase the amount of B[a]P in the food. Benzo[a]pyrene has been found in cereals, vegetables, fruits, meats, beverages, chewing tobacco, and in cigarette smoke.

The greatest exposure to B[a]P is likely to take place in the workplace. People who work in coal

tar-production plants; coking plants; asphalt-production plants; coal-gasification sites; smoke houses; municipal trash incinerators; and facilities that burn wood, coal, or oil may be exposed to B[a]P in the workplace air. Benzo[a]pyrene may also be found in areas where high-temperature food fryers and broilers are used.

How does benzo[a]pyrene get into my body?

The most common way B[a]P enters the body is through the lungs when a person breathes in air or smoke containing it. It also enters the body through the digestive system when substances containing it are swallowed. Although B[a]P does not normally enter the body through the skin, small amounts could enter if contact occurs with soil that contains high levels of B[a]P (for example, near a hazardous waste site) or if contact is made with heavy oils containing B[a]P.

How can benzo[a]pyrene affect my health?

The U.S. Department of Health and Human Services has determined that B[a]P may reasonably be anticipated to be a carcinogen. Benzo[a]pyrene causes cancer in laboratory animals when applied to their skin. This finding suggests that it is likely that people exposed in the same manner could also develop cancer.

Because studies of B[a]P are not complete, we don't know if B[a]P that is breathed in or swallowed could cause cancer.

Mice fed high levels of B[a]P during pregnancy had trouble reproducing, and so did their offspring. The newborn animals of pregnant mice fed B[a]P also had other harmful effects (for example, birth defects and lower-than-normal body weight). It is possible that similar effects could happen to people exposed to B[a]P.

Is there a medical test to determine if I have been exposed to benzo[a]pyrene?

Very few tests are available that can tell whether exposure to B[a]P has taken place. In the body, B[a]P is changed to related chemical substances called metabolites. The metabolites can bind with DNA, the genetic material of the body, and with hemoglobin, the oxygen-carrying protein in red blood cells. The body's response after exposure can be measured in the blood. However, this test is still being developed. Benzo[a]pyrene can also be found in the urine and blood of individuals exposed to PAHs. It is not possible to know from these tests how much B[a]P a person was exposed to or to predict what health effects may happen at certain levels. Also, none of these tests have been used in exposure situations outside the workplace.

What levels of exposure have resulted in harmful health effects?

No information has been found about specific levels of B[a]P that have caused harmful effects in people after breathing, swallowing, or touching the substance.

Figure 1.1 shows the amount of B[a]P found to cause harmful health effects in laboratory animals after eating B[a]P for short and long periods. Short- and long-term exposures to B[a]P caused death in experimental animals fed the chemical. The offspring of animals that ate 10 milligrams of B[a]P per

kilogram of body weight (mg/kg) during pregnancy had trouble reproducing. Some of the offspring weighed less than normal at birth and had birth defects.

A Minimal Risk Level (MRL) is also included in Fig. 1.1. This MRL is based on experiments in animals. The MRL provides a basis for comparison with levels that people might be exposed to in food. If a person is exposed to PAHs at an amount less than the MRL, harmful (noncancer) health effects are not expected to occur.

Because this level is based only on information currently available, some uncertainty is always associated with it. Also, because the method for deriving MRLs does not use any information about cancer, an MRL does not imply anything about the presence, absence, or level of risk for cancer.

What recommendations has the federal government made to protect human health?

Based on information from another PAH chemical, the federal government has developed standards and guidelines to protect individuals from the potential health effects of PAHs, including B[a]P, in drinking water. The U.S. Environmental Protection Agency (EPA) has provided estimates of levels of total cancer-causing PAHs in lakes and streams associated with various risks of developing cancer in people. EPA has also determined that any release of PAHs of more than 1 pound should be reported to the National Response Center.

Pure B[a]P is produced in the United States only as a laboratory chemical. However, B[a]P is a PAH, and PAHs are found in coal tar and in the creosote oils and pitches formed from the production of coal tar. The government's goal has been to protect workers involved with the production of coal tar products. These regulations are for exposure to B[a]P in workplace air. Although government standards are not B[a]P alone, they are useful in controlling exposure to total PAHs.

The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) has determined that workplace exposure to coal products can increase the risk of lung and skin cancer in workers and suggests a workplace exposure limit for coal tar products of 0.1 milligram of PAHs per cubic meter of air (0.1 mg/m³) for a 10-hour workday, 40-hour workweek. NIOSH has not suggested a specific workplace limit for B[a]P. The Occupational Safety and Health Administration (OSHA) has set a legal limit of 0.2 milligram of all PAHs per cubic meter of air (0.2 mg/m³).

Where can I get more information?

If you have more questions or concerns, please contact your state health or environmental department or:

Agency for Toxic Substances and Disease Registry
Division of Toxicology
1600 Clifton Road, E-29
Atlanta, Georgia 30333

Health Risks from Perfume: The Twenty Most Common Chemicals Found in Thirty-One Fragrance Products by a 1991 EPA Study

by Julia Kendall
1995

Compiled by Julia Kendall*, Co-Chair, Citizens for a Toxic-Free Marin. Phone: (415) 485-6870. Reference: Lance Wallace. Environmental Protection Agency: Phone (703) 341-7509 Excerpts from "Health Hazard Information." References: Material Safety Data Sheets (MSDS). Provided with permission by Barbara Wilkie wilworks@lanminds.com of the [Environmental Health Network \(of California\)](#). [*NOTE: [Julia Kendall](#) died July 12, 1997 from Multiple Chemical Sensitivities and Leukemia caused by pesticide poisoning.]

Principal chemicals found in scented products are:

ACETONE

(in: cologne, dishwashing liquid and detergent, nail enamel remover) - On EPA, RCRA, CERCLA Hazardous Waste lists. "Inhalation can cause dryness of the mouth and throat; dizziness, nausea, incoordination, slurred speech, drowsiness, and, in severe exposures, coma." "Acts primarily as a central nervous system (CNS) depressant."

BENZALDEHYDE

(in: perfume, cologne, hairspray, laundry bleach, deodorants, detergent, vaseline lotion, shaving cream, shampoo, bar soap, dishwasher detergent) - Narcotic, Sensitizer. "Local anesthetic, CNS depressant"... "irritation to the mouth, throat, eyes, skin, lungs, and GI tract causing nausea and abdominal pain." "May cause kidney damage." "Do not use with contact lenses."

BENZYL ACETATE

(in: perfume, cologne, shampoo, fabric softener, stickup air freshener, dishwashing liquid and detergent, soap, hairspray, bleach, after shave, deodorants) - Carcinogenic (linked to pancreatic cancer): "From vapors: irritating to eyes and respiratory passages, exciting cough." "In mice: hyperaemia of the lungs." "Can be absorbed through the skin causing systemic effects " "Do not flush to sewer."

BENZYL ALCOHOL

(in: perfume, cologne, soap, shampoo, nail enamel remover, air freshener, laundry bleach and detergent, vaseline lotion, deodorants, fabric softener) - "irritating to the upper respiratory tract" ... "headache, nausea, vomiting, dizziness, drop in blood pressure, CNS depression, and death in severe cases due to respiratory failure."

CAMPHOR

(in: perfume, shaving cream, nail enamel, fabric softener, dishwasher detergent, nail color, stickup air freshener) - "local irritant and CNS stimulant" ... "readily absorbed through body tissues" ... "irritation of eyes, nose and throat" ... "dizziness, confusion, nausea, twitching muscles and convulsions" "Avoid inhalation of vapors."

ETHANOL

(in: perfume, hairspray, shampoo, fabric softener, dishwashing liquid and detergent, laundry detergent, shaving cream, soap, vaseline lotion, air fresheners, nail color and remover, paint and varnish remover) - On EPA Hazardous Waste list; symptoms: "...fatigue; irritating to eyes and upper

respiratory tract even in low concentrations..." "Inhalation of ethanol vapors can have effects similar to those characteristic of ingestion. These include an initial stimulatory effect followed by drowsiness, impaired vision, ataxia, stupor..." Causes CNS disorder.

ETHYL ACETATE

(in: after shave, cologne, perfume, shampoo, nail color, nail enamel remover, fabric softener, dishwashing liquid) - Narcotic. On EPA Hazardous Waste list: "...irritating to the eyes and respiratory tract" ... "may cause headache and narcosis (stupor)" ... "defatting effect on skin and may cause drying and cracking" ... "may cause anemia with leukocytosis and damage to liver and kidneys" "Wash thoroughly after handling."

LIMONENE

(in: perfume, cologne, disinfectant spray, bar soap, shaving cream, deodorants, nail color and remover, fabric softener, dishwashing liquid, air fresheners, after shave, bleach, paint and varnish remover) - Carcinogenic. "Prevent its contact with skin or eyes because it is an irritant and sensitizer." "Always wash thoroughly after using this material and before eating, drinking, ...applying cosmetics. Do not inhale limonene vapor."

LINALOOL

(in: perfume, cologne, bar soap, shampoo, hand lotion, nail enamel remover, hairspray, laundry detergent, dishwashing liquid, vaseline lotion, air fresheners, bleach powder, fabric softener, shaving cream, after shave, solid deodorant) - Narcotic. ... "respiratory disturbances" ... "Attracts bees." "In animal tests: ataxic gait, reduced spontaneous motor activity and depression ... development of respiratory disturbances leading to death." ... "depressed frog-heart activity." Causes CNS disorder.

METHYLENE CHLORIDE

(in: shampoo, cologne, paint and varnish remover) - Banned by the FDA in 1988! No enforcement possible due to trade secret laws protecting chemical fragrance industry. On EPA, RCRA, CERCLA Hazardous Waste lists. "Carcinogenic" ... "Absorbed, stored in body fat, it metabolizes to carbon monoxide, reducing oxygen-carrying capacity of the blood." "Headache, giddiness, stupor, irritability, fatigue, tingling in the limbs." Causes CNS disorder.

a-PINENE

(in: bar and liquid soap, cologne, perfume, shaving cream, deodorants, dishwashing liquid, air freshener) - Sensitizer (damaging to the immune system).

g-TERPINENE

(in: cologne, perfume, soap, shaving cream, deodorant, air freshener) - "Causes asthma and CNS disorders."

a-TERPINEOL

(in: perfume, cologne, laundry detergent, bleach powder, laundry bleach, fabric softener, stickup air freshener, vaseline lotion, cologne, soap, hairspray, after shave, roll-on deodorant) - ... "highly irritating to mucous membranes"... "Aspiration into the lungs can produce pneumonitis or even fatal edema." Can also cause "excitement, ataxia (loss of muscular coordination), hypothermia, CNS and respiratory depression, and headache." "Prevent repeated or prolonged skin contact."

Unable to secure MSDS for the following chemicals: 1,8-CINEOLE; b-CITRONELLOL; b-MYRCENE; NEROL; OCIMENE; b-PHENETHYL ALCOHOL; a-TERPINOLENE

Relevant Facts:

95% of chemicals used in fragrances are synthetic compounds derived from petroleum. They include benzene derivatives, aldehydes and many other known toxics and sensitizers - capable of causing cancer, birth defects, central nervous system disorders and allergic reactions. Neurotoxins: At Home and the Workplace, Report by the Committee on Science & Technology, U.S. House of

Representatives, Sept. 16, 1986. (Report 99-827)

Central Nervous System disorders (brain and spine) include Multiple Sclerosis, Parkinson's Disease, Alzheimer's Disease, Sudden Infant Death Syndrome.

Chloroform was found in tests of fabric softeners: EPA's 1991 study.

A room containing an air freshener had high levels of p-dichlorobenzene (a carcinogen) and ethanol: EPA's 1991 study.

An FDA analysis (1968-1972) of 138 compounds used in cosmetics that most frequently involved adverse reactions; identified five chemicals (alpha-terpineol, benzyl acetate, benzyl alcohol, limonene and linalool) that are among the 20 most commonly used in the 31 fragrance products tested by the EPA in 1991!

Thirty-three million Americans suffer from sinusitis (inflammation or infection of sinus passages). Ten million Americans have asthma. Asthma and asthma deaths have increased over 30% in the past 10 years.

Headaches cost \$50 billion in lost productivity and medical expenses and 157 million lost work days in 1991. "Focus on Fragrance and Health," by Louise Kosta. The Human Ecologist, Fall 1992.

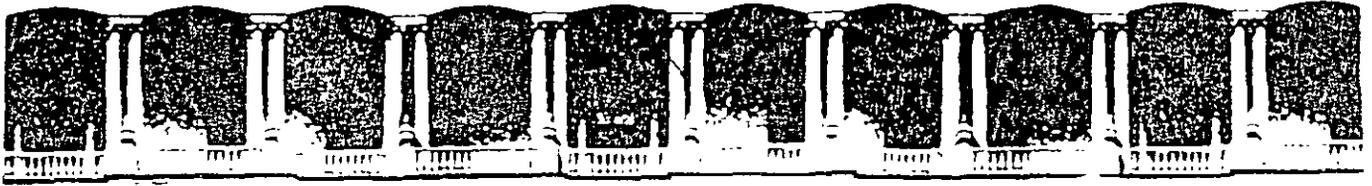
Patricia P. Wilcox has written an excellent addendum describing some of the chemicals Julia Kendall was unable to get information on.

This article is copyrighted but reprints for personal use (including use in legal proceedings, ADA requests, and medical care) are allowed as long as you credit the source.

Cyndi Norman / immune@best.com / Last Modified: 10/7/98

[Return to Immune Information Page](#)

[Return to Immune Homepage](#)



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

CURSOS ABIERTOS

**ADMINISTRACIÓN DE RIESGOS
INDUSTRIALES (AVANZADO)**

TEMA

NOTAS DEL CURSO

**PALACIO DE MINERIA
OCTUBRE DEL 2000**

Herramientas para la Identificación y Evaluación de Riesgos

- Hazop
- What if?
- Índice Down
- Árbol de Decisión

RIESGO

- Una medida de pérdida económica o daño a las personas, expresada en función de la probabilidad de ocurrencia de un suceso y la magnitud de sus consecuencias (RISK)

PELIGRO

- Condición física o química, que puede causar daño a las personas, a la propiedad y/o al medio ambiente, (HAZARD).

ANÁLISIS

- ***Cualitativo***

- Identificación de Peligros
- Revisar diseño

- ***Cuantitativo***

- Estimar probabilidad de causas iniciadoras de accidentes.
- Aceptación de probabilidades de ocurrencia
- Identificar oportunidad de reducir probabilidades
- Identificar la secuencia del accidente y su probabilidad
- Identificar la forma de reducir la probabilidad de ocurrencia y sus consecuencias
 - *Aceptación de probabilidad de ocurrencia*

ANÁLISIS DE RIESGOS

Es la serie de técnicas que se aplican para identificar riesgos potenciales en un proceso; y con esto, asegurar medidas de eliminación y control de riesgos.

(De manera sistemática, si no, No es válida)

SISTEMA DE ANÁLISIS

1. Descripción del sistema
2. Identificación del Riesgo
3. Estimación de probabilidad
4. Estimación de consecuencias
5. Eliminación o Control del Riesgo
6. Aceptación del sistema.

(Al ser **SÍ**, se implementa. Al ser **NO**, se revisa y modifica)

Índice Dow Chemical Company

Ver notas adjuntas

“Índice de Incendio y Explosión”

Guía para la clasificación de riesgos

Calidad y Normatividad

ISO / NOM / STPS / NFPA

Calidad y Normatividad

ISO

- ISO 9000 NOM CC2
- ISO 9002 NOM CC3
- ISO 9002 NOM CC4
- ISO 9003 NOM CC5
- ISO 9004 NOM CC6

Calidad y Normatividad

ISO

- ¿Qué es ISO 9000?
 - ◆ Es una serie de normas que cubren aseguramiento y administración de la calidad

Calidad y Normatividad

ISO - 9001

- ◆ Modelo para aseguramiento de la calidad aplicable al diseño/desarrollo fabricación, instalación, servicio.

Calidad y Normatividad

ISO - 9002

- ◆ Modelo para aseguramiento de la calidad aplicable a la fabricación, instalación servicio.

Calidad y Normatividad

ISO - 9003

- ◆ Modelo para aseguramiento de la calidad aplicable a la Inspección y pruebas finales.

Calidad y Normatividad

Beneficios ISO

- ◆ Compromiso Objetivo por la calidad
- ◆ Aumento y Confianza y lealtad de clientes
- ◆ Mayor participación del Mercado
- ◆ Aumento de Productividad
- ◆ Mejor documentación
- ◆ Orden Administrativo

Calidad y Normatividad

Elementos ISO

- ◆ Control de equipo de inspección, medición y prueba.
- ◆ Estado de Inspección
- ◆ Control de Producción
- ◆ Acciones correctivas y preventivas
- ◆ Control de registros de Calidad
- ◆ Auditoría Interna de Calidad
- ◆ Capacitación
- ◆ Servicio

Calidad y Normatividad

Normatividad **ISO**

- ISO 14000
- ISO 18000 ?

Calidad y Normatividad

Normatividad **STPS**

- NOM-001-STPS-1993. Condiciones de Higiene y Seguridad.
- NOM-002-STPS-1994. Protecciones Contra Incendio
- NOM-003-STPS-1993. Operadores de Grúas
(cancelada 1997)
- NOM-004-STPS-1993. Sistemas de Protección y dispositivos
de seguridad.
- NOM-005-STPS-1993. Almacenamiento y transporte de
materiales inflamables y combustibles.
- NOM-006-STPS-1993. Estiba y desestiba de materiales en
centros de trabajo.
- NOM-121-STPS-1996. Trabajos en Minas

Calidad y Normatividad

Normatividad STPS

NOM-121-STPS. 1996 Trabajos en Minas

- 5.1 Obligaciones de los Patrones
- 5.2 Obligaciones de los trabajadores
- 6.0 Requerimientos
- 6.1 Estudio de Riesgos
- 6.2 Plan de Emergencias
- 6.3 Protección contra Incendios
- 6.4 Personal de Seguridad
- 6.5 Brigadas de Salvamento
- 6.6 Capacitación
- 6.7 Equipo de Protección Personal

Calidad y Normatividad

Normatividad **NFPA**

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION

Calidad y Normatividad

Normatividad NFPA

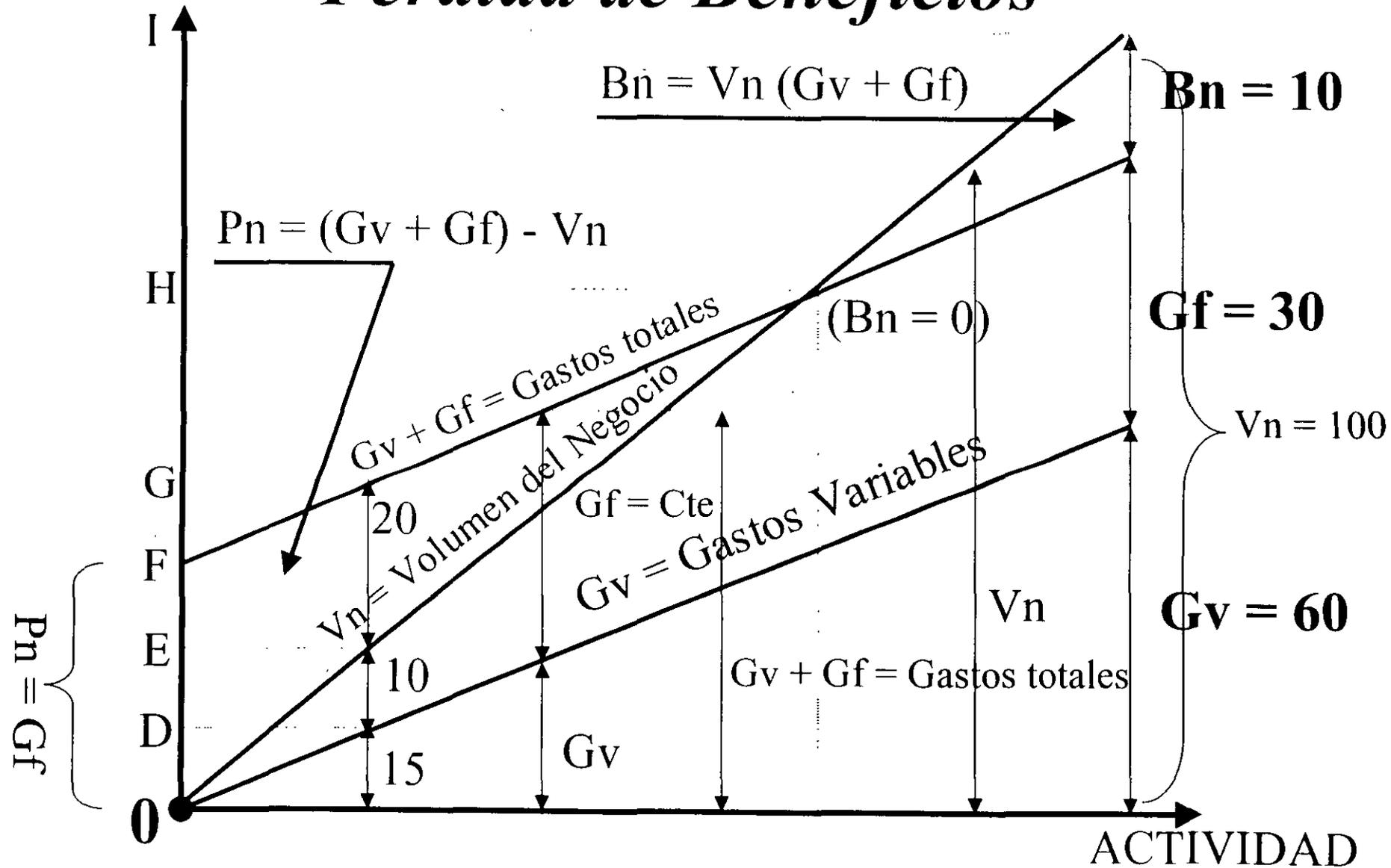
- NFPA 1 Fire prevention Code
- NFPA 10 Portable Fire Extinguishers
- NFPA 13 Installation of Sprinklers Systems
- NFPA 14 Installation of Standpipe and Hose Systems
- NFPA 20 installation of Centrifugal Fire Pumps.

Calidad y Normatividad

Normatividad NFPA

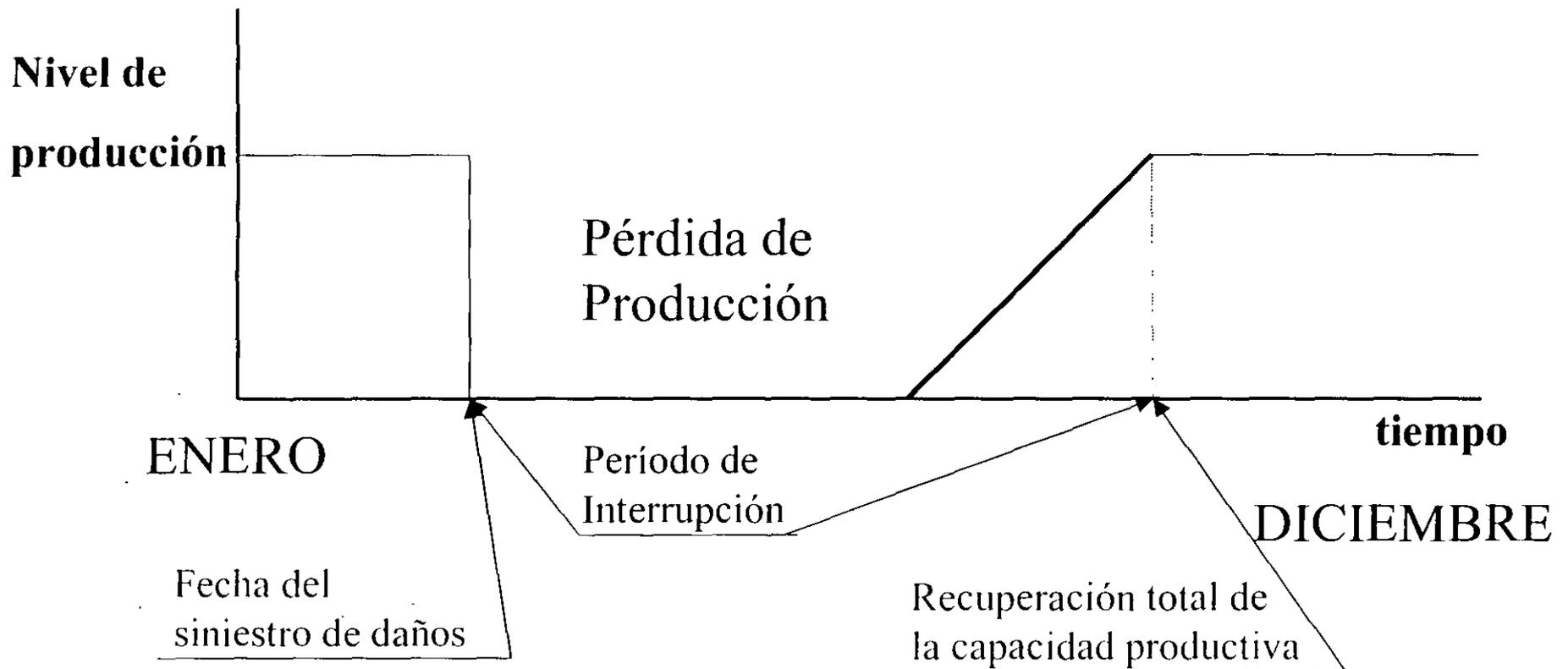
- NFPA 70 National Electric Code NEC
- NFPA 101 Life Safety Code
- NFPA 704 Identification of the Hazards
of Materials for Emergency
Response.

Pérdida de Beneficios

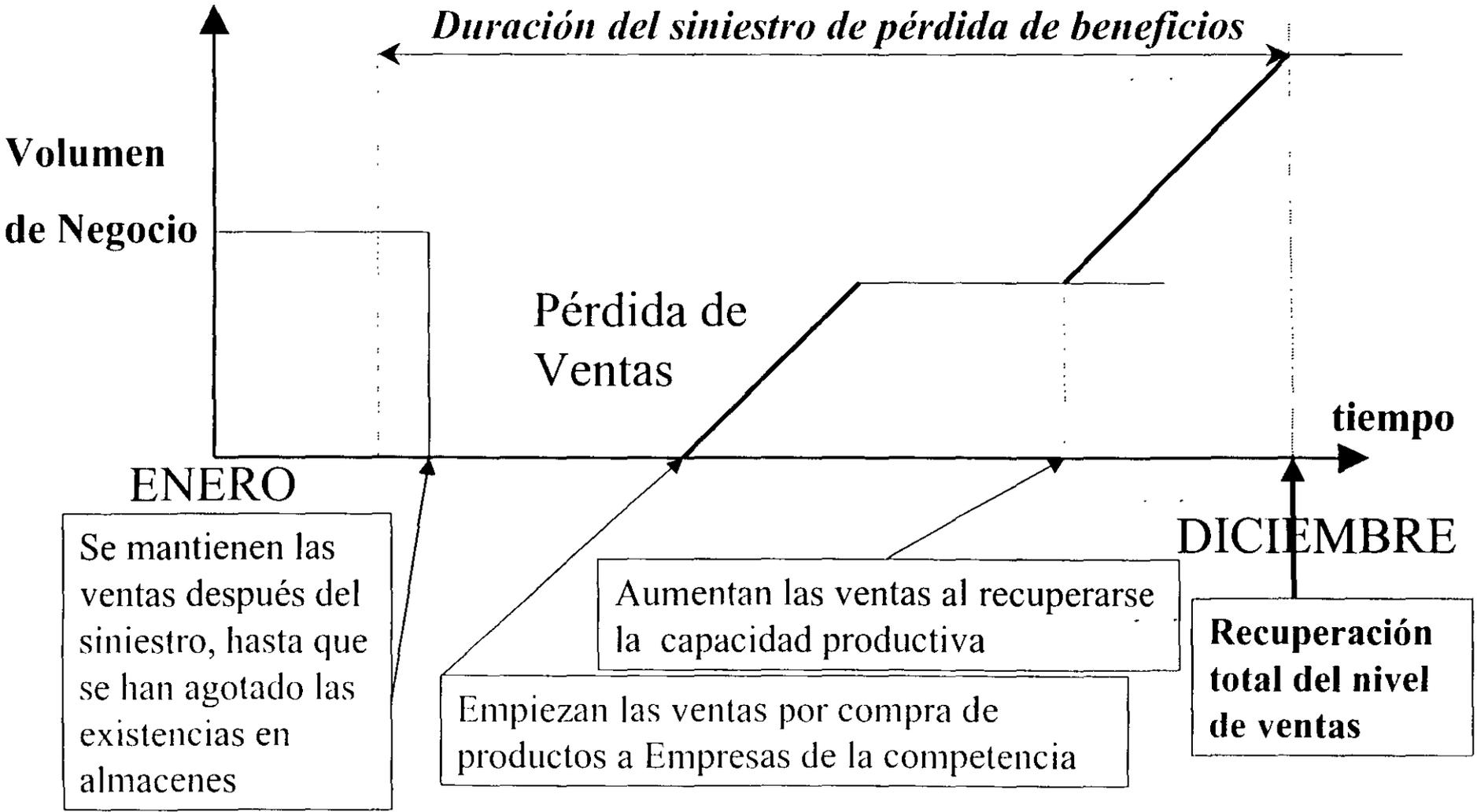


Volumen de Negocio = Gastos Permanentes + Gastos Variables + Beneficio

Evolución de la Producción



Evolución de las Ventas



La prevención en el Diseño ¿es negocio?

Seminario de Administración de
Riesgos.

Facultad de Ingeniería UNAM

ANALISIS WHAT-IF?

• **TIEMPO Y COSTO:** Depende de la magnitud de las instalaciones y el número de áreas a investigar, no resulta efectivo en tiempo y costo si el personal que lleve a cabo el análisis no tiene el adiestramiento adecuado en la utilización del método.

ARBOL DE DECISIONES

☛ Este análisis de fallas o errores es una técnica deductiva en donde se muestra un suceso/accidente que a partir de este el analista identifica las causas. Este método representa gráficamente las diferentes combinaciones de fallas/errores en equipos que pueden dar como resultado un evento no deseado.

ARBOL DE DECISIONES

- El método como herramienta cualitativa está en permitir al analista dar directrices de medidas preventivas para evitar un accidente.
- Tiene como objeto el identificar riesgos a través de fallas/errores en equipos que pueden dar como resultado un accidente. Se puede utilizar tanto en la etapa de diseño como en la de operación.

ARBOL DE DECISIONES

• **RESULTADOS:** Obtenemos una relación de hechos o combinaciones de fallas/errores que pueden originar un accidente. Aunque el resultado es cualitativo presenta la posibilidad de utilizarse como evaluación cuantitativa (número de fallas, errores del mismo tipo, etc.).

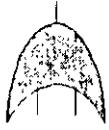
ARBOL DE DECISIONES

- *INFORMACION REQUERIDA:* Se debe tener una descripción del sistema y conocimiento de falla/error-efectos.
- **MEDIOS HUMANOS:** En general un analista será el responsable de la construcción de un solo árbol con la consulta frecuente a los ingenieros responsables de la operación.

ARBOL DE DECISIONES

- *Es* aconsejable la creación de un equipo asignando a cada miembro una parte del mismo y proponer como coordinador al de mayor experiencia en el tema.
- *TIEMPO Y COSTO*: Esto va a depender de la complejidad del sistema. para dar una idea, una unidad de proceso puede llevarse un día para elaborar cada árbol de errores.

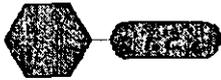
Símbolos Lógicos FTA



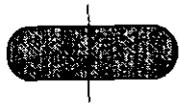
Puerta O: A ocurre si ocurre B ó C



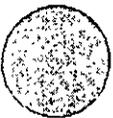
Puerta Y: A ocurre si ocurre B y C



Puerta **inhibit**: El problema se produce en la salida si se da un problema en la entrada y se satisface la condición de inhibición



Puerta **DELAY**: El suceso se produce en la salida cuando también se ha dado un problema en la entrada y ha pasado el tiempo de demora especificado



Suceso **Básico**: Fallo básico que no requiere más desarrollo

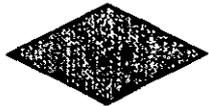
Continúa...

Símbolos Lógicos FTA

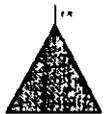
Continuación.....



