

# GESTIÓN AMBIENTAL

➤ 2024: "30° ANIVERSARIO DEL RECONOCIMIENTO  
CONSTITUCIONAL DE LA AUTONOMÍA Y AUTARQUÍA"

## UNIDAD 3

# INTRODUCCIÓN AL ESTUDIO DE RIESGOS



**UNCUYO**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE CUYO



**FACULTAD  
DE INGENIERÍA**



Prof. Dra. Ing. Susana Llamas  
[susana.llamas@uncuyo.edu.ar](mailto:susana.llamas@uncuyo.edu.ar)

Instituto de Medio Ambiente

CEIRS - Sostenibilidad e Ingeniería de Residuos

# CONTENIDO

<b>INTRODUCCIÓN AL ESTUDIO DE RIESGOS .....</b>	<b>3</b>
<b>3.A ESTUDIO DE RIESGOS AMBIENTALES.....</b>	<b>3</b>
3.A.1 Estudio del riesgo ambiental. Etapas y Definiciones .....	4
3.A.1.1 Peligro .....	5
3.A.1.2 Riesgo.....	5
3.A.2 Contexto del riesgo ambiental.....	5
3.A.3 Estudio del riesgo ambiental .....	6
3.A.3.1 Identificación de riesgos .....	6
3.A.3.2 Determinación de receptores potenciales .....	7
3.A.3.3 Estimación de la dimensión del riesgo .....	9
3.A.4 Evaluación del riesgo ambiental .....	10
3.A.5 Control de riesgos.....	14
<b>3.B PLAN DE CONTINGENCIAS .....</b>	<b>16</b>
3.B.1 Objetivos y alcance .....	17
3.B.2 Organización del plan y acción de respuesta.....	18
3.B.3 Reconocimiento .....	19
3.B.4 Notificación .....	20
3.B.5 Acción.....	20
3.B.6 Informe de la contingencia .....	23
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>23</b>
<b>Bibliografía .....</b>	<b>24</b>



## **PREVENTIVO**

Para identificar situaciones riesgosas, prevenir su ocurrencia y controlar posibles consecuencias

## **CORRECTIVO**

Para remediar pasivos ambientales causados por la actividad antrópica y permitir su uso posterior

