

SEMARNAT

SECRETARÍA DE
MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS NATURALES



PROFEPA

PROCURADURÍA FEDERAL DE
PROTECCIÓN AL AMBIENTE

CURSO-TALLER EN MATERIA DE RIESGO Y EMERGENCIAS AMBIENTALES

Análisis de Riesgo de Proceso

Ing. Alfredo Mendoza Reyes



15 de Noviembre de 2016

ANALISIS DE RIESGO DE PROCESO

Procedimiento para realizar análisis de Riesgo de Proceso de PEMEX Exploración y Producción. **PG-SS-TC-003-2007 Segunda Revisión Diciembre 2007.**

1. Especificar la instalación o proyecto.
2. Objetivo y alcance
3. Equipo multidisciplinario
4. Recopilación de información/documentación
5. Identificar peligros/riesgos
6. Ponderar los escenarios de riesgo
7. Evaluar cuantitativamente frecuencias y consecuencias
8. Reposicionar los riesgos
9. Establecer acciones para reducir el riesgo.
10. Ponderación para reducción del riesgo.
11. Elaboración del Reporte Final.

Nuevas instalaciones

Procesos existentes

Cambios de tecnología o proceso.

Cierre o desmantelamiento

Investigación de Accidentes

Cumplimiento a normatividad.

ANÁLISIS DE RIESGO DE PROCESO

ESTUDIOS DE RIESGO. . NRF-018-PEMEX-2014

Lineamientos para realizar Análisis de Riesgos de Proceso, Análisis de Riesgos de Ductos y Análisis de Riesgos de Seguridad Física en Instalaciones de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios.
COMERI 144 Rev. 2

1. Planeación y preparación
2. Identificación de peligros y riesgos
3. Análisis de Consecuencias
4. Estimación de frecuencia
5. Caracterización y jerarquización de riesgos
6. Informe del análisis de riesgos de proceso

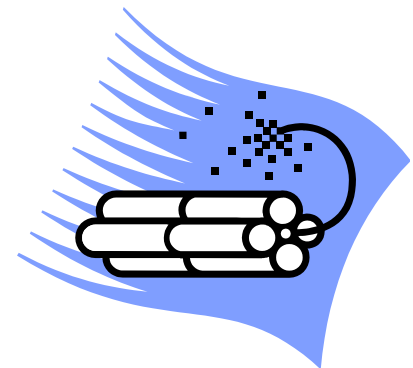
ANALISIS DE RIESGO DE PROCESO

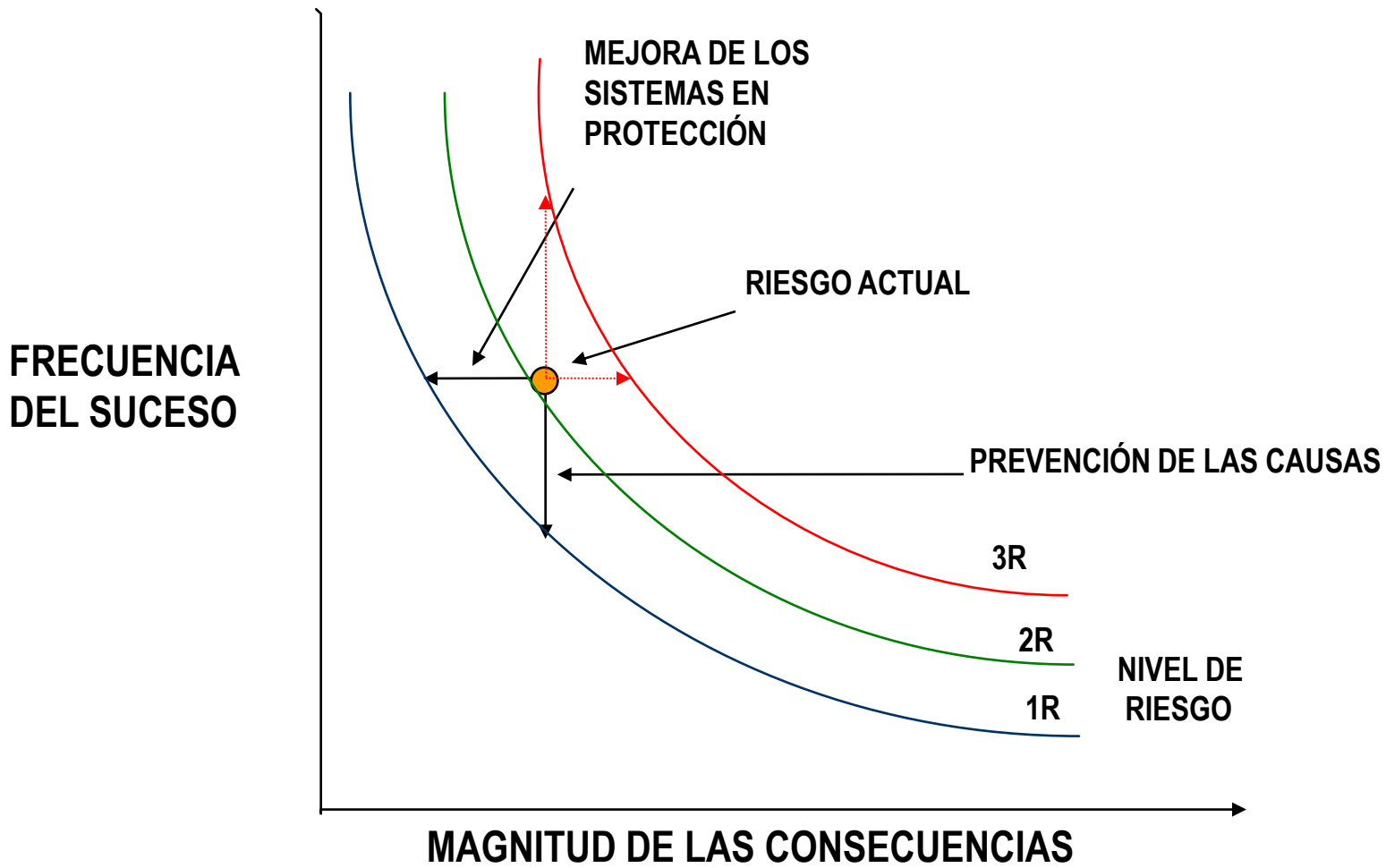
Peligro

Es una propiedad inherente de una sustancia química, agente biológico, físico, equipo o proceso para causar daño.