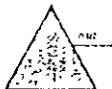
Suceso **INTERMEDIO**: Representa un error producto de la interrelación de otros errores anteriores, a través de las puertas lógicas



Suceso **NO DESARROLLADO**: Suceso no desarrollado bien por falta de información, bien por consecuencias poco importantes

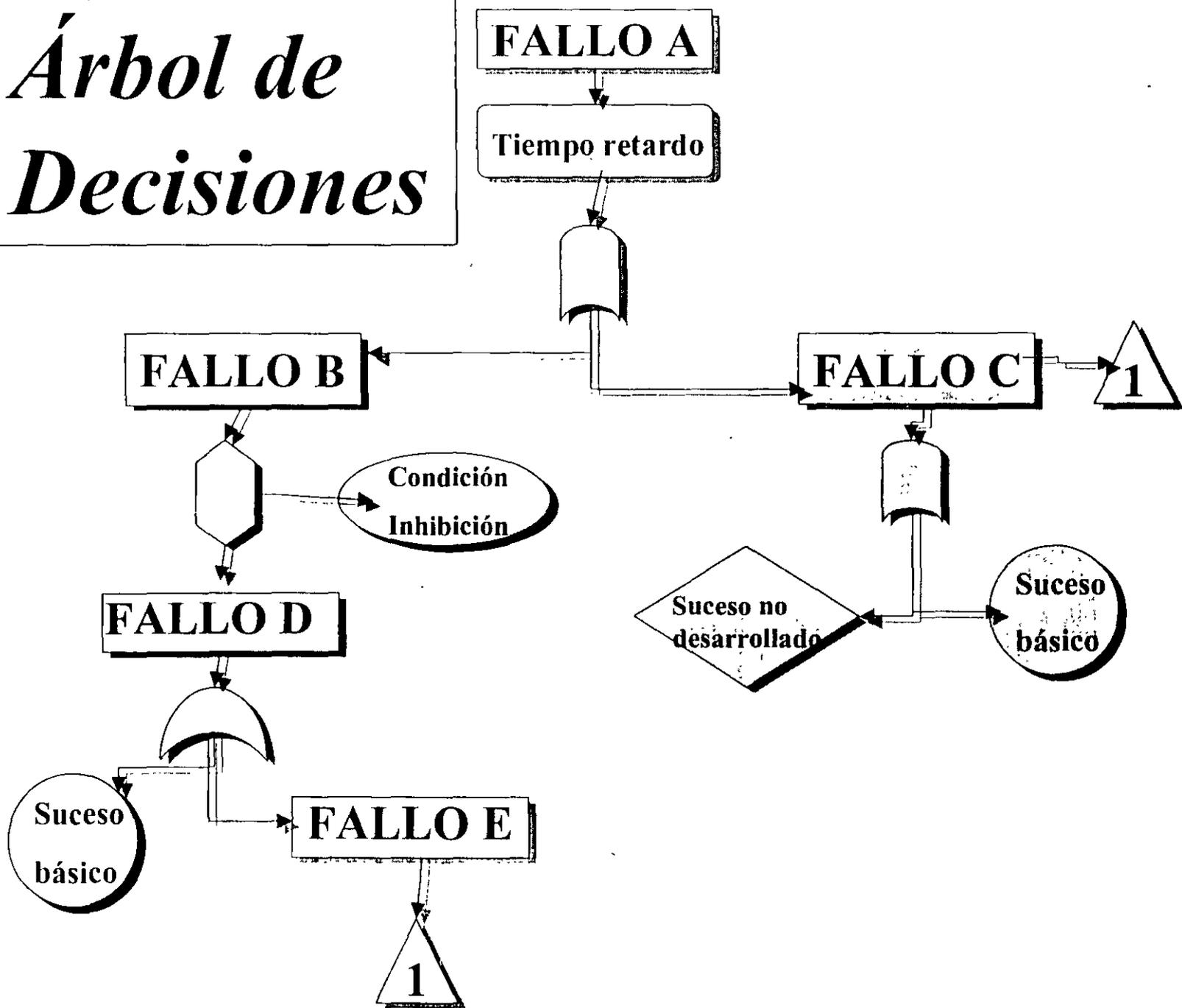


Símbolo **TRANSFERENCIA**: Paso a otro esquema (entrada)



Símbolo **TRANSFERENCIA**: Paso a otro esquema (salida)

Árbol de Decisiones



ANALISIS HAZOP

(Hazard and Operability)

☛ Un estudio Hazop identifica los riesgos asociados con la operación del sistema, investigando las desviaciones posibles en la operación de la planta con respecto a la operación normal, es importante considerar que un estudio Hazop no tiene como objeto encontrar soluciones complejas a los problemas detectados.

HAZOP

- El líder del equipo identifica los nodos.
- De cada nodo se analizan las desviaciones con respecto a los parámetros del proceso, utilizando palabras Guía, con esto se garantiza que el diseño será explorado en todas las alternativas concebibles. El equipo identificara las desviaciones, sus causas, consecuencias y las acciones a tomar.

HAZOP

- El momento más adecuado para aplicar un estudio Hazop, es cuando el diseño del sistema sea el definitivo, la ventaja es que en caso de sugerir cambios derivados del estudio Hazop estos serán sin costos elevados. Sin embargo esto no quiere decir que no se pueda aplicar en cualquier otra etapa del sistema.

HAZOP

- Ejemplo: Modernizar sistemas de instrumentación y control en plantas antiguas, existe una relación entre el estudio y el control de la planta.
- El éxito del Hazop depende de varios factores:
 - Información disponible
 - La elección del equipo

HAZOP

-La habilidad del equipo.

a) Definición de parámetros del nodo (intención)

Se define como se espera que opere el sistema en ausencia de desviaciones.

b) Desviaciones.

Se aplicará sistemáticamente a las palabras guía que sean factibles.

HAZOP

c) Causas

Se definen las causas generadoras de la desviación.

d) Consecuencias

Se preveen las consecuencias que genera como resultado la desviación en estudio.

e) Palabras Guía.

HAZOP

(Proceso de trabajo)

- ☛ 1.- Definir el propósito, objetivos y alcance del estudio.
- ☛ 2.- Seleccionar el equipo Hazop.
- ☛ 3.- Preparar las sesiones.
- ☛ 4.- Realizar las sesiones
- ☛ 5.- Resultados.

HAZOP

(propósito y objetivos)

- Propósito y Objetivos: Explícitos, serán fijados por el responsable de la planta o proyecto, asistido por el coordinador o líder del estudio.
- Además de identificar los riesgos en la operación y los asociados con esta, se deberá definir las consecuencias a considerar, como:

HAZOP

- Seguridad física.
- Pérdida de equipo, parte o toda la planta.
- Pérdidas o paro en producción.
- Impacto Ambiental.
- Seguridad pública.
- Aseguramiento.

HAZOP

(selección del equipo)

- Número de miembros deberá ser entre 5 y 7
- No se recomienda hacer equipos numerosos es muy posible que no funcione adecuadamente.
- Tampoco hay que seleccionar un equipo pequeño (por ahorrar tiempo) se tendría el riesgo de fallar en alguno de los campos a estudiar.

HAZOP

☛ Lo recomendable para un buen equipo:

- Ingeniero de Diseño.
- Ingeniero de Proceso
- Supervisor de Operación
- Ingeniero en instrumentación
- Químico
- Supervisor de Mantenimiento.
- Ingeniero en Seguridad.

HAZOP

(tarea del líder)

- ☛ Tiene la misión de mantener orientado en todo momento al equipo hacia el objetivo.
- ☛ Identificar los problemas, no necesariamente solucionarlos.
- ☛ No competir con ni entre los miembros del equipo.
- ☛ Escuchar y hacer participar a todos los miembros del equipo.

HAZOP

(tarea del líder)

- No permitir que los miembros del equipo mantengan actitudes de autodefensa.
- Procurar que las sesiones tengan un ritmo de concentración de sus miembros.

HAZOP

(preparación del estudio)

- ☛ Este aspecto depende en gran medida de la complejidad de las instalaciones.
- ☛ Obtener y seleccionar la información aprovechable. (planos, diagramas de flujo, manuales de operación, de equipos, de control, etc.)
- ☛ Determinar la secuencia del estudio.
- ☛ Calendarizar y convocar a las sesiones.

HAZOP

(convocatoria de sesiones)

- Para definir el tiempo necesario para la realización de un estudio, hay que considerar que como regla general cada línea principal lleva aproximadamente 15 minutos de estudio, un depósito con dos líneas de entrada y dos de salida, más un venteo llevan aproximadamente de una a hora y media de estudio.

HAZOP

(preparación del estudio)

- Una vez definido el tiempo de estudio, se convoca a las sesiones, cada sesión no deberá de durar más de tres horas y preferentemente llevarse acabo por la mañana. El utilizar más tiempo, hace que la sesión sea tediosa y con la consecuencia de afectar la calidad del estudio.

HAZOP

(sesiones)

- La secuencia que se sugiere seguir en las sesiones es la siguiente:
 - Dividir el sistema (líneas / unidades)
 - Definir la intención del diseño
 - Aplicar las palabras Guía
 - Analizar las Desviaciones Significativas
 - Examinar las posibles Causas
 - Examinar las posibles Consecuencias
 - Determinar las Acciones que se requieran

PALABRAS GUÍA MÉTODO HAZOP

<i>Palabra Guía</i>	Significado	Comentarios	Posibles desviaciones (Ejemplos)	Posibles causas	Posibles consecuencias
NO (NO OR NOT)	Negación de la intención prevista	<i>Ninguna de las previsiones del diseño se logran</i>	Ausencia del flujo	<i>Falla de válvula de control, falla operador, etc.</i>	Calentamiento del motor de la bomba
MÁS (MORE)	Aumento cuantitativo de lo previsto	<i>Referido a propiedades cuantitativas como flujo, previsión o actividades como transmisión de calor o velocidad de una reacción.</i>	Aumento de temperatura	<i>Falla del agua de enfriamiento</i>	Paralización de la bomba
MENOS (LESS)	Disminución cuantitativa de lo previsto		Disminución de nivel en un tanque	<i>Falla del controlador de nivel</i>	Pérdida de succión de la bomba
ADemás DE (AS WELL AS)	Aumento cualitativo	<i>Se logran todas las previsiones de diseño; pero además ocurren desviaciones adicionales.</i>	Presencia de impurezas	<i>Falla en el control de calidad de las materias primas</i>	Envenenamiento del catalizador corrosión
PARTE DE (PART OF)	Disminución cualitativa	<i>Sólo se logran parte de las previsiones de diseño</i>	Cambio en la composición del flujo	<i>Fallo en el control de interfase</i>	Presencia de agua en la reacción
INVERSO (REVERSE)	Lo opuesto a lo previsto en el diseño	<i>Aplicable básicamente a actividades, como flujo inverso, reacción química invertida.</i>	Flujo Inverso	<i>Ausencia de válvulas de retención</i>	Golpes de ariete, sifones
OTRO QUE (OTHER THAN)	Todo lo que pueda ocurrir fuera de las condiciones de operación	<i>Ocurre algo totalmente distinto.</i>	Mantenimiento, parada, arranque	<i>Falla de algún equipo, fuga, cambio de catalizador</i>	Costos de producción, tiempo

PARÁMETROS

<i>PALABRA GUÍA</i>	<i>FLUJO</i>	<i>TEMP</i>	<i>PRESIÓN</i>	<i>SUST</i>	<i>CONC.</i>	<i>NIVEL</i>	<i>REAC.</i>
NO	L, R					R, T	L, R, T
MAS	L, R	L, R, T	L, R, T		L, R, T		L, R, T
MÉNOS	L, R	L, R, T	L, R, T		L, R, T		L, R, T
INVERSO	L, R		L, R, T				L, R, T
ADEMÁS DE				L, R, T			
PARTE DE	L, R						L, R, T
OTRO QUE				L, R, T			L, R, T

L =
LÍNEA

R =
RECIPIENTE

T =
TANQUE

ANÁLISIS HAZOP

PLANTA: _____

SISTEMA: _____

UNIDAD/LÍNEA: _____

PÁGINA ____ DE ____

FECHA: _____

P & ID: _____

PARA-METRO	PALABRA GUÍA	DESVIACIÓN	CAUSAS POSIBLES	CONSE-CUENCIAS	G	REACCION SISTEMA	ACCIONES REQUERIDAS	C

G = GRAVEDAD
C = CALIFICACIÓN

TABLA SELECCIÓN MÉTODOS EVALUACIÓN DE RIESGOS

MÉTODOS DE EVALUACIÓN	FASE PLANTA	OBJETO	RESULTADOS	COMPLEJIDAD DEL SISTEMA	DATOS NECESARIOS	TIEMPO COSTO	MEDIOS HUMANOS
	D: Diseño C: Construcción O: Operación M: Modificación	F: Fallos Técnicos P: Procedimiento Operación H: Fallos Humanos C: Consecuenciales	QL: Cualitativos QN: Cuantitativos RR: Reducción del Riesgo	S: Simple M: Medio C: Complejo	G: Globales D: Detalladas E: Entrevistes	B: Relativamente Bajo M Medio A: Relativamente Alto	P: Especialistas Planta S: Especialista Seguridad
Checklist	D/C/O	T/P	QL	S/N	G/I	B	P
Revisión de Seguridad	D/O	P	QL/RR	S/N/C	D	N/A	P/S
Dow/Mond	D/O	T/C	QL/ SemiQN	S/N	G	B	P
Análisis Preliminar	D	T/C	QL/RR	S/N/C	G	B	P
What - If	D/ Arranque	T/P/H/C	QL/RR	S/N	D/E	B/N	P/S
Hazop	D/O	T/P	QL/RR	N/C	D(*)	A	P/S
FMECA	D/C/O	T	QL	N/C	D	N/A	P
Árbol Fallos	D/O	T/M/C	QL/QN	N/C	D	N/A	S
Árbol Sucesos	D/O	T/M/C	QL/QN	N/C	D	N/A	S
Causas / Coos	D/O	T/P/H/C	QL/QN	S/N/C	D	N/A	S
Error Humano	D/C/O	H/C	QL/QN	N/C	D/E	N/A	S



Ing. Santos Fernández Rosas

Noviembre de 1998



Importancia del Diseño

- Salvar vidas
- Garantizar una Probabilidad baja ocurrencia
- Funcionalidad y seguridad van juntas
- Garantizar continuidad operativa
- Además... Bajas cuotas de seguros
- Mejorar las finanzas del negocio
- Bajos costos ocultos por siniestros

El diseño en Edificios

■ Los tipos constructivos

- Construcción resistente al fuego
- construcción maciza
- construcción superior

Pero también debe contar con...

■ Sistemas de Detección

- Detectores humo
- Detectores de fuego
- Detectores de ionización
- Alarmas
- Páneles control
- Central de alarma
- **Vigilancia**

■ Sistema de Mitigación

- Portátiles
 - Extintores
 - Carros bomberos
 - Otros
- Fijos
 - Rociadores automáticos
 - Hidrantes
 - Blitz
 - Sistemas especiales
- **Vigilancia**

Algunos materiales

ALGUNOS MATERIALES

Barreras contra fuego

■ Selladores

- intumescentes.- Aumento volumen
- Eliminar oxígeno
- no permite transmisión del fuego
- solo se quema una sección de cable
- paros por horas, no por días ni semanas
- cuidan un daño al *Cerebro*

■ Materiales Retardantes

- Pinturas
- Barnices
- Tratamientos en telas
- Tratamientos en archivos de cartón
- Proveedores:
 - Fuego Zero
 - 3 M
 - Herberts (Hoechst)

También existen separaciones

- Parapetos
- Distancia
- Muros cortafuego
- Vidrios antihuracán
 - DuPont
 - 3 M

Puertas contra incendio

- Compuestas madera, plástico
- Huecas de metal
- De hoja metálica
- De cortina enrollada
- Compuesta por madera y metal

¿ y en caso de incendio ?
¿qué hacer?

- ¿quién opera los sistemas?
- ¿existe algún plan de emergencia?
- ¿se han realizado simulacros?
- ¿ se cuenta con brigada?
- ¿ a qué distancia están los bomberos?
- ¿cuentan con teléfonos de emergencia?
- ¿tienen los teléfonos de los administradores?

La respuesta es

PLAN DE EMERGENCIAS,...

¡Difundido e

Implementado!

La excelencia en el

Diseño

Riesgo altamente

protegido

(HPR)

Características de un HPR

Según asegurado

- Compromiso gerencial hacia prevención
- Ingeniería dinámica para inspección y diseño
- Construcción maciza para minimizar exposiciones externas
- PCI adecuadas en función del tipo de riesgo
- Vigilancia adecuada

Características de un HPR según asegurado

- Sistemas de alarma satisfactorios
- Protección adecuada por medio de bomberos y de hidrantes (EUA)
- Prima suficiente para proveer los servicios de prevención especializados para este tipo de lugares (sumas aseguradas).

Características de un HPR *según el asegurador*

- Departamento de ingeniería adecuado
- capacidad alta de retención en contratos
- inspecciones visuales en base periódica de tiempo
- Alta especialización en riesgos peligrosos
- pruebas anuales del desempeño de PCI
- verificar disponibilidad de recursos PCI

Características de un HPR *según el asegurador*

- Investigación de accidentes (pérdidas)
- Participación activa con el asegurado para garantizar la implementación de las recomendaciones

Brigada contra incendio

- Activo más valioso
- Perfectamente entrenada
- son los primeros
- podrían salvar TU VIDA
- Héroes anónimos

¿quién es el brigadista?

Lecciones

- Compromiso Gerencial
- Actitud de Prevención de riesgos
- El prevenir según modelos de calidad es lo mejor para abatir costos de calidad
- La capacitación es una inversión
- La prevención es...

¡Muy Buen
NEGOCIO!

Prevención y la Reingeniería

Seminario de Admón. de Riesgos

Fac. Ingeniería UNAM

Ing. Santos Fernández Rosas

Historia

- Hace más de un siglo los negocios crecían en función del incremento de la demanda de productos en un mercado masivo

Historia

- Hoy en día existen:
 - Nichos
 - Segmentos
 - Competencia feroz
 - Clientes conocedores
 - Globalización
 - Servicios diferenciados
 - Eficientar estructuras

Esquemas

- Mariachi o trío
- Desarrollo proveedores
- Mejores tecnologías de la información
- Hay hilo negro
- y agua tibia

¿ Qué es la Reingeniería?

- Es empezar de NUEVO.
- No remendar
- no vacilar
- no realizar cambios incrementales
- Si es romper paradigmas
- si es aplicar la tecnología disponible
- si es aplicar la información que se tenga

Más formalmente es...

- “... Una revisión fundamental y el rediseño radical de procesos para alcanzar mejoras espectaculares en medidas críticas y contemporáneas de rendimiento, tales como costos, calidad, servicio y rapidez...”

– Hammer M. Y Champy J., Reingeniería

Revisión de los conceptos clave

Fundamental

- ¿por qué estamos haciendo lo que hacemos?
- ¿ por qué lo hacemos de esa manera?

Radical

Raíz
cambios superficiales
cambios cosméticos

Romper paradigmas
Cambio

Espectacular

- Saltos gigantescos
- no mejoras marginales
- Creatividad
- Telmex, ladatel
- Microsoft internet
- e-mail

Procesos

Hace 100 años Adam
Smith, Tareas

Hoy en día procesos
coherentes

Reinventarse desde hoy y
para el futuro

Atributos de las empresas

- Agiles
- Diligentes
- Innovadoras
- Proactivas
- eficientes
- orientadas al cliente
- Rentables

Las tres “C’s”

- Cliente
- Competencia
- Cambio

Ideas que rigen

- ¿cómo rediseñar el proceso?
- ¿Por dónde se comienza?
- ¿quiénes toman parte?
- ¿de dónde vienen las ideas para un cambio
R A D I C A L ?

Concluyendo

- La prevención debe ser una directriz de toda estrategia de reingeniería
- El punto es la continuidad operativa de las empresas
- La seguridad debe ser un pilar para crecer
- El paradigma es Reinventarnos
- El cambio se administra

Concluyendo

- La tecnología debe emplearse para nuestro beneficio
- La información es PODER
- Lo que conocemos hoy, no garantiza su aplicabilidad para mañana.

LA PREVENCIÓN Y EL MANTENIMIENTO

GRUPO NACIONAL PROVINCIAL, S.A.
SUBDIRECCIÓN DE INGENIERÍA
ING. SANTOS FERNÁNDEZ ROSAS

OCTUBRE, 1998

MANTENIMIENTO:

CONJUNTO DE ACTIVIDADES DESTINADAS A CONSERVAR LAS CARACTERÍSTICAS ORIGINALES DE MÁQUINAS, EQUIPOS, INSTALACIONES Y EN GENERAL DE TODA LA INFRAESTRUCTURA FÍSICA, DENTRO DE LÍMITES OPERACIONALES DE SEGURIDAD, EFICIENCIA, EFICACIA Y ECONOMÍA.

OCTUBRE, 1998

OBJETIVOS DE MANTENIMIENTO

- ▶ **LOGRAR LA MAXIMA DISPONIBILIDAD DE MAQUINARIA Y EQUIPO PARA LA PRODUCCION.**
- ▶ **PRESERVAR EL VALOR DE LAS INSTALACIONES MINIMIZANDO EL DETERIORO**
- ▶ **CONSEGUIR ESTAS METAS EN LA FORMA MAS RENTABLE POSIBLE**

OCTUBRE, 1998

¿PORQUE EL MANTENIMIENTO DEBE SER INTEGRAL?

PORQUE DEBE CONTAR CON:

- ▶ UNA EFICIENTE PLANEACION
- ▶ UNA ADECUADA ORGANIZACION
- ▶ UNA OPORTUNA EJECUCION
- ▶ UN ESTRICTO CONTROL

OCTUBRE, 1998

TIPOS DE MANTENIMIENTO

- ▶ MANTENIMIENTO CORRECTIVO
- ▶ MANTENIMIENTO PREVENTIVO
- ▶ MANTENIMIENTO PREDICTIVO

OCTUBRE, 1998

MANTENIMIENTO CORRECTIVO

REPARACION DE LA FALLA O AVERIA AL MOMENTO DE PRESENTARSE CON EL CONSECUENTE PARO DE ACTIVIDADES.

DESVENTAJAS:

- ▶ PERDIDA DE PRODUCCION
- ▶ INTERRUPCION DE SERVICIOS
- ▶ FUENTE DE ACCIDENTES

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

- ▶ CONSERVACION PLANEADA DE MAQUINARIA, INSTALACIONES Y EQUIPO, PRODUCTO DE INSPECCIONES PERIODICAS QUE DESCUBREN CONDICIONES DEFECTUOSAS.

- ▶ SU FINALIDAD ES REDUCIR AL MINIMO LAS INTERRUPCIONES Y UNA DEPRECIACION EXCESIVA RESULTANTE DE NEGLIGENCIAS.

- ▶ ALGUNAS DE LAS TECNICAS EMPLEADAS EN SU ADMINISTRACION
 - ▶ INVENTARIOS DE NECESIDADES
 - ▶ GRAFICAS DE GANTT
 - ▶ SOFTWARE DE COMPUTADORA

MANTENIMIENTO PREDICTIVO

DETECTAR FALLAS ANTES DE QUE SUCEDAN PARA DAR TIEMPO A CORREGIRLA SIN PERJUICIO DEL SERVICIO; SE USAN PARA ELLO INSTRUMENTOS DE DIAGNOSTICO Y PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS.

▶ TECNICAS EMPLEADAS:

- ▶ LIQUIDOS PENETRANTES
- ▶ TERMOGRAFIA INFRARROJA
- ▶ ANALISIS DE VIBRACIONES
- ▶ ULTRASONIDO

INFORMACION A RECABAR (1)

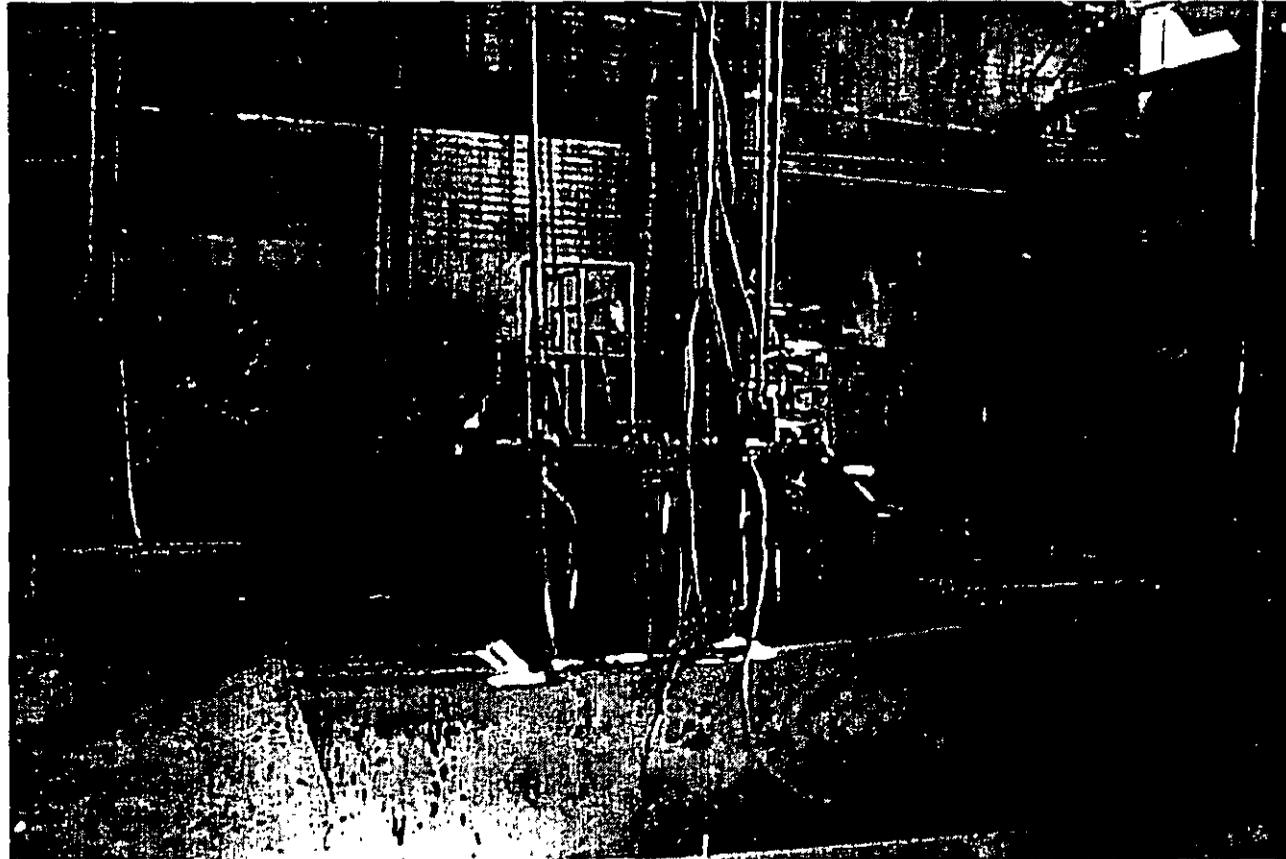
- ▶ TIPO DE MANTENIMIENTO (PREDICTIVO, PREVENTIVO O CORRECTIVO).
- ▶ SI SE CUENTA CON MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y PREDICTIVO: DECIR EN QUE SE BASAN SU CALENDARIO DE ACTIVIDADES (EXPERIENCIA PROPIA, MANUAL DEL FABRICANTE, INVENTARIOS DE NECESIDADES, ETC.).
- ▶ SI SE TIENE MANTENIMIENTO PREDICTIVO INDICAR:: TIPOS DE PRUEBAS REALIZADOS A QUE EQUIPOS Y SU PERIODICIDAD.
- ▶ ¿SE TIENEN PAROS PROGRAMADOS? SI, ¿CUANDO?
- ▶ CAPACIDAD DE REPARACION (RECURSOS)

INFORMACION A RECABAR (2)

- ▶ PERSONAL PROPIO O EXTERNO (EN CASO DE SER EXTERNO ESPECIFICAR ACTIVIDADES)
- ▶ NUMERO DE PERSONAS TOTALES Y POR TURNO
- ▶ NIVEL DE CAPACITACION

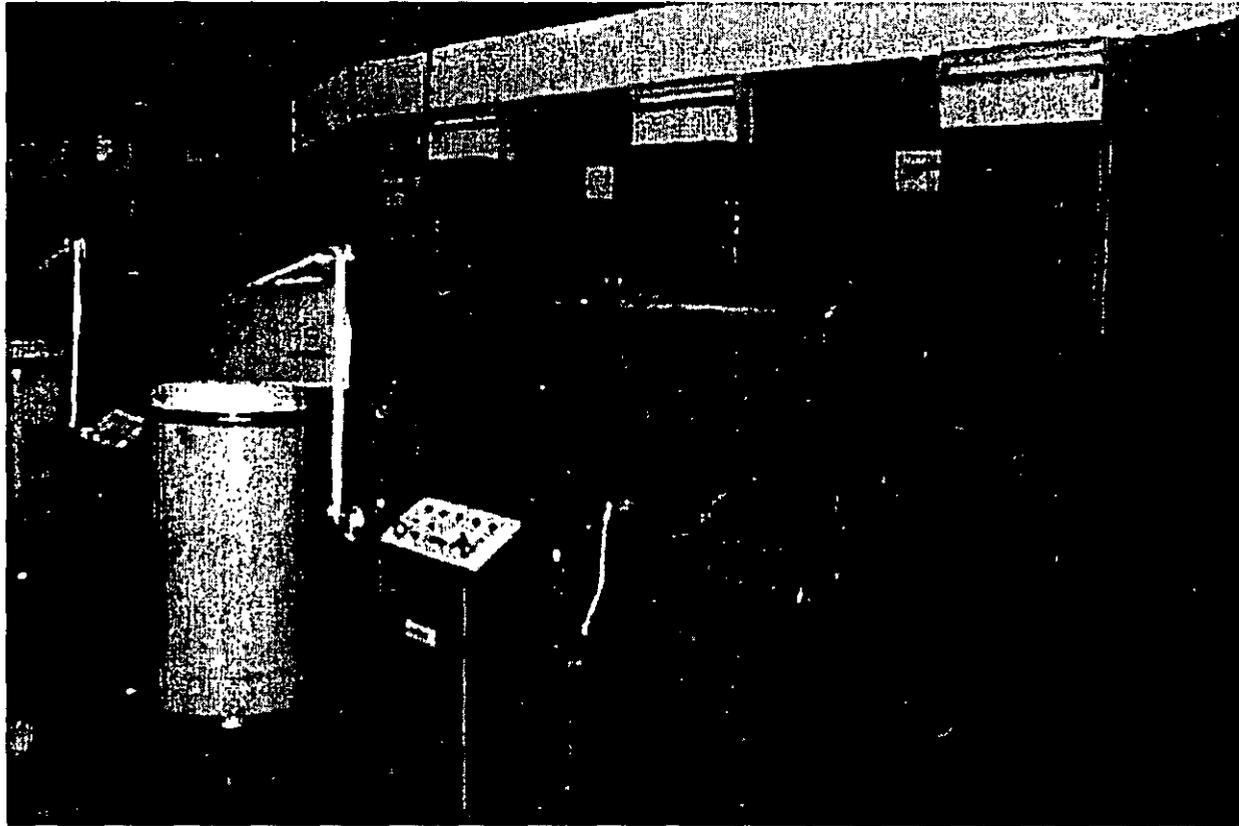
OCTUBRE, 1998

MANTENIMIENTO



HORNO ELÉCTRICO DE FUNDICIÓN

MANTENIMIENTO



CARDA TEXTIL

Plan Preventivo de Emergencia

Ing. Santos Fernández Rosas

Noviembre de 1998

Introducción

- ¿Qué tan pronto regresa una planta a operación después de un accidente importante?
- ¿sabe ud. Cuántas horas de producción se pierden?

¿Cuánto \$ se pierde?
¿cómo impacta la participación de mercado?

¿está ud. Preparado en su negocio?

...

Premisas

- énfasis en mantenimiento preventivo
- poco interés en planes de contingencia
- La pronta recuperación de la continuidad operativa depende de:
 - Respuesta rápida
 - Respuesta efectiva
 - Basada en un plan de acción predeterminado
 - y actualizado con información disponible...

Tres pilares fundamentales

- Análisis
- Preparación del plan de acción
- Base de datos

1er. Pilar: Análisis

■ Definir cuáles son los equipos más críticos en la operación de la planta:

- Maquinaria
- Servicios
- Contratos de servicios
- etc.

2o. Pilar: Preparación del plan de acción

- Para cada artículo crítico
- fuentes alternativas de energía
- métodos alternos de producción
- métodos a veces improvisados de producción para minimizar las pérdidas

3er. Recopilación de datos y documentación

- Equipo crítico
- datos de fabricación
- especificaciones
- partes de reemplazo para mantto.
Preventivo
- disponibilidad de refacciones
- talleres de reparación

3er. Recopilación de datos y documentación (cont...)

- Contratistas independientes
- posibles lugares de renta de equipo o maquiladoras

Con un alto grado de certeza

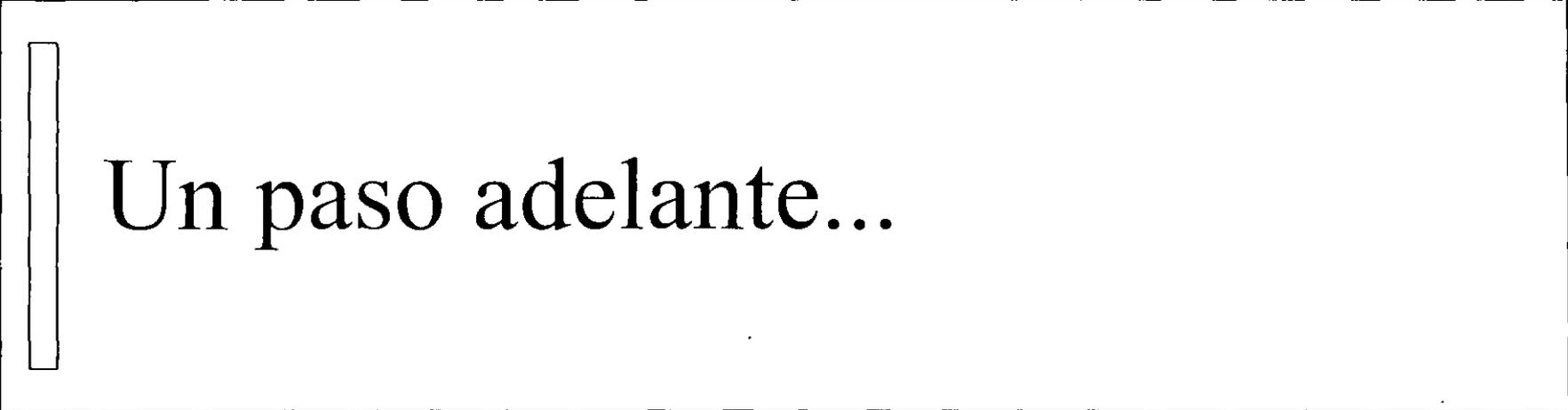
podemos decir que basados en

estos tres “pilares” su planta

estará mucho mejor posicionada

para responder a una emergencia

por grave que esta sea.



Un paso adelante...

Algunas guías para la estructura

1.- Análisis

- ¿ Qué pasaría sí ?
- Base para un buen plan de emergencia/contingencia
- *¿ qué pasaría si perdemos la quebradora primaria?*
- *¿ qué sucedería si perdemos el transformador principal ?*

1.- Análisis

- Con este tipo de preguntas los involucrados estarán en necesidad de aportar soluciones y respuestas
- Se deben generar conjuntos de preguntas para lograr que todos los equipos críticos sean contemplados.
- ¡ ES EL INICIO Y ES BASICO !