# ACCIDENTES AMBIENTALES

UNCUYO

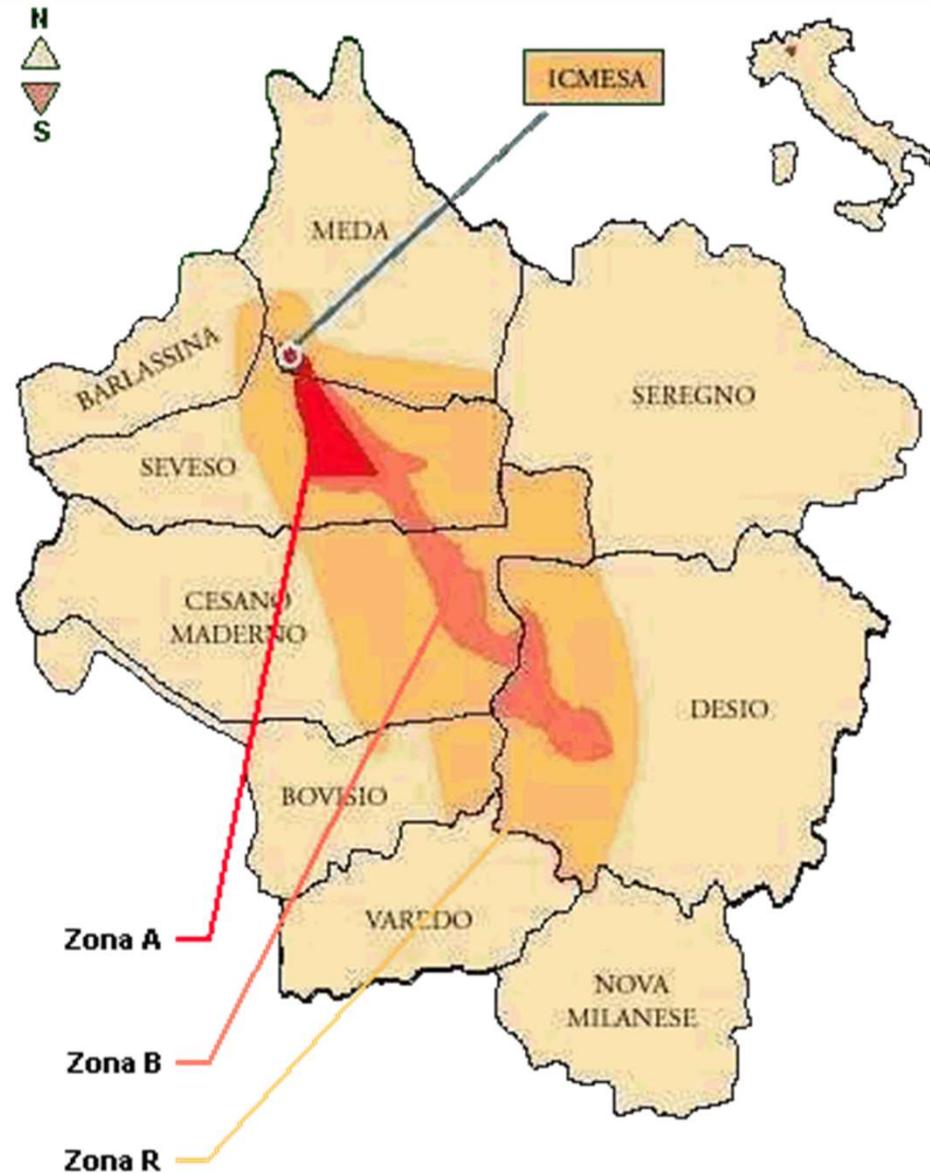
FACULTAD

AÑO	LUGAR	DESCRIPCIÓN
1976	<b>Seveso (Italia)</b>	ICMESA producía Triclorofenol y Hexaclorofeno. Fuga incontrolada de 0,45 a 3 kg de TCDD (Tetraclorodibenzodioxina). Área cubierta por la nube ≈ 1.800 Ha. 37.000 personas directamente afectadas. Potencial mutagénico. Dosis letal = 0,1 mg.
1984	<b>Bhopal (India)</b>	Escape de 25 t de gas (Isocianato de Metilo) y formación de nube tóxica de 50 km <sup>2</sup> de extensión. Entre 2.500 y 4.000 muertes, 180.000 heridos y afectados.
1986	<b>Chernobyl (Ucrania)</b>	Explosión del reactor 4 de la central nuclear Vladímir Ilich Lenin durante una prueba de corte eléctrico. La nube radioactiva afectó extensas zonas de Austria, Grecia y Turquía. Evacuación y abandono de la ciudad de Pripyat.
1993	<b>Estambul (Turquía)</b>	Inestabilidad en un vertedero produce el deslizamiento de 1.200.000 m <sup>3</sup> de Residuos Sólidos Urbanos (RSU). 39 muertos y 11 viviendas destruidas.
2002	<b>Galicia (España)</b>	Derrame de 77.000 toneladas de petróleo provocado por el hundimiento del buque petrolero Prestige, que afectó 2.000 km de costas portuguesa, española y francesa. Considerado el tercer accidente más costoso de la historia, el costo de la limpieza del vertido y el sellado del buque fue de 12.000 millones de dólares.
2010	<b>Golfo de México (EEUU)</b>	Explosión en la plataforma Deepwater Horizon. Pozo Macondo, el incendio continuó por dos días hasta que se hundió la plataforma. Pozo descontrolado durante 87 días vertiendo casi cinco millones de barriles de petróleo. Murieron 11 personas.