Riesgo

El riesgo es una función de la probabilidad y las consecuencias





ETAPAS DEL ANÁLISIS DE RIESGOS

- **Identificación de riesgos**
- **Análisis de consecuencias**
- **Cálculo de Probabilidades**
- **Cálculo del Riesgo**

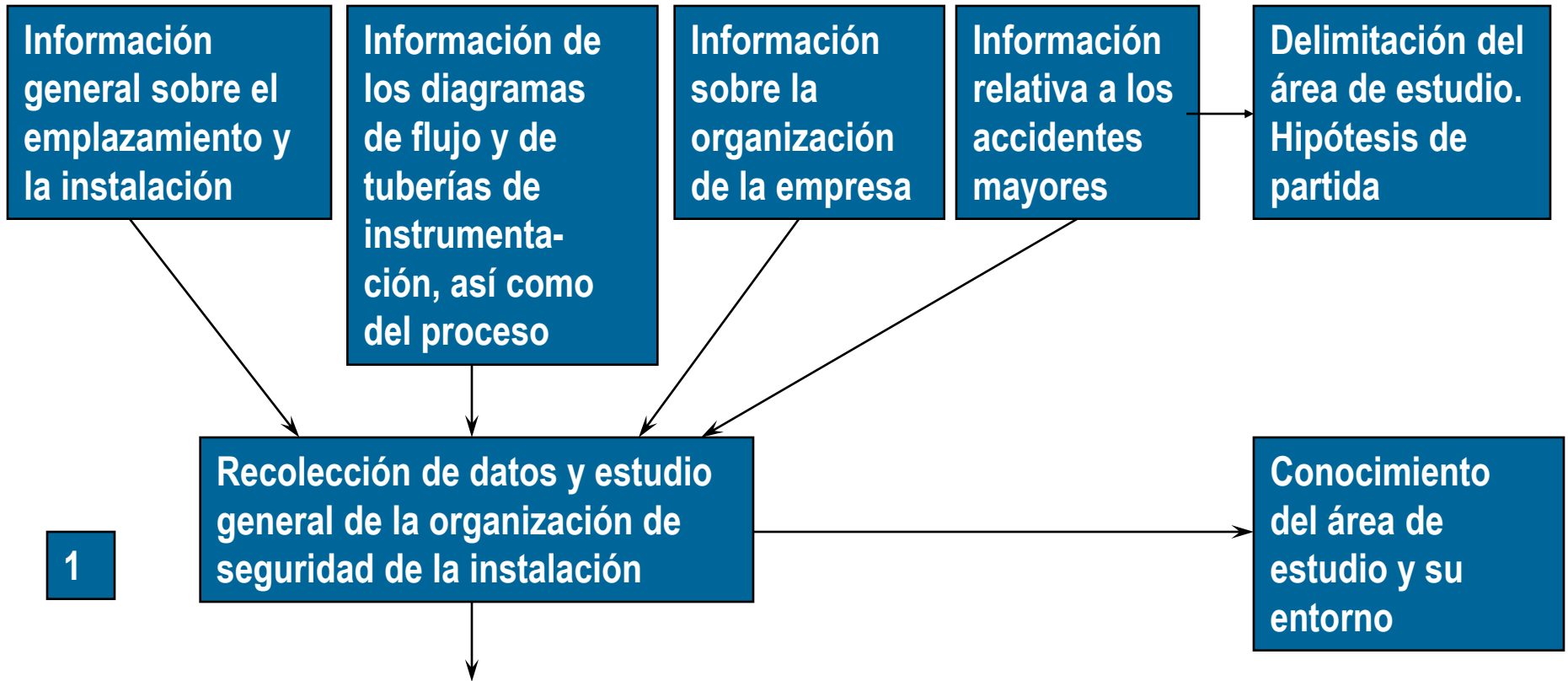


De cada Etapa se emiten recomendaciones tendientes a la prevención, mitigación y control de los eventos no deseados.

ESQUEMA GENERAL DE UN ANALISIS DE RIESGO DE PROCESO

FASES EL ESTUDIO

RESULTADOS



ESQUEMA GENERAL DE UN ANALISIS DE RIESGO DE PROCESO

FASES DEL ESTUDIO

RESULTADOS

APLICACIONES

2

Identificación del riesgo

Relación de hipótesis accidentales susceptibles de ocurrir en las instalaciones

Identificación de los riesgos de las instalaciones

3

Análisis de consecuencias

Zonas de letalidad, emergencia y amortiguamiento de los posibles accidentes identificados

Propuesta de medidas de mitigación de emergencias

Estimación de víctimas por accidente

Base técnica para definir la planeación de emergencias

*

ESQUEMA GENERAL DE UN ANALISIS DE RIESGO DE PROCESO



TÉCNICAS DE IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

a) Métodos comparativos

Códigos / Normas

Análisis histórico de accidentes

Listas de chequeo (Check List)

b) Índices de Riesgo

Índice Dow

Índice Mond

TÉCNICAS DE IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

c) Métodos generales

Análisis Preliminar de Riesgos (PHA)

¿Que pasa si? (What If?)

Análisis de Riesgo y Operabilidad (HAZOP)

Análisis de Modo Falla – Efecto (FMEA).

Análisis de Árbol de Eventos (ETA).

Análisis de Árbol de Fallos (FTA).

TÉCNICAS DE IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

LISTA DE CHEQUEO

Se basa en el desarrollo de una lista de cumplimientos o características con los que debe contar la instalación para un funcionamiento y operación segura. Es sencilla, rápida y fácil de aplicar, no se requiere personal con mucha experiencia.