2.- Plan de acción

- Las respuestas del análisis y las “4 Rs” son la base para la preparación del plan
 - Reparar
 - Reemplazar
 - Rentar
 - Reenrutar
- *Alguna de estas cuatro alternativas será probablemente la mejor solución para recobrar la operación de la planta*

3.- Base de datos

Refrigeración

Calderas

Equipo rotatorio

Juegos de engranes

Aparatos eléctricos
Misceláneos

Otros equipos

Compresores de aire

Maquinaria de producción

Aparatos eléctricos rotatorios

Arrancadores

Transformadores

Recipientes sujetos a presión sin fogón

Consideraciones finales

Filosofía de prevención

Recordemos siempre...

- El triángulo es la figura geométrica más estable
- Los tres pilares de un plan de emergencia son fundamentales
- Un plan en la mente de algún individuo, significa nada
- Las doce categorías aquí mostradas son experiencia pura
- Un plan es para actuar en el momento de la emergencia...
- Nunca para tratar de generarlo cuándo tengamos el problema.

Protecciones Contra Incendio

Elaborado por: Santos Fernández Rosas

Introducción

Los incendios son eventos destructivos que cobran un alto tributo en vidas, lesiones y pérdidas materiales, sin embargo siempre hay algo que puede hacerse para remediar esta situación.

1. Prevención
2. Detección
3. Extinción

Protecciones Contra Incendio

Filosofía:

Mantener en un estándar elevado la seguridad de los negocios de manera que no se ponga en riesgo la integridad de las personas y la continuidad de las operaciones propias de la empresa.

Principales Causas de Incendio

- Fumar dentro del área de producción
- Trabajos de soldadura
- Descarga electrostática
- Cortocircuito y otros daños en equipos eléctricos
- Falta de orden y limpieza
- Falta de procedimientos de seguridad por escrito en manejo de sustancias peligrosas

Clasificación de Sistemas

■ Sistemas de detección:

- Detectores térmicos, de humo, de flama y de partículas ionizantes.
- Rociadores automáticos
- Alarmas

Clasificación de Sistemas (continuación)

■ Sistemas de extinción:

- Extintores
- Hidrantes
- Rociadores
- Sistemas especiales

Equipos de detección

- Detectores térmicos: diseño basado en el coeficiente de dilatación.
- Detectores de llama: diseño basado en la captación de frecuencias electromagnéticas.
- Detectores de humo: principio basado en el oscurecimiento.
- Detector de ionización: diseño basado en la captación de los productos originados en una combustión.

Alarmas

■ Dispositivos de detección:

- Humo, calor, flama y partículas de combustión.
- Flujo
- Posición

■ Dispositivos indicadores:

- Audible
- Visible
- Audible y visible

Alarmas (continuación)

■ Tipos de sistemas

- Alarma local
- Alarma central (propia o privada)

Extintores

■ Partes principales de un extintor:

- Recipiente
- Manguera y boquilla
- Etiqueta de contenido y última fecha de recarga
- Disparador y seguro con sello
- Manómetro

Tipos de extintores

- Agua
- Espuma
- Bióxido de carbono
- Polvo químico seco
- Halón 1211 (no recomendable)

Clasificación y uso de extintores

Tipo de fuego	Método de extinción	Agente extintor
Triángulo verde	Enfriamiento	Agua
A	Eliminar O ₂	Polvo químico seco
Combustibles ordinarios	Inhibición química	Espuma (AFFF)

Clasificación y uso de extintores

Tipo de fuego	Método de extinción	Agente extintor
Cuadrado rojo	Enfriamiento	CO2 (muy efectivo)
B	Eliminar O2	Polvo químico seco
Líquidos inflamables	Inhibición Química	Halón)
	Saponificación	
	Emulsificación	

Clasificación y uso de extintores

Tipo de fuego	Método de extinción	Agente extintor
Circulo azul	Enfriamiento	CO2 (muy efectivo)
C	Eliminar O2	Polvo químico seco
Fuegos eléctricos	Inhibición Química (recubrimientos de cables)	Halón

Clasificación y uso de extintores

Tipo de fuego	Método de extinción	Agente extintor
Estrella amarilla D Metales combustibles	Eliminar O ₂ Inhibición química	Muy específico depende del material que se trate

Factores de éxito en el uso de extintores

- Capacitación
- Ubicación adecuada
- Tipo adecuado
- Carga adecuada

Hidrantes

■ Definiciones

- Presión estática: es la presión en la red cuando ningún hidrante se encuentra abierto.
- Presión residual: es la presión que se tiene en la red cuando se abre uno o más hidrantes.
- Presión de descarga: es la presión a la que fluye el agua en la boca de la manguera de un hidrante al abrir la válvula a plena carga.

Hidrantes

- Partes que integran un sistema de hidrantes:
 - Depósito de agua
 - Tubería y componentes auxiliares
 - Sistema de impulsión
 - Bocas de hidrantes
 - Mangueras con boquerel

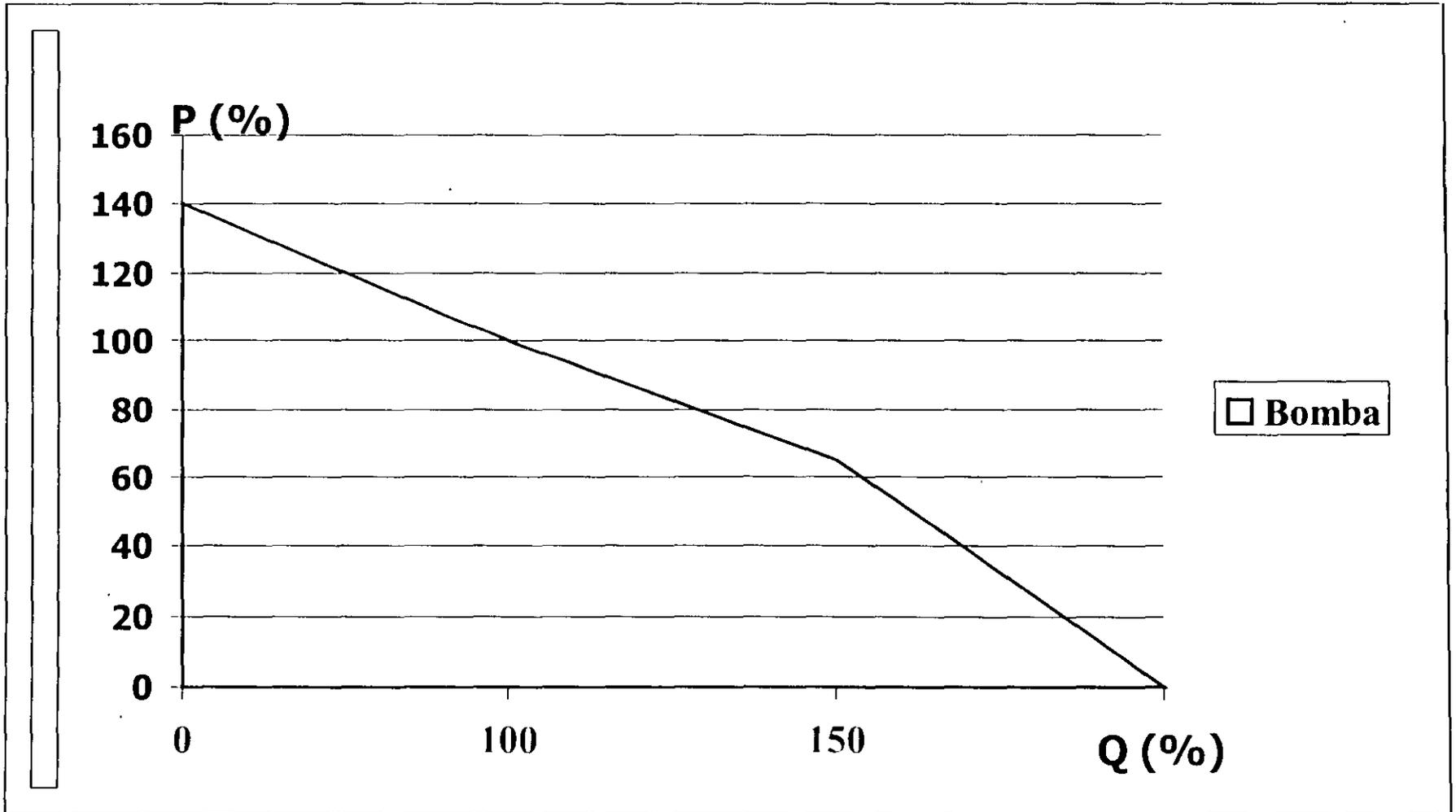
Clasificación de hidrantes

- Clase I. Mangueras con diámetro de 2.5 plg.
- Clase II. Mangueras con diámetro de 1.5 plg.
- Clase III. Mangueras con diámetros conbinados de 1.5 y 2.5 plg.

Sistema de impulsión

- Condiciones de operación de una bomba contra incendio:
 - Nominal: flujo y presión para condiciones de diseño de la bomba.
 - Válvula cerrada: presión medida sin flujo, la bomba debe rendir 140% de su presión nominal.
 - Sobrecarga: la bomba debe rendir 150% de su flujo nominal a 65% de su presión nominal.

Curva característica de una bomba



Abastecimiento mínimo de agua

■ Clase I y III

- Suficiente para abastecer el sistema por un tiempo de 30 minutos (1,500 galones = 56,790 litros)

■ Clase II

- Mínimo 30 minutos (3,000 galones = 113,580 litros)

Criterio de pruebas

Manguera-Boquilla	Flujo (gpm)	Presión en la válvula
Boquilla de 2.5" con manguera de 2.5"	250	123
Boquilla de 1.5" con manguera de 2.0"	200	136

Presión residual = 100 psi para hidrantes de 2.5" y 65 psi para hidrantes de 1.5"

Reglas de “Dedo”

- Longitud del chorro = 8-9 metros
- Presión residual = prueba del tacón (empírica)

Condiciones de óptimo funcionamiento

■ Hidrantes

- Distribución adecuada
- Completos (manguera, boquerel y llave de acople)
- Libres de obstáculos

Condiciones de óptimo funcionamiento (continuación)

■ Sistema de impulsión

- Bomba jockey (mantiene presión estática)
- Bomba principal (arranca cuando se abre un hidrante)
- Bomba auxiliar (arranca cuando existe falta de suministro eléctrico)
- Tablero de control (arranque de bombas en automático)

Las bombas y el tablero de control deben estar aprobadas por FM y UL para servicio contra incendio

Condiciones de óptimo funcionamiento (continuación)

■ Personal

- Capacitación
- Equipo de bomberos

Rociadores

■ Eficacia

- 96% de los incendios que se presentaron en fábricas con este sistema fueron extinguidos sin grandes pérdidas.
- Las principales causas de falla de este sistema son:
 - 3.8 % por causas imputables al hombre
 - 0.2% error de diseño del rociador

Estadística obtenida en E.U.A.

Principales componentes de un sistema de rociadores

- Depósito de agua
- Sistema de impulsión
- Tubería y componentes
- Columna de distribución (Raiser)
- Rociadores (montantes, colgantes o de pared)
- Equipos de detección y/o alarma

Partes de un rociador

- Cuerda de acople
- Cuerpo
- Boquilla
- Fusible (bulbo o elemento metálico)
- Deflector
- Brazos de apoyo del deflector

Tipos de sistemas de rociadores

- Cañería con agua
- Cañería seca
- Pre-acción
- Diluvio
- Agua pulverizada

Sistemas especiales

- Bióxido de carbono
- Espuma
- Espuma-agua
- Halón
- Vapor (espacios cerrados pequeños, p.e.: estufas, hornos, secadores)
- Extintores blitz

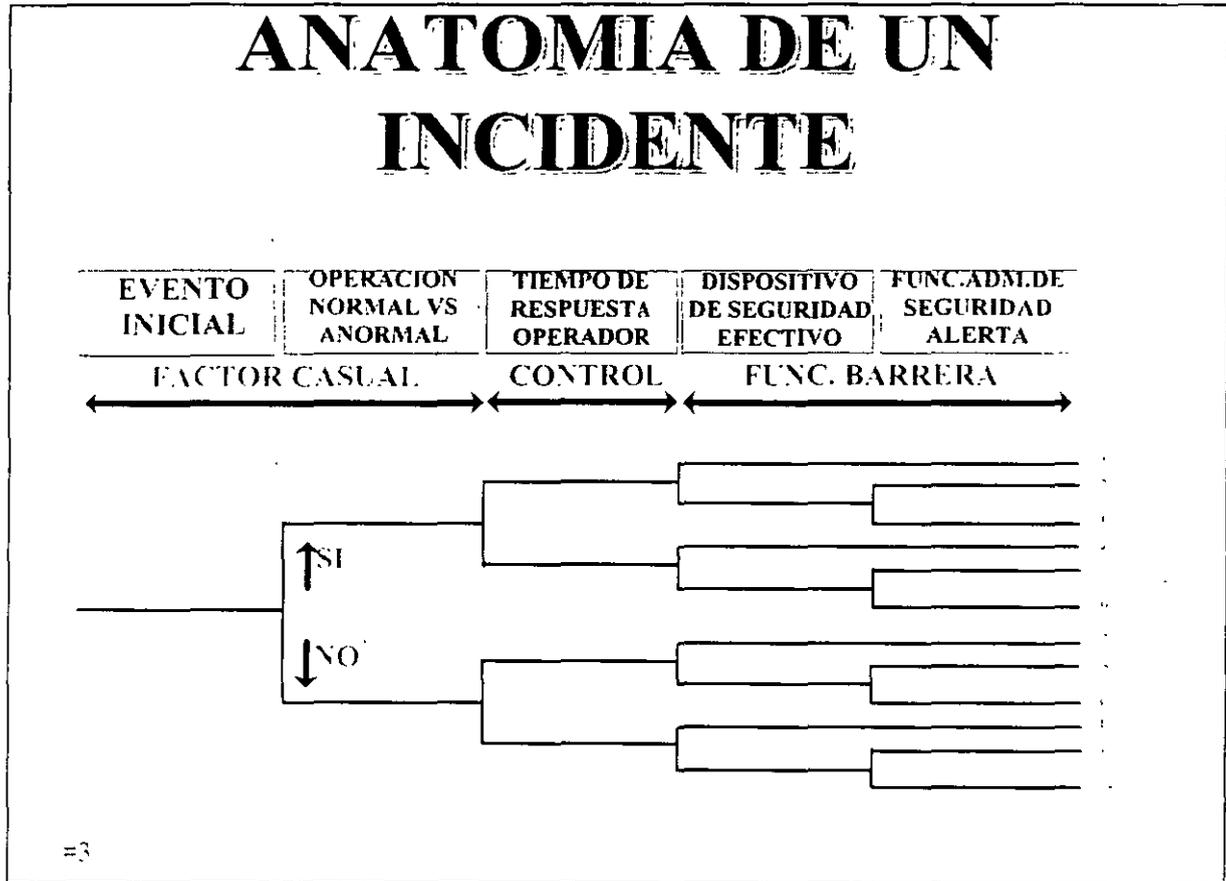
INVESTIGACION DE INCIDENTES

INVINCI2 WPD

ANATOMIA DEL PROCESO RELACIONADO CON EL INCIDENTE

Cuando un sistema o proceso falla, no siempre es fácil encontrar las razones de la falla.

Basándose sobre los datos históricos, se puede determinar la anatomía de un incidente mayor, lo que raramente es simple y de vez en cuando resulta de una sola causa raíz.



Cualquier incidente relacionado con el proceso, puede describirse en tres diferentes fases:

1. Cambio de un estado de operación normal a un estado anormal o "disturbios" en la operación.
2. Interrupción del control de la fase de operación anormal.
3. Pérdida de control de las acumulaciones de energía.

En todas las tres fases, el equipo y sistemas de proceso, el operador, y la organización son los potenciales contribuyentes a las causas de los incidentes. La consecuencia potencial es una función de los siguientes factores:

- *Inventario de material peligroso*: tipo y cantidad.
- *Factor de energía*: Energía de la reacción química o del estado de la materia.
- *Factor de tiempo*: La velocidad de relevo y el tiempo de advertencia.
- *Relación de distancia - Intensidad*: La distancia sobre la cual el riesgo puede causar lesiones.
- *Factor de exposición*: La gente y/o propiedad en el área afectada por el incidente.

TECNICAS PARA INVESTIGACION DE INCIDENTES

- *Análisis de árbol de falla (FTA)*: Provee un método para determinar las causas de un incidente. Es un modelo gráfico que muestra las varias combinaciones y errores humanos que pueden resultar en un incidente.
- *Técnicas Deductivas*: Son adaptaciones al FTA, se enfocan en la escena grande, en lugar de las causas raíz.
- *Método de Árbol Casual (CTM)*: Usa los principios deductivos lógicos en otros métodos como FTA.
- *Árbol de Riesgo y Descuido Gerencial (MORT)*: La Técnica es para soportar auditorias de seguridad y problemas gerenciales.
- *Múltiples Causas, Técnica de Sistemas Orientados a la Investigación de Incidentes (MCSOII)*: Es una adaptación directa de FTA, con uso de símbolos simplificados
- *Método de la Anatomía del Accidente (AAM)*: La consideración básica es que ningún incidente es el resultado de causas múltiples.
- *Técnica del Diagrama Lógico Causa - Efecto (CELD)*: Se desarrollo para analizar la causa raíz directamente.
- *Análisis de Riesgo y Operabilidad (HAZOP)*: Identifica y evalúa los riesgos de seguridad y ambientales, así como también los problemas de operación, aunque no sean peligrosos, y que puedan comprometer a la planta en su productividad en base a su diseño.

SISTEMA PARA INVESTIGAR INCIDENTES EN LOS PROCESOS

- Axioma
"Los incidentes en los procesos son el resultado de las fallas del sistema de administración"
- Los objetivos de la investigación de los incidentes, es prevenir su recurrencia, estableciendo sistemas administrativos para:
 - a) Identificar y evaluar las causas raíz.
 - b) Identificar y evaluar medidas preventivas que reduzcan la probabilidad de ocurrencia y/o mitigar las consecuencias potenciales, y
 - c) Asegurar una acción de seguimiento efectivo para implantar y/o resolver todas las recomendaciones.

RESPONSABILIDADES GERENCIALES

- Comunicar el compromiso de la gerencia para prevenir su recurrencia al determinar las causas raíz, recomendando medidas preventivas y tomando acciones de seguimiento.

- Reconocer la importancia de la investigación de los incidentes como primer mecanismo de control del riesgo.
- Dar los recursos apropiados para la investigación y resolución de recomendaciones.
- Enfatizar el valor de la necesidad de comunicar y compartir las lecciones aprendidas de la investigación de manera apropiada a todos aquellos que puedan beneficiarse.
- Implantar un sistema que asegure que todas las recomendaciones y lo descubierto es resuelto como una conclusión y quedar documentado.
- Soportar fuertemente el reportar e investigar los incidentes potenciales.

*Lo que no es reportado no es investigado.
 Lo que no es investigado no puede ser cambiado.
 Lo que no puede ser cambiado, no puede ser mejorado.*

CLASIFICACION



- *Nivel 1:* Incidentes muy pequeños e incidentes potenciales sin potencial catastrófico.
- *Nivel 2:* Incidentes de impacto limitado que pueden ser manejados localmente.
- *Nivel 3:* Eventos que son menores a una catástrofe, pero son más que uno menor.

- Nivel 4: Catástrofes mayores e incidentes potenciales serios.

COMITE DE INVESTIGACION DE INCIDENTES

Propósito y conceptos generales.

- Identificar la relación del sistema con múltiples causas raíz.
- Hacer recomendaciones para prevenir la recurrencia del incidente.
- Implantar y/o hacer seguimiento a las recomendaciones.

El comité no designará culpables o impondrá acciones disciplinarias.

Composición del comité.

- Líder del comité
- Representante de operaciones / manufactura.
- Ingeniero de proceso.
- Representante del departamento de seguridad o prevención de riesgos.
- Un supervisor de operaciones con experiencia en la unidad donde sucedió el evento.
- Un trabajador u operador con experiencia donde sucedió el evento.

AYUDAS PARA ESTUDIAR LA EVIDENCIA

Como ejemplos ilustrativos se tienen algunas técnicas usadas para el análisis de las evidencias. En los códigos del National Fire Protection Association (NFPA), Quincy, Massachusetts, han establecido una serie de guías especializadas para reunir y analizar la evidencia. Estas incluyen:

- NFPA 906-7 Evidencia
- NFPA 906-8 Fotografía
- NFPA 906-9 Diagramas
- NFPA 906-11 Registros / Documentos
- NFPA 906-1 Incendios
- NFPA 921 Guía para investigación de fuegos y explosiones

Nota: Artículos del NFPA 1995.

Aunque después de un evento de alta energía como una explosión, examinando los patrones de daños, estos pueden revelar una secuencia de eventos.

Las temperaturas de fusión y auto ignición para muchos materiales son conocidas, así como las temperaturas de flama.

En áreas sometidas a un fuego intenso, pueden tener muy poco o nada de hollín. Las temperaturas de flama son dependientes de la cantidad y tipo de combustible y oxígeno (aire) presente y cuando estos están presurizados o no. Por ejemplo la temperatura normal de flama de un cerillo, vela, metano/aire, andan en el rango de 550 - 1100 °C (1000 - 2000 °F). Todavía con presión y oxígeno puro, una flama de metano puede alcanzar 1650 - 2700 °C (3000 - 5000 °F).

Temperaturas de interés en el proceso de investigación de incidentes.



EFEECTO	°F	°C
La pintura empieza a reblandecerse	400	204
La pintura primer de Zinc se decolora a bronce	500	260
El primer de Zinc se decolora a café	500	260
Pintura normal se decolora	600	310
Primer de Zinc se chamusca a negro	700	371
Lube - oil se auto - enciende	790	421
Acero inoxidable se empieza a decolorar	800-900	427-482
Triplay se auto - enciende	900	482
Cubierta de vinilo sobre alambre se autoenciende	900	482
Mangueras de hule se auto - encienden	950	510
Aleaciones de aluminio se funden	1125-1215	610-660
Vidrio se funde	1400-1600	750-850
Latón se funde (instrumentos de medición)	1650 - 1880	900 - 1025
El cobre se funde	1980	1083
Metales de hierro fundido	2100-2200	1150-1250
Acero al carbón se funde	2760	1520
Acero inoxidable se funde	2550-2790	1400-1532

Analizando la evidencia física.

Cuando un conductor eléctrico que no lleva corriente eléctrica y se rompe, presenta un patrón diferente al conductor que lleva corriente y se rompe.

En la investigación de los incidentes se han desarrollado métodos altamente efectivos para deducir los hechos de un estudio sistemático de combustión, chamuscar y patrones de fundición. Por ejemplo:

- La mayoría de las maderas se queman a una velocidad estable de 3.6 cm/hr (1.5 plg/hr).
- Los fluidos hidráulicos usualmente muestran una reacción consistente de color humo, color flama, temperatura de autoignición, y un residuo blancuzco.
- Los patrones de rompimiento del vidrio y otros daños pueden ser usados para estimar las ondas de sobrepresión, para poder estimar la energía liberada en una explosión.

al investigador desarrollar medidas preventivas para varias causas y reducir la recurrencia de un incidente.



TERMINOLOGIA DEL ÁRBOL DE FALLA

La falla del sistema o incidente de interés es llamado el *Evento tope*. Las fallas descritas en un árbol de falla pueden ser agrupadas en tres clases:

- Fallas *Primarias* o errores que no pueden ser atribuidos a alguna fuerza externa o equipo.
- Fallas *Secundarias* y errores que ocurren en un ambiente para el cual el equipo no fue diseñado. Esta clase de fallas puede ser atribuida a alguna fuerza externa o equipo.
- Fallas de *Mando* y errores que ocurren cuando los componentes operan adecuadamente pero en el tiempo y lugar inadecuado. Esta clase de fallas pueden ser atribuidas a la fuente de comandos incorrectos.

Los tres grupos de arriba son importantes cuando definen "las reglas de paro" para un FTA, que es como saber, que el árbol de falla es suficientemente completo.

La base para la construcción de un árbol de falla implica la aplicación de compuertas y las más importantes son:

La compuerta - **Y**, es para que la *falla de salida ocurra si todos los eventos de entrada ocurren.*

La compuerta - **O**, es para que el *evento de salida ocurra si uno o más de los eventos de entrada ocurren.*

Otros símbolos usados en el árbol de falla son los siguientes:

Evento BÁSICO: El evento básico representa una falla de equipo básico o una falla que requiere no más desarrollo dentro de más fallas o errores básicos.

Evento INTERMEDIO: El evento intermedio representa un evento de falla que resulta de las interacciones de otras fallas de eventos que son desarrollados a través de las puertas lógicas que se definieron arriba.

Evento NO DESARROLLADO: El evento no desarrollado, representa un evento de falla que no

es examinado posteriormente, porque la información no está disponible o porque sus consecuencias son insignificantes.

Símbolo de TRANSFERENCIA: El símbolo de TRANSFERENCIA DE ENTRADA indica que el árbol de falla se desarrollará posteriormente en la dirección correspondiente de el símbolo de SALIDA (ejem. en otra página). Los símbolos son etiquetados usando números o un sistema de código para que puedan ser diferenciados.

Evento EXTERNO o CASA: El evento EXTERNO o CASA representa una condición o un evento que se asume que existe como condición limitante para el árbol de falla.

REGLAS BASICAS PARA LA CONSTRUCCION DEL ÁRBOL DE FALLA

- **Regla 1:** Escriba las afirmaciones dentro de los rectángulos como eventos de falla: Exponga con precisión cual fue la falla y cuando ocurrió.
- **Regla 2:** Haga la pregunta, "¿Puede está falla ser un componente de defecto de la falla?".
- ◆ Si la respuesta es si, se clasifica el evento como una *afirmación - de falla - de el componente*, y se pasa a la Regla 3.
- ◆ Si la respuesta es no, se clasifica el evento como una *afirmación - de falla - del sistema*, y se pasa a la Regla 4.
- **Regla 3:** Si el evento es una *afirmación - de - falla - del componente*, adicionado a una compuerta - **O** abajo del evento, entonces ver para los modos primario, secundario y de mando
- **Regla 4:** Si el evento es una *afirmación - de - falla - del sistema*, ver la causa o causas mínimas necesarias y suficientes. Esto puede requerir una compuerta - **Y**.

EJEMPLOS VER ANEXOS.

CASO DE ESTUDIO: UN EMPLEADO RESBALA Y SE CAE

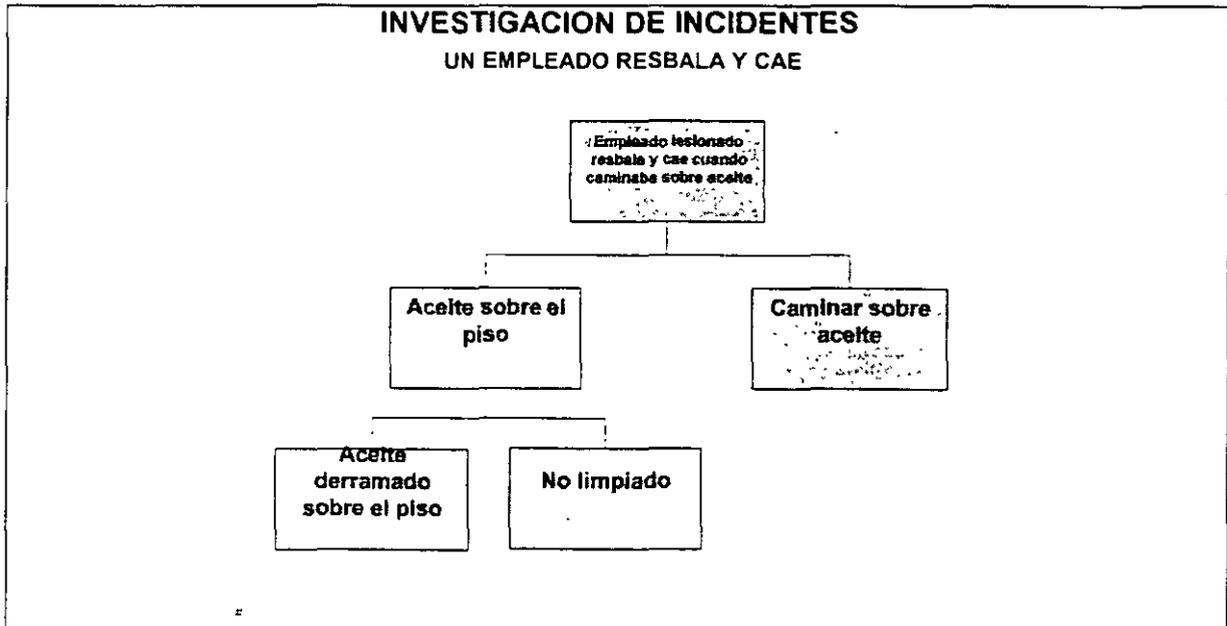
Un trabajador iba caminando sobre un andador de concreto en la unidad de proceso. Se encontraba algo de aceite sobre el piso. El pisó el aceite, resbala y cae. Era un día soleado, el trabajador no llevaba nada, no estaba distraído, y no estaba haciendo alguna tarea particularmente urgente.

Una investigación tradicional deberá identificar la causa de como "se derramo el aceite en el piso" y el remedio propuesto deberá estar limitado a limpiar el derrame y amonestar al trabajador de alguna manera. Una investigación más sofisticada deberá intentar dirigirse a determinar la *fuentes* del aceite y las medidas preventivas para prevenir el derrame, tales como un mejor recipiente. La investigación puede extenderse para encontrar riesgos similares en las áreas inmediatas o adyacentes. Esta investigación ciertamente se acercará a prevenir la repetición del incidente.

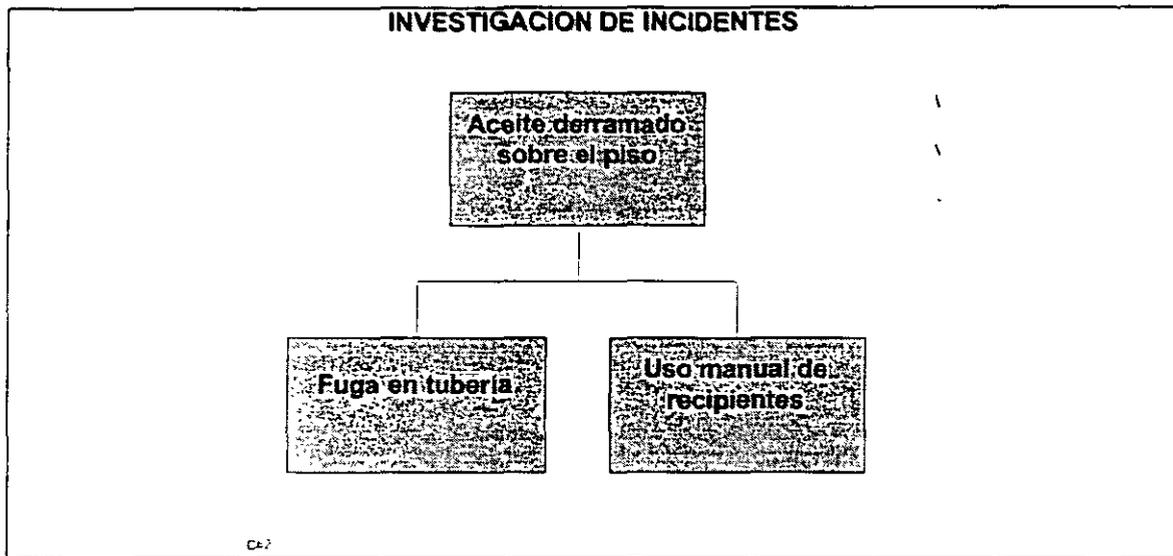
Una investigación del tipo Análisis de Arbol de Falla explora las causas y examina las condiciones del sistema involucradas en el incidente. Algunos puntos a ser considerados son los siguientes:

- En primer lugar, ¿como llego el aceite a estar sobre el piso? (fuente, frecuencia, trabajos involucrados).
- ¿Porque el aceite permaneció en el piso? (¿Cuanto tiempo estuvo ahí? cual es la "normal" condiciones para trabajar / superficies para caminar en la unidad?).
- ¿Que influencia al trabajador a caminar sobre el aceite? (¿lo noto? ¿hay entrenamiento o se consideran aspectos que se refuerzan consistentemente?)

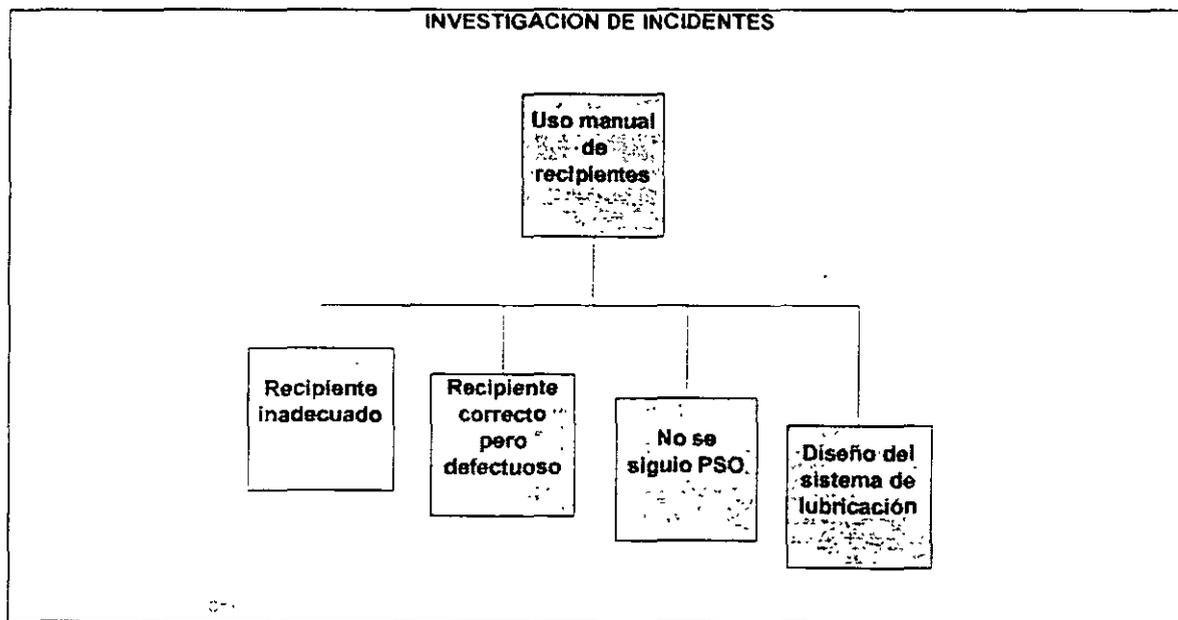
Esto es, la parte superior del árbol se vera así:



Cada uno de los eventos siguientes en los niveles inferiores, se desarrollan preguntando repetidamente la pregunta, "¿Porque este evento ocurrió"? Siguiendo una de las ramas, por ejemplo la de *Aceite derramado sobre el piso* puede ocurrir de dos fuentes posibles: *Fuga en una tubería* y/o *uso manual de recipientes*.