2015	<b>San Juan (Argentina)</b>	Derrame en la cuenca del río Jáchal de 1.072 m <sup>3</sup> de solución cianurada. Fuga producida por rotura de una válvula y apertura de una compuerta que debía estar cerrada.
2017		Desconexión de un caño que transportaba agua con cianuro y varios metales pesados, más el oro y la plata extraídos de la roca, provocó el desacople de otras dos cañerías. Tercer derrame en un año y medio.
2019	<b>Minas Gerais (Brasil)</b>	Derrumbe de un dique de la mina Córrego do Feijão con toneladas desechos de mineral de hierro y residuos mineros. Daños materiales incuantificables. 272 muertos.
2020	<b>Beirut (Líbano)</b>	Explosión de NO <sub>3</sub> NH <sub>4</sub> en un depósito situado en el puerto, generó un cráter de 43 metros de profundidad, dejó a 300 mil personas sin hogar, causó 202 muertes, 6.500 heridos, 9 desaparecidos y una nube tóxica.
2022	<b>Perú</b>	Vertido de 6.000 barriles de petróleo durante operación de descarga de la refinería La Pampilla, ubicada en Ventanilla, distrito de la provincia de El Callao, aledaña a Lima. Área dañada: 1.739.000 m <sup>2</sup> .
2024	<b>Buenos Aires (Argentina)</b>	22/08/2024 Incendio en la playa de tanques de la Refinería de YPF en la localidad de Ensenada. La Plata. Buenos Aires. Argentina.

# USO CORRECTIVO

10/07/1976

Seveso. ITALIA - Planta ICMESA  
(Industrie Chimiche Meda Società)



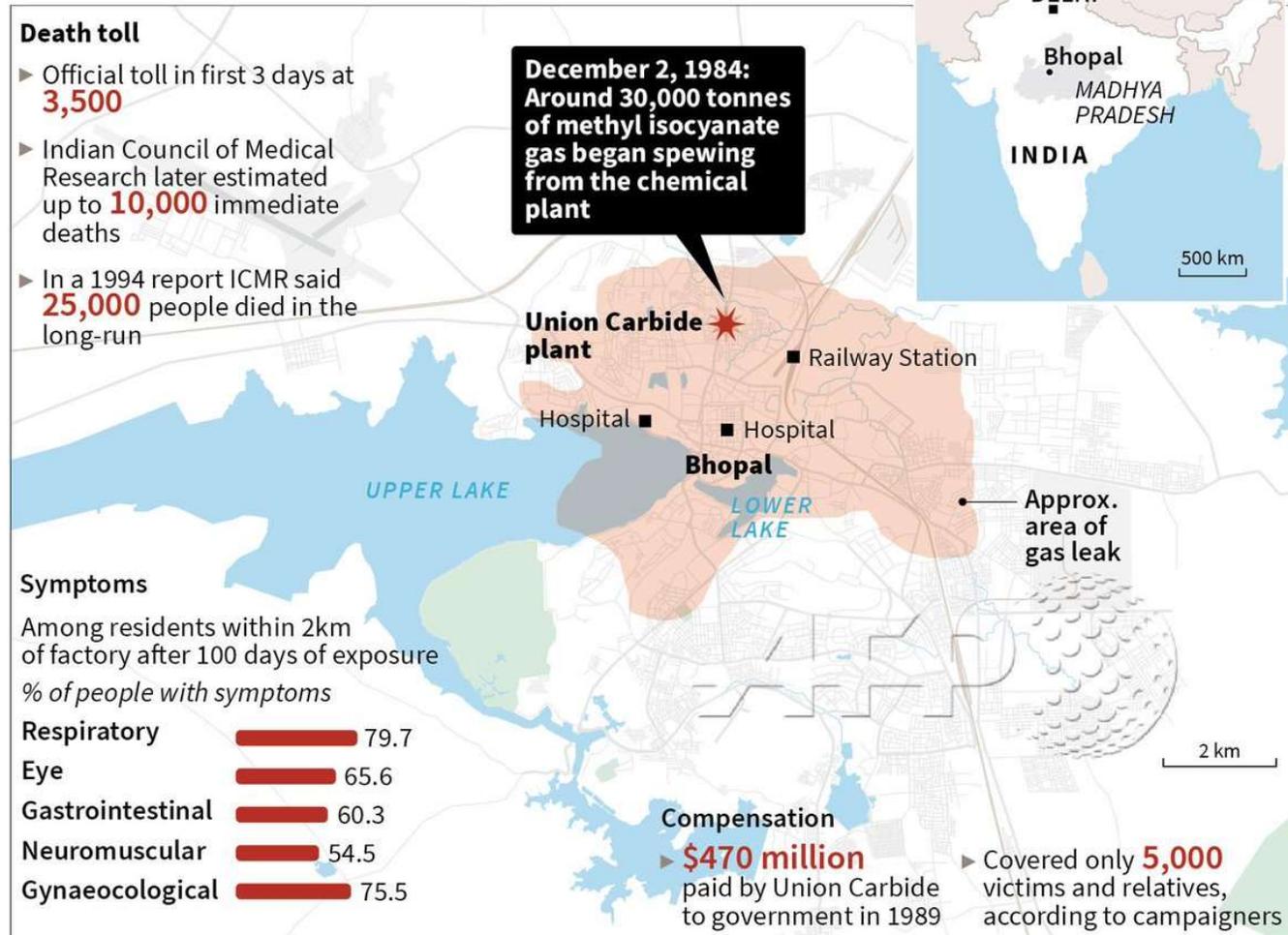
Zona A  $\approx 50 \mu\text{g}/\text{m}^2$