Ventajas y desventajas de la Lista de verificación

- ❖ Puede ser aplicada fácilmente por personal técnico
- ❖ El tiempo empleado es relativamente corto
- ❖ No establece prioridades en las deficiencias observadas
- ❖ Limita por su estructura, la búsqueda de riesgos
- ❖ La utilidad depende de la calidad de la lista



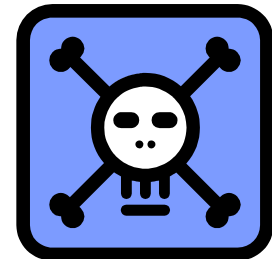
TÉCNICAS DE IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

ANÁLISIS PRELIMINAR DE RIESGOS

Técnica rápida que se emplea para clasificar los elementos separados de una Precursora de otras técnicas, consiste en formular una lista de peligros asociados a puntos de la instalación donde se puede producir liberación de energía, asociados a: productos, equipos, entorno, etc. se aplica en fase de diseño previo de unas instalaciones nuevas

Ventajas y desventajas

- ❖ Poca inversión en su aplicación (personal / horas dedicación)
- ❖ No permite entrar en detalle sobre los riesgos



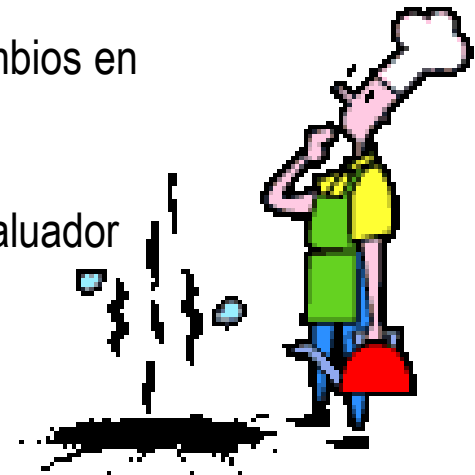
TÉCNICAS DE IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

WHAT IF?

Es un método sencillo y útil para la identificación de riesgos en procesos o equipos sencillos y puede producir una buena visión para sistemas más grandes, pero no para sistemas complejos. Se basa en la experiencia con instalaciones similares y sugiere áreas o puntos de interés.

Ventajas y desventajas

- Técnica sencilla pero requiere de conocimiento del proceso
- Útil para etapas de diseños como de operación, así como para cambios en el proceso
- No requiere mucho tiempo de planeación
- Su eficacia depende de la experiencia e imaginación del equipo evaluador



TÉCNICAS DE IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

FMEA (ANÁLISIS DE MODO FALLA – EFECTO)

Consiste en una tabulación de los equipos de proceso, los modos de falla de cada componente y los efectos del modo de falla en el proceso. Describe como un punto específico puede fallar (abierto, cerrado, prendido, apagado, fuga, etc.) y el efecto es la respuesta del sistema a la falla.

FMEA es efectivo identificando modos de fallas simples para una parte del equipo, pero no identifica las combinaciones de las fallas que contribuyen colectivamente a un incidente.

Ventajas y desventajas de FMEA

- Fácil de elaborar a nivel de componentes
- Revela rápidamente fallas individuales más críticas
- No detecta las interacciones importantes que pudiesen suceder en el sistema
- Requiere de mucha experiencia
- No alcanza un grado de detalle



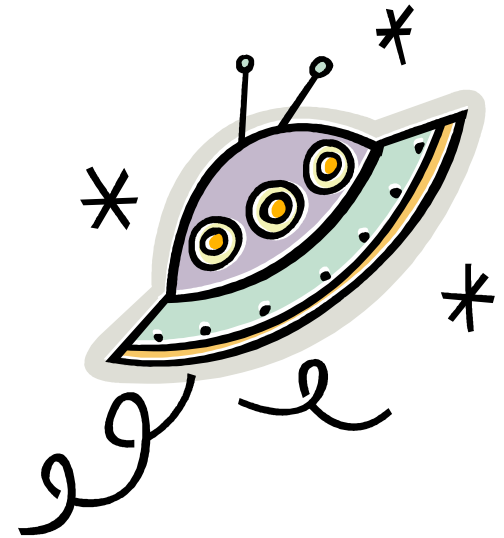
TÉCNICAS DE IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

HAZOP

Es un enfoque metódico de identificación de riesgos asociados con el proceso, basado principalmente en las desviaciones de los parámetros. Este es un método muy minucioso, pero produce buenos resultados.

Ventajas y desventajas de HAZOP

- Es una técnica estructurada
- Puede mejorar la operación del sistema analizado
- Requiere de una inversión grande de tiempo
- Requiere de conocimientos técnicos
- Requiere de conocer bien el proceso



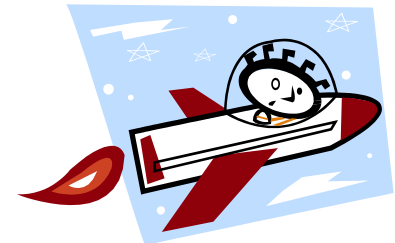
TÉCNICAS DE IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

ÁRBOL DE FALLAS/EVENTOS

Técnicas deductivas que se enfoca a un evento específico no deseado (TOP EVENT) y determina todas las causas que pueden llevar a ese evento. Es muy útil al considerar combinaciones de fallas (incluyendo errores humanos) que pueden contribuir a un incidente. Es una representación gráfica de combinaciones de fallas y otros eventos que finalmente pueden conducir al evento tope.