El desarrollo posterior de una de estas fuentes, uso manual de recipientes, nos dan otras subcategorías.



Cada una de estas subcategorías pueden ahora ser examinadas individualmente. Seleccionando una (*Recipiente correcto, pero defectuoso*) y regresando al concepto de los sistemas administrativos nos dan las siguientes consideraciones.

- ¿Cuál es el sistema administrativo que considera las inspecciones, reparaciones, o reemplazo de los recipientes?
- ¿Es el sistema administrativo adecuadamente diseñado y organizado para alcanzar el resultado deseado?
- ¿Es el sistema administrativo claramente entendido y reforzado consistentemente?

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA
EDUCACION CONTINUA
SEMINARIO DE ADMINISTRACION DE RIESGOS**

CASO PRACTICO

Se ha recibido este informe, usted es un Administrador de Riesgos Independiente y se desea que elabore con base en la información que contiene un análisis de riesgos preliminar y las necesidades de información para cálculos de PML, y un programa de seguros conceptual sin aun contener costos, así como un programa de trabajo detallado de su próxima visita al sitio mencionando los informes que usted elaborara.

Una empresa multinacional esta interesada en comprar una empresa en un país de Sudamérica y la cual específicamente se sitúa en la cordillera de los andes a 4000 m. s. n. m. y a una distancia de la ciudad capital de 300 Km por carretera pavimentada, cuenta con una línea de ferrocarril conectada a un puerto marítimo de altura. La sismicidad es media a alta.

Este país acaba de pasar por situaciones de terrorismo generalizado y en la actualidad aun se detectan algunas células aisladas y radicales. el entorno social donde se encuentran ubicadas las instalaciones es de pobreza y pobreza extrema salvo los habitantes que dependen económicamente de esta empresa en forma directa e indirecta y con niveles de ingreso modestos a mediano (la alta gerencia es mínima en el sitio, la mayoría se encuentra en la ciudad Capital)

Los habitantes en esta población son 15.000 aproximadamente, se cuenta con un mercado publico, pequeñas tiendas, telegrafo, correos, escuelas públicas e instalaciones deportivas mínimas y dos sucursales bancarias. Se recibe señal de televisión, radio y circuito cerrado de televisión de la empresa.

El poblado y las instalaciones industriales se encuentran situadas en un cañón con montañas de hasta 5000 m. s. n. m. m., siendo un clima frío en el invierno y templado en el verano, seco y árido, así también el poblado esta dividido por un río al lado del cual se encuentran las instalaciones principales de la empresa. Este río es afluente a la zona amazónica (reserva de la biosfera).

La empresa tiene procesos metalúrgicos para minerales de plomo, zinc, cobre, oro y plata, que al final del proceso se obtiene estos en forma de lingotes y son embarcados desde las instalaciones diferentes partes del mundo, saliendo sea por carretera o ferrocarril para ser colocados en el mismo país o siguiendo su transporte por barco o avión.

Como se menciono los procesos son metalúrgicos y en específico prometalúrgicos en los cuales se utilizan combustibles como el gas LP, coque (que es producido in situ a partir de carbón y con la consiguiente producción de aromáticos que son cancerígenos) y volátiles que son flamables y explosivos). combustóleo, todo transportado desde la ciudad capital. El gas LP se almacena en depósitos a un lado de la carretera y a 300 mts de la refinería de cobre (25% de las ventas) y a 350 mts de la escuela primaria al lado contrario

La energía eléctrica, base importante de los procesos de refinación del zinc (25% de las ventas), del plomo (25% de las ventas) y del cobre ya que estos se refinan por electrólisis (proceso que desprende hidrogeno), es generada en centrales alejadas hasta por mas de 200 Km en la misma cordillera de los andes y en zonas de baja densidad de población. Las instalaciones eléctricas de distribución, transformación y transforrectificación (para corriente continua en la electrólisis) tienen mas de 25 años, bajo mantenimiento y prácticamente nulas protecciones.

La mayoría de las instalaciones y edificaciones tienen hasta 70 años y en la actualidad con bajo mantenimiento en las cuales se alojan hornos, equipo y maquinaria (de no menos de 15 años), tableros eléctricos, transformadores, charolas con cables, ventiladores de extracción de humos, etc

En un lado de la instalación se construyo hace 4 años una planta de oxígeno para mejorar la combustión dada la altitud

Las subestaciones eléctricas de la planta se encuentra literalmente al borde del río y a una altura aproximadamente del cause de unos 20 mts. Se ha notado que el río ha ido alterando el borde de esta altura.

Las instalaciones procesan minerales que contiene azufre el cual es arrojado a la atmósfera sin tratamiento alguno y también arsénico el cual se arroja en soluciones (de baja concentración al ser mezclado con agua) al río, pero de cualquier forma tóxico y ahora el país cuenta con leyes que protegen el medio. Obviamente el ambiente dentro de la planta es ácido

Las protecciones contra incendio son de mas de 40 años y con personal voluntarioso pero de escasa capacitación.

El ferrocarril atraviesa las instalaciones para seguir su recorrido a otra población.

En un costado de la planta esta una montaña con recubrimiento a la roca de tierra que es fácilmente removible con las lluvias y el recorrido de estas agua ha sido modificado por ahí encontrarse las instalaciones. se han dado casos de aludes.

El oro y la plata (25% de las ventas) son transportados en camión blindado.

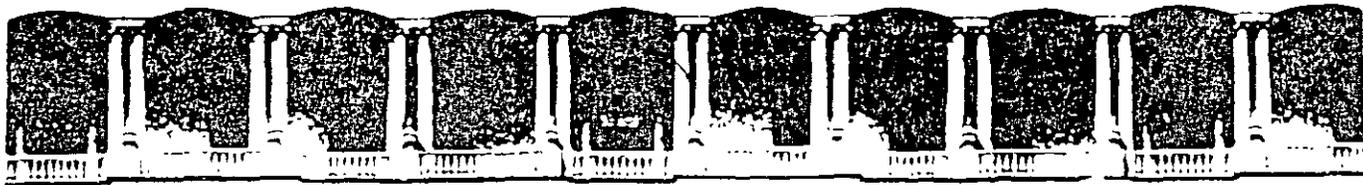
El acceso a las instalaciones es fácil y con una identificación se puede entrar a las oficinas y talleres.

No existe bardeado. puesto que por un lado esta el río y por el otro la montaña. en un extremo termina en vértice y solo con salida del ferrocarril. el otro extremo es la entrada de personal. vehiculos y ferrocarril.

La chimenea principal fue construida en los años 20 y de una altura de 110 mts en ladrillo. se encuentra en el centro de las instalaciones.

En la parte central de las instalaciones se realiza un proceso donde hay soluciones ácidas (de ácido sulfúrico) y continuamente hay derrames con la consiguiente sulfatación en suelos.

La inversión para la compra de estas instalaciones es de USD \$ 150.000.000 y con ventas anuales de USD \$ 400.000.000.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

CURSOS ABIERTOS

**ADMINISTRACIÓN DE RIESGOS
INDUSTRIALES (AVANZADO)**

TEMA

GUIA PARA LA CLASIFICACION DE RIESGOS

**EXPOSITOR: ING. REYNALDO ARANGO HERRERA
PALACIO DE MINERIA
OCTUBRE DEL 2000**

INDICE DE INCENDIO Y EXPLOSION

GUIA PARA LA CLASIFICACION DE RIESGOS

TRADUCCION:

"FIRE & EXPLOSION INDEX HAZARD CLASIFICACION GUIDE"

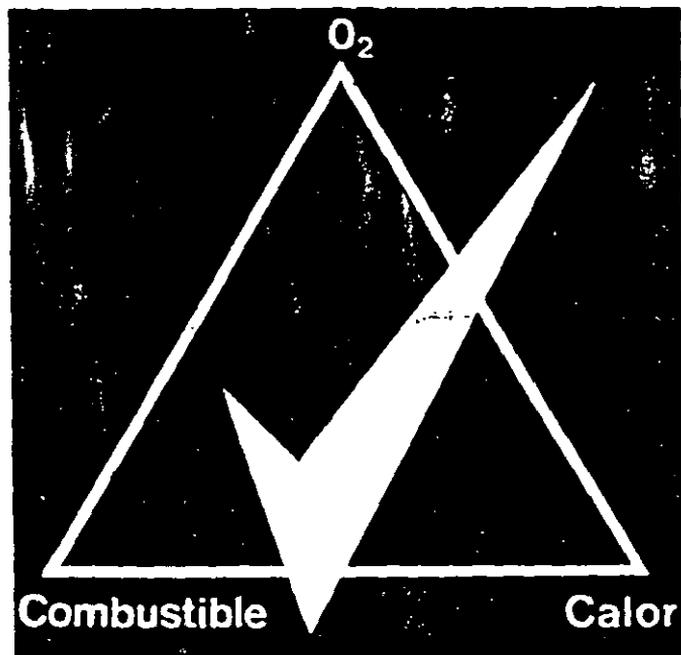
5ª. Edición.



INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO
CENTRO DE INVESTIGACION Y ASISTENCIA TECNICA - BARCELONA

INDICE DE INCENDIO Y EXPLOSION

GUIA PARA LA CLASIFICACION DE RIESGOS



Traductores: Valentín Estalella Morey
Emilio Turmo Sierra
Domingo Turuguet Mayol

Coordinador: José Luis Villanueva Muñoz

Del Centro de Investigación y Asistencia Técnica
de Barcelona. Instituto Nacional de Seguridad e
Higiene en el Trabajo.

Traducido con permiso de la DOW CHEMICAL COMPANY, del trabajo de la
Corporate Safety & Loss Prevention "Fire & Explosión Index Hazard Clasifica-
tion Guide" 5ª. Edición, Octubre 1980. Midland, Michigan.

"DOW CHEMICAL COMPANY NO SE HACE RESPONSABLE DE LA APLI-
CACION DE ESTE MANUAL"

PRESENTACION

La Seguridad e Higiene en el Trabajo no es una ciencia matemática y por ello su aplicación es cubierta en muchos campos por la acción subjetiva del Técnico de Empresa, Entidad Prevencionista o Administración, en base a su propia experiencia.

La acción prevencionista más positiva se centra en la Técnica Analítica de las Inspecciones de Seguridad, para la detección de riesgos y su corrección, antes de que se actualicen en accidentes de trabajo. El problema central de esta técnica es el disponer de un método que objetive la detección y valoración del riesgo y permita conocer qué medidas correctoras lo anulan o disminuyen hasta límites tolerables; además si el método es aceptado socialmente por su bondad, cualquier técnico prevencionista e incluso los mismos empresarios, dispondrán de una herramienta útil y común, que limitará la probabilidad de criterios dispares, para la corrección de un mismo riesgo.

En este campo, uno de los riesgos más graves para la seguridad de bienes y personas, es el de Incendio y Explosión. Algunos métodos utilizados para su valoración como los de Gustav Purt y Max Gretener, fueron diseñados para riesgos pequeños y medianos, y no son útiles para valorar las industrias de gran riesgo como las petroquímicas. La Guía para la Clasificación de Riesgos que aquí se presenta, cubre esta laguna, siendo uno de los métodos de mayor predicamento internacional entre especialistas, no solo por su utilidad, sino por el ímprobo esfuerzo de concepción y actualización llevado a cabo por sus creadores.

La traducción y publicación en lengua castellana de esta Guía, por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, ha sido posible gracias al esfuerzo de un grupo de especialistas del Centro de Investigación y Asistencia Técnica de Barcelona, que ha permitido a esta Institución poner en manos de los prevencionistas una herramienta que permita desarrollar su labor con mayor eficacia.

*El Director del Instituto Nacional de
Seguridad e Higiene en el Trabajo*

PROLOGO A LA QUINTA EDICION

La primera edición de esta guía se publicó en 1964 y fué una versión modificada de la guía del Factory Mutual "Clasificación de las Instalaciones Químicas". Esta edición contenía tres índices diferentes con guías inadecuadas para su aplicación. El resultado fue que el Índice de Incendio y Explosión era sólo un número sin relación alguna con la exposición a un riesgo económico.

En 1966 apareció la segunda edición que contenía sólo un índice, pero, sin embargo, se identificaron en ella un grupo especificado de características preventivas y protectoras para usar en cada uno de los grupos del Índice de Incendio y Explosión. Se presentaba una gama de elección a partir de las Penalizaciones de los Factores Contribuyentes, en la sección de Riesgos Generales y Específicos de la hoja de cálculo. Esto produjo contradicciones en el índice final y en la aplicación de características preventivas y protectoras. No existía todavía un método para la identificación de la exposición a riesgos económicos.

La tercera edición se publicó en 1972 y contenía dos cambios principales. El factor material, que previamente había sido un número del 1 al 20, según el punto de inflamación y el punto de ebullición de un material, se transformó en ΔH_c , en $\text{Btu/lb} \times 10^{-3}$ ($1 \text{ Btu/lb} \times 10^{-3} = 0,55 \text{ Mcal/Kg}$). El factor 10^{-3} se consideró como una constante arbitraria para reducir la magnitud del factor material. Así, parecía obtenerse una escala mejor ponderada para los distintos materiales usados en la industria. El otro cambio fué una guía recomendada para usar en la evaluación de la aplicación de características preventivas y protectoras dependientes de la gama del índice de incendio y explosión.

Durante 1976 se publicó la cuarta edición que contenía otros cambios adicionales como resultado de la experiencia adquirida. La más importante innovación fué el desarrollo de un método mejor para la asignación de un número al factor material basado sobre dos condiciones del material, particularmente la inflamabilidad y la reactividad. Además, se asignaron penalizaciones específicas para cada uno de los items en el cálculo de los Riesgos Generales del Proceso y los Riesgos Especiales del Proceso. También se establecieron Factores de Bonificación para las distintas medidas de protección y prevención empleadas. Se hizo un intento también para establecer una exposición básica del capital invertido que se identificó como el Daño Máximo Probable de la Propiedad (MPPD). Después de la aplicación de la cuarta edición a varias plantas de procesos distintas se halló que el método para obtener la exposición al riesgo se podía mejorar. También se observó que tres de las tablas de penalización eran incorrectas con lo cual se obtenía un índice de Incendio y Explosión inferior al establecido por el factor MPPD.

En esta quinta edición se ha usado la experiencia aprendida en las cuatro ediciones anteriores y se presenta un nuevo formato para la Evaluación del Riesgo de una planta de procesos. Los números correspondientes a los Índices de Incendio y Explosión son superiores a los obtenidos en ediciones anteriores debido a la inclusión de ciertas penalizaciones adicionales y a la corrección de las tres tablas de penalización.

Algunas de las mejoras contenidas en esta quinta edición incluyen:

- a) Uso de cuatro factores: Factor material, temperatura del proceso, presión y cantidad de combustible para evaluar un radio de exposición relacionado con el Índice de Incendio y Explosión.
- b) Métodos adicionales para obtener un factor material mediante el uso de parámetros termodinámicos de un material.
- c) Nueva sección de Factores de Bonificación para el Factor de Pérdidas, dividida en tres categorías: Control de procesos, aislamiento del material y protección contra el fuego.
- d) Método para obtener los días perdidos a partir del MPPD. Este se puede relacionar con la Pérdida por Interrupción de la Fabricación.

Esta guía proporciona una aproximación directa y lógica a la determinación de la probable Exposición al Riesgo de una planta de procesos y un mejor uso del diseño para la prevención de pérdidas y protección.

INDICE

Introducción (Fig. 1)	7
Procedimiento para el Cálculo del Análisis de Riesgos	9
Selección de Unidades de Proceso Pertinentes	15
Determinación del Factor Material (Tabla I, Apéndice A)	16
Factores que contribuyen al Riesgo (Diagrama A)	19
Riesgos Generales del Proceso	20
Determinación del Factor del Riesgo de la Unidad (Fig. 7)	31
Determinación del Índice de Incendio y Explosión (Fig. 8)	33
Daño Básico Máximo Probable de la Propiedad	35
Factores de Bonificación para el Control de Pérdidas (Tabla V) (Fig. 9)	36
Daño Efectivo Máximo Probable de la Propiedad	43
Resumen del Análisis del Riesgo	43
Máximos Días Probables Pérdidos (Fig. 10)	44
Tabla I Guía para la Determinación del Factor Material	18
Tabla II Riesgos Generales del Proceso	22
Tabla III Penalización por Exposición de Polvo	24
Tabla IV Penalización para Sistemas de Intercambio Térmico con Aceite Caliente	31
Tabla V Factores de Bonificación para el Control de Pérdidas	38
Figura 1 Cálculo del Factor de Riesgo de la Unidad e Índice de In- cendio y Explosión	8
Figura 2 Presión de Tarado de la Válvula de Seguridad	25,60
Figura 3 Líquidos o Gases en Proceso	26,61
Figura 4 Líquidos o Gases en Almacenamiento	27,62
Figura 5 Combustibles Sólidos en Almacenamiento	28,63
Figura 6 Penalización por Calentamiento por Fuego	30,64
Figura 7 Factor de Riesgo de la Unidad	32,65
Figura 8 Area de Exposición	34,66
Figura 9 Factor de Bonificación	36,67
Figura 10 Máximos Días Probables Pérdidos	44,68
Diagrama A Índice de Incendio y Explosión	11
Diagrama B Factores de Confianza para el Control de Pérdidas	12
Diagrama C Hoja de Recapitulación	13
Apendice A Factor Material	45
Apendice B Medidas Preventivas y Protectores Básicos	53
Apendice C Lista de Verificación de Ingeniería	55

INTRODUCCION

El "Análisis del Riesgo" del capital invertido en una planta de procesos químicos es una parte necesaria de un programa de seguro del riesgo. Las tarifas de la prima del seguro se calculan sobre la Pérdida Posible Evaluada (E.P.L.). Actualmente, las compañías de seguros utilizan dos métodos para el cálculo del E.P.L.: a) Datos históricos de pérdidas y b) Daños producidos por la sobrepresión de una explosión de vapor inflamable. Las variables que intervienen en los dos métodos anteriores reducen el valor de los resultados.

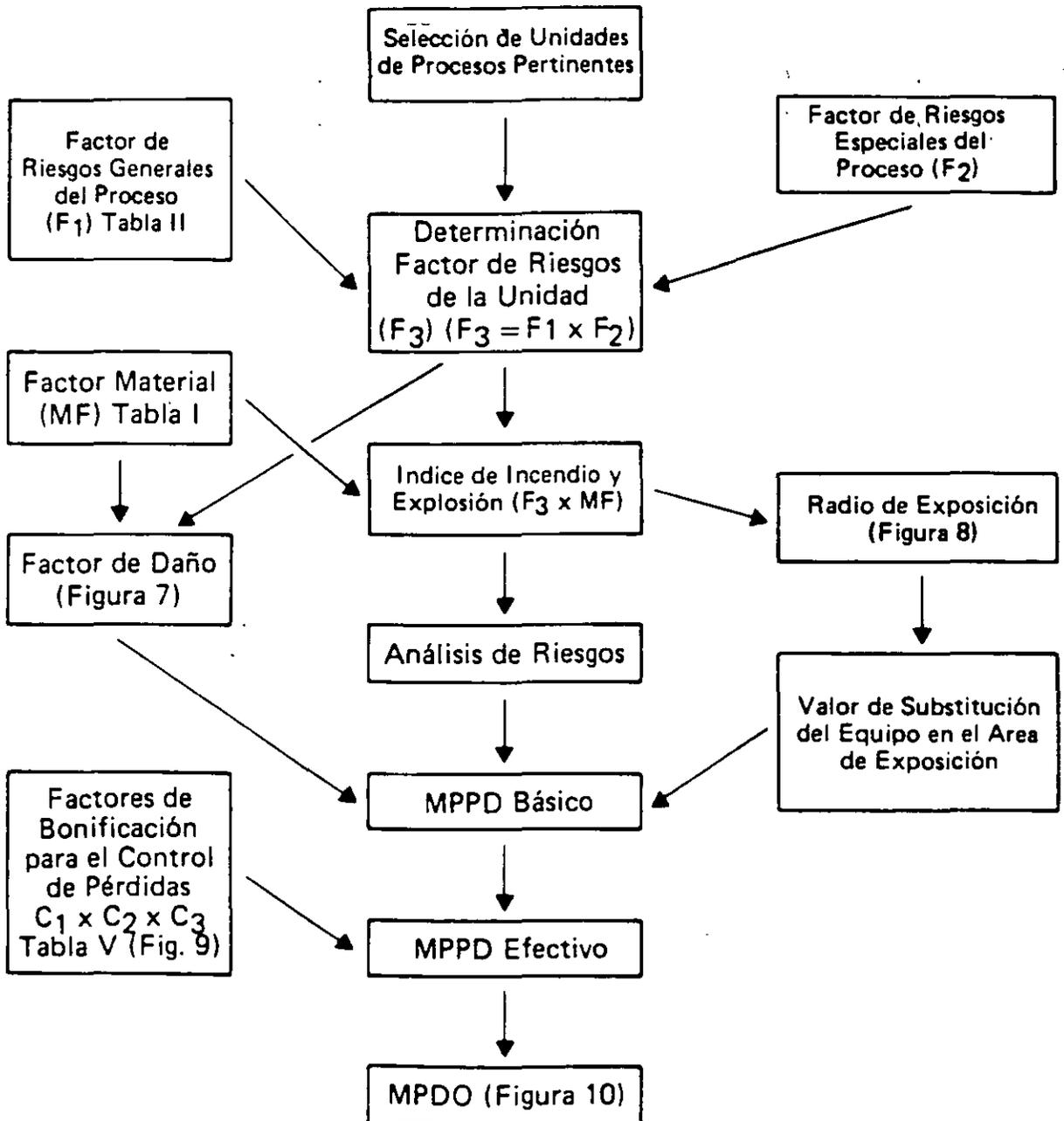
La necesidad de un método sistemático para la identificación de áreas importantes de pérdida potencial ha sido el motivo para el desarrollo de un Índice de Incendio y Explosión y una guía para el Análisis de Riesgos. El concepto básico fué tomado de la guía de la Factory Mutual sobre "Clasificación de las Instalaciones Químicas". Al cabo de cuatro ediciones de cambios y mejoras se presenta esta guía en su quinta edición

Presenta esta quinta edición algunas nuevas áreas de cálculo y ha sido ampliada para proporcionar un método para la valoración de la probabilidad de pérdida por Interrupción de la Fabricación (BI) mediante el empleo de los Máximos Días Probables Perdidos (MPDO).

El cálculo del Índice de Incendio y Explosión (IIE) y su aplicación a la determinación del "Daño Máximo Probable de la Propiedad" (MPPD) se ha definido más claramente. Mediante este sistema se puede evaluar cualquier operación donde un material inflamable, combustible o reactivo se almacene, maneje o trate con excepción de las instalaciones generadoras de energía, edificios de oficinas o sistemas de tratamiento o distribución de agua.

En la Figura 1 se incluye un diagrama que contiene las etapas necesarias para el cálculo del Factor de Riesgos de la Unidad, el Índice de Incendio y Explosión IIE el MPPD y el MPDO.

Figura 1.- Procedimiento para el cálculo del factor de riesgo de la unidad - Índice de incendio y explosión - MPPD y MPDO.



PROCEDIMIENTO PARA EL CALCULO DEL ANALISIS DE RIESGOS

1. Requisitos para el desarrollo de un sumario del análisis de riesgos:
 - a) Plano parcelado exacto de la planta
 - b) Comprensión del flujo del proceso y las condiciones de éste.
 - c) Hoja de trabajo del Índice de Incendio y Explosión (Diagrama A)
 - d) Hoja de Trabajo del análisis de riesgos (Diagrama B)
 - e) Hoja de trabajo de recapitulación (Diagrama C)
 - f) Calculadora y compás de dibujo
 - g) Guía IIE en su quinta edición
 - h) Datos de costo para los equipos de proceso instalados en la planta
2. Identificar sobre el plano parcelado las "Unidades de Proceso" que sean consideradas pertinentes para el proceso y presenten un mayor impacto o contribuyan al riesgo de incendio o explosión. Ellas serán las que se usarán al calcular el Índice de Incendio y Explosión.
3. Determinar el Factor Material (MF) para cada una de las "Unidades de Proceso". Estos se obtienen a partir de la Tabla I o Apéndice A basados sobre el compuesto en la unidad de procesos.
4. Evaluar cada uno de los Factores que contribuyan al Riesgo relacionados en la hoja de trabajo del IIE tanto bajo el epígrafe de Riesgos Generales del Proceso como en el de Riesgos Especiales del Proceso; aplicar la penalización adecuada para todos aquellos a los que se deba aplicar.
5. El producto del Factor General de Riesgo y el Factor Especial del Riesgo, representa el "Factor de Riesgo de la Unidad". Este mide el grado de exposición al riesgo de la "Unidad de Proceso" y se usa conjuntamente con el MF para determinar el "Factor de Daño" que representa el grado de exposición a pérdidas (ver fig. 7).
6. El producto del "Factor de Riesgo de la Unidad" y el "Factor Material" da el IIE. Este se usa para determinar el "Área de Exposición" que rodea a la Unidad de Proceso que se evalúa (ver fig. 8).
7. Calcular el valor en dólares de todos los equipos dentro del "Área de Exposición". Este valor se usa para obtener el Daño Básico Máximo Probable de la Propiedad (MPPD básico).
8. El MPPD Básico se puede reducir al Daño Máximo Probable de la Propiedad Efectivo mediante la aplicación de varios Factores de Bonificación y/o la relocalización de ciertos equipos de valor alto en áreas exteriores al "Área de Exposición".

9. El Daño Efectivo Máximo Probable de la Propiedad (MPPD Efectivo) se usa para obtener los Máximos Días Probables Perdidos (MPDO). La Interrupción de la Fabricación se puede evaluar a partir de estos datos (ver fig. 10).
10. El MPPD Efectivo representa la pérdida probable que puede ocurrir si un incidente de una magnitud razonable aconteciera y funcionarían los distintos equipos de protección. El fallo de funcionamiento de alguno de los equipos protectores revertiría el problema de la pérdida probable al MPPD Básico.

A continuación se perfila y amplía cada uno de los puntos anteriores.

También en el Apéndice C hay una lista de verificación de ingeniería que se usará en la evaluación de las áreas de control de pérdidas importantes en una planta.

INDICE DE INCENDIO Y EXPLOSION



Diagrama "A"

		Localización	Fecha
Planta	Unidad	A cargo de	
MATERIALES Y PROCESOS			
Materiales			
Catalizadores		Disolventes	
FACTOR MATERIAL (VER TABLA I, APENDICE A) →			
1. RIESGOS GENERALES DEL PROCESO (VER TABLA II)		Penalización	Penalización usada
FACTOR BASE →		1,00	1,00
A. Reacciones exotérmicas (Factor 0.30 a 1.25)			
B. Reacciones endotérmicas (Factor 0.20 a 0.40)			
C. Transferencia y manejo materiales (Factor 0.25 a 0.85)			
D. Unidades de proceso cerradas (Factor 0.30 a 0.90)			
E. Acceso			
F. Desagües (Factor 0.25 a 0.50)			
FACTOR DE RIESGOS GENERALES DEL PROCESO (F ₁) →			
2. RIESGOS ESPECIALES DEL PROCESO			
FACTOR BASE →		1,00	1,00
A. Temperatura del proceso (Usar sólo una)			
1. Superior al punto de inflamación		0,30	
2. Superior al punto de ebullición		0,60	
3. Superior al punto de autoignición		0,75	
B. Presión baja (Inferior a la atmosférica)		0,50	
C. Operación en o cerca condiciones inflamabilidad			
1. Líquidos inflamables almacenados en tanques en el exterior		0,50	
2. Alteración del proceso o fallo de purga		0,30	
3. Siempre en condiciones de inflamabilidad		0,80	
D. Explosión de polvo (Factor 0.25 a 2.00) (Ver Tabla III)			
E. Presión (Ver Figura 2)			
F. Temperatura baja (Factor 0.20 a 0.50)			
G. Cantidad de material inflamable			
1. Líquidos o gases en procesos (Ver Figura 3)			
2. Líquidos o gases almacenados (Ver Figura 4)			
3. Sólidos combustibles almacenados (Ver Figura 5)			
H. Corrosión y erosión (Factor 0.10 a 0.75)			
J. Fugas por uniones y empaquetaduras (Factor 0.10 a 1.50)			
K. Uso de calentadores con llama abierta (Ver Figura 6)			
L. Sistema intercambio térmico con aceite caliente (Factor 0.15 a 1.5) (Ver Tabla IV)			
M. Compresores, bombas y equipos rotativos		0,50	
FACTOR DE RIESGOS ESPECIALES DEL PROCESO (F ₂) →			
FACTOR DE RIESGO DE LA UNIDAD (F ₁ x F ₂ = F ₃) →			
INDICE DE INCENDIO Y EXPLOSION (F ₃ x MF) = IIE →			

DIAGRAMA B

FACTORES DE CONFIANZA PARA EL CONTROL DE PERDIDAS

1. Control de Procesos (C₁)

a) Energía de emergencia	0,97	e) Control con ordenador	0,89 a 0,98
b) Refrigeración	0,95 a 0,98	f) Gas inerte	0,90 a 0,94
c) Control de explosiones	0,75 a 0,96	g) Instrucciones de operación	0,86 a 0,99
d) Parada de emergencia	0,94 a 0,98	h) Recopilación reactividad química	0,85 a 0,96

C₁ Total _____*

2. Aislamiento de Material (C₂)

a) Válvulas control remoto	0,94	-c) Desagües	0,85 a 0,95
b) Depósitos de descarga	0,94 a 0,96	d) Enclavamiento	0,96

C₂ Total _____*

3. Protección contra incendios (C₃)

a) Detección fugas	0,90 a 0,97	f) Sistemas de rociadores	0,60 a 0,96
b) Estructuras de acero	0,92 a 0,97	g) Cortinas de agua	0,95 a 0,97
c) Tanques enterrados	0,75 a 0,85	h) Espuma	0,87 a 0,98
d) Suministro agua	0,90 a 0,95	j) Extintores Manuales	0,92 a 0,97
e) Sistemas especiales	0,85	k) Protección de Cables	0,90 a 0,96

C₃ Total _____*

C₁ x C₂ x C₃ = _____ Ver figura 9 para conversión al Factor de Bonificación Efectivo (A la línea D de más abajo)

RESUMEN DEL ANALISIS DE RIESGOS

A-1	IIE	_____	_____
A-2	Radio de exposición	_____	_____ m
A-3	Valor del Area de exposición	_____	\$MM** _____
B.	Factor de Daño	_____	_____
C.	MPPD Básico (A - 3 x B)	_____	\$MM _____
D.	Factor de Bonificación efectivo	_____	_____
E.	MPPD Efectivo (C x D)	_____	\$MM _____
F.	Días Perdidos (MPDO)	_____	_____ días

* Producto de todos los factores usados

** MM = Millón

Diagrama C

HOJA DE RECAPITULACION

Planta: Z Cumplimentada por: _____

División: C Fecha: _____

Unidades de proceso	Factor de Riesgo de la Unidad F ₃	Factor Material MF	IIE (F ₃ x MF)	(A) Valor Area Exposición \$ MM	(B) Factor Daño de Fig. 7	(C) MPPD Básico \$ MM (A x B)	(D) Factor Bonificación C ₁ x C ₂ x C ₃ de Fig. 9	(E) MPPD Efectivo \$ MM (C x D)	(F) Días perdidos MPDO de Fig. 10
1 Reactor	6,44	27	174	147' 15,000	0,87	13,0	0,49	6,4	40/110
2 Horno	5,99	16	96	80' 12,000	0,58	7,0	0,57	4,0	28/90
3 Compresor	5,94	24	143	120' 15,0	0,83	12,5	0,46	5,7	35/110

Se han evaluado tres Unidades de Procesos en una hipotética planta "Z" con los resultados indicados arriba. Se supone un Valor de Sustitución de la planta "Z" de \$ 50.0 MM. Luego a partir de la recapitulación anterior el MPPD Base es de \$ 13,0 MM y el valor MPPD Real más alto es de \$ 6,4 MM con una gama de MPPD de 40 a 110 para el Reactor (Unidad de Proceso 1).

SELECCION DE "UNIDADES DE PROCESO" PERTINENTES

Una "Unidad de Proceso" se define como un ítem del equipo del proceso. Como ejemplos se podrían incluir bombas, compresores, columnas de reflujo, torres de absorción, reactores, mezcladores, tambores de carga, hornos, evaporadores, separadores, tanques de mezclado, trituradoras, secadoras, tanques de almacenamiento, etc.

En ciertos casos, tal como ocurre con los almacenes la "Unidad de Proceso", se identifica como el material que se almacena.

Las siguientes "Unidades de Procesos" podrían identificarse en una sección de horneado/refrigeración de una planta de VCM/EDC (cloruro de vinilo monómero/dicloruro de etileno): Precalentador del EDC, (Dicloruro de Etileno), evaporador del dicloruro de etileno, horno, columna de refrigeración, absorbedor de dicloruro de etileno y colector de alquitrán.

El área de procesos de una planta de látex de estireno-butadieno podría constar de las siguientes unidades de proceso: Preparador alimentador mezclador de monómero, reactores, separadores, recuperador de monómero, cámara humidificadora y lavador de estireno.