Zona B  $\approx 5 \text{ a } 50 \mu\text{g}/\text{m}^2$

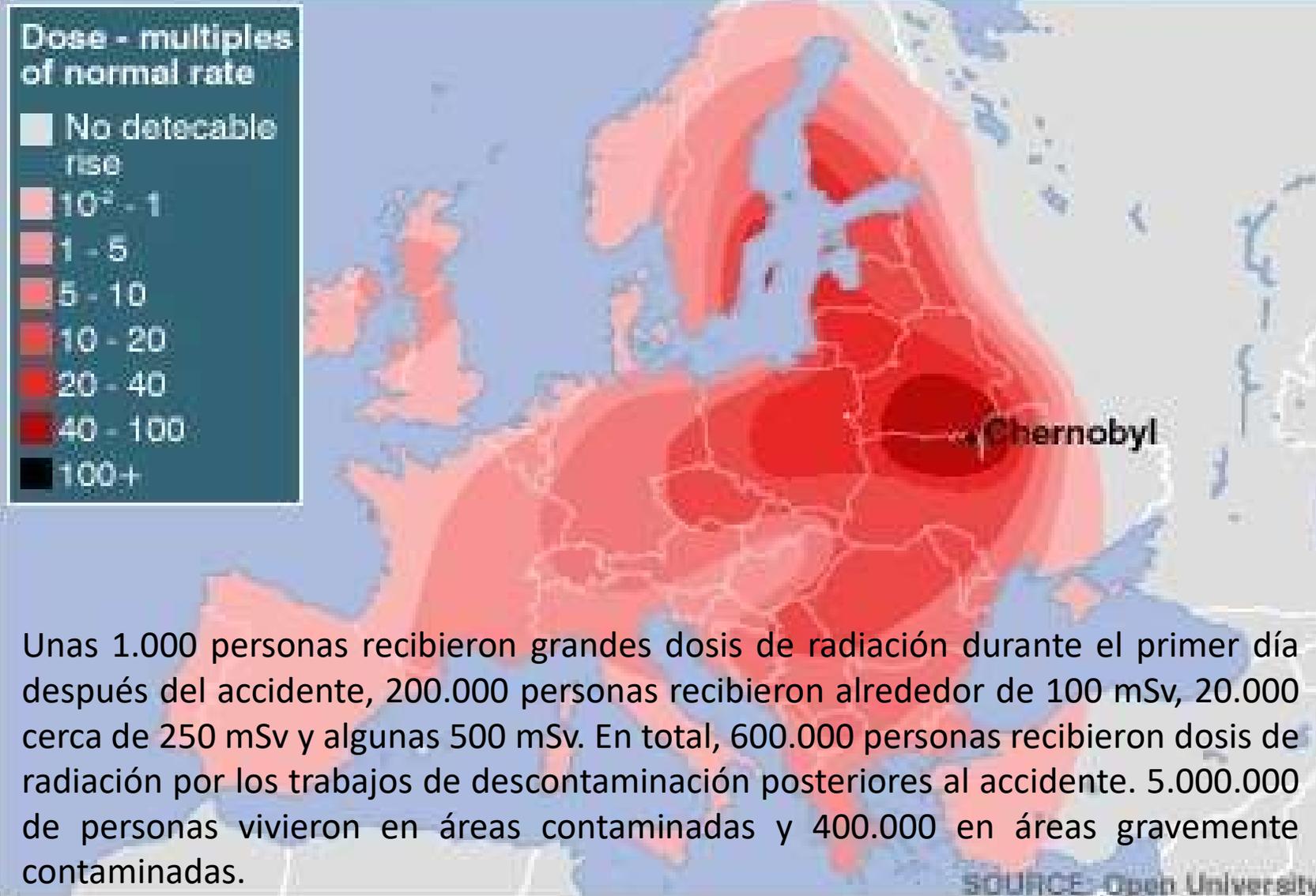
Zona R  $< 5 \mu\text{g}/\text{m}^2$

## 1984 Bhopal gas disaster

World's deadliest industrial disaster 30 years ago



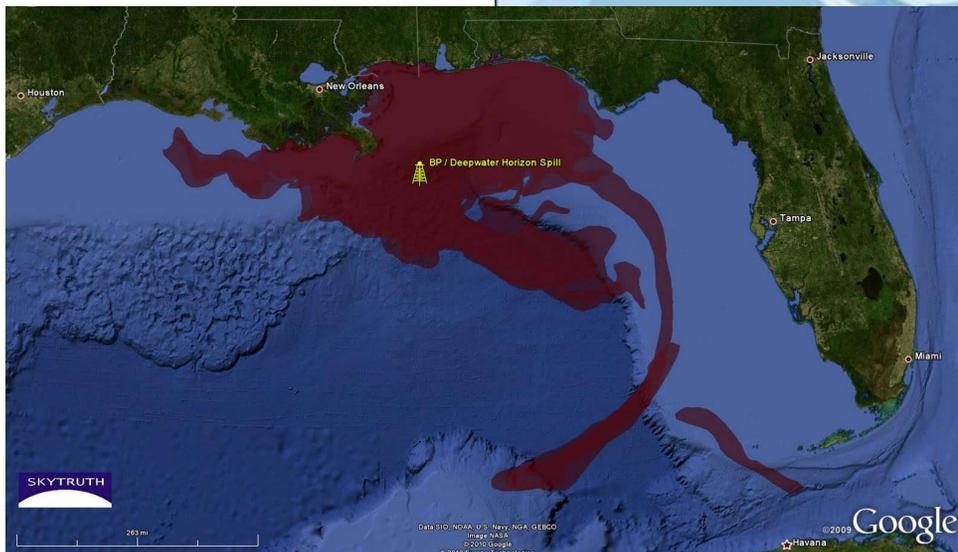
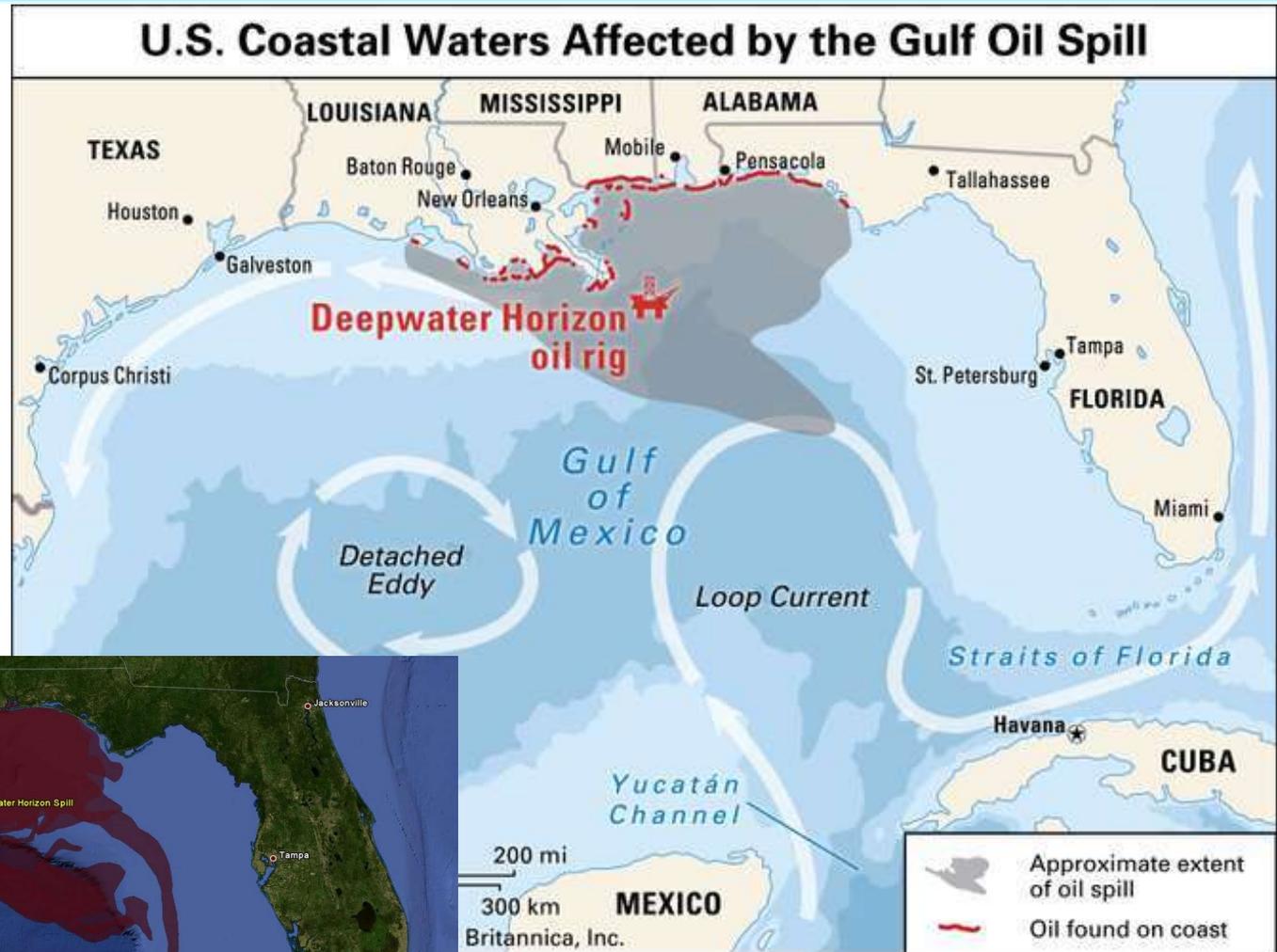
## INCREASED RADIATION DOSE ACROSS EUROPE - 3 MAY 1986



Unas 1.000 personas recibieron grandes dosis de radiación durante el primer día después del accidente, 200.000 personas recibieron alrededor de 100 mSv, 20.000 cerca de 250 mSv y algunas 500 mSv. En total, 600.000 personas recibieron dosis de radiación por los trabajos de descontaminación posteriores al accidente. 5.000.000 de personas vivieron en áreas contaminadas y 400.000 en áreas gravemente contaminadas.