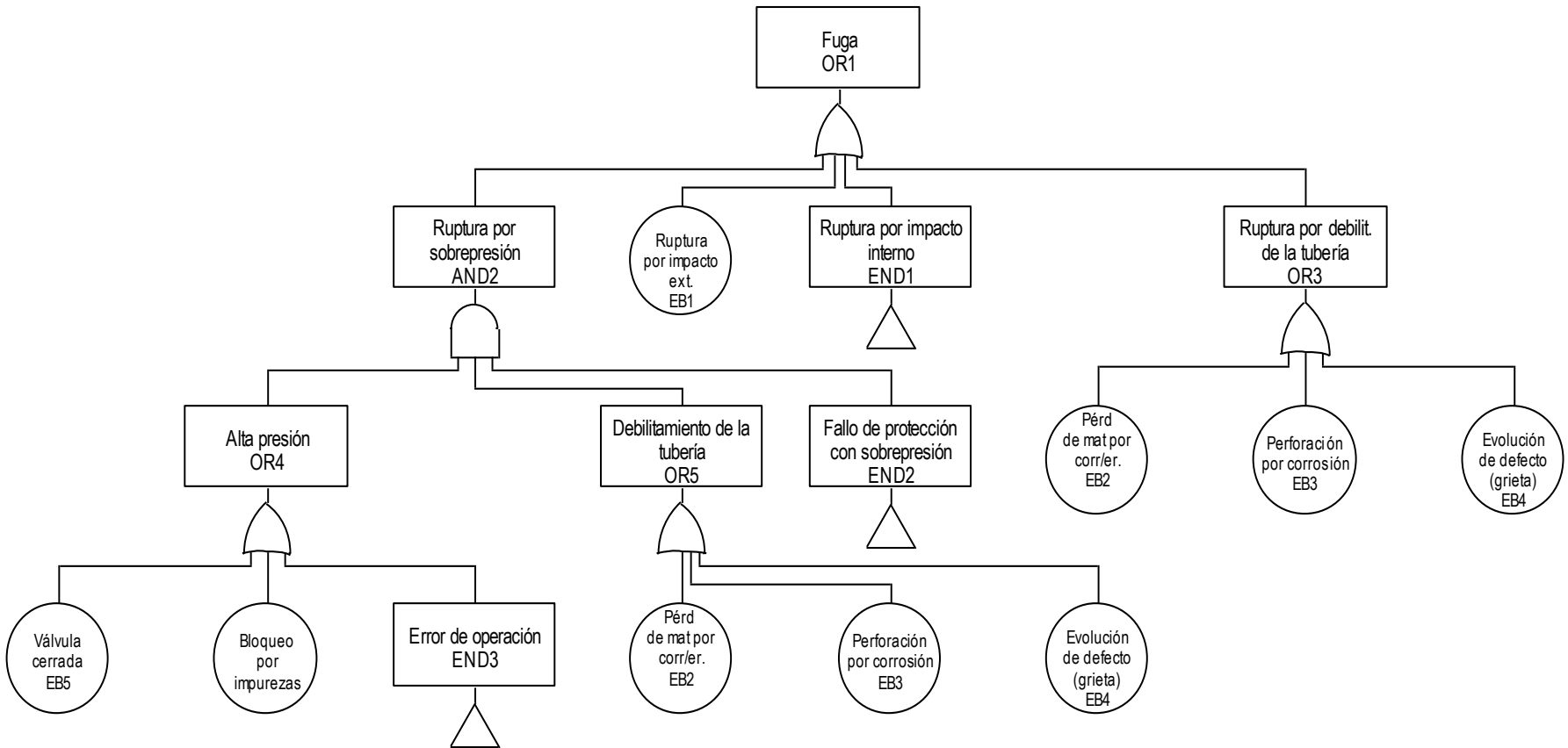
Ventajas y desventajas del árbol de fallas

- Analiza las interacciones entre varios eventos y toma en cuenta el error humano
- Requiere gran cantidad de tiempo
- Se requiere de la frecuencia (cuantitativa) de todas las fallas.



TÉCNICAS DE IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

ÁRBOL DE FALLOS EN DUCTO DE TRANSPORTE



TÉCNICAS DE IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

Árbol de Eventos para Fugas de Gas

Fuga de Gas	Inflamación inmediata	Inflamación retardada	NS	Salida	Frecuencia
	SI		1	AF	$F_{fuga} \times f$
	NO	SI	2	FAF ó EX	$F_{fuga} \times (1-f) \times f1$
					$= F_{fuga} \times f3$
		NO	3	TX	$F_{fuga} \times (1-f) \times (1-f1)$
					$= F_{fuga} \times f4$

TÉCNICAS DE IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

Ponderación de Riesgos (Matriz de Riesgo)

FRECUENCIA	ALTA F4	B	B	A	A
	MEDIA F3	C	B	B	A
	BAJA F2	D	C	B	A
	REMOTA F1	D	D	C	B
		MENOR C1	MODERADA C2	GRAVE C3	CATASTRÓFICA C4
CONSECUENCIA					

Tipo A. Riesgo Intolerable

Tipo B. Riesgo Indeseable

Tipo C. Riesgo Aceptable

Tipo D. Riesgo Razonablemente aceptable.

ANÁLISIS DE CONSECUENCIAS

El **Análisis de Consecuencias** permite evaluar la magnitud de los **efectos negativos potenciales** de la instalación y la propagación de un incidente que generalmente involucra modelos de **liberación accidental de sustancias peligrosas**, desarrollándose una variedad de escenarios y cuyo análisis **determina el impacto potencial al personal, instalación y población circundante.**

ANÁLISIS DE CONSECUENCIAS

Un Análisis de Consecuencias (AC), es una importante herramienta para determinar el riesgo derivado del manejo, almacenamiento y transporte de sustancias peligrosas.

Se utilizan para demostrar el riesgo causado por la actividad y provee a las autoridades competentes la información relevante para la decisión de aceptabilidad del riesgo relacionado con el desarrollo en sitio o alrededor de la ruta de transporte.

Cuando los resultados de un AC, son requeridos para la toma de decisiones en los procesos, estos debe ser verificables, reproducibles y comparables.

ANÁLISIS DE CONSECUENCIAS

En base a la guía Guidelines For Quantitative Risk Assessment, emitida por Instituto Nacional Holandés de Salud Pública y Medio Ambiente (National Institute of Public Health and the Environment) el AC consta de las siguientes etapas:

- 1.- Selección de la Instalación/sustancias a evaluar
- 2.- Definición del Evento de Pérdida de Contención.
- 3.- Cálculo del Efecto de Dispersión y posibles afectaciones por radiación, sobrepresión y/o toxicidad.
- 4.- Presentación de Resultados.

ANÁLISIS DE CONSECUENCIAS

Selección de la Instalación para un AC

Selección de la Instalación:

La selección de la instalación a evaluar, proviene de la necesidad actual requerida por cada entidad; por lo que la selección de la instalación es responsabilidad de la autoridad competente.

Así mismo, es necesario evaluar las secciones de la instalación que serán evaluadas en el AC; para ello Guidelines for Quantitative Risk Assessment, presenta el siguiente método de selección:

ANÁLISIS DE CONSECUENCIAS

Selección de la Instalación para un AC

Referente a las sustancias peligrosas presentes

Referente a ubicación de la instalación y puntos de interés

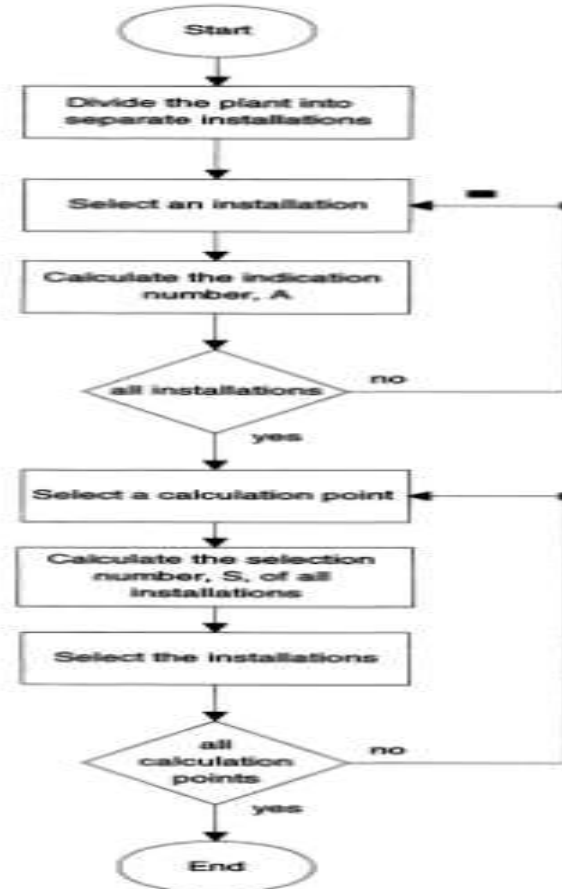
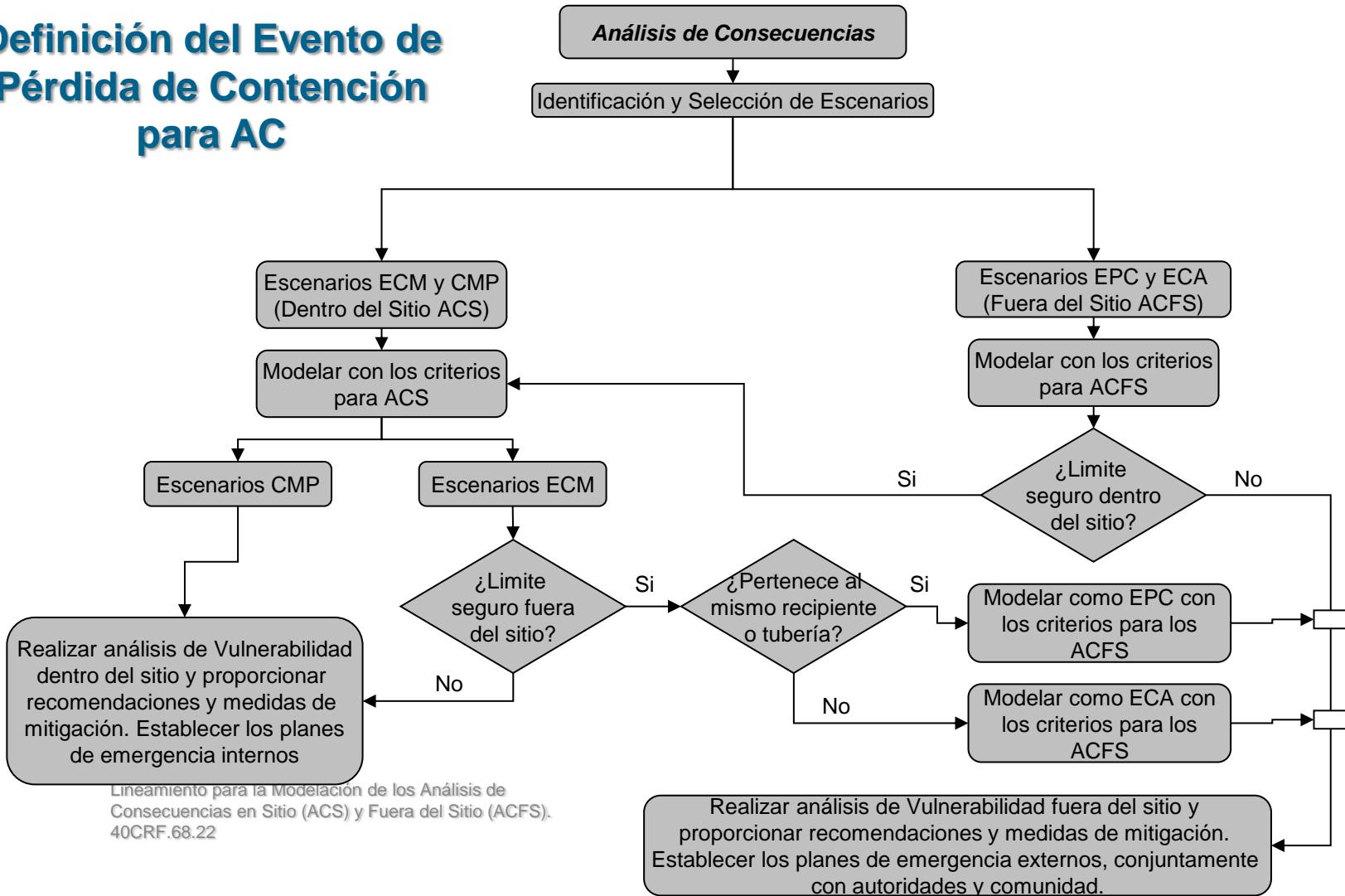


Diagrama de Selección de la Instalación. Guidelines for Quantitative Risk Assessment "Purple Book", CPR 18E .

ANÁLISIS DE CONSECUENCIAS

Definición del Evento de Pérdida de Contención para AC



ANÁLISIS DE CONSECUENCIAS

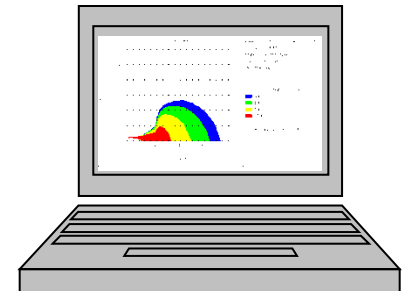
EFECTOS CONSIDERADOS EN UN ANÁLISIS DE CONSECUENCIAS:

- ◆ Descarga.
- ◆ Derrames.
- ◆ Vaporización de derrames.
- ◆ Dispersión.
- ◆ BLEVES. Explosión mecánica cuyo nombre procede de sus iniciales en inglés Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion cuya traducción sería "Expansión Explosiva del Vapor de un Líquido en Ebullición".
- ◆ Flash Fire.
- ◆ Explosión (Early and Late Ignition).
- ◆ VCE (Explosión Confinada de Vapores)
- ◆ Jet Fires.
- ◆ Pool Fires.
- ◆ Toxicidad.