El IIE debería calcularse para cada "Unidad de Proceso" que tuviera influencia sobre el área de procesos. Aunque esto pudiera ser necesario para todos los ítems, en la práctica, generalmente resulta obvio, que sólo ciertas "Unidades de Proceso" serán pertinentes debido a las materias contenidas en la unidad, las reacciones o las condiciones de los procesos que tienen lugar. En pocas ocasiones será necesario calcular el IIE para más de 3 ó 4 "Unidades de Procesos" en cualquier sección de procesos de una planta. El número de secciones de procesos de una planta variará según el tipo de proceso y configuración de la planta.

Se intenta encontrar el área de mayor exposición en la planta, para luego determinar el impacto sobre la inversión de capital y la interrupción de la fabricación.

DETERMINACION DEL FACTOR MATERIAL (MF)

El MF es una medida de la intensidad de liberación de energía de un compuesto químico, de una mezcla de compuestos, o sustancias y es el punto de partida para el cálculo del IIE. Se determina el MF por consideración de dos riesgos del material: Inflamabilidad (N_i) y reactividad (N_r) y se representa por un número de 1 a 40.

En el Apéndice A hay una lista de materiales con sus correspondientes números de MF junto con otros datos, tales como capacidad calorífica, N_i y N_r . En varias ocasiones la N_r difiere del valor del NFPA, y esto es debido a un consenso de los especialistas de la Dow sobre compuestos reactivos.

Para los materiales no contenidos en el Apéndice A se procede como sigue:

1. Gases, líquidos o sólidos

- a) Usar los manuales de la NFPA 49 y 325 M para hallar los valores de N_i y N_r , ó
- b) Usar las propiedades térmicas indicadas en la Tabla I.

Inflamabilidad (N_i): Se deduce del punto de inflamación (flash point) y del punto de ebullición, cuando el "flash point" sea inferior a 37, 8°C (100° F). Para ciertas formas de sólidos se dá el N_i en la Tabla I.

Reactividad (N_r): Se deduce de los cálculos y datos de compuestos químicos reactivos mediante uno cualquiera de los siguientes caminos:

- i) Usar la temperatura adiabática de descomposición (T_a). Temperatura teórica alcanzada por el proceso de descomposición completa del material inicialmente a 25° (298° K).

Puesto que T_a es un valor calculado termodinámicamente, independientemente de la cinética o mecanismo de descomposición, la presencia de las trazas de impurezas, efectos catalíticos, naturaleza de la atmósfera, etc., no se consideran.

- ii) Usar para condiciones exotermas un aparato de exploración DTA/DSC (Differential Thermal Analysis Differential Scan Calorimeter).

Los resultados de esta exploración DTA/DSC dependen de la reacción y su modelo y también de las trazas de impurezas, efectos catalíticos, naturaleza de la atmósfera, etc. Resulta importante conocer la naturaleza y causa de las condiciones exotérmicas del DTA/DSC.

Los valores obtenidos con el DTA/DSC son exploraciones preliminares y no son considerados como datos finales debido a que la exotermicidad puede estar equivocada a causa de la endotermicidades enmascaradas o sensibilidad inadecuada.

- iii) Usar datos del calorímetro de velocidad acelerada (ARC) o un dispositivo equivalente (Dispositivo de Corrimiento Adiabático-ARD) que es más definitivo para la evaluación de la reactividad. Pueden evaluarse tanto los efectos térmicos como los debidos a la presión.

Se recomienda el uso del ARC/ARD para la obtención de más datos en materia que representen una T_a (Temperatura de descomposición adiabática) de 1000° K o superior o bien indique signos de reactividad en el aparato de exploración DTA/DSC.

2. Polvo

- a) El MF para polvo se basa en el aumento máximo del gradiente de presión que se define como la relación entre el incremento de la presión de explosión y el intervalo de tiempo necesario para este mismo incremento.
- b) El polvo se clasifica en los tres grupos siguientes: ST-1 ST-2 y ST-3 en relación al incremento de presión. Distintos dispositivos de ensayo (tamaño y forma) darán resultados diferentes del aumento máximo del gradiente de presión.
- c) Para el cilindro de ensayo de Hartmann ST-1 corresponde a 513,2 Kg/cm². seg. (7300 psi/seg.) y valores inferiores mientras ST-3 corresponde a valores de 1546,6 Kg/cm². seg. (22.000 psi/seg.) y superiores.

3. Mezclas de compuestos

Cuando el material significativo es una mezcla, el MF se obtiene mejor a partir de las propiedades de la mezcla (punto de inflamación, T_a , pico del DTA/DSC, etc).

Si las propiedades cambian, como ocurre en procesos discontinuos, se han de usar aquellas condiciones que producen el valor superior del MF durante el cambio.

El programa para Productos Químicos Reactivos preconiza el ensayo para determinar la energía almacenada inherente en un compuesto o mezcla y la velocidad probable de liberación de energía. Cuando el ensayo se haya completado deben tenerse los datos necesarios para determinar el N_i o el N_r para un MF, usando la Tabla I.

Como un método alternativo, mientras no se conozcan los datos pertinentes se puede asignar a las mezclas un MF promedio ponderado a base de % en peso. Esta alternativa sólo es útil cuando los ingredientes de la mezcla no reaccionan entre sí. (Ejemplo: un 20 % de trietilaluminio (MF = 29) en hexano (MF = 16) deberá presentar un MF de $(20 \times 29) + (80 \times 16)/100 = 18,6$)

TABLA I - GUIA PARA LA DETERMINACION DEL FACTOR MATERIAL

	² T _a °K	< 830	⁴ 830 - 935	³ 935 - 1010	1010 - 1080	> 1080
	Pico °C DTA/DSC	> 400	305 - 400	215 - 305	125 to 215	< 125
	NFPA 325M	N _r = 0	N _r = 1	N _r = 2	N _r = 3	N _r = 4
¹ No Combustible	N _i = 0	1	14	24	29	40
T _i > 60°C	N _i = 1	4	14	24	29	40
T _i > 37,8°C < 60°C	N _i = 2	10	14	24	29	40
T _i < 37,8°C T _e > 37,8°C	N _i = 3	16	16	24	29	40
T _i < 37,8°C T _e < 37,8°C	N _i = 4	21	21	24	29	40
Polvo o vapor combustible						
ST-1		16	16	24	29	40
ST-2		21	21	24	29	40
ST-3		24	24	24	29	40
Sólidos combustibles						
⁵ Denso > 40 mm espesor		4	14	24	29	40
⁶ Abierto < 40 mm espesor		10	14	24	29	40
⁷ Espuma		16				
Espuma expandida		21				

- 1 No quema en aire cuando se expone a temperatura de 815,5°C (1500°F) durante un período de 5 minutos.
- 2 Adicionar 100° a T_a°K para los peróxidos antes de entrar en la Tabla.
- 3 ARC (Calorímetro de Velocidad Acelerada), datos recomendados para T_a°K de 1000° ó superiores).

Los datos del ARC (o ARD) deberían ser obtenidos y analizados con el fin de determinar la naturaleza práctica del riesgo y los mejores medios para enfrentarse a él, no únicamente para el N_r. Con el fin de asignar un N_r, los datos del ARC pueden generalmente ser traducidos al máximo grado de incremento de la temperatura adiabática para una gran cantidad de mezcla (es despreciable la masa del recipiente). Medios para realizar esto se hallan en estudio por los especialistas en Productos Químicos Reactivos e Ingeniería de Procesos al transcribir este trabajo. El Dow Report GE-76-4 cubre el trabajo realizado en el pasado en este campo.

- 4 Las gamas de T_a para cada zona N_r son asignadas arbitrariamente y están basadas en el trabajo del D.R. Stull y E.S. DeHaven. Se compararon ochenta compuestos, usados comunmente en la industria, utilizando datos termodinámicos y el N_r asignado por el NFPA entre 0 y 4. Fueron razonablemente exactos dentro de un ± 5% para cada una de las áreas indicadas.
- 5 Incluye materiales, lingotes de magnesio y pilas de sólidos apretados.
- 6 Incluye materiales granulados rugosos tales como pastillas de plástico; almacenamientos en bastidores; materiales como el "Methocel" en sacos o silos; rollos de papel.
- 7 Incluye productos de caucho, tales como neumáticos, botas, etc.

FACTORES QUE CONTRIBUYEN AL RIESGO

Una vez elegido el MF apropiado, la siguiente etapa consiste en calcular el "Factor de Riesgo de la Unidad" y el IIE.

Se consigue esto por recopilación de cada uno de los "Riesgos Contribuyentes" indicados en Riesgos Generales del Proceso y Riesgos Especiales de Proceso en la hoja de trabajo del IIE (Diagrama A).

Cada uno de los apartados indicados son considerados como factores que contribuyen al desarrollo de un incidente que puede causar un incendio o una explosión. No se puede aplicar cada apartado a una "Unidad de Proceso"; sin embargo, todos aquellos apartados que sean aplicables deben evaluarse y aplicar la penalización adecuada.

La hoja de trabajo del IIE contiene penalizaciones para algunos de los Riesgos Contribuyentes. Cuando no se indican penalizaciones es necesario referirse a la Figura o Tabla indicada para aplicar la penalización correcta.

RIESGOS GENERALES DEL PROCESO

Los items indicados en esta sección aumentan la magnitud de un incidente probable. Se aplican a cierto tipo de procesos, su disposición y las condiciones de drenaje y hay una sección para el manejo y almacenamiento de productos.

Cada item deberá ser revisado en su relación con la unidad de proceso que se evalúa y se le aplicará la penalización apropiada.

A. Reacciones exotérmicas

1. Las reacciones siguientes se penalizan con 0,30:

- a) **Hidrogenación:** Adición de átomos de hidrógeno a un enlace doble o triple.
- b) **Hidrólisis:** Reacción de un compuesto con agua, tal como la fabricación de ácidos sulfúrico o fosfórico a partir de sus óxidos (Epiclohidrina y agua requiere una penalización de 0,50)
- c) **Isomerización:** Reagrupamiento de los átomos en una molécula orgánica, p. ej. cambio de una cadena lineal en una ramificada.
- d) **Sulfonación:** Introducción de un radical SO_3H en una molécula orgánica mediante reacción con H_2SO_4 .
- e) **Neutralización:** Reacción entre un ácido y una base para dar una sal y agua.

2. Se penalizan con 0,50:

- a) **Alquilación:** Adición de un grupo alquilo a un compuesto para formar varios compuestos orgánicos.
- b) **Esterificación:** Reacción entre un ácido y un alcohol o un hidrocarburo insaturado. Cuando el ácido es un material que reacciona intensamente, aumentar la penalización a 0,75.
- c) **Oxidación:** Combinación de oxígeno con algunas sustancias cuando la reacción se halla controlada y no da CO_2 y H_2O como productos de combustión. Cuando se usan agentes oxidantes intensos, tales como cloratos, ácido nítrico, ácido hipocloroso y sus sales, aumentar la penalización a 1,00.
- d) **Polimerización:** Unión conjunta de moléculas para formar cadenas u otras uniones.
- e) **Condensación:** Unión conjunta de dos o más moléculas orgánicas con desprendimiento de H_2O , HCl u otros compuestos

3. Se penalizan con 1,00:

- a) **Halogenación:** Introducción de átomos de halógenos (fluor, cloro, bromo o yodo) en una molécula orgánica.

4. Se penalizan con 1,25:

- a) **Nitración:** Sustitución de un átomo de hidrógeno de un compuesto por un grupo nitro.

B. Reacciones endotérmicas

Todas las reacciones endotérmicas se penalizan con 0,20 excepto cuando la fuente de energía para sostener la reacción es proporcionada por la combustión de un sólido, líquido o gas, en cuyo caso la penalización es del 0,40.

Son ejemplos de reacciones endotérmicas:

- a) **Calcinación:** Calentar un material para eliminar la humedad u otro material volátil.
- b) **Electrolisis:** Separación de iones mediante la corriente eléctrica.
- c) **Pirólisis o cracking:** Descomposición térmica de moléculas grandes por temperatura elevada, presión y un catalizador.

C. Manejo y transferencia de materiales

Esta sección cubre distintas funciones relacionadas con la formulación, la mezcla, carga, descarga y almacenamiento de materiales.

1. Carga y descarga de líquidos inflamables de Clase I (punto de inflamación inferior a 37,8°C (100°F) o gas licuado del petróleo. La penalización que se aplica a la conexión y desconexión de líneas de transferencia de camiones, vagones cisterna, barcasas y buques es de 0,50.
2. El uso de centrifugas y reacciones o mezclado discontinuo en recipientes semi-abiertos presenta una penalización de 0,50.
3. El almacenamiento en locales y patios cubre el almacenamiento de productos, en general, exceptuándose los combustibles y productos contenidos en tanques al aire libre, incluyendo el manejo y almacenamiento de materiales en bidones, cilindros, sacos de papel o plástico, cajas de cartón, láminas de espuma, carbón o madera, le corresponde una penalización de 0,25 a 0,85 según lo indicado en la Tabla II.

Estas penalizaciones se aplican a causa de la exposición del manejo y potencialidad del incendio que puede producirse y sin tener en cuenta la cantidad presente.

D. Unidades de Procesos-Locales Cerrados

Las áreas donde se tratan líquidos y gases inflamables es preferible que sean construcciones ventiladas libremente y abiertas. También los colectores de polvo y filtros deben ubicarse en áreas abiertas, donde no tengan lugar otros procesos.

Se entiende por zona cerrada aquella área que contiene tres o cuatro lados sin aberturas en la base o sólo con aberturas en dos lados de un área cerrada por los cuatro lados.

El requisito mínimo de ventilación para un área cerrada donde se manejan líquidos o gases inflamables es el que corresponde a seis renovaciones de aire por hora o bien 300 litros de aire por minuto y por aproximadamente cada m^2 de superficie del suelo (pie cúbico de aire por minuto por pie cuadrado de superficie).

Reconociéndose el alto grado de exposición que se produce en las áreas cerradas, se consideran necesarias las penalizaciones indicadas en la Tabla II.

E. Acceso

Se considera requisito mínimo para un área de operación que excede los 925 m² el acceso posible de equipos de emergencia al área de trabajo por dos lados al menos.

Este requisito no será aplicable a un edificio dedicado a almacenamiento excepción hecha de que su área encerrada exceda los 2312 m².

F. Drenajes

Un inadecuado diseño de los drenajes ha sido un factor que ha contribuido a grandes pérdidas cuando se han producido vertidos de líquidos inflamables.

Se ha de considerar que el 75 % de la máxima cantidad de líquidos inflamables envuelta en el proceso puede verterse. Si esta cantidad, conjuntamente con el agua utilizada contra el incendio, puede quedar atrapada alrededor de zonas que rodeen la unidad de proceso, o si los canales de drenaje pueden transportar el líquido inflamable hacia los diques afectando a líneas de servicios generales u otras unidades de proceso, se aplica una penalización de 0,50.

La misma penalización podría aplicarse cuando se usa un diseño de dique para retener el vertido alrededor de la unidad de proceso.

Cuando el diseño del dique dirige el vertido lejos de la unidad de proceso a una piscina al efecto, la penalización se reduce a 0,25.

TABLA II - RIESGOS GENERALES DEL PROCESO

A. REACCIONES EXOTERMICAS

1. Hidrogenación, Hidrólisis, Isomerización, Sulfonación y Neutralización = 0,30 penalización.
2. Alquilación, Esterificación **, Oxidación*, Polimerización y Condensación = 0,50 penalización.
 - * En reacciones de oxidación que intervienen agentes oxidantes intensos como cloratos, ácido nítrico, ácido hipocloroso y sus sales, etc., la penalización aumenta a 1,00
 - ** Cuando el ácido es un material que reacciona intensamente, la penalización es de 0,75.
3. Halogenación = 1,00 penalización
4. Nitración = 1,25 penalización

B. REACCIONES ENDOTERMICAS

1. Calcinación, Electrólisis, Pirólisis o Cracking = 0,20 penalización.
(Cuando la fuente de energía es proporcionada por combustión de un sólido, líquido o gas, aumenta la penalización a 0,40).

C. MANEJO Y TRANSFERENCIA DE MATERIALES

1. Carga y descarga de líquidos inflamables Clase I ó gases del petróleo (L.P.G.) = 0,50 penalización.
2. Uso de centrifugas, reacciones discontinuas o mezclado discontinuo = 0,50 penalización.
3. Almacenamiento en almacenes y patios
 - a) Líquidos inflamables Clase I o L.P.G. o gases inflamables = 0,85 penalización.

- b) Combustibles sólidos identificados como abiertos o espumados (< 40 mm espesor) = 0,65 penalización.
- c) Combustibles sólidos identificados como de célula cerrada o densos (> 40 mm espesor) = 0,40 penalización.
- d) Líquidos combustibles Clase II = 0,25 penalización.

D. UNIDADES DE PROCESO EN LOCALES CERRADOS

1. Filtros o colectores de polvo = 0,50
2. Líquidos inflamables que estén a una temperatura superior al punto de inflamación (Flash point) y por debajo del punto de ebullición = 0,30.
3. Líquidos inflamables o L.P.G. a una temperatura superior al punto de ebullición = 0,60
4. Para cantidades superiores a 4. 5.10³ Kg (10 M libras) de los items 2 ó 3, la penalización es 1,5 veces la indicada.

E. ACCESO

1. Penalización de 0,35 por acceso inadecuado.

F. DRENAJES

1. Penalización de 0,25 si el drenaje es dirigido hacia una piscina al efecto.
2. Penalización de 0,50 si se usa un dique para retener el vertido alrededor de la unidad de proceso o el vertido puede quedar atrapado alrededor de las unidades de proceso

RIESGOS ESPECIALES DEL PROCESO

Los items indicados en esta sección contribuyen a los incidentes que aumentan la probabilidad de un incendio o explosión. Cada item deberá ser revisado en relación a la evaluación de la unidad del proceso y se aplicará la penalización apropiada.

A. Temperatura del proceso

1. Si la temperatura del proceso o las condiciones de manejo son las del punto de inflamación del material o superior, se aplica una penalización de 0,30.
2. Si la temperatura del proceso o las condiciones de manejo son las del punto de ebullición del material o superior, se aplica una penalización de 0,60.
3. Algunos materiales pueden entrar en ignición, sin llama o chispa, (autoignición), por contacto con superficies calientes o aire, (materiales pirofóricos). Son ejemplos de materiales con temperaturas de autoignición bajas, el disulfuro de carbono, el hexano y el fuel-oil.
Como ejemplo de materiales pirofóricos se hallan los alquil-aluminio, el fósforo y el sodio. En todos estos casos se aplica una penalización de 0,75.

B. Presión Baja (Inferior a la atmosférica)

Se aplica a aquellos casos en que una entrada de aire dentro de un sistema puede causar un riesgo. Ello puede ocasionar el contacto del aire con materiales sensibles a la humedad o al oxígeno o bien a la formación de mezclas inflamables. La penalización se aplica cuando el equipo de proceso opera a presión inferior a la atmosférica, aunque sea momentáneamente como en el caso de la aspiración de un compresor. La penalización es de 0,50.

C. Operación en condiciones de inflamabilidad o cercanas a ella

Existen determinadas condiciones de operación que pueden producir el que una mezcla de aire entre en el sistema y produzca una mezcla inflamable y así crear un riesgo. En esta sección se trata de las siguientes condiciones:

1. Almacenaje en tanques de líquidos inflamables (Clase I) con entrada de aire en el interior del tanque durante el vaciado o enfriamiento súbito del tanque. Penalización de 0,50.
2. Procesos u operaciones que pueden hallarse en condiciones de inflamabilidad o cercanas a ella, sólo en caso de fallo de instrumentos o equipos o fallo de purgas. Penalización de 0,30.
3. Procesos u operaciones que por su propia naturaleza siempre se hallan en o cerca de las condiciones de inflamabilidad bien porque la operación de purga no puede practicarse o bien porque se ha decidido no realizar la purga. En la descarga de barcasas, camiones o vagones cisterna, si se usa la inertización, reducir la penalización a la mitad. La penalización es de 0,80.

D. Explosión de polvo

Es el tamaño de partícula de cualquier polvo el que determina su capacidad para permanecer en suspensión por más tiempo, así como la energía desarrollada en la ignición. En general, las partículas de polvo de tamaño superior a las 150 micras no desarrollan presiones superiores a $91,4 \text{ kg/cm}^2$ (1300 psi) por segundo.

La penalización en esta sección se aplica a cualquier operación de manejo, trasvase, mezcla, trituración, ensacado, etc. de polvo. Las penalizaciones varían de 0,25 a 2,00 según la Tabla III.

Todo polvo tiene una gama de tamaño de partícula y la penalización debe aplicarse en función del tamaño de malla que deje pasar el 25 % de la muestra (p. ej., tamaño de partículas de las cuales el 75 % del polvo es más grueso y el 25 % es el más fino)..

TABLA III - PENALIZACIÓN		EXPLOSION DE POLVO
Tamaño partícula en micras	Tamaño de malla Tyler	Penalización*
> 175	60 - 80	0,25
150 - 175	80 - 100	0,50
100 - 150	100 - 150	0,75
75 - 100	150 - 200	1,25
< 75	> 200	2

* Usar la mitad de la penalización indicada si el polvo se maneja en un gas inerte.

E. Presión de alivio (tarado) - Figura 2

Cuando se opera a presión superior a la atmosférica debe penalizarse para compensar la exposición en función del incremento de presión.

Los sistemas con presiones superiores a 210 Kg/cm^2 (3000 psig) se hallan fuera de la gama de los códigos de normas (Código ASME para recipientes a presión sin hogar, Sección VII, División 1) y deben usarse en el diseño de bridas, juntas de anillo de lentes, juntas o retenes cónicos o cierres equivalentes.

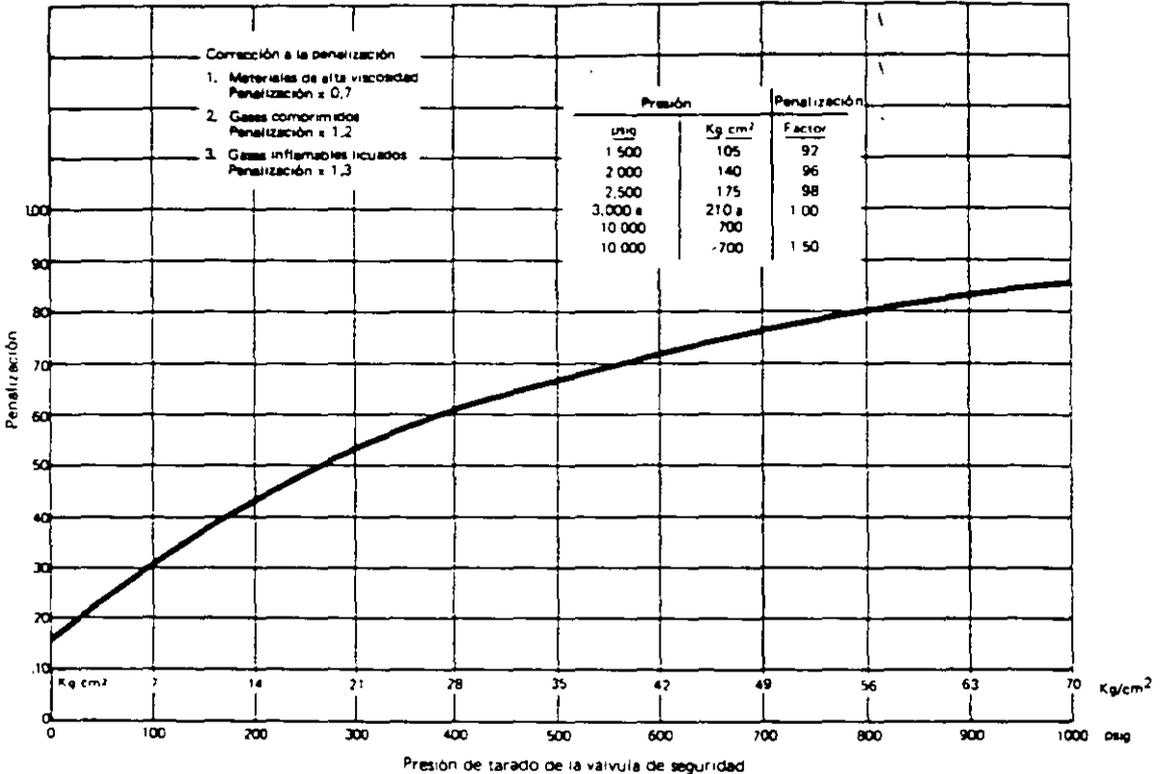
El peligro proviene de una descarga importante de líquido o gas que pueda producirse. (Las penalizaciones no son aplicables a las operaciones de moldeo o extrusión).

Para determinar el coeficiente de penalización en la Fig. 2, se parte de la presión de tarado de los discos de ruptura o válvulas de alivio. Emplear la presión real para los sistemas con aceite hidráulico.

La curva de penalización de la presión de trabajo es aplicable para líquidos inflamables y combustibles (punto de inflamabilidad inferior a 60°C , (140°F)), y para otros materiales se ha de corregir como se indica a continuación:

1. Para materiales altamente viscosos tales como alquitranes, betunes, lubricantes pesados o aceites hidráulicos y asfaltos, multiplicar la penalización por 0,70.
2. Para gases comprimidos, multiplicar la penalización por 1,2.
3. Para gases licuados inflamables (aquellos materiales con presión absoluta de vapor 2,4 kg/cm², (40 psi) o superiores a temperaturas de 37,8°C (100°F), multiplicar la penalización por 1,3.

Figura 2 - Presión de tarado de la válvula de seguridad para líquidos inflamables o combustibles



F. Baja temperatura

El propósito de esta clasificación es tener en cuenta la posible fragilidad del acero al carbono cuando se opera a la temperatura de transición o inferior. Los ensayos han mostrado que mientras no se opere a temperaturas inferiores a la de transición no es necesaria penalización alguna.

Se aplican las siguientes penalizaciones:

1. Para procesos que utilizan construcciones de acero al carbono que operan entre 10 y -29°C (50 y -20°F) la penalización es de 0,30.
2. Cuando el acero al carbono se usa a menos de -29°C (-20°F) la penalización es de 0,50.
3. Para otros materiales distintos al acero al carbono cuando la temperatura de trabajo es igual o inferior a la temperatura de transición, emplear una penalización de 0,20.

G. Cantidad de material inflamable

Esta sección valora la exposición adicional de un área cuando aumentan las cantidades de materiales inflamables. Se consideran tres categorías en esta sección y cada una se evaluará mediante una curva de penalización separada.

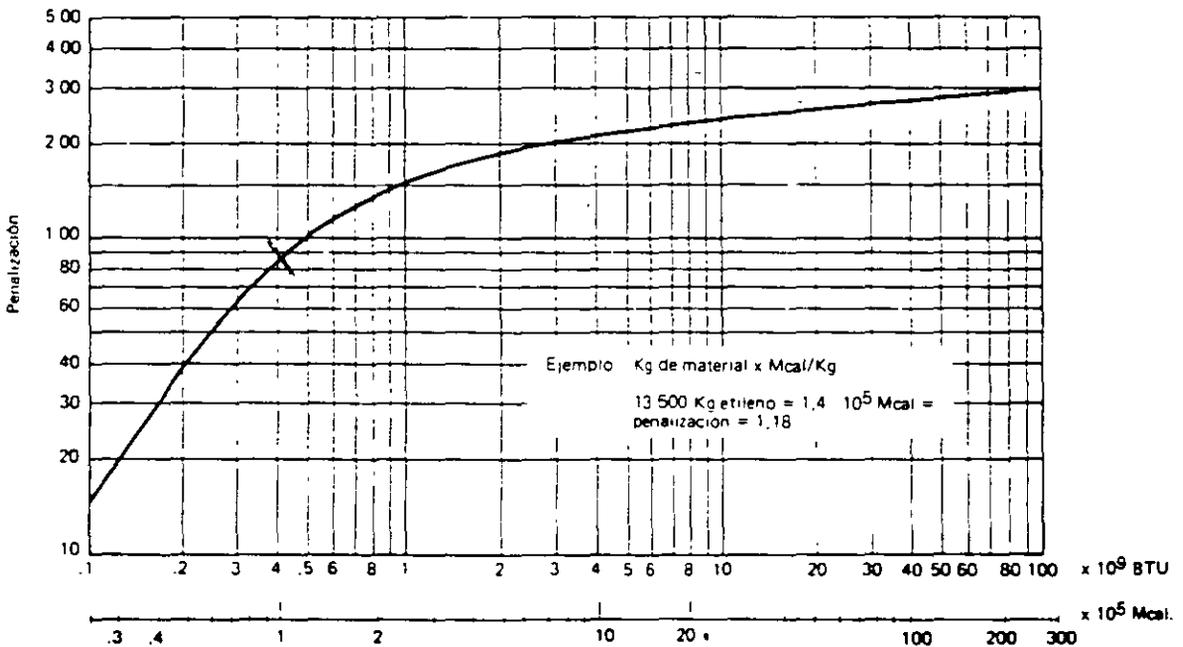
1. Líquidos o gases en proceso - Figura 3

Esta categoría se aplica a líquidos inflamables o combustibles (punto de inflamación inferior a 60°C (140°F), gases licuados o gases utilizados en varias fases del proceso. Se incluye bombeo en tanques de espera, destilación, purificación, reacción, etc.

Usar la mayor de las dos cantidades: La cantidad de material en la unidad de proceso que se evalúa o la cantidad de material en una unidad conectada.

Cuando las válvulas de cierre y apertura pueden accionarse desde un lugar remoto, se permitirá la reducción de la exposición a la 1/2 del volumen total.

Figura 3 - Líquidos o gases en proceso



Para obtener la penalización se multiplican los kilos de material por ΔH_c (en Megacalorías/Kg) y se obtienen las Megacalorías $\times 10^5$ totales.

Usar la Figura 3, buscar las Megacalorías $\times 10^5$ y obtener la penalización en el punto de intersección con la curva.

Los líquidos combustibles con puntos de inflamación superiores a 60°C (140°F) también presentan una penalización cuando el proceso se realiza a temperatura superior al punto de inflamación del material.

Los materiales inestables deben evaluarse por su calor de descomposición. Debe usarse seis veces el valor de la energía de descomposición en Megacaloría/Kg y multiplicar por los Kg para obtener las Megacalorías $\times 10^5$ y entrar en Figura 3 (H_d puede calcularse: $H_d = (T_a - 300) \times 0,70$).

2. Líquidos o gases en almacenamiento - Figura 4

Esta sección reconoce un nivel de peligro más bajo para líquidos inflamables y combustibles (punto de inflamación inferior a 60°C (140°F)), gases licuados o gases almacenados. Esto se aplica a zonas de almacenamiento al aire libre en tanques que contienen combustibles, depósitos de materia prima en bidones o tanques y materiales en recipientes portátiles.

La penalización se basa sobre el total de Megacalorias en un solo recipiente de almacenamiento, con excepción del caso de recipientes, (bidones) en el que se aplica la cantidad total de material almacenado en todos los bidones.

Los materiales inestables deberán evaluarse según su calor de descomposición. Usar el mismo método de cálculo indicado en el apartado G. 1. y luego emplear la curva "A" en la Figura 4.

Cuando hay más de un recipiente en un área de dique común que no desagüe en una balsa al efecto, usar las Megacalorias de todos los tanques para obtener la penalización a partir de la curva de la Fig. 4 (Ver ejemplo abajo).

Ejemplo:

330,2 Mkg de estireno, 330.2 Mkg de dietil-benceno y 272 Mkg de acrilonitrilo, almacenados en tres tanques en un dique común:

$$330,2 \times 9,7 \times 10^3 = 32 \times 10^5 \text{ Mcal.}$$

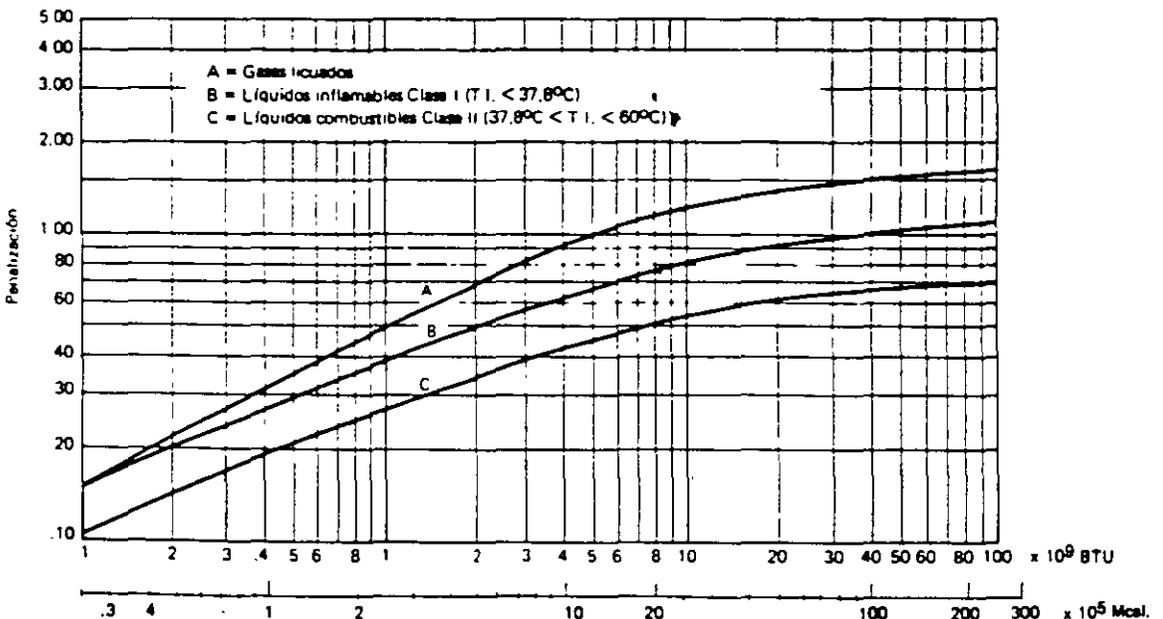
$$330,2 \times 10,05 \times 10^3 = 33 \times 10^5 \text{ Mcal.}$$

$$272,2 \times 7,6 \times 10^3 = 10 \times 10^5 \text{ Mcal.}$$

$$\text{Mcal Total} = 85 \times 10^5$$

Usando la curva B para estireno y acrilonitrilo la penalización es de 1,00

Figura 4 - Líquidos o gases en almacenamiento



3. Sólidos combustibles en almacenamiento - Figura 5

En esta categoría se trata de la penalización requerida para el almacenamiento de distintas cantidades de varios tipos de sólidos. La densidad y facilidad de ignición, así como la capacidad para mantener y propagar la llama son las medidas usadas en la curva de penalización.