# USO CORRECTIVO

20/04/2010  
Pozo exploratorio  
MACONDO  
Plataforma  
Deepwater Horizon



# USO CORRECTIVO

25/01/2019 - Brumadinho - Belo Horizonte - Minas Gerais - Brasil



# USO CORRECTIVO

UNCUYO  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE CUYO

FACULTAD  
DE INGENIERÍA

22/08/2024 - Refinería YPF - Ensenada - La Plata - Argentina





**PERMITE**

1. Identificar situaciones que podrían causar contingencias sobre los factores ambientales.
2. Proponer medidas para prevenir su ocurrencia.
3. Controlar las posibles consecuencias.

**CONOCER**

Los riesgos de una actividad industrial, de las contingencias que podrían ocurrir, de sus causas y de sus consecuencias.

**PARA**

Mejorar la capacidad de prevenir la ocurrencia o de mitigar sus consecuencias.

Durante la planificación de proyectos industriales.

- las operaciones,
- los procesos,
- las características,
- la gran diversidad de materiales y elementos utilizados.

Potencialidad de causar alteraciones ambientales de grandes proporciones.

Ley N° 24.051/1992. Dto. N° 2.625/99. Ley N° 25.612/02.

# CONTAMINACIÓN AMBIENTAL

## Operativa

- Operación normal.
- Ruidos. Olores. Residuos, efluentes, emisiones.

## Estudio de Impacto Ambiental

- Identificación, valoración y ponderación de impactos.

## Plan de Gestión Ambiental

- Programa de vigilancia y control.
- Programa de monitoreo y seguimiento.

## Accidental

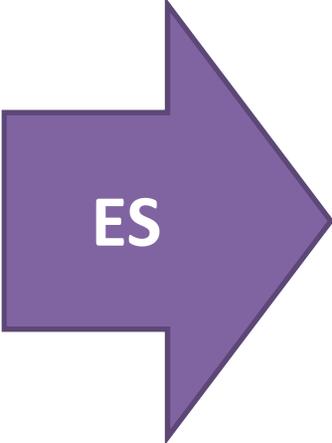
- Contingencias.
- Incendio. Explosión. Derrames. Fallas mecánicas.

## Estudio de Riesgos

- Identificación, evaluación y jerarquización de riesgos.

## Plan de contingencias

- Control del riesgo.
- Coordinación de acciones de respuesta.



ES

El documento que acompaña al Estudio de Impacto Ambiental (EslA), cuando se trata de actividades consideradas riesgosas.

# ETAPAS DEL ESTUDIO DE RIESGOS

**PREVIA**

Identificación, análisis y evaluación de riesgos.

**DE OCURRENCIA**

Rapidez de respuesta.

**POSTERIOR**

Regreso a la situación normal.  
Mitigación, recuperación o restauración.

## PELIGRO

Designa una condición física, química o biológica, que puede causar daños a las personas humanas, al ambiente o la propiedad.  
Del inglés: *hazard*.