ANÁLISIS DE CONSECUENCIAS

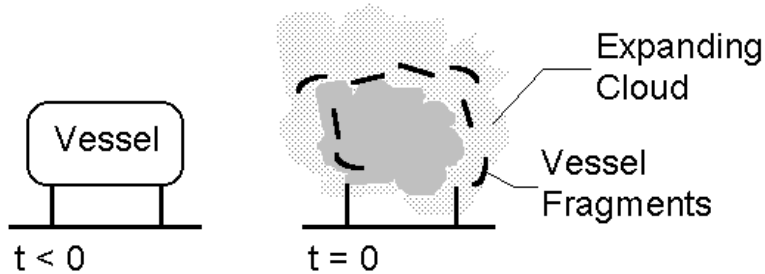
MECÁNICA DE LA LIBERACIÓN DE MATERIAL

1. Cantidad de material liberado
2. Tiempo en que transcurre la liberación
3. Cronología de la liberación de material
4. Propiedades físico – químicas del fluido descargado
5. Condiciones del sitio y ambientales
6. Tipo de descarga o pérdida de contención.



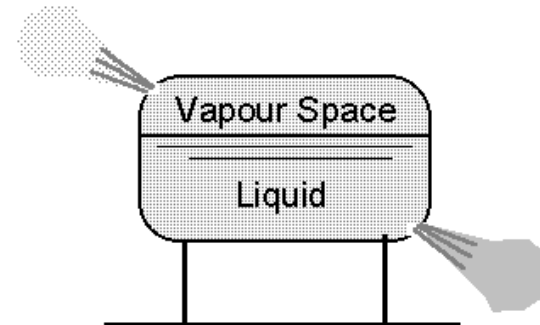
ANÁLISIS DE CONSECUENCIAS

TIPOS DE DESCARGA O PÉRDIDA DE CONTENCIÓN.



Ruptura Catastrófica

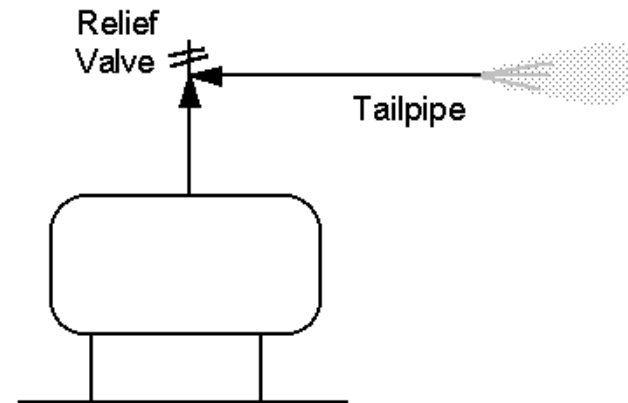
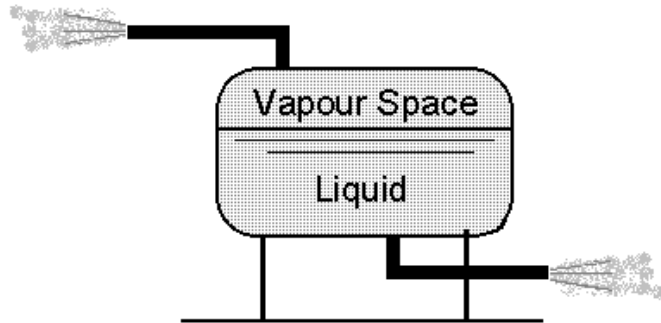
Fuga en recipiente



ANÁLISIS DE CONSECUENCIAS

EVENTOS DE ANÁLISIS

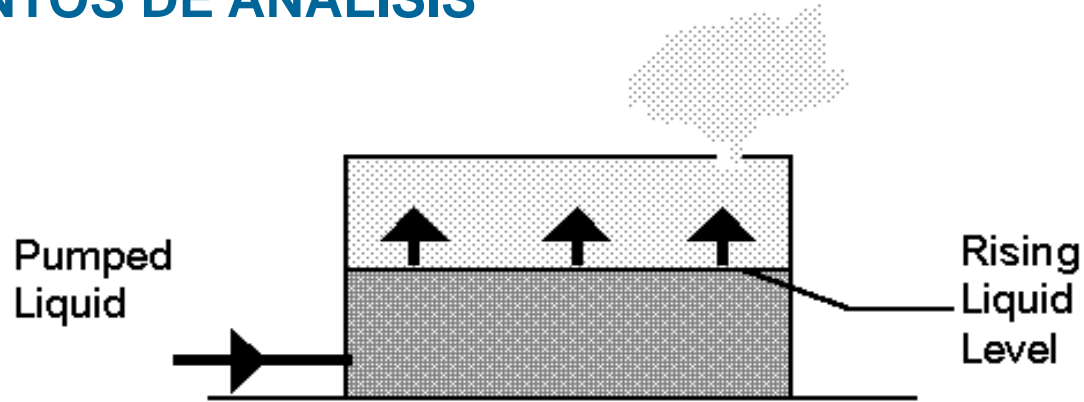
Ruptura de Tubería



Válvula de Relievo

ANÁLISIS DE CONSECUENCIAS

EVENTOS DE ANÁLISIS



Venteo de Vapor al Espacio

ANÁLISIS DE CONSECUENCIAS

Calculo del Evento de Dispersión y sus Posibles Afectaciones por Radiación, Sobrepresión y/o Toxicidad

Si bien existen en la literatura los pasos a seguir para desarrollar el cálculo de cada uno de éstos riesgos, actualmente se cuenta con software que permiten realizar de forma rápida y eficaz estos cálculos, tales como:

- a) **PHAST**
- b) SCRI
- c) ALOHA
- d) FRED
- e) ARCHIE
- f) FLOWCOAST

ANÁLISIS DE CONSECUENCIAS

Presentación de Resultados

Los resultados de un AC pueden ser determinados de dos formas:

Riesgo Individual: *Representa la frecuencia de que un individuo muera a causa de la pérdida de contención. El riesgo individual asume que no se cuenta con protección y que se ha estado presente durante todo el evento.*

Riesgo Social: *Representa la frecuencia de un accidente con un número “n” de personal que mueren simultáneamente.*

ANÁLISIS DE CONSECUENCIAS

Presentación de Resultados

Los resultados de un AC deben ser presentados de forma clara, de acuerdo con Guidelines for Quantitative Risk Assessment:

El riesgo individual debe ser presentado Como un contorno de líneas sobre un Mapa topográfico, los cuales deben Representar las frecuencias de $10E-4$, $10E-5$, $10E-6$, $10E-7$ y $10E-8$ por año, así Mismo, la escala debe ser apropiada Para visualizar los contornos de riesgo.