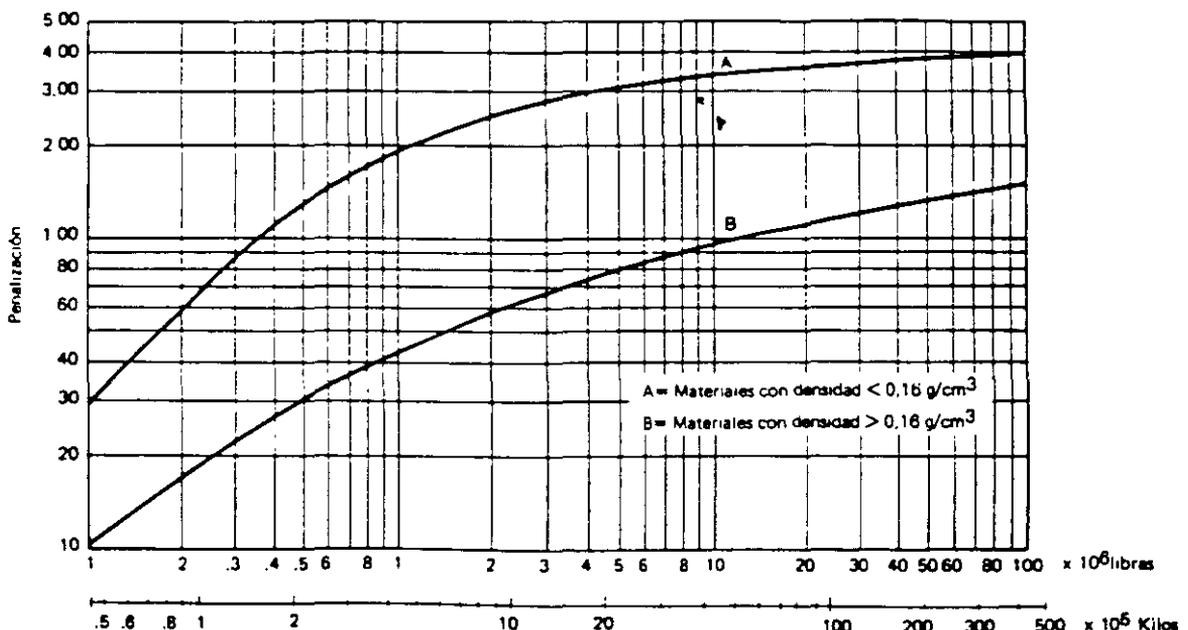
Para determinar la penalización se toma el número total de kilos del material almacenado en un almacén que se halle dentro de un área con una cortina contra el fuego, una pared corta-fuego o bien dentro de toda el área de almacenamiento cuando no existen cortinas o paredes contra el fuego. Si el material tiene una densidad inferior a $0,16 \text{ g/cm}^3$ usar la curva "A" de la Fig. 5; si esta densidad es superior usar la curva "B".

A las cajas de espuma expandida o de cartón en cubetas de poliestireno, del ejemplo, corresponde una penalización de 1,60; $35,3 \times 8,49 \text{ M} = 2.99.10^5 \text{ Kg}$; de la curva A = 1,60; a las pastillas de poliestireno en sacos corresponde una penalización de 0,90; $449,3 \times 8,94 \text{ M} = 38,1.10^5 \text{ Kg}$; de la curva B = 0,90. En los materiales inestables (N_f de 2 ó más) la evaluación debe tener en cuenta el valor de la energía de descomposición. Usar 6 veces el peso antes de usar la curva "A" de la Fig. 5.

Ejemplo:

Un área de 1858 m^2 (20 M pies²) con una altura de almacenamiento de 4,57 m (15 pies) conteniendo 8.495 m^3 (300 M pies³) de almacenamiento. Si se almacena en esta área cajas de espuma expandida o cartón en cubetas de poliestireno con una densidad media de $35,3 \text{ Kg/m}^3$ ($2,2 \text{ lb/pie}^3$) la densidad de combustible en términos de Kg/m^3 es muy inferior a la de las pastillas de polietileno o polvo de "Methocel" en sacos, que presentan una densidad promedio de $449,3 \text{ kg/m}^3$ (28 lb/pie^3). Sin embargo las cajas de espuma expandida o cartón en cubetas de poliestireno arden más fácilmente y mantendrán la llama más fácilmente que el material más denso de los sacos.

Figura 5 - Combustibles sólidos en almacenamiento



H. Corrosión y erosión

Estos factores deben ser evaluados tanto para la corrosión interna como externa. Algunos aspectos que deben considerarse son Influencia de impurezas menores en los fluidos de los procesos sobre la corrosión; la corrosión externa por resquebrajamiento de la pintura; la exposición de los recubrimientos resistentes, (plásticos, ladrillos, etc). por agrietamiento en uniones, empalmes o poros. Se aplican las siguientes penalizaciones:

1. Velocidad de corrosión inferior a 0,5 mm/año con riesgo de picadura o erosión local = 0,10
2. Velocidad de corrosión entre 0,5 mm y 1 mm/año = 0,20
3. Velocidad de corrosión superior a 1 mm/año = 0,50
4. Riesgo de producirse rotura a causa de corrosión por tensión = 0,75

J. Fugas - uniones y empaquetaduras

Las juntas, el sellado de las uniones o ejes y las empaquetaduras pueden ser una fuente de fugas, principalmente cuando se producen ciclos térmicos y de presión. Se ha de elegir un factor de penalización de acuerdo al diseño y materiales elegidos, según se indica a continuación, que oscilará entre 0,10 a 1,50

1. La bomba y los prensaestopas que pueden dar lugar a fugas de pequeña importancia: Penalización de 0,10
2. Todos aquellos procesos que normalmente producen problemas de fugas en bombas, compresores y uniones con bridas: Penalización de 0,30
3. Aquellos procesos en que los fluidos por su naturaleza son penetrantes dispersiones abrasivas que causan contínuos problemas de estanqueidad: Penalización de 0,40
4. Ventanillas de observación, dispositivos de fuelles y juntas de dilatación: Penalización de 1,50

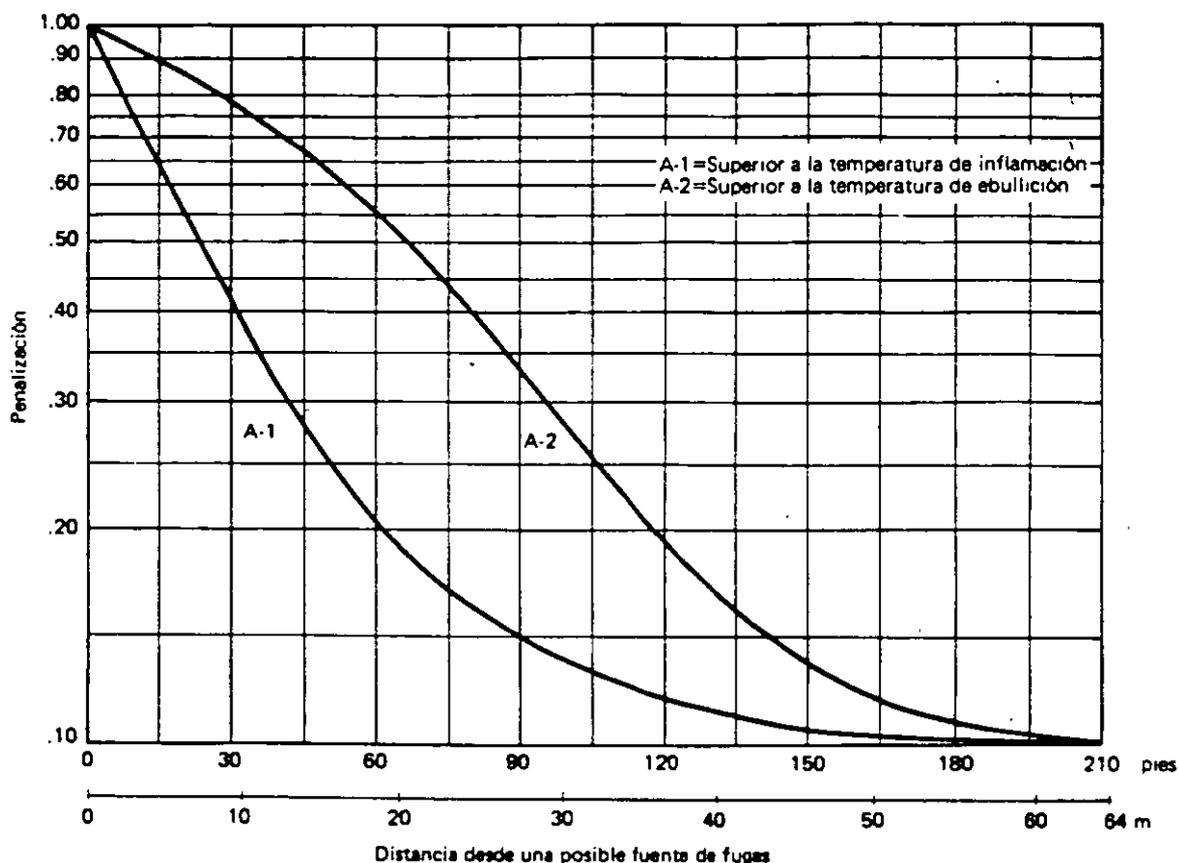
K. Uso de calentadores con fuego directo - Figura 6

La existencia de equipos con fuego directo en una planta de procesos añade una exposición suplementaria a la probabilidad de ignición ante fugas de vapores inflamables. La fuga de un líquido inflamable por encima de su punto de inflamación (A-1 en el gráfico), proporciona una mezcla de vapor-aire con un potencial inicial de cierta consideración. La cantidad liberada, las condiciones de la temperatura ambiente en el momento de la liberación, la dirección del viento y su velocidad, así como la distancia del equipo de calefacción son el conjunto de factores que determinan la probabilidad de ignición. Si el material inflamable se libera a temperatura superior al punto de ebullición (A-2, en la figura) se aumenta la probabilidad de ignición.

La penalización se determina usando la curva apropiada de la Figura 6 (A-1 ó A-2), la cual valora las condiciones de temperatura del proceso, y la distancia de una fuente de fuga potencial, (bombas, filtros, conexiones de bridas, puntos de muestreo, etc). hasta el equipo de calefacción.

El equipo de calefacción con fuego directo diseñado con el tipo de "quemador de presión" requiere sólo el 50 % de la penalización aplicable a un diseño de quemador normal, suponiendo que la entrada de aire se halle a 3 m. (10 pies) o más por encima del suelo y esté alejada de vertidos por la parte superior.

Figura 6 - Penalización por calentamiento por fuego (localizado en la planta de proceso)



L. Sistemas de intercambio térmico con aceite caliente

Los sistemas de transferencia de calor que usan un combustible líquido como medio de intercambio térmico presentan un riesgo de incendio adicional cuando se opera a temperatura superior al punto de inflamación del combustible. En algunos procesos el mayor riesgo de incendio puede ser debido al sistema de transferencia de calor.

Para calcular el factor de penalización se ponderan principalmente dos condiciones: La cantidad de fluido de intercambio térmico en el sistema y la temperatura de operación.

La parte del sistema que se puede clasificar como de almacenamiento no se usa en la determinación de la cantidad, excepto cuando se halla colindante con la unidad de proceso que se evalúa. Las penalizaciones oscilan entre 0,15 a 1,15. Ver Tabla IV adjunta.

La parte del sistema que no se alimenta automáticamente se clasifica como de almacenamiento.

TABLA IV - Penalización para sistemas de intercambio térmico con aceite caliente		
Cantidad (litros)	Por encima del punto de inflamación	A la t^a de ebullición o superior
< 19 M	0,15	0,25
19 - 38 M	0,30	0,45
38 - 95 M	0,50	0,75
> 95 M	0,75	1,15

M. Equipos en rotación - Bombas, compresores

Esta sección valora la exposición al riesgo de un área de proceso donde se utilizan grandes unidades de equipos en rotación.

No se ha desarrollado fórmula alguna para evaluar todos los diferentes tipos y tamaños de esta categoría de equipos; sin embargo, existe evidencia estadística que indica, que las bombas y compresores más allá de cierto tamaño contribuyen con mayor probabilidad a ser un factor de incidente con pérdidas.

Se aplica una penalización de 0,50 a aquellas unidades de proceso que forman parte o utilizan una bomba de más de 75 c.v. o un compresor de 600 c.v. o más.

DETERMINACION DEL FACTOR DEL RIESGO DE LA UNIDAD

El factor del Riesgo de la Unidad (F_3) es el producto de la suma de todas las penalizaciones + el Factor Base de 1,00 en los Riesgos Generales de Proceso y todas las penalizaciones + el Factor Base de 1,00 en los Riesgos Especiales del Proceso que han sido aplicados. F_3 es simplemente el producto del Factor General del Proceso (F_1) y el Factor Especial del Proceso (F_2).

El Factor de Riesgo de la UNidad (F_3) presenta una gama lógica de 1 a 8 y es una medida de la magnitud del deterioro probable relativo debido a la exposición combinada de los varios factores contribuyentes usados en el cálculo, de la Unidad de Procesos. Esta magnitud del deterioro probable relativo debido a la exposición, se determina según la Figura 7 y se identifica como el Factor de Daño.

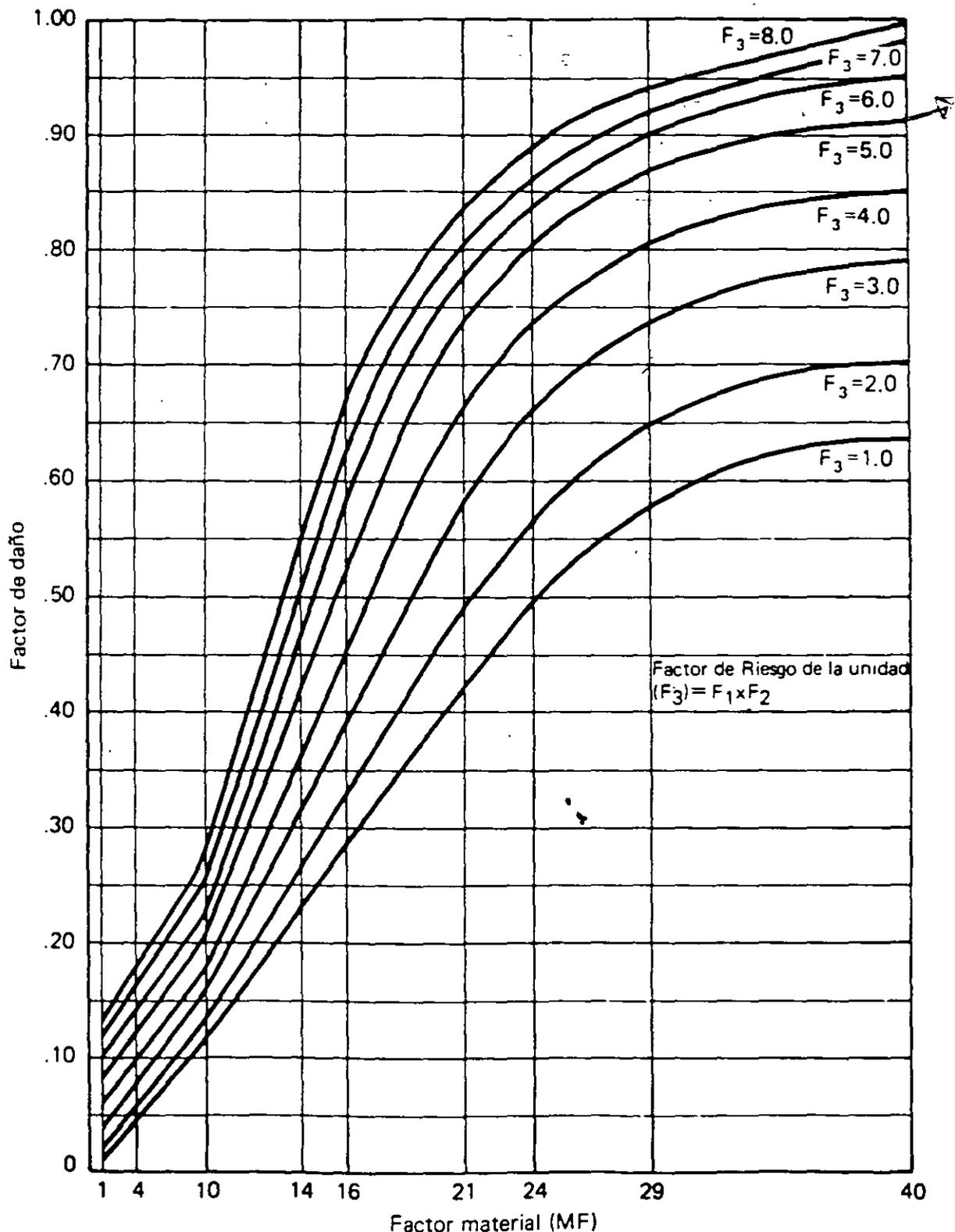
A medida que el factor material (MF) aumenta y el Factor de Riesgo de la Unidad (F_3) se incrementa, también el Factor de Daño aumenta de 0,1 a 1,00. Por ejemplo, dos "Unidades de Proceso" "A" y "B" pueden presentar un Factor de Riesgos de la Unidad (F_3) de 4,0. La unidad "A" tiene un MF de 16 y la unidad "B" un MF de 24. Usando la Fig. 7, se determina que el Factor de Daño para la unidad "A" es 0,45 y para la unidad "B" de 0,74.

El Factor de Riesgo de la Unidad (F_3) pasa a ser una medida del Factor de Daño y representa los efectos totales del fuego, más los daños de explosión resultantes de la liberación de energía de un combustible o de una substancia reactiva, causada por varios factores contribuyentes asociados con la Unidad de Proceso.

El otro uso importante del Factor de Riesgo de la Unidad (F_3) es determinar el IIE. Este se obtiene por el producto del Factor de Riesgo de la Unidad (F_3) y el Factor Material (MF). Del ejemplo anterior se determina que la unidad "A" tiene un IIE de 64 (4×16) y la unidad "B" un IIE de 96 (4×24).

Aunque ambas unidades de proceso tienen el mismo Factor de Riesgo de la Unidad (F_3) de 4, la medida final de su probable exposición a pérdidas ha de incluir el riesgo del material que se trata o maneja.

Figura 7 - Factor de riesgo de la unidad



DETERMINACION DEL INDICE DE INCENDIO Y EXPLOSION

El cálculo del índice de incendio y explosión es un procedimiento para la medida del deterioro probable que puede producirse en una planta de proceso. Los varios factores que contribuyen, tales como el tipo de reacción, temperatura del proceso, presión, cantidad de combustible, indican la magnitud y probabilidad de una liberación de combustible o energía debida a fallos de control, fallos o vibración de los equipos o a otra fatiga por tensión.

Los efectos de un incendio/o explosión de una mezcla combustible/aire posteriores a un escape e ignición se clasifican en los causados por: a) la onda explosiva o deflagración; b) exposición al fuego producido por el escape inicial; c) otras fugas de combustibles secundarios. Los efectos secundarios son más significativos al aumentar el Factor Riesgo de la Unidad y el Factor Material. En la Figura 8 el Índice de Incendio y Explosión (que es el producto del Factor de Riesgo de la Unidad por el Factor Material), se relaciona con el radio de exposición. Este representa el área probable de exposición que se hallará envuelta como resultado de los efectos combinados del Factor de Riesgo de la Unidad y el Factor Material especificado.

El efecto real del IIE sobre la evaluación final puede verse en los ejemplos usados en la sección anterior "Determinación del Factor de Riesgo de la Unidad", como se indica a continuación:

Unidad de Proceso "A"

Factor de Riesgo de la Unidad = 4,0
Factor Material = 16
Factor de Daño = 0,45
IIE = 64
Radio de Exposición = 17 m (55 pies)

Unidad de Proceso "B"

Factor de Riesgo de la Unidad = 4,0
Factor Material = 24
Factor de Daño = 0,74
IIE = 96
Radio de Exposición = 24 m (80 pies)

Las condiciones en la Unidad de Proceso "A" presentan un 45% de probabilidad de daño a 883 m² (9503 pies²) de área alrededor. Las condiciones de la Unidad de Proceso "B" presentan una probabilidad de daño del 74% a un área de 1868 m² (20.106 pies²).

Si la Unidad de Proceso "B" tuviera un factor de riesgo de la unidad de 2,7 en vez de 4,0, el IIE sería el mismo que la Unidad de Proceso "A". Sin embargo el Factor de Daño sería del 64% (basado sobre el MF de 24) para la Unidad de Proceso "B" en comparación con la Unidad de Proceso "A" con un Factor de Daño del 45% (basado sobre el MF de 16).

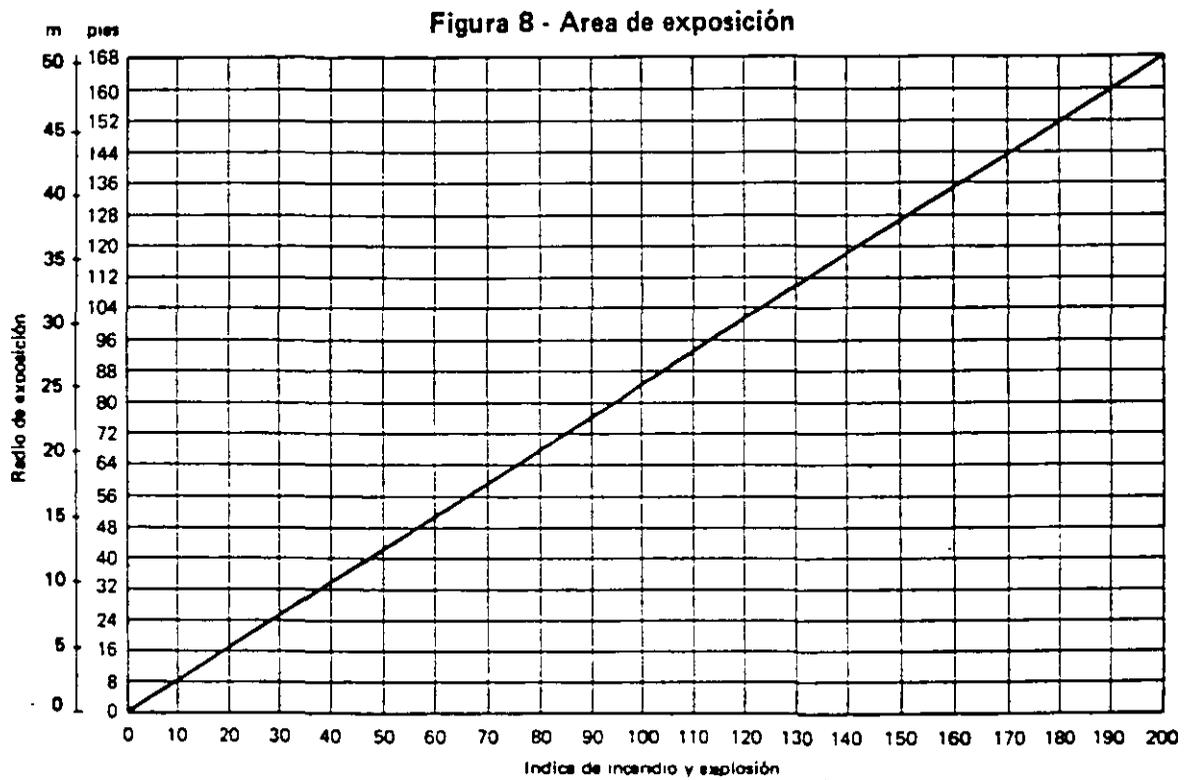
Es evidente que un incidente de incendio y/o explosión no se difunde en un círculo perfecto ni produce igual daño en todas las direcciones. Esto puede ser debido a la posición del equipo, la dirección del viento y la ubicación del drenaje. Es posible calcular el área afectada como el radio de un círculo que con un espesor de 8 cm (3 pulgadas) tenga un volumen que equivalga al del líquido inflamable derramado y el radio de sobrepresión de varias mezclas aire-vapor. Se han incorporado estos dos tipos de exposición al índice de IIE y se representa en la Figura 8, como el Radio del Area expuesta al riesgo, o area de exposición.

El índice de IIE de una Unidad de Proceso determina un **área expuesta** que indica que partes del equipo podrían ser expuestas a una explosión o incendio de aire combustible, producida por la Unidad de Proceso que se está evaluando.

El valor del equipo existente en esta área multiplicado por el Factor de Daño proporciona el Daño Máximo Probable de la Propiedad "Básico".

GAMA DEL IIE		GRADO DE PELIGRO
4ª. Edición	5ª Edición (1)	
1 - 50	1 - 60	Ligero
51 - 81	61 - 96	Moderado
82 - 107	97 - 127	Intermedio
108 - 133	128 - 158	Intenso
Más de 134	Más de 159	Grave

(1) El aumento de la gama es debido a la corrección de las tablas de penalización de tres factores contribuyentes y a la introducción de nuevos factores.



DAÑO BASICO MAXIMO PROBABLE DE LA PROPIEDAD

El "MPPD Básico" se obtiene a partir del valor de sustitución del equipo dentro del área de exposición.

Valor de sustitución = Costo original x 0,82 x Factor de escala. El 0,82 es un valor de origen estadístico para los elementos no sometidos a pérdida o sustitución, tales como preparación del lugar, carreteras, líneas subterráneas y cimientos, ingeniería, etc.

Los valores se pueden obtener a partir de los archivos contables reales o de la estimación del coste de equipos y construcciones dentro del radio de exposición.

En general, la Unidad de Proceso con el IIE más alto representará el MPPD Básico mayor. Sin embargo, tal como se ha indicado en los ejemplos de la sección anterior podrían haber dos unidades de proceso con el mismo IIE y con distinto Factor de Daño debido a un Factor Material diferente.

Resulta necesario evaluar el Factor de Riesgo de la Unidad, el Factor Material, el Factor de Daño y el IIE de cada Unidad de Proceso seleccionada, así como su posición en relación al equipo que le rodea para alcanzar el MPPD Básico más elevado.

A continuación se indican algunas excepciones referentes al área expuesta obtenida a partir del IIE, para obtener el MPPD Básico.

1. Un edificio de una o más plantas que contenga una Unidad de Proceso, se considera como una única área expuesta excepto cuando haya un muro cortafuego separando una parte del edificio de la otra, a menos que el MF usado sea 24 ó superior.
2. Un edificio de varias plantas cuyos forjados sean resistentes al fuego podría dividirse en niveles independientes para las áreas de exposición.
3. Si un edificio tiene sus paredes resistentes al fuego, puede considerarse excluido del área expuesta. Sin embargo, cuando el MF sea 24 o superior, no debe aceptarse una pared resistente al fuego como barrera.
4. Las paredes resistentes a la explosión se consideran adecuadas para delimitar el área expuesta.

Cuando se calcula el MPPD Básico es necesario usar el valor de las existencias de productos junto con el valor del equipo. Para tanques de almacenamiento usar el 80 % de la capacidad; para almacenes usar el 70 % de la capacidad diseñada; para columnas, torres, bombas, reactores, etc., usar la cantidad de producto en flujo o el de la fuente de suministro, (debe escogerse el valor mayor de entre ambos).

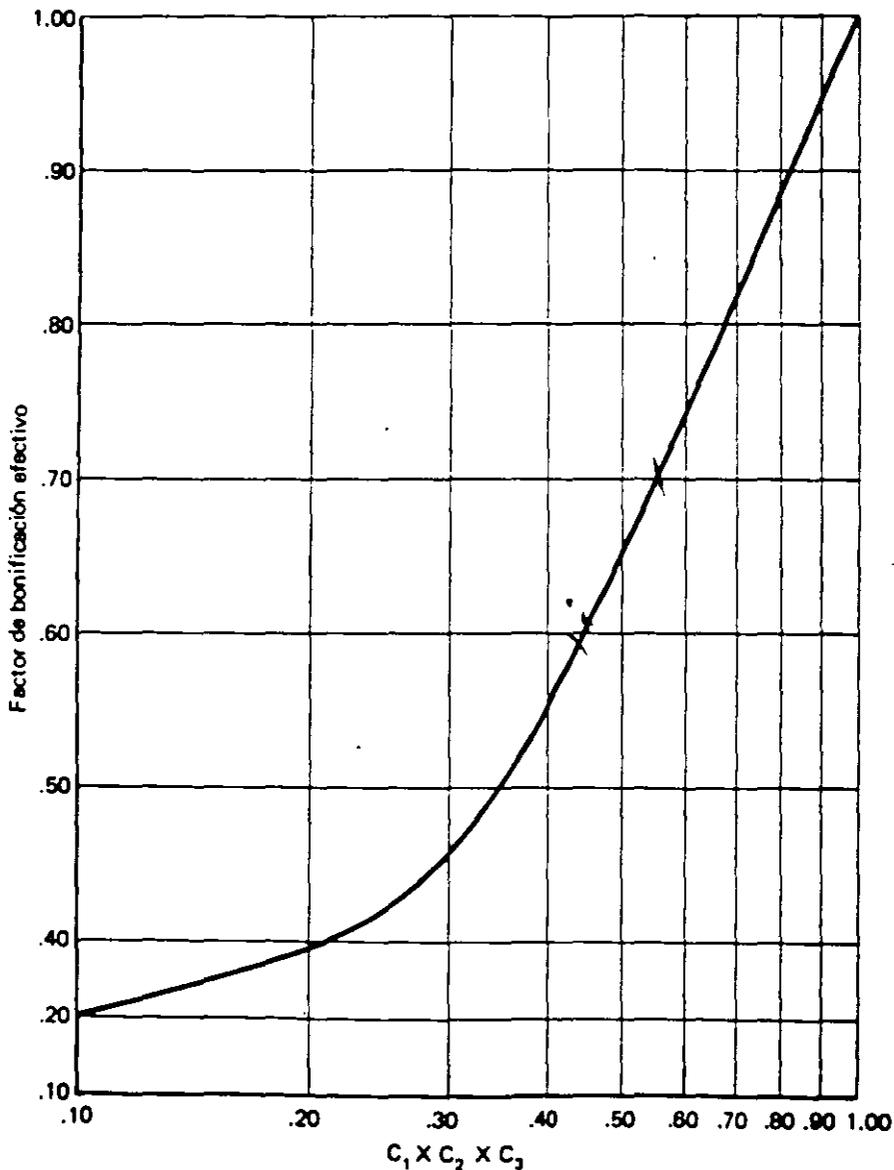
FACTORES DE BONIFICACION PARA EL CONTROL DE PERDIDAS

Hay ciertas medidas básicas para el diseño de seguridad que se siguen en el diseño de cualquier edificio o instalación. Estas incluyen el cumplimiento de distintas normas, tales como los requisitos ASME, NEC, ASTM, ANSI y los reglamentos locales de edificación. Algunos de estos requisitos se han indicado en el Apéndice B.

Además de los requisitos básicos de diseño, hay ciertas medidas adicionales que pueden usarse: 1) minimizar la exposición en un área en la que tiene lugar un incidente; 2) reducir la probabilidad y magnitud de un incidente.

Existen tres clases de medidas para el Control de Pérdidas a las que se les ha asignado factores de bonificación que pueden usarse para reducir el "MPPD Básico" hasta un "MPPD Efectivo": Control del proceso (C_1), Aislamiento de Materiales (C_2), Protección contra el fuego (C_3). El producto de todos los factores en cada clase representa el factor de bonificación para esta clase. El producto del factor de bonificación para las tres clases ($C_1 \times C_2 \times C_3$) se convierte entonces en un factor de bonificación efectivo mediante la Figura 9 y se utiliza para reproducir el "MPPD Básico" hasta un "MPPD Efectivo".

Figura 9 - Factor de bonificación



Las características del Control de Pérdidas deberán ser elegidas según la contribución que realmente tengan en la reducción o control del peligro que se evalúa. La finalidad de un análisis de riesgos no es una selección de características de bonificación meramente para la acumulación de bonificaciones.

En la Tabla V se indican las características del Control de Pérdidas conjuntamente con una breve explicación.

TABLA V – FACTORES DE BONIFICACION PARA EL CONTROL DE PERDIDAS

1. Control del proceso (C₁)

a) Energía de emergencia = 0,97

Provisión de energía de emergencia para los servicios esenciales (aire para los instrumentos, instrumentos de control, agitadores, bombas, etc.), con conmutación automática de régimen.

b) Refrigeración = 0,95 a 0,98

Para aquellos sistemas de refrigeración diseñados para ser capaces de mantener una refrigeración normal de 10 minutos durante una condición anormal, usar un factor de 0,98. Si el diseño proporciona el 50 % de los requisitos durante 10 minutos, usar 0,95.

c) Control de explosiones = 0,75 a 0,96

Para los sistemas de supresión de explosiones instalados en equipos que manejen polvo o vapor, usar un factor de 0,75.

Con sistemas de alivio de sobrepresión o de venteo de explosiones diseñados para proteger el equipo de posibles condiciones anormales puede usarse un factor de 0,96.

d) Parada de emergencia = 0,94 a 0,98

Para un sistema redundante que se activa por dos de tres condiciones anormales e inicia una secuencia de parada, usar 0,96.

Para equipos rotativos críticos, tales como compresores, turbinas, ventiladores, etc., que se hallen provistos con un equipo de detección de vibraciones, usar un factor de 0,98 si sólo hay alarma y un factor de 0,94 si es capaz de desencadenar la parada.

e) Control mediante ordenador = 0,89 a 0,98

Cuando las funciones del ordenador representan una ayuda para los operarios y no controlan directamente las operaciones clave o bien cuando la instalación frecuentemente se manda sin el ordenador, usar el factor de 0,98

Cuando se mande el ordenador con seguridad positiva y con posibilidad de mando directo, se usará el factor de 0,95. Si se emplea una cualquiera de las siguientes opciones, el factor que se usará será el producto de 0,95 por el factor correspondiente a cada opción:

1. Entradas con campo crítico redundante – 0,94
2. Capacidad de impedir salidas críticas – 0,94
3. Capacidad de refuerzo del sistema de mando – 0,94

f) Gas inerte = 0,90 a 0,94

Cuando el equipo que contiene vapores inflamables se halla protegido con gas inerte, usar un factor de 0,94.