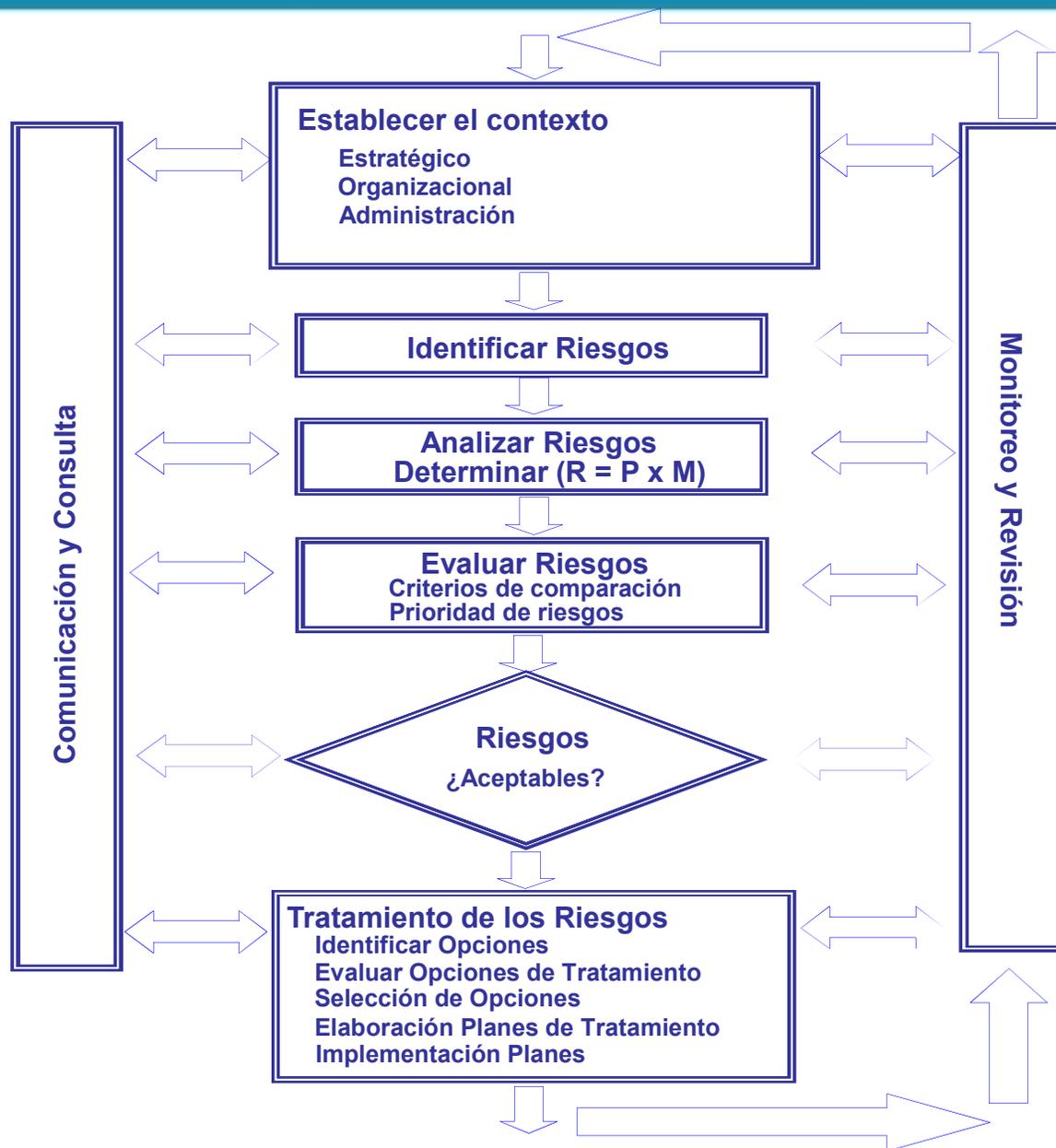
## RIESGO

Posibilidad de dañar a las personas humanas o al ambiente, de causar pérdidas económicas o sobre la propiedad. Se expresa en función de la probabilidad de ocurrencia de una contingencia y de la magnitud de las consecuencias.  
Del inglés: *risk*.

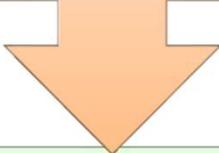
*Estimar las consecuencias de contingencias que apartan al sistema de su **condición operativa normal**.*

- Especificaciones técnicas.
- Estándares.
- Procesos de fabricación y de control de calidad.
- Condiciones de almacenamiento y transporte.
- Otros.

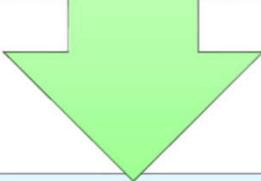
# CONTEXTO DEL RIESGO AMBIENTAL



**Estratégico:** Identifica las relaciones entre la organización y su entorno: aspectos financieros, operativos, competitivos, políticos, sociales (percepción pública/imagen), comerciales, culturales y legales.



**Organizacional (Plan):** Define las capacidades, los objetivos, las metas y analiza los planes implementados para lograrlos. Ayuda a definir los criterios frente a los cuales se decide si el riesgo es o no aceptable y es la base para la selección de alternativas de control del riesgo.



**Administración del riesgo (Proyecto):** Analiza el proyecto, sus objetivos y metas, su extensión (temporal y geográfica) y las relaciones entre los diferentes sectores de la organización.

**IDENTIFICAR EL RIESGO**

**DETERMINAR RECEPTORES POTENCIALES**



**ESTIMAR LA DIMENSIÓN DEL RIESGO**



**EVALUAR EL RIESGO**



**CONTROLAR LOS RIESGOS**



¿Qué puede salir mal?



¿Con qué frecuencia podría ocurrir? = Probabilidad



¿Cuál será la gravedad de las consecuencias? = Magnitud



**Objeto: Definir medidas adecuadas**

# IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

**Instalaciones complejas:** Zonificar sectores homogéneos (Acopio, talleres, producción, laboratorios, almacenamiento).



**En cada sector identificado:** Listado de maquinaria, líneas de servicio (energía eléctrica, gas, agua), equipos, procesos, personal.



**Para cada máquina o equipo:** Componentes (partes fijas, partes móviles, interruptores).



**Para cada componente:** Hoja de mantenimiento, vida útil estimada.



**Para cada materia prima o insumo inventariado:** identificar características de riesgo (Decreto N° 2625/1999).

## Planificación de tareas



**Reunión del equipo:** Distribuir tareas, preparación de planillas e instructivos para carga de datos.



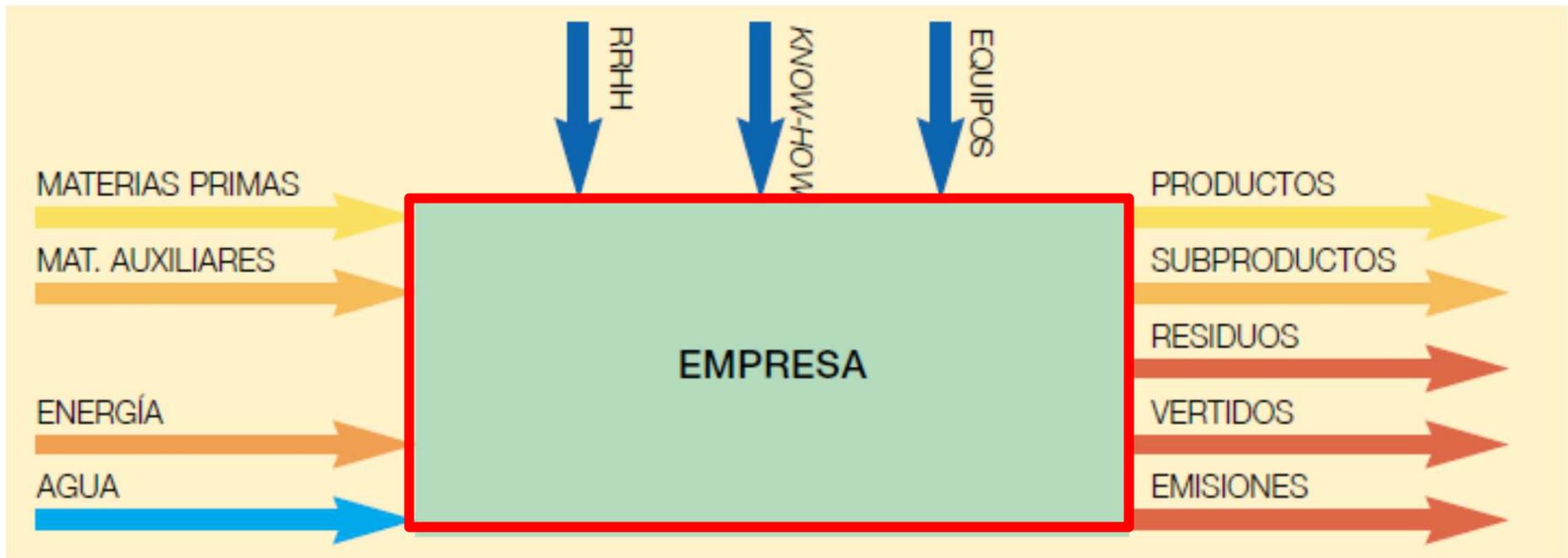
**Recopilación de documentación:** Planos, diagramas, esquemas de operación, hojas técnicas, registros de mantenimiento, servicios, líneas de distribución.