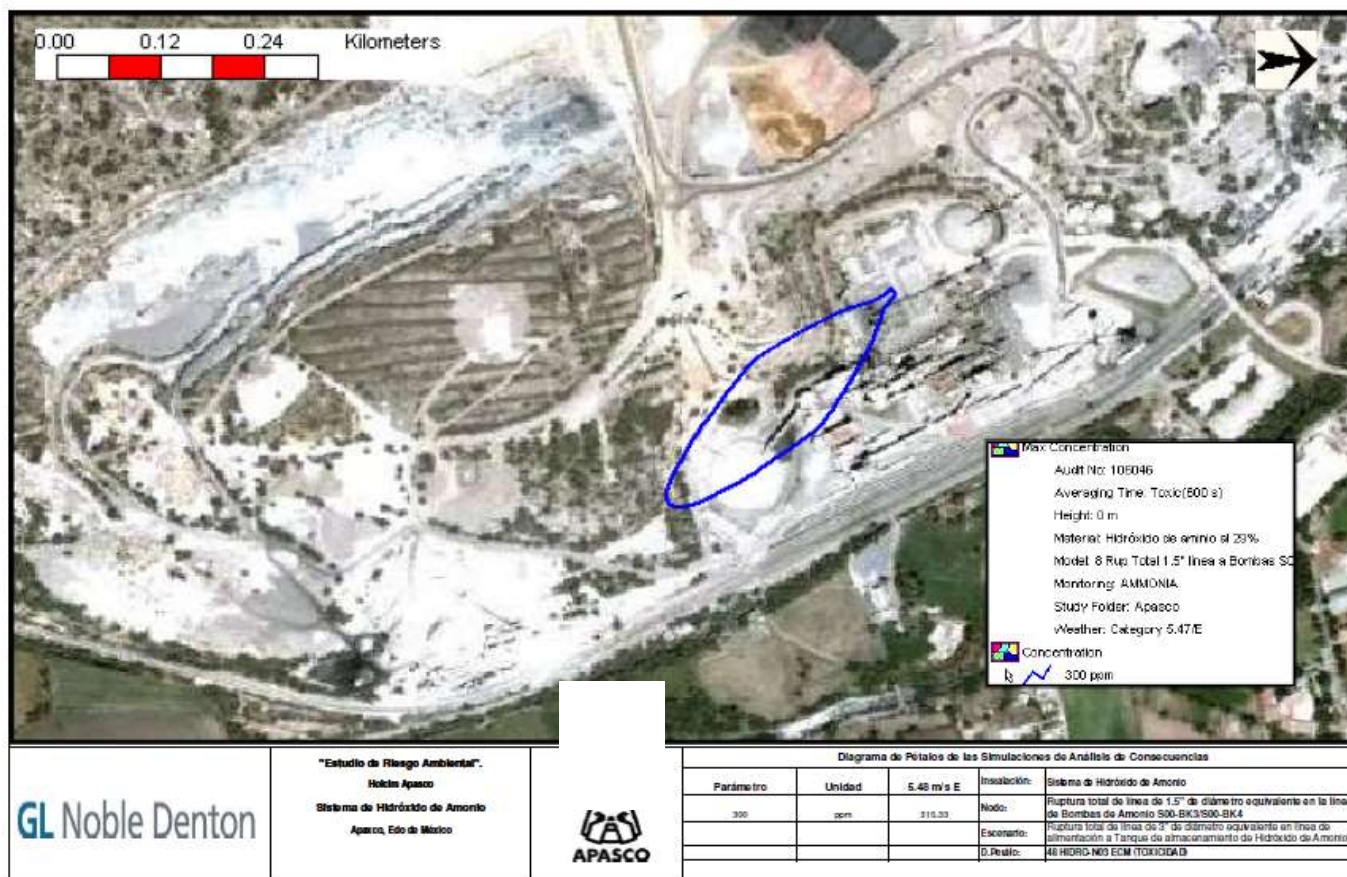


Guidelines for Quantitative Risk Assessment "Purple Book", CPR 18E .

ANÁLISIS DE CONSECUENCIAS

Presentación de Resultados

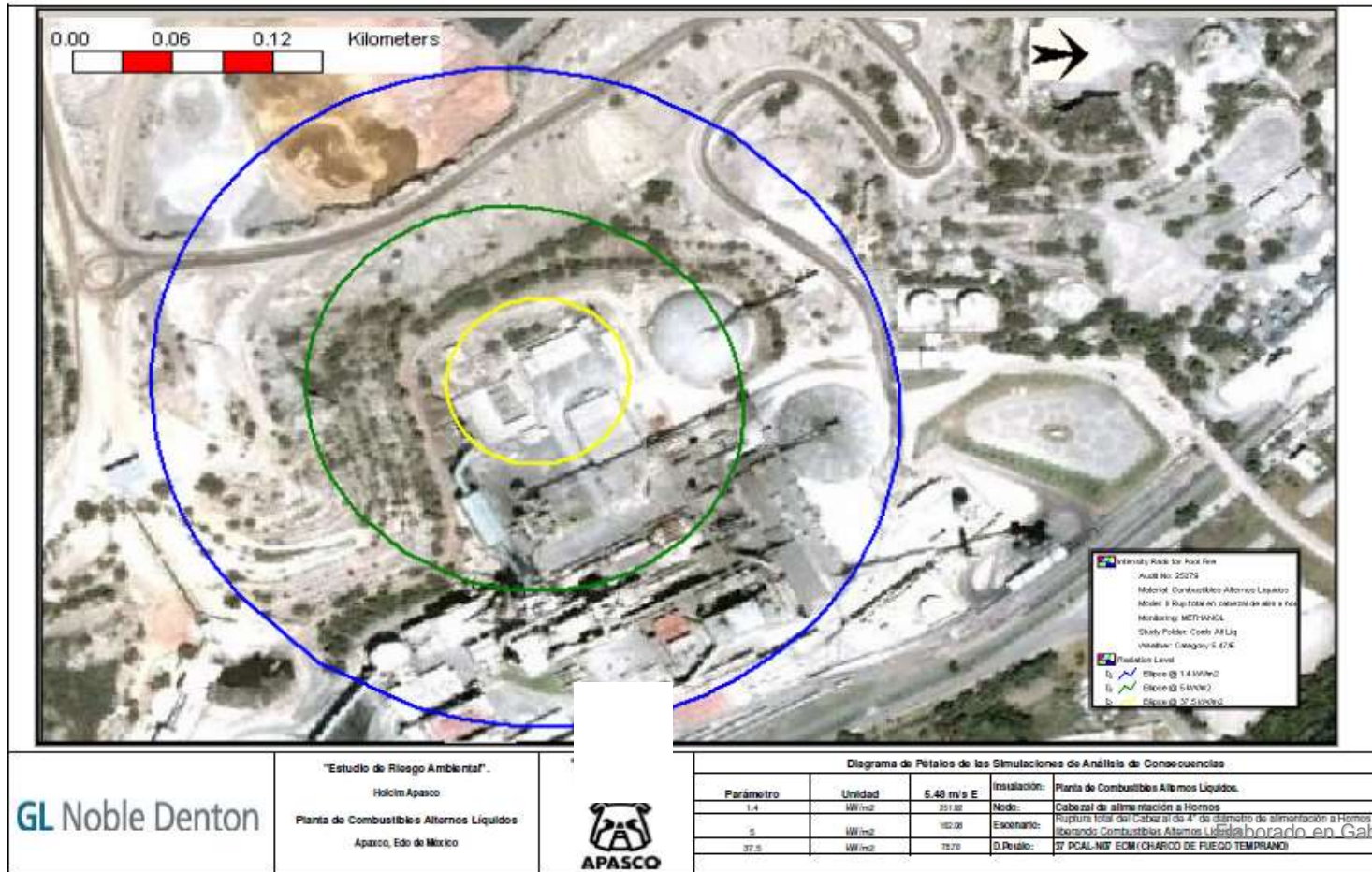
Dispersión de una Sustancia Tóxica:



ANÁLISIS DE CONSECUENCIAS

Presentación de Resultados

Afectación por Radiación:



GL Noble Denton

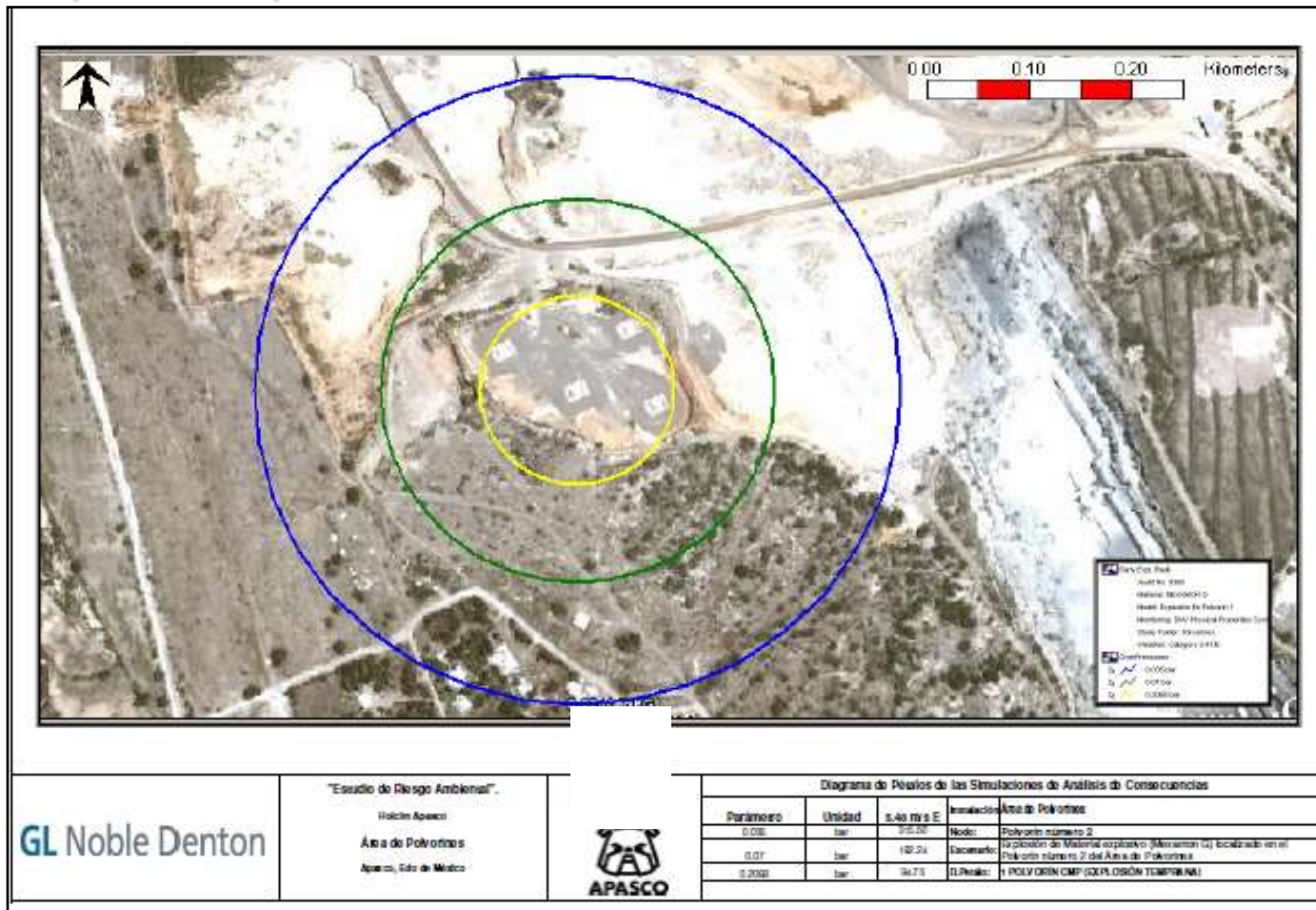
"Estudio de Riesgo Ambiental".
 Holcim Apasco
 Planta de Combustibles Alternos Líquidos
 Apasco, Edo de México



ANÁLISIS DE CONSECUENCIAS

Presentación de Resultados

Afectación por Sobrepresión:



GL Noble Denton

"Estado de Riesgo Ambiental".

Holcim Apasco
 Área de Polvorinas
 Apasco, Estado de México



Muchas Gracias



Ing. Alfredo Mendoza Reyes

Alfredo.mendoza@dnvgl.com

Tel. 5543513313