Para sistemas de gas inerte con una capacidad adecuada para purgar toda la unidad si fuera necesario, usar un factor de 0,90.

g) Instrucciones de operación = 0,86 a 0,99

Las instrucciones de operación escritas adecuadamente son una parte importante para mantener el control satisfactorio de una unidad. Las condiciones más importantes que hay que tener en cuenta se indican a continuación y en la lista se indican los índices de puntuación.

1. Inicio de la operación – 0,5
2. Parada rutinaria – 0,5
3. Condiciones normales de operación – 0,5
4. Condiciones de operación reducidas – 0,5
5. Condiciones de funcionamiento en espera (unidad que opera con reciclado total) – 0,5
6. Condiciones de operación a sobre régimen (por encima de la capacidad del programa) – 1,0
7. Reanudación poco después de un paro – 1,0
8. Puesta de nuevo en marcha de la instalación a partir de una condición de postmantenimiento – 1,0
9. Procedimientos de mantenimiento, - Permisos de trabajo, - Descontaminación, - Cierre, - Enclavamiento, - Autorización del sistema – 1,5
10. Parada de emergencia - 1,5
11. Modificación o adiciones al equipo o tuberías de la planta. - 2,0
12. Situaciones anormales de error previstas - 3,0

Para obtener el factor de bonificación, sumar los puntos de aquellas condiciones que tengan instrucciones de operación. El total de puntos está representado por X en la fórmula siguiente:

$1,0 - \frac{X}{100}$. Si todas las condiciones se hallan cubiertas por instrucciones escritas, el factor de bonificación sería: $1,0 - \frac{13,5}{100} = 0,865$

h) Recopilación de reactividad química = 0,85 a 0,96

Una función importante del control de pérdidas es la existencia de un plan de análisis de documentación de seguridad relativo a los procesos existentes y nuevos; los cambios de proceso; el almacenamiento y manejo de los compuestos químicos.

Cuando el plan se realiza de una forma permanente usar el factor 0,85. Si en cambio se hace ocasionalmente, usar un factor de 0,96.

2. Aislamiento de Materiales (C₂)

a) Válvulas con control remoto = 0,94

Si la unidad está provista con válvulas de aislamiento operadas a distancia de tal manera que los tanques de almacenamiento, los recipientes de los procesos o las secciones más importantes de la línea de transferencia puedan aislarse rápidamente en caso de emergencia, usar el factor 0,94.

b) Depósitos de descarga = 0,94 a 0,96.

Cuando se dispone de un tanque previsto para trasvasar el producto de un proceso afectado por un incidente, usar un factor de 0,96. Si el tanque se halla fuera de la zona de la unidad, usar un factor de 0,94.

Si el gas/vapor evacuado por los venteadores de emergencia se conduce por tubería a un sistema de antorcha o a un recipiente de purga cerrado, usar el factor de 0,94.

c) Drenaje = 0,85 a 0,95

Se considera necesaria una pendiente mínima del 2 % para eliminar una pérdida grande que conduzca a una zanja de drenaje de tamaño adecuado. (Suponer que se puede derramar el 75% del contenido). Cuando se cumple este requisito usar un factor de 0,85.

Cuando el diseño del drenaje permite evacuar grandes cantidades de vertido a un embalse, pero puede tratar también vertidos pequeños (30 % del contenido), usar un factor de 0,95.

Los tanques en áreas de dique no reciben factor de bonificación a menos que la pendiente del interior del dique conduzca a un embalse localizado a una distancia mínima igual al diámetro del tanque. En este caso se acepta un factor de bonificación de 0,95

d) Enclavamiento = 0,96

Si un proceso se halla provisto de un sistema de enclavamiento que impida el flujo incorrecto de material que podría producir reacciones indeseables, se usa un factor de bonificación de 0,96

3. Protección contra el fuego (C₃)

a) Detección de fugas = 0,90 a 0,97

Si hay detectores de gas, instalados sólo como alarma para identificar una zona del área de la planta, usar un factor de 0,97

Cuando la alarma funciona al 25 % del límite inferior de inflamabilidad y activa un sistema protector al 75 % del límite inferior de inflamabilidad, usar un factor de 0,90

b) Estructuras de acero = 0,92 a 0,97

La duración de la aplicación de un recubrimiento resistente al fuego se halla en relación con la cantidad de combustible en el área y el diseño del drenaje. Un buen diseño de drenaje y un recubrimiento con resistencia al fuego de media hora resulta mejor que un diseño de drenaje mediocre y un recubrimiento que resista 3 horas de fuego.

En aquellos casos que se usa protección frente al fuego aplicada a toda la estructura resistente y hasta una altura mínima de 5 m (15 pies) usar un factor de 0,97. Para protecciones más altas de 5 m (15 pies), y hasta 10 m (30 pies) usar un factor de 0,95. Por encima de 10 m (30 pies) usar un factor de 0,92 pero sólo si tal protección al fuego es necesaria.

c) Tanques enterrados = 0,75 a 0,85

Se consigue menor exposición para cada área dada, cercana a un tanque de almacenamiento que contiene un material inestable, criogénico o tóxico, si se instala de tal manera que exista una "barrera" adicional más allá de las paredes del tanque.

Si se emplea un tanque con doble pared, diseñado de forma que la pared exterior sea capaz de contener la carga después del fallo de la pared primaria, usar un factor de 0,85.

Cuando el tanque se halla enterrado a nivel inferior o superior al suelo, con una pared de retención de relleno homogéneo y limpio, usar un factor de 0,75

d) Suministro de agua = 0,90 a 0,95

El suministro de agua para incendios de una planta debería ser capaz de proporcionar la demanda calculada para un período de 4 horas. Si como mínimo la mitad del suministro necesario no puede ser proporcionado por bombas alimentadas con diesel, no se aplica bonificación alguna.

Si la presión de suministro es de 7 kg/cm² (100 psig) o superior, usar un factor de 0,90 pero si la presión de suministro es inferior al valor anterior, emplear un factor de 0,95.

e) Sistemas especiales = 0,85

Incluyen los sistemas de halones, CO₂, detectores de humo y de llama. Cuando se usan éstos de forma adecuada, usar un factor de 0,85.

f) Sistemas de rociadores (Sprinkler) = 0,60 a 0,96

Cuando se usan sistemas de Deluge (de inundación) el factor es de 0,95. Los sistemas de tubería húmeda o seca para áreas de fabricación y almacenamiento se calculan como sigue:

Destino del área según el peligro	lx min/m ²	Diseño GPM / pie ²	Factor
Ligero	< 8,4	< 0,20	0,80
Ordinario	8,4 a 14,2	0,21 a 0,34	0,70
Peligro extra	> 14,2	> 0,35	0,60

Multiplicar los factores anteriores por un factor de penalización según la extensión del área:

$$\text{Area} > 930 \text{ m}^2 (10.000 \text{ pies}^2) = 1,1$$

$$\text{Area} > 1860 \text{ m}^2 (20.000 \text{ pies}^2) = 1,15$$

$$\text{Area} > 2790 \text{ m}^2 (30.000 \text{ pies}^2) = 1,20$$

g) Cortinas de agua = 0,95 a 0,97

El uso de cortinas de agua entre un foco de ignición y un área donde existe riesgo de fugas de vapor, puede resultar eficaz en la reducción del riesgo de ignición.

Para ser eficaz, la cortina debería hallarse a un mínimo de 23 m (75 pies) del punto de fuga del vapor para dar tiempo suficiente para la detección de la fuga y la activación de la cortina de agua.

Con una sola hilera de boquillas, a una elevación máxima de 5 m (15 pies) se le asignará un factor de 0,97.

Cuando exista una segunda hilera de boquillas sobre la primera, a una altura no superior a 2 m (6 pies) de la primera, se le dará un factor de 0,95.

h) Espuma = 0,87 a 0,98

Si la protección del área incluye la posibilidad de inyección de un líquido espumante dentro de un sistema de rociadores de inundación a partir de una estación de control manual remoto, usar un factor de 0,90. Si el sistema de espuma se halla totalmente automatizado, usar un factor de 0,87.

Los sistemas manuales de aplicación de espuma para la protección de tanques de techo flotante abierto reciben una bonificación de 0,95. Si los dispositivos de detección del fuego se usan para señalar el inicio de un incendio, usar un factor de 0,90.

En los sistemas de espuma subsuperficial y de cámaras de espuma en tanques con cubierta cónica, usar un factor de 0,98.

En la aplicación de espuma alrededor de la cubierta exterior de un tanque usar un factor de 0,95.

A la aplicación de espuma por operación manual de monitores o mediante mangueras se le asigna un factor de 0,95.

j) Extintores manuales. Monitores = 0,92 a 0,97

Se otorga un factor de 0,97 cuando hay una dotación adecuada de extintores manuales y portátiles contra el riesgo de incendio. Cuando se hallan también instalados monitores se usa un factor de 0,95.

Si estos pueden ser accionados a distancia el factor es de 0,92.

k) Protección de cables = 0,90 a 0,96

Las bandejas de cables eléctricos y de instrumentación resultan muy vulnerables cuando están instaladas en galerías de tubería y edificios de producción. El uso de planchas metálicas de 1,5 mm por debajo de la bandeja, con pulverización de agua dirigida a la parte superior, proporciona una protección razonable y se le da un factor de 0,96. Si las bandejas de cables se hallan enterradas por debajo de una zanja seca o inundada se emplea un factor de 0,90.

DAÑO EFECTIVO MAXIMO PROBABLE DE LA PROPIEDAD

El producto de MPPD Básico y el factor de bonificación de la Figura 9 proporcionan el MPPD real. Este representa la pérdida por daño a la propiedad que puede resultar del peor incidente probable que puede presentarse considerando que los sistemas de protección, funcionan según diseño. En el caso de que falle alguno de estos sistemas, la pérdida podría alcanzar el MPPD Básico.

El MPPD efectivo también proporciona una indicación del número posible de días perdidos que puede esperarse. Cuando los días perdidos pueden representar una amplia interrupción de la fabricación es razonable reconsiderar los factores de bonificación del control de pérdidas para conseguir una aplicación más ajustada.

El resumen del análisis del riesgo representará el impacto probable de las pérdidas tanto por daño a la propiedad como por interrupción de la fabricación de la planta que se está evaluando.

Un gran número de incidentes será inferior al MPPD efectivo calculado y algunos estarán cerca del MPPD Básico pero el sistema proporcionará una base razonable para realizar un análisis del riesgo del capital invertido en una instalación de producción.

RESUMEN DEL ANALISIS DEL RIESGO

El resumen del análisis del riesgo representa el MPPD y el MPDO de la planta que se evalúa.

Será la cifra más alta obtenida en la evaluación de las varias unidades de procesos elegidas.

El valor de sustitución del equipo de la planta es la cifra supuesta de dólares usada en el cálculo del MPPD Básico.

Todos los cálculos para una planta se pueden tabular en la hoja de trabajo recap (Diagrama C). En la hoja de trabajo del índice del IIE (Diagrama A), los factores de bonificación del control de pérdidas y resumen del análisis de riesgos, (Diagrama B), se usan para el cálculo de cada unidad de proceso por separado.

MAXIMOS DIAS PROBABLES PERDIDOS (MPDO)

El tiempo de paro no programado del cual resulta una pérdida de producción, puede llegar a ser una pérdida por "Interrupción de fabricación" (BI). Esta puede producirse por un incendio, explosión, fallo mecánico, fallo en el servicio de instalaciones u otras condiciones. El hecho importante que hay que reconocer es que hay dos tipos de pérdidas como resultado de la mayor parte de los incidentes:

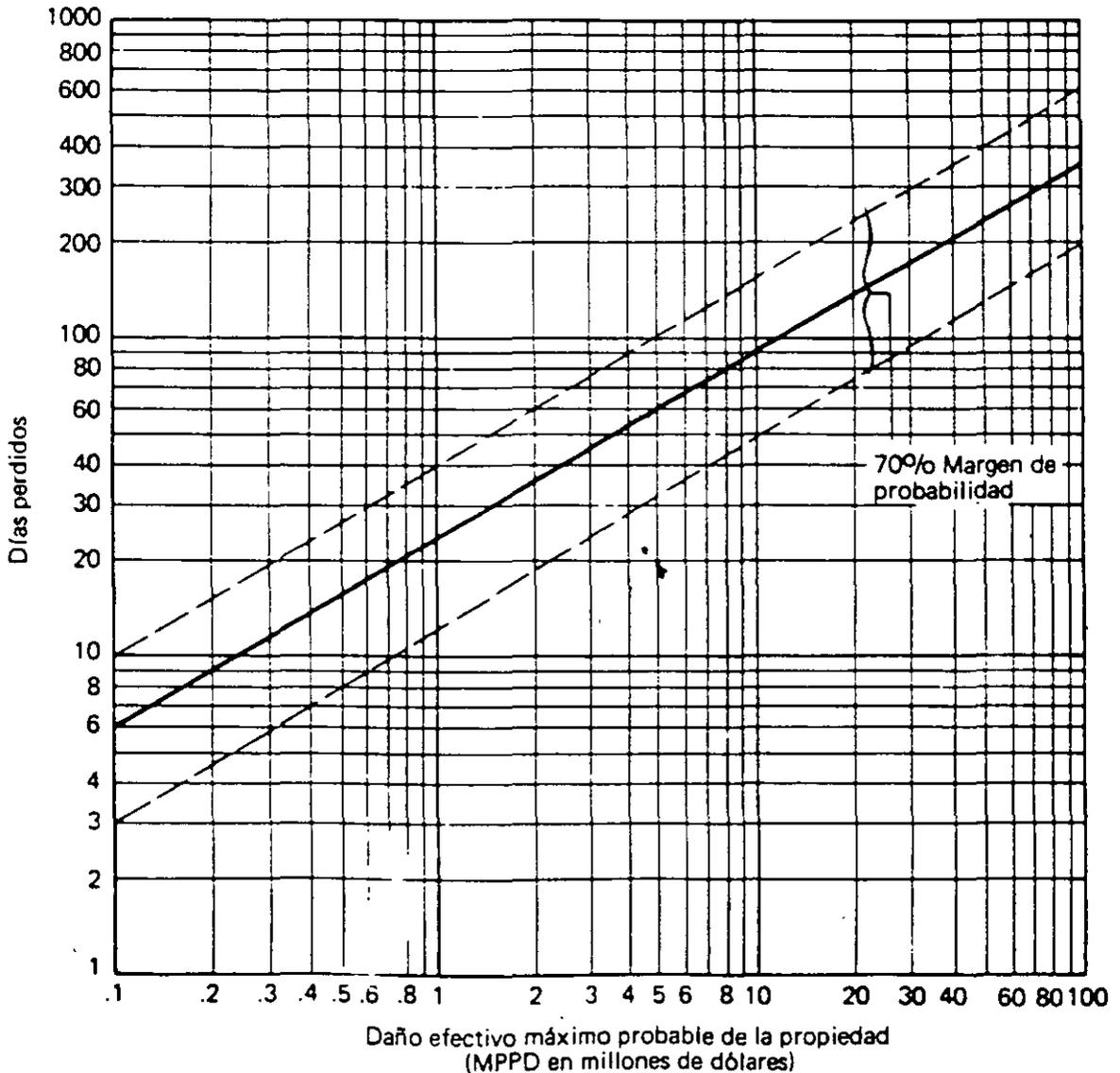
- A. El costo de reparación o sustitución del equipo, estructuras y/o edificios dañados. Este es el Daño a la Propiedad.
- B. La pérdida de la capacidad de producción de un producto en particular para vender a clientes o utilizar en la planta. Se trata de una pérdida de BI y es la relación entre el valor del producto fabricado (VPM) y el número de días perdidos (MPDO).

El gráfico de la Figura 10 se obtuvo representando respecto a 137 incidentes, la pérdida por daños a la propiedad y el número de días perdidos o MPDO. En el eje de las Y se indica el número medio de días perdidos que pueden esperarse para un daño a la propiedad dado en MM dólares.

Hay también un margen de probabilidad del 70% que refleja las variaciones que pueden presentarse. Existen un número de condiciones que pueden producir esta variabilidad en la interrelación de MPDO y el daño a la propiedad, por ej.:

1. La reparación de un cable en una bandeja de cables puede requerir tanto tiempo como reparar y sustituir pequeños motores eléctricos, bombas o instrumentos, siendo sin embargo el daño a la propiedad más pequeño.
2. Fallo de una línea de suministro de una materia prima vital, tal como sal o un hidrocarburo produciría un daño bajo a la propiedad con un elevado MPDO.
3. La dificultad en adquirir un tipo de accesorios imprescindibles, influirá en el número de días perdidos.

Figura 10 - Máximos días probables perdidos (MPDO)



Para obtener una cifra de BI es preciso conocer inicialmente el MPPD efectivo del área y luego utilizar la Figura 10 para obtener el número de días perdidos (MPDO). Se realiza el cálculo de BI como sigue:

$$\$ BI = \frac{MPDO}{30} \times \$ VPM \times 0,70$$

Hay algunas situaciones donde el MPDO no describe correctamente la situación real. Por ejemplo, pueden tenerse en stock en el almacén los componentes críticos de un compresor, una bomba o un rectificador de repuesto. Ello justificaría usar el MPDO obtenido a partir de la línea inferior del campo del 70% de probabilidad.

El calor de combustión neto es el valor que se obtiene cuando el agua formada en la combustión se considera en estado de vapor. ($BTU \times lb^{-1} = Kcal. mol^{-1} \times 1800$)

APENDICE A FACTOR MATERIAL (MF)

Notas a la tabla de MF

1. Destilación al vacío
2. Material oxidado al nivel máximo de oxidación
3. Sublima
4. ΔH_c no se puede especificar por lo que T_g no se calcula
5. Explota
6. Se descompone

La inflamabilidad del cloruro de metileno a temperatura ambiente es de 12,8 para el límite inferior y 34,6 para el límite superior. Estos límites se encuentran cuando la llama se propaga o mueve hacia la parte superior de un tubo (datos obtenidos a partir de ensayos realizados por el Laboratorio Analítico de Midland).

Es difícil hacer arder el cloruro de metileno en circunstancias normales. Sin embargo, con una chispa de capacitancia, un arco o un alambre caliente o fundido como iniciadores, resulta posible la ignición del material y hacer que ascienda por el tubo.

APENDICE A
FACTOR MATERIAL (MF)

Compuesto	MF	T _a °K	Hc Mcal/Kg	Clasificación NFPA			T _i °C	T _e °C
				N _s	N _i	N _r		
Aceite combustible (Fuel oil)	10	(4)	10,5	0	2	0	38/66	171/216
Aceite lube	4	(4)	10,7	0	1	0	177/204	-
Aceite mineral	4	-	9,6	0	1	0	193	360
Acetaldehido	24	866	5,9	2	4	2	-38	21
Acetato de amilo	16	659	8,0	1	3	0	31,6	121
Acetato de t-amilo	16	705	8,1	1	3	1	25	149
Acetato de bencilo	4	817	6,9	1	1	0	102	214
Acetato n-butilo	16	715	6,9	1	3	0	22	127
Acetato de etilo	16	735	5,7	1	3	0	-4	77
Acetato de isopropilo	16	696	6,7	1	3	1	4	90
Acetato de metilo	16	704	4,8	1	3	0	-10	60
Acetato de propilo	16	625	6,3	1	3	0	14	102
Acetato de vinilo	16	843	5,5	2	3	1	-8	72
Acetilcitrato de tributilo	4	693	6,1	-	1	0	204	173 (1)
Acetileno	40	2898	11,6	1	4	4	Gas	-83
Acetiletanolamina	14	770	5,3	1	1	1	179	-
Acetona	16	774	6,9	1	3	0	-18	57
Acetona cianhidrina	24	833	6,3	4	1	2	74	120
Acetonitrilo	24	975	7,1	3	3	2	5,6	82
Acido acético	10	634	3,1	3	2	0	43	118
Acido acetilsalicílico (P)	-	775	5,0	1	1	0	-	-
Acido acrílico	14	787	4,3	3	2	1	54	142
Acido benzoico	4	736	6,2	2	1	0	121	250
Acido cianhídrico	29	2524	5,8	4	4	3	-18	26,1
Acido 3,5 diclorosalicílico	24	942	3,0	0	1	2	-	-
Acido esteárico	4	528	8,9	1	1	0	196	386
Acido fórmico	4	499	1,7	3	1	0	69	101
Acido metacrílico	24	706	5,2	3	1	2	77	158
Acido oleico	4	634	9,4	0	1	0	189	222
Acido peracético	40	1076	2,7	3	2	4	41	105
Acido perclórico	29	1003	(2)	3	0	3	-	203
Acido sulfhídrico	21	305	3,2	3	4	0	Gas	-60
Acrilamida	14	752	5,3	2	1	1	-	125 (1)
Acrilato de butilo	24	775	8,0	2	2	2	49	145
Acrilato de etilo	16	835	6,2	2	3	1	16	99
Acrilato de metilo	24	859	10,5	2	3	2	-3	80
Acrilonitrilo	40	1553	7,7	4	3	4	0	77
Acroleína	24	947	6,6	4	3	2	-26	52
Alcohol alílico	16	828	7,7	4	3	1	21	97
Alcohol bencílico	4	828	7,8	2	1	0	101	206
Alcohol butílico-t	16	700	8,0	2	3	0	29	117
Alcohol etílico	16	712	6,5	0	3	0	13	78
Alcohol isobutílico	16	712	8,0	1	3	0	28	107
Alcohol metílico (Metanol)	16	712	4,8	1	3	0	11	64
Alcohol propargílico	24	712	7,0	3	3	2	36	115
Alcohol propílico	16	712	7,0	1	3	0	25	97
Alilamina	16	738	8,7	3	3	1	-29	53
Alil-éter	24	994	9,0	4	3	2	-7	95
Amoniaco	4	Endo	4,5	3	1	0	Gas	-33
Anhidrido acético	24	793	4,0	4	2	2	54	140

APENDICE A
FACTOR MATERIAL (MF)

función Alcohólica
combustión
combustión
combustión
combustión
combustión
combustión
combustión

Compuesto	MF	T _a °K	Hc Mcal/Kg	Clasificación NFPA			T _i °C	T _e °C
				N _s	N _i	N _r		
Anhidrido maleico	14	899	3,3	3	1	1	102	202
Anilina	14	821	8,4	4	1	1	70	184
Azufre	4	302	2,2	2	1	0	-	-
Benceno	16	867	9,7	2	3	1	-11	80
Benzaldehido	24	906	7,7	2	1	2	64	179
Benzoato de etilo	4	800	6,9	1	1	0	96	212
Bisfenol A	14	795	7,9	2	1	1	79	220
Borato de metilo	16	-	-	2	3	1	27	69
Bromo	14	300	0	4	1	1	-	-
Bromobenceno	14	918	4,6	2	2	1	51	156
Bromotolueno	14	865	4,8	2	1	1	79	182
Bromuro de alilo	16	988	3,3	3	3	1	-1	71
Bromuro de butilo	16	668	4,2	2	3	0	-12	78
Bromuro de etilo	21	670	3,1	2	4	0	-20	38
Bromuro de laurilo	4	830	7,3	1	1	0	144	180
Bromuro de propargilo	40	3220	3,3	4	3	4	18	88
1,3-Butadieno	29	991	10,8	2	4	3	Gas	-4
Butano	21	633	11,0	1	4	0	Gas	-0,5
1-Buteno	21	825	11,0	1	4	1	Gas	-6
n-Butilamina	16	648	9,2	2	3	0	-12	78
Butil-éter	16	686	9,1	2	3	0	25	141
Butirato de etilo	16	746	6,8	0	3	0	26	120
Carbonato de dietilo	16	753	5,1	2	3	1	25	126
Carbonato de etil-butilo	14	645	5,9	2	2	1	50	135
Carbonato de etileno	14	769	3,0	2	1	1	143	177
Carbonato de metilo	16	746	3,5	2	3	1	19	89
Carburo cálcico	40	302	5,1	1	1	2	-	-
Cianamida	29	1102	3,9	4	1	3	142	260
Ciclobutano	21	865	10,7	1	4	1	Gas	13
Ciclohexano	16	677	10,5	1	3	0	-20	82
Ciclohexanol	4	584	8,3	1	1	0	68	161
Ciclopropano	21	936	11,8	1	4	1	Gas	-34
Clorato de bórico	24	-	(2)	0	1	2	-	-
Clorato de cinc	24	-	(2)	2	1	2	-	-
Clorato de potásico	29	-	(2)	2	0	3	-	400
Clorato sódico	24	-	-	1	0	2	-	(6)
Cloro	14	301	0,0	3	1	1	-	-
Cloroacetato de metilo	14	768	2,8	2	2	1	50	130
Clorobenceno	24	936	6,1	2	3	2	29	132
1-Clorobutano	16	701	6,4	2	3	0	-9	77
Cloroestireno	24	986	6,9	2	1	2	-	-
Clorofenol	14	881	5,1	3	1	1	64	175
Cloroformiato de etilo	16	842	2,8	2	3	1	16	94
Cloroformo	1	683	0,8	2	0	0	-9	77
Cloro-metil-etil-eter	14	860	3,1	2	1	1	-	-
1-Cloro-1-nitroetano	40	1165	2,0	1	2	4	56	173
Cloropierina	29	1827	0,4	4	0	3	-	112
Cloropropano	21	699	5,6	2	4	0	-32	35
Cloruro de acetilo	16	741	1,4	3	3	0	4	51
Cloruro de alilo	29	912	5,4	4	3	3	-32	45

APENDICE A
FACTOR MATERIAL (MF)

Compuesto	MF	T _a °K	H _c Mcal/Kg	Clasificación NFPA			T _i °C	T _o °C
				N _s	N _i	N _r		
Cloruro de aluminio	24	-	(2)	3	0	2	-	(3)
Cloruro de azufre	14	302	1,0	2	1	1	118	138
Cloruro de bencilo	14	886	7,0	3	1	1	67	179
Cloruro de cloroacetilo	14	894	1,4	3	0	1	-	106
Cloruro de etilo	21	701	4,6	2	4	0	-50	12
Cloruro de isobutilo	16	592	6,3	2	3	0	21	69
Cloruro de isopropilo	21	545	5,6	2	4	0	-32	35
Cloruro metileno	14	1072	1,3	2	1	1	27	40
Cloruro de metilo	21	744	3,1	2	4	0	Gas	-24
Cloruro de propilo	16	613	5,6	2	3	0	<-18	46
Cloruro de vinilideno	24	1808	2,3	2	4	2	-18	37
Cloruro de vinilo	21	1448	4,4	2	4	1	Gas	-14
Combustible Diesel	10	683	10,3	0	2	0	38/54	157
Combustible para cohetes A & SP-5,6	10	-	12,1	0	2	0	41	-
Combustible para cohetes B & SP-4	16	-	12,0	0	3	0	-12	-
Cumarina	24	997	6,7	2	1	2	-	-
Cumeno	10	759	10,0	2	2	0	44	152
Diciclopentadieno	24	990	9,9	1	3	2	32	172
Diclorobenceno	29	1145	4,5	2	1	3	66	174
Dicloroestireno	24	1143	5,1	2	1	2	107	-
1,1-Dicloroetano	16	847	2,5	2	3	1	-6	59
1,2-Dicloroetileno	40	1785	3,8	2	3	4	6	61
1,3-Dicloropropeno	24	1225	3,5	2	3	2	35	104
Dicloruro de etileno	16	724	2,6	2	3	0	13	84
Dicloruro de propileno	16	642	3,5	2	3	0	16	96
Dicromato sódico	14	-	-	1	0	1	-	(6)
Dietanolamina	14	707	5,6	1	1	1	152	268
Dietilamina	16	693	9,2	2	3	0	<-18	57
Dietil-benceno	10	738	10,0	2	2	0	56	181
Dietilenglicol	4	770	4,8	1	1	0	124	244
Dietil-éter	21	761	8,1	2	4	0	-45	35
Diisobutileno	16	734	10,6	2	3	0	-5	104
Diisopropilbenceno	4	713	9,9	0	1	0	77	205
Dimetilamina	21	792	8,4	3	4	0	Gas	7
2,2-Dimetilpropanol	16	725	8,2	2	3	0	37	114
Dinitrobenceno	40	1851	4,0	3	1	4	150	318
2,4-Dinitrofenol	40	1476	3,4	3	1	4	150	318
p-Dioxano	16	813	5,8	2	3	0	12	101
Dióxido de azufre	1	302	0,0	2	0	0	Gas	-11
Dióxido de cloro	40	1766	0,4	3	1	4	-	-
Dioxolano	24	911	5,1	2	3	2	2	74
Dipropilenglicol	4	749	6,0	0	1	0	138	232
Disulfuro de carbono	16	755	3,4	2	3	0	-30	46
Divinil-acetileno	29	1690	10,1	1	3	3	-20	84
Divinil-benceno	24	1038	9,7	1	1	2	76	200
Divinil-éter	24	1050	8,1	2	3	2	-30	39
"Dowicil 75"	29	808	3,9	-	-	3	-	-
"Dowicil 200"	29	911	5,2	-	1	3	-	-

APENDICE A
FACTOR MATERIAL (MF)

Compuesto	MF	T _a °K	Hc Mcal/Kg	Clasificación NFPA			T _i °C	T _e °C
				N _s	N _i	N _r		
Dowtherm A	14	912	7,8	1	1	1	124	257
Dowtherm G	14	916	8,6	1	1	1	152	302
Dowtherm J	4	739	9,9	1	1	0	63	181
Dowtherm 30 LF	14	884	8,9	1	1	1	127	264
"Dursban"	14	873	11,0	1	2	1	27-43	-
Epiclorhidrina	24	974	4,0	3	2	2	41	115
Estearato bórico	4	374	4,9	0	1	0	-	-
Estearato de cinc	4	538	5,6	0	1	0	-	-
Estireno	24	993	9,7	2	3	2	32	146
Etano	21	597	11,3	1	4	0	Gas	-89
Etanolamina	4	660	5,3	2	1	0	85	172
Etilamina	21	740	9,1	3	4	0	<-18	17
Etil-benceno	16	830	9,8	2	3	0	15	136
Etil-butilamina	16	860	9,4	3	3	1	18	111
Etilendiamina	10	708	6,9	3	2	0	43	116
Etilenglicol	4	683	4,1	1	1	0	111	197
Etilenglicol-dimetil-éter	10	674	6,4	2	2	0	40	79
Etilenimina	29	1092	7,2	3	3	3	-11	56
Etileno	24	1005	11,6	1	4	2	Gas	-104
Etil-éter	21	761	8,0	2	4	0	-45	35
2-Etil-hexanol	14	691	9,0	2	1	1	85	182
Etil-mercaptano	21	522	7,1	2	4	0	27	35
Etil-propil-éter	16	748	8,4	1	3	0	-20	64
Fenol	4	822	7,4	3	1	0	79	181
Fluor	29	-	-	4	0	3	-	154
Fluorobenceno	24	992	7,4	2	3	2	-15	85
Formaldehído	24	987	4,4	2	4	2	Gas	-19
Formiato de etilo	16	788	4,8	2	3	0	-20	54
Formiato de metilo	21	814	3,6	2	4	1	-19	32
Furano	21	838	7,0	1	4	1	0	31
Gas Mapp	21	1044	10,8	1	4	1	Gas	-
Gasolina	16	691	10,4	1	3	0	-43	38/204
Glicerina	4	684	3,8	1	1	0	160	290
Glicolnitrilo	14	882	4,2	1	1	1	-	-
Heptano	16	587	10,7	1	3	0	0	91
Hexaclorobutadieno	14	626	1,1	2	1	1	-	210
Hexanal	16	620	8,6	2	3	0	32	131
Hexano	16	581	10,7	1	3	0	-22	69
Hidracina	40	1338	4,0	3	3	4	38	113
Hidracina	24	1338	4,3	3	3	2	38	113
Hidrógeno	21	301	28,7	0	4	0	Gas	-252
Hidroperóxido t-butilo	24	919	6,6	1	3	2	< 27	-
Hidroperóxido de cumeno	29	989	7,6	1	2	3	79	(5)
Hidrosulfito sódico	24	-	-	3	1	2	-	(6)
Hidroxilamina	29	2000	1,8	1	3	3	(5)	70
Hidruro sódico	24	-	-	3	3	2	-	(6)
Isobutano	21	609	10,8	1	4	0	Gas	-12
Isobutilamina	16	568	9,0	2	3	0	-9	66
Isopentano	21	626	11,7	1	4	0	-51	28
Isopreno	21	885	10,5	2	4	1	-54	34

APENDICE A
FACTOR MATERIAL (MF)