**Inventario:** Equipos, máquinas, materias primas e insumos, otros.



**Recorridos por la instalación:** Recepción, almacenamiento, carga, proceso, embalaje, expedición, (registro fotográfico).

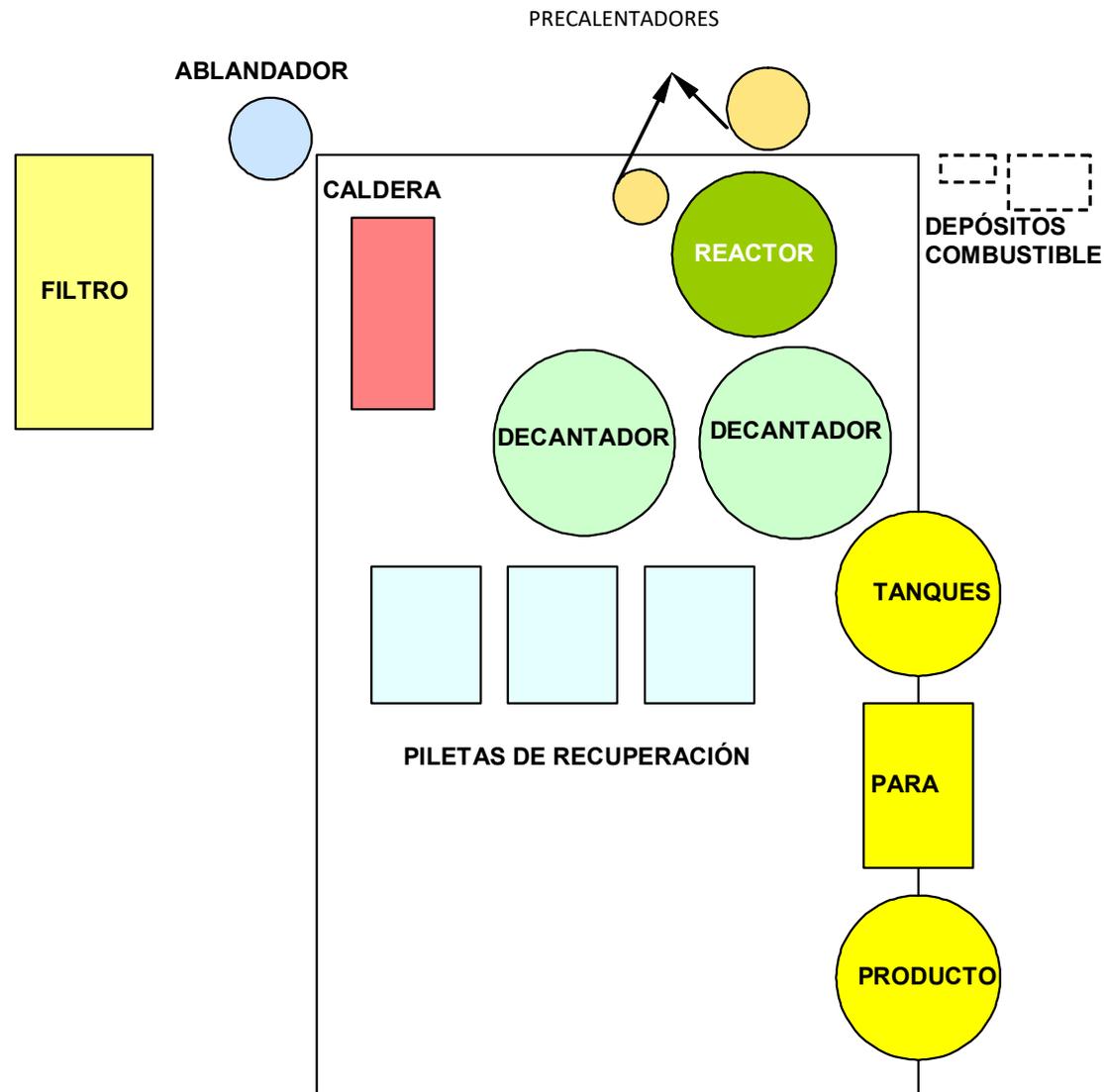




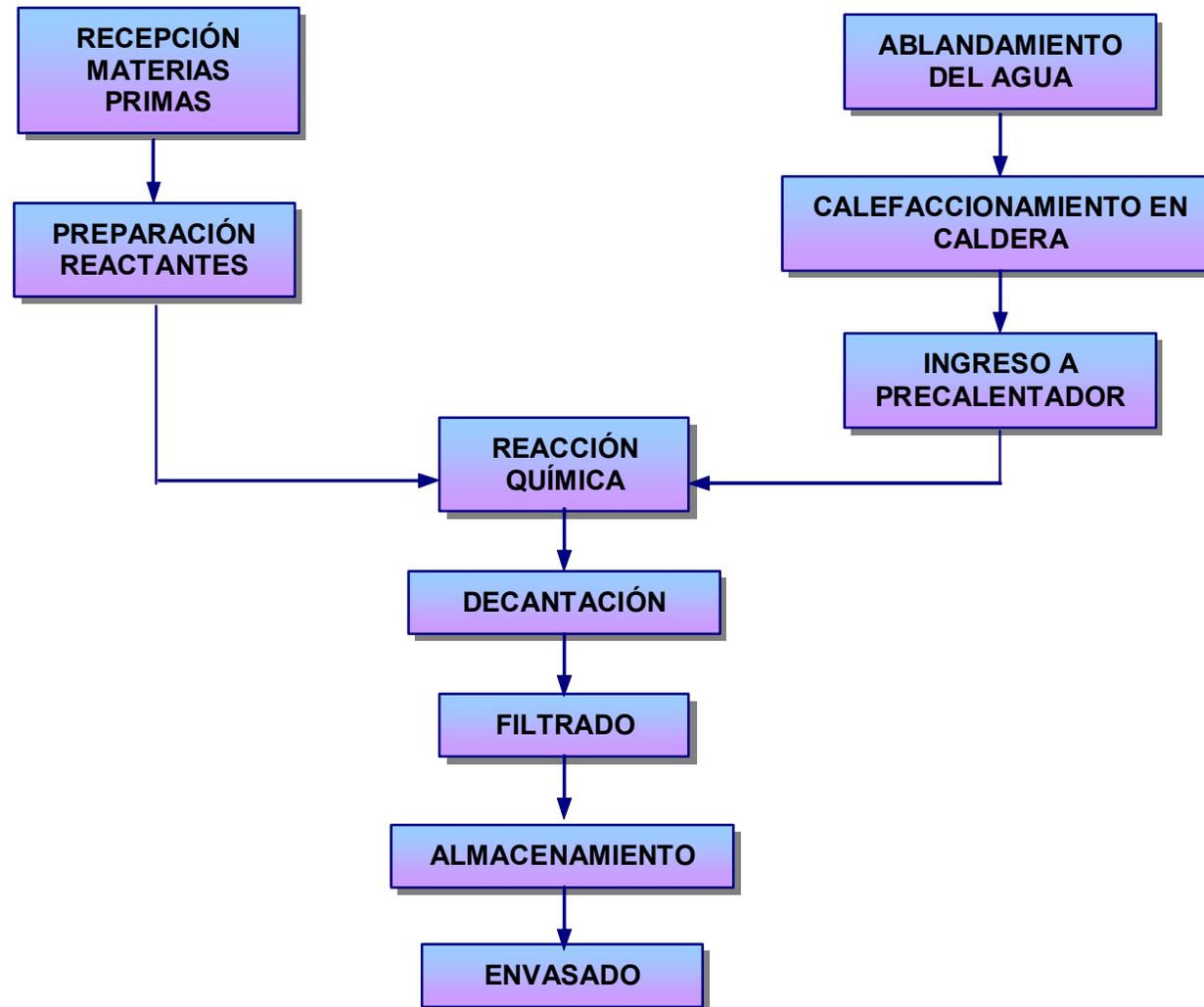


# DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

## INSTALACIONES Y EQUIPOS



# DIAGRAMAS DE FLUJO



Consulta en la literatura sobre instalaciones similares.

Consulta a bases de datos de desempeño de componentes.

Consulta de expertos.

¿Qué puede salir mal?



## NECESARIO

**Recopilar toda la información disponible sobre el peligro que se estudia.**

**Consultas o entrevistas con especialistas.**

**Empleo de modelos de simulación o ensayos de laboratorio.**

**Características de:**

*las sustancias empleadas (ej.: tóxicas, combustibles, inflamables), los procesos que se desarrollan (ej.: trituración, destilación, presurización), el nivel de capacitación del personal (experiencia, formación, entrenamiento) y los factores externos (ej.: precipitaciones, vientos, sismos), entre otros.*

# ¿QUE PUEDE SALIR MAL?

SEVESO (Italia): 10 de Julio de 1976, 12:37 hs.

La tarde anterior al accidente ICMESA cargó el reactor. A la mañana siguiente se produjo una reacción exotérmica incontrolada que generó un aumento de presión en el reactor y la apertura del disco de ruptura. El resultado fue la emisión de una nube tóxica que contenía entre 0,45 y 3 kg de TCDD (2,3,7,8-tetraclorodibenzo-p-dioxina) en una concentración aproximada de 3.500 ppm. El área cubierta por la nube fue de unas 1.800 hectáreas y produjo numerosos daños a las personas (37.000).