Compuesto	MF	T _a °K	Hc Mcal/Kg	Clasificación NFPA			T _i °C	T _o °C
				N _e	N _i	N _r		
Isopropanol	16	564	7,3	1	3	0	12	83
Isopropenil-acetileno	24	-	-	2	4	2	-7	33
Isopropil-amina	21	549	8,6	3	4	0	-37	32
Isopropil-éter	16	712	8,7	2	3	1	-28	69
Lauril-mercaptano	4	671	9,3	2	1	0	128	143
Magnesio	14	290	5,9	0	1	1	-	-
Metacrilato de metilo	24	854	6,6	2	3	2	10	100
Metano	21	298	11,9	1	4	0	Gas	-162
Metil-acetileno	40	1816	11,1	2	4	4	Gas	-23
Metilamina	21	767	7,3	3	4	0	Gas	-6
Metilcelulosa (Ensamado)	10	789	3,6	0	1	0	-	-
Metil-ciclohexano	16	660	10,6	2	3	0	-4	101
Metil-ciclopentadieno	14	919	9,7	1	2	1	49	73
Metil-estireno	14	865	9,7	2	2	1	57	172
Metil-éter	21	844	6,9	2	4	1	Gas	-24
Metil-étil-cetona	16	688	7,5	1	3	0	-6	80
Metil-hidracina	24	1022	6,1	3	3	2	27	88
Metil-isobutil-cetona	16	506	9,2	2	3	0	23	118
Metil-mercaptano	21	680	5,6	2	4	0	-	6
2-Metilpropenal	24	1116	8,6	3	3	2	-40	61
Metil-vinil-cetona	24	908	7,4	2	3	2	-7	81
Monoacetato de etilenglicol	4	668	4,4	0	1	0	102	181
Monoclorobenceno	16	936	6,3	2	3	1	29	132
Monoetanolamina	4	660	5,3	2	1	0	93	170
Monóxido de carbono	16	1038	2,4	3	3	1	Gas	-192
Nafta	16	(4)	10,0	1	3	0	-2/29	100/177
Naftaleno	14	860	9,3	2	1	1	79	218
Nitrato de amilo	24	1128	6,4	1	2	2	52	152
Nitrato de butilo	29	406	6,2	1	3	3	36,1	136
Nitrato de etilo	40	2094	3,6	2	3	4	10	88
Nitrato de propilo	29	1079	4,1	2	3	3	20	111
Nitrato de potasio	29	-	(2)	1	0	3	-	400
Nitrobenceno	24	1341	5,8	3	1	2	88	211
Nitroclorobenceno	29	1764	4,3	3	1	3	127	236
Nitrodifenilo	14	1037	7,1	2	1	1	143	330
Nitroetano	24	1161	4,3	1	3	2	28	114
Nitroglicerina	40	2895	4,3	2	1	4	(5)	(5)
Nitrometano	40	2621	2,8	1	3	4	35	101
Nitropropano	29	1046	5,4	1	2	3	39	120
2-Nitrotolueno	29	1112	6,2	1	1	3	106	238
Octano	16	593	11,4	0	3	0	13	126
Octil-mercaptano	10	672	9,2	2	2	0	46	159
Oxido de butileno	24	863	7,9	1	3	3	18	80
Oxido de difenilo	14	906	8,3	1	1	1	115	259
Oxido de etileno	29	1062	6,5	2	4	3	<-18	11
Oxido de hexaclorodifenilo	29	1026	3,1	2	1	2	-	230 (1)
Oxido de pentametileno	16	742	7,6	2	3	1	-20	81
Oxido de propileno	21	948	7,3	2	4	1	-37	35
Pentano	21	645	10,8	1	4	0	-40	36
Peracetato de t-butilo	40	875	5,9	2	3	4	27	(5)

APENDICE A
FACTOR MATERIAL (MF)

Compuesto	MF	T _g °K	Hc Mcal/Kg	Clasificación NFPA			T _i °C	T _e °C
				N _s	N _i	N _r		
Perbenzoato de t-butilo	40	905	6,8	1	2	4	> 88	(5)
Perclorato potásico	24	357	0,0	1	0	2	-	-
Perclorato sódico	24	-	-	2	0	2	-	(6)
Peróxido de acetilo	40	983	3,6	1	2	4	-	-
Peróxido de bencilo	40	971	6,7	1	3	4	-	-
Peróxido de t-butilo	29	406	6,2	1	3	3	36	136
Peróxido de di-t-butilo	29	1038	9,7	1	1	2	76	200
Peróxido de dicumilo	29	1040	8,6	0	1	3	-	-
Peróxido de dietilo	40	968	6,8	0	4	4	(5)	(5)
Peróxido de hidrógeno(35%)	24	1144	(2)	2	0	2	-	-
Peróxido de laurilo	40	1613	8,3	0	1	4	-	-
Peróxido potásico	24	-	(2)	3	0	2	-	-
Peróxido sódico	24	-	-	3	0	2	-	(6)
Petróleo-crudo	16	-	11,8	1	3	0	-7/32	-
2-Picolina	14	860	8,3	2	2	1	39	128
Piridina	24	978	3,3	2	3	2	20	115
Potasio	24	-	-	3	1	2	-	770
Propanol	16	766	6,9	2	3	1	-9	49
1,3-Propandiamina	16	776	7,6	2	3	0	24	136
Propano	21	626	11,1	1	4	0	Gas	-42
Propilamina	16	651	8,8	3	3	0	-37	49
Propilbenceno	16	762	9,6	2	3	0	30	159
Propilenglicol	4	619	5,2	0	1	0	99	188
Propileno	21	866	10,9	1	4	0	Gas	-47
Propil-éter	16	699	8,7	1	3	0	21	90
Propionitrilo	16	903	8,3	4	3	1	2	97
N-Serv	14	1284	2,6	1	2	1	28/93	-
Sodio	24	-	-	3	1	2	-	-
"Telone"	24	1225	3,3	-	3	2	31	-
Tetraclorobenceno	4	789	2,6	0	1	0	155	246
Tolueno	16	859	9,7	2	3	0	4	111
Tributilamina	4	645	9,9	2	1	0	86	214
Triclorobenceno	29	1400	3,4	2	1	3	99	212
1,1,1.-Tricloroetano	24	1126	1,7	2	1	2	-	74
Tricloroetileno	14	849	1,5	2	1	1	-	87
Trietanolimina	14	752	5,6	1	1	1	179	343
Trietilaluminio	29	661	9,4	2	3	3	-53	194
Trietilamina	16	702	9,9	2	3	0	-7	89
Trietilenglicol	4	797	5,2	1	1	0	177	293
Trisobutilaluminio	25	563	10,5	2	3	3	0	114
Trisopropil-benceno	16	685	10,1	2	3	1	-	-
Trimetilaluminio	29	525	8,9	2	3	3	0	126
→ Trimetilamina	21	792	9,0	2	4	0	Gas	3
Tripropil-amina	10	685	9,9	2	2	0	41	156
Vinil-acetileno	40	2317	10,8	1	4	4	-	5
Vinil-alil-éter	24	959	8,6	2	3	2	20	67
Vinil-butil-éter	24	807	8,6	2	3	2	-9	94
Vinilciclohexeno	16	876	10,6	2	3	1	16	130
Vinil-etil-éter	21	880	7,8	2	4	1	-46	36
Vinil-tolueno	14	915	9,7	2	2	1	53	176
Xileno	16	817	9,8	2	3	0	27	144

Siendo:

T_a = Temperatura adiabática °K

H_c = Entalpía de combustión

N_s = Índice de peligrosidad para la salud

N_i = Índice de peligrosidad para inflamabilidad

N_r = Índice de peligrosidad por reactividad

T_i = Temperatura o punto de inflamación

T_e = Temperatura o punto de ebullición

APENDICE B

MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECTORAS BASICAS

Muchas de estas medidas deberán instalarse independientemente de la magnitud del Índice de Incendio y Explosión. Cuando no sea así, la exposición al riesgo existente será mayor que el indicado en el Índice de Incendio y Explosión.

Algunas de estas medidas deberán instalarse independientemente del tipo de operación.

La lista que a continuación se incluye no es exhaustiva ya que se pueden emplear otras medidas según el tipo de instalación específica.

- A. Suministro adecuado de agua para la protección contra el fuego. Este se determina multiplicando el tiempo que se prevee que pueda durar el incendio más desfavorable por la demanda de agua necesaria para su extinción. El suministro adecuado varía según distintos criterios y puede oscilar entre la cantidad adecuada para un incendio de 2 horas y la suficiente para apagar un incendio de 8 horas (Ver L.P.P. 4.5.)
- B. Diseño estructural de recipientes, tuberías, estructuras metálicas, etc.
- C. Dispositivos de liberación de sobrepresión (Ver L.P.P. 6.21)
- D. Resistencia y/o sobredimensionado frente a la corrosión.
- E. Separación de materiales reactivos en líneas y equipos de procesos.
- F. Equipo eléctrico puesto a tierra.
- G. Localización segura de aparamenta eléctrica auxiliar (transformadores, interruptores, etc.) (Ver L.P.P. 3.5.)
- H. Protección contra fallos en servicios imprescindibles (alimentación eléctrica alternativa, compresor de repuesto, etc.)
- I. Cumplimiento de distintos códigos aplicables (ASME, NEC, ASTM, ANSI, Gubernamental de la Construcción, etc.)
- J. Instrumentación en seguridad positiva (Ver L.P.P. 6.23)
- K. Acceso al área para vehículos de emergencia y salidas para la evacuación del personal (Ver L.P.P. 2.3).
- L. Drenajes para el control con seguridad de los probables derrames además del agua de las mangueras contra incendios y cabezas de rociadores y productos químicos (Ver L.P.P. 2.6)
- M. Aislamiento de las superficies calientes cuya temperatura alcance el 80% de la temperatura de ignición de cualquier compuesto inflamable presente en el área.
- N. Cumplimiento del National Electrical Code. Deberá seguirse el Código, excepto cuando las variaciones hayan sido solicitadas y aprobadas (Ver L.P.P. 3.1)

- O. Limitación de dispositivos de vidrio y juntas de expansión en procesos inflamables o peligrosos. Tales dispositivos no se permiten a menos que sean absolutamente esenciales. Donde se usen deberán ser analizados y aprobados por el director de producción e instalados de acuerdo con las normas y especificaciones de Dow (Ver L.P.P. 6.20)
- P. Ubicación de edificaciones y equipos. La separación de un área de riesgo elevado debe ser analizado especialmente ya que está relacionado tanto con el daño a la propiedad, como con la interrupción de la fabricación. Las distancias de separación entre tanques deben, por lo menos, cumplir con el código n° 30 de la NFPA (Ver L.P.P. 2.2.)
- Q. Protección contra la exposición al fuego de bastidores de tuberías y bandejas de cables para instrumentación así como de sus soportes (Ver L.P.P. 2)
- R. Provisión de "válvulas" accesibles que corten la alimentación a la batería.
- S. Prevención y protección de las pérdidas en las torres de refrigeración.
- T. Protección de los equipos calentados contra la explosión accidental y el incendio resultante (Ver L.P.P. 6.13)
- U. Clasificación eléctrica. Deberán utilizarse equipos eléctricos de División 2 en lugares exteriores donde se manejen líquidos inflamables, que no estén muy congestionados y donde la ventilación natural no esté impedida. Deberán utilizarse equipos de División 1 sólo para productos químicos especiales y/o construcciones o condiciones de manejo de procesos especiales, o cuando la ventilación sea inadecuada (Ver L.P.P. 3.1.)
- V. Las salas de control de procesos deberán aislarse mediante paredes con resistencia al fuego de por lo menos 1 hora, de los laboratorios de control de procesos y/o salas de interconexiones y transformadores eléctricos.

APENDICE C

LISTA DE VERIFICACION DE INGENIERIA

La siguiente lista de verificación intenta ser una guía para usar cuando se evalúan los peligros de incendio y se revisan los requisitos de protección de una planta química. También puede ser usada para obtener ciertas ventajas en la planificación de nuevas instalaciones. Una lista de verificación de este tipo nunca puede ser completa o cubrir las necesidades de cada una de las situaciones. Ha de tenerse cuidado al usar una lista de este tipo, de no olvidar otras condiciones propias del proceso, aunque no estén incluidas en ella.

A. LOCALIZACION

1. Accesibilidad.
2. Tráfico - vehículos y peatones.
3. Areas de aparcamiento - entradas, salidas, desagües, iluminación de cercados.
4. Espacio de maniobra entre edificios para el tráfico de vehículos y ferrocarril (altura, anchura y radios de giro).
5. Drenajes y áreas de embalsamiento.
6. Localización de carreteras, señales.
7. Entradas, salidas para peatones, vehículos y ferrocarriles
8. Localización de hornos, unidades para el fluido térmico "Dowtherm", postes de iluminación.

B. EDIFICIOS

1. Presión del viento, cargas de nieve, cargas sobre el piso, diseño antisísmico.
2. Material para tejados, anclajes.
3. Ventiladores de cubiertas, drenajes, evacuación de humos.
4. Escaleras, rampas, iluminación.
5. Ascensores y montacargas.
6. Muros cortafuego, aberturas, puertas cortafuego.
7. Paramentos débiles contra explosiones. †
8. Salidas - vías de escapes contra el fuego, identificación, señales de seguridad.
9. Almacenamiento de archivos.
10. Ventilación-ventiladores, extractores, acondicionamiento de aire, lavado de vapores tóxicos, localización de conductos de extracción, reguladores de ventilación térmica y contrahumos, cortinas antifuego.
11. Pararrayos, estructuras y equipo puestos a tierra contra descargas eléctricas.
12. Aparatos para la calefacción de edificios (áreas peligrosas y no peligrosas) respiraderos.
13. Vestuarios con taquillas separadas para ropa de trabajo y de calle, número necesario de cada uno de ellos y renovación de aire (Norma ASA)
14. Drenaje de los edificios - interiores y exteriores.
15. Protección de estructuras metálicas y equipo contra el fuego.

16. Escaleras de acceso a la cubierta desde el nivel exterior, escalas de escape, salidas de emergencia.
17. Capacidad portante del subsuelo

C. ROCIADORES, HIDRANTES Y RED DE AGUA

1. Suministro de agua, con inclusión de la fuente suplementaria, bombas recipientes y tanques.
2. Red de agua - diseño adecuado de la red, protección catódica, aislamiento y protección externa cuando sea necesario, válvulas seccionales.
3. Hidrantes - localización.
4. Rociadores automáticos - clasificación por usos, sistemas húmedos, sistemas de inundación (deluge).
5. Tomas de agua y depósitos.
6. Tipo, tamaño, localización y número de extintores necesarios.
7. Sistemas de extinción automáticos fijos, de CO₂, N₂, espuma, polvo seco.
8. Sistemas de protección contra fuegos especiales - alarmas por incremento de temperatura, alarmas del flujo del sistema de rociadores, sistema de alarma fotoeléctrica por llama y humo, vapor odorificado.

D. ELECTRICIDAD

1. Clasificación de riesgos.
2. Accesibilidad de los seccionadores críticos.
3. Tomas de corriente con posición diferenciada y sistemas puestos a tierra.
4. Seccionadores e interruptores para equipo y maquinaria crítica.
5. Iluminación de áreas peligrosas y no peligrosas, intensidad luminosa, equipos permitidos, luces de emergencia.
6. Teléfonos - áreas peligrosas y no peligrosas.
7. Tipo de sistema de distribución eléctrica - tensión, puesta o no a tierra, aéreo, enterrado.
8. Precaución contra la corrosión de canalizaciones y envolventes.
9. Protección de motores y circuitos.
10. Localización y tipos de transformadores.
11. Protección contra una puesta en marcha automática con dispositivos de mando de seguridad positiva.
12. Barras de distribución preferibles para cargas críticas.
13. Enclavamiento de seguridad mediante cerraduras para asegurar secuencias operativas, suministradores de duplicados.
14. Accesibilidad de los seccionadores críticos y las palancas de los interruptores.
15. Exposición de líneas de proceso y bandejas de instrumentos al deterioro del fuego.

E. CLOACAS

1. Sumideros químicos - con trampillas de acceso, vías de desagüe accesibles, respiraderos, localización, eliminación riesgo de explosión, tanques de contención, ventilación forzada, detectores de vapores inflamables y alarmas automáticas.
2. Sumideros, sanitarios - tratamiento, eliminación, trampillas, tapas, limpiadores, respiraderos.
3. Cloacas para tormentas.

Figura 5 - Combustibles sólidos en almacenamiento

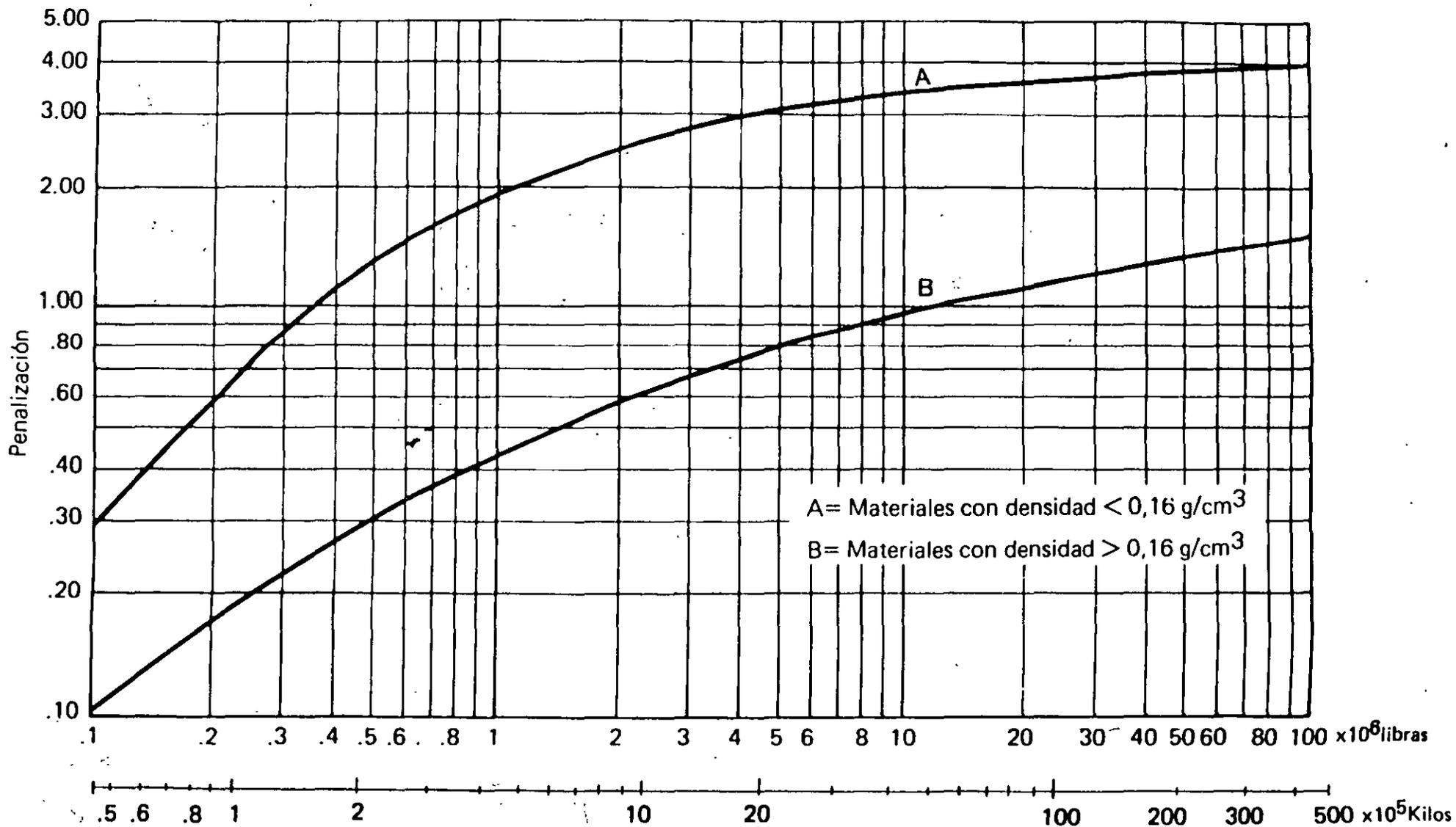


Figura 6 - Penalización por calentamiento por fuego (localizado en la planta de proceso)

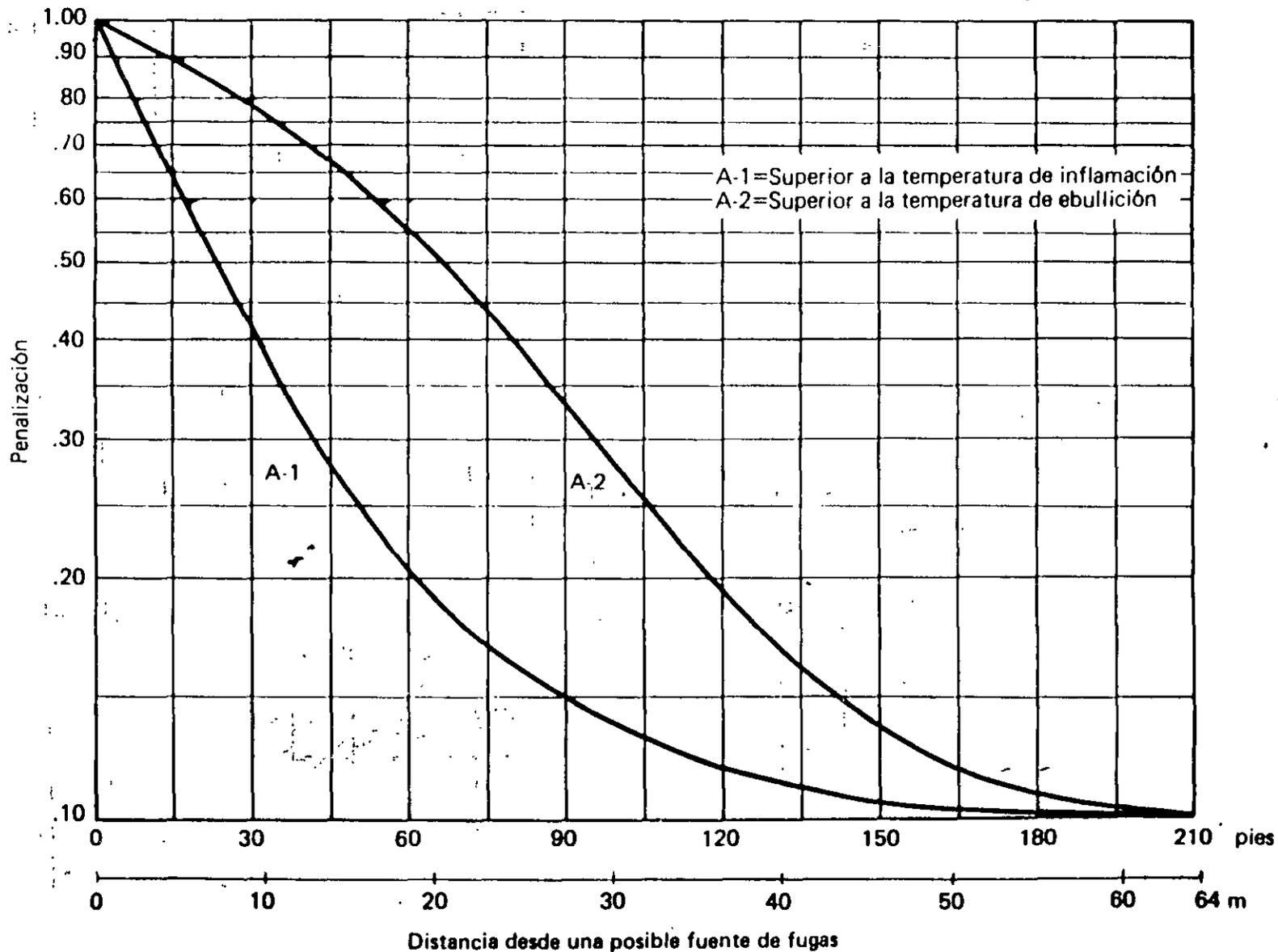


Figura 7 - Factor de riesgo de la unidad

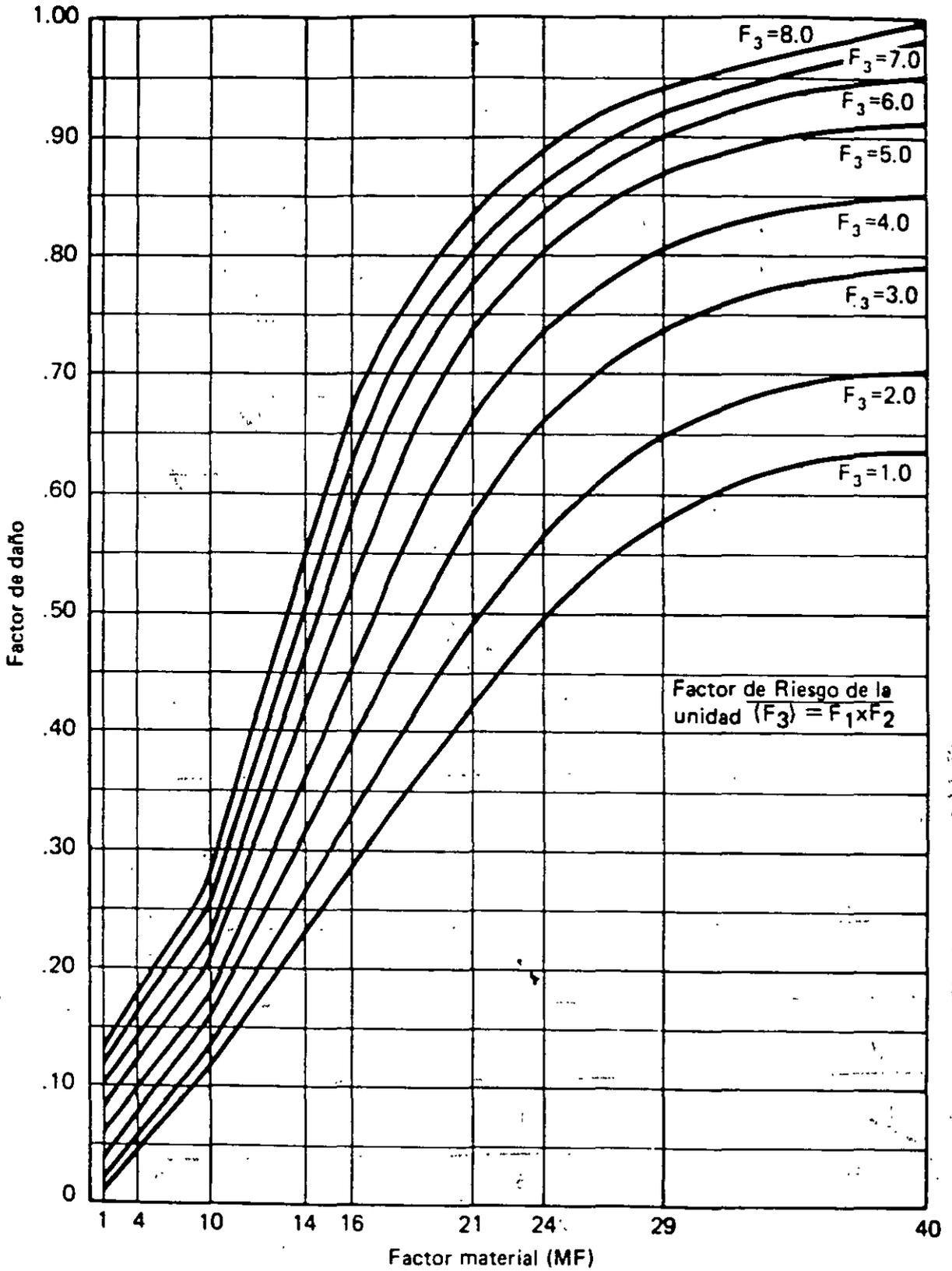


Figura 8 - Area de exposición

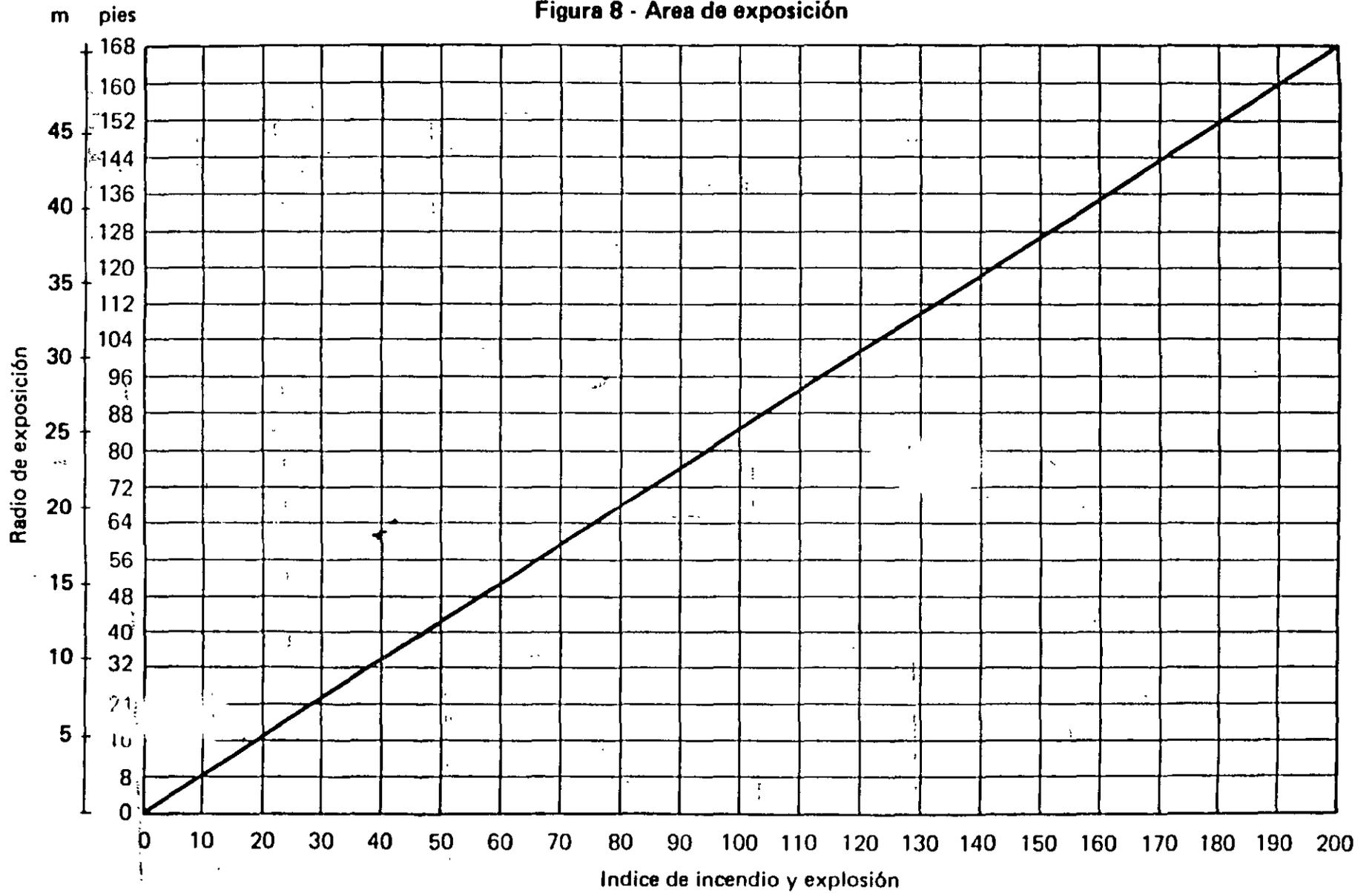


Figura 9 - Factor de bonificación

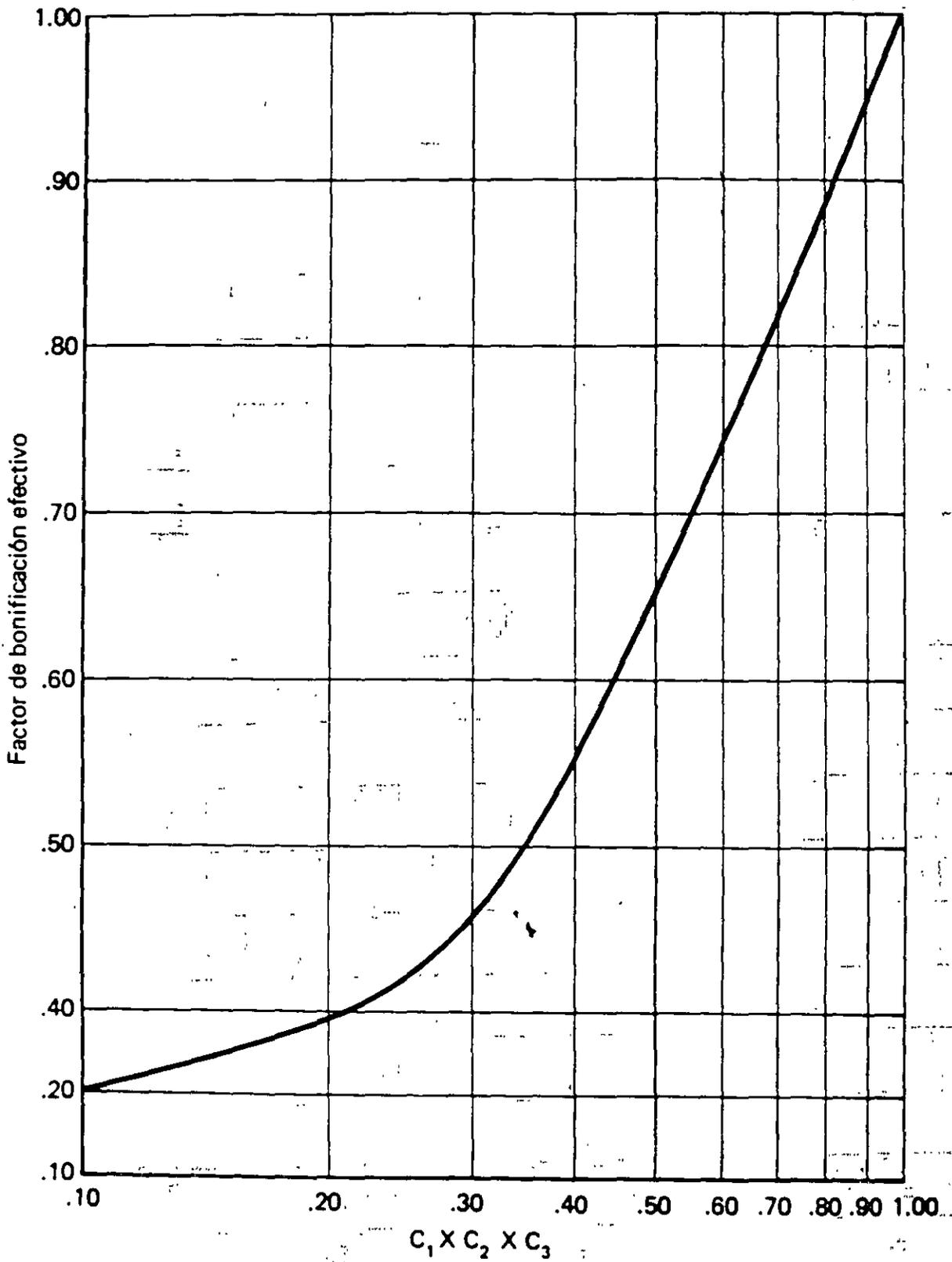


Figura 10 - Máximos días probables perdidos (MPDO)