# ¿QUE PUEDE SALIR MAL?

En la noche del 2 de diciembre de 1984, 40 toneladas de gases letales fueron liberadas al ambiente en un accidente ocurrido en una fábrica de pesticidas de la empresa norteamericana Union Carbide en Bhopal, la capital del Estado indio de Madhya Pradesh. Entre los gases se encontraba el Isocianato de Metilo (Metilisocianate o MIC) que, junto con otras sustancias químicas como Cianuro de Hidrógeno, causaron por la exposición directa de los individuos a los gases, la muerte a 8.000 personas y produjo daños multisistémicos a otras 500.000 personas. Las muertes en años siguientes llegaron a 16.000.



Bhopal - India

# ¿QUE PUEDE SALIR MAL?



Chernobyl – Ucrania - 1986

# ¿QUE PUEDE SALIR MAL?



Pripyat - Ucrania - 2010

# ¿QUE PUEDE SALIR MAL?

UNCUYO  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE CUYO

FACULTAD  
DE INGENIERIA



# ¿QUE PUEDE SALIR MAL?



# ¿QUE PUEDE SALIR MAL?



Itaquaquetuba, SP, 21-01-2000



Itaquaquetuba, SP, 16-03-2000

# ¿QUE PUEDE SALIR MAL?



Prestige, 2002

# ¿QUE PUEDE SALIR MAL?

20/04/2010



**Deepwater Horizon - BP - Pozo Macondo**

# ¿QUE PUEDE SALIR MAL?

25/01/2019 - Brumadinho - Belo Horizonte - Minas Gerais - Brasil

Derrumbe de un dique de la mina Córrego do Feijão, con desechos de mineral de hierro



# ¿QUE PUEDE SALIR MAL?

UNCUYO  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE CUYO

FACULTAD  
DE INGENIERIA

**25/01/2019 - Brumadinho - Belo Horizonte - Minas Gerais - Brasil**



# ¿QUE PUEDE SALIR MAL?

UNCUYO  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE CUYO

FACULTAD  
DE INGENIERIA

25/01/2019 - Brumadinho - Belo Horizonte - Minas Gerais - Brasil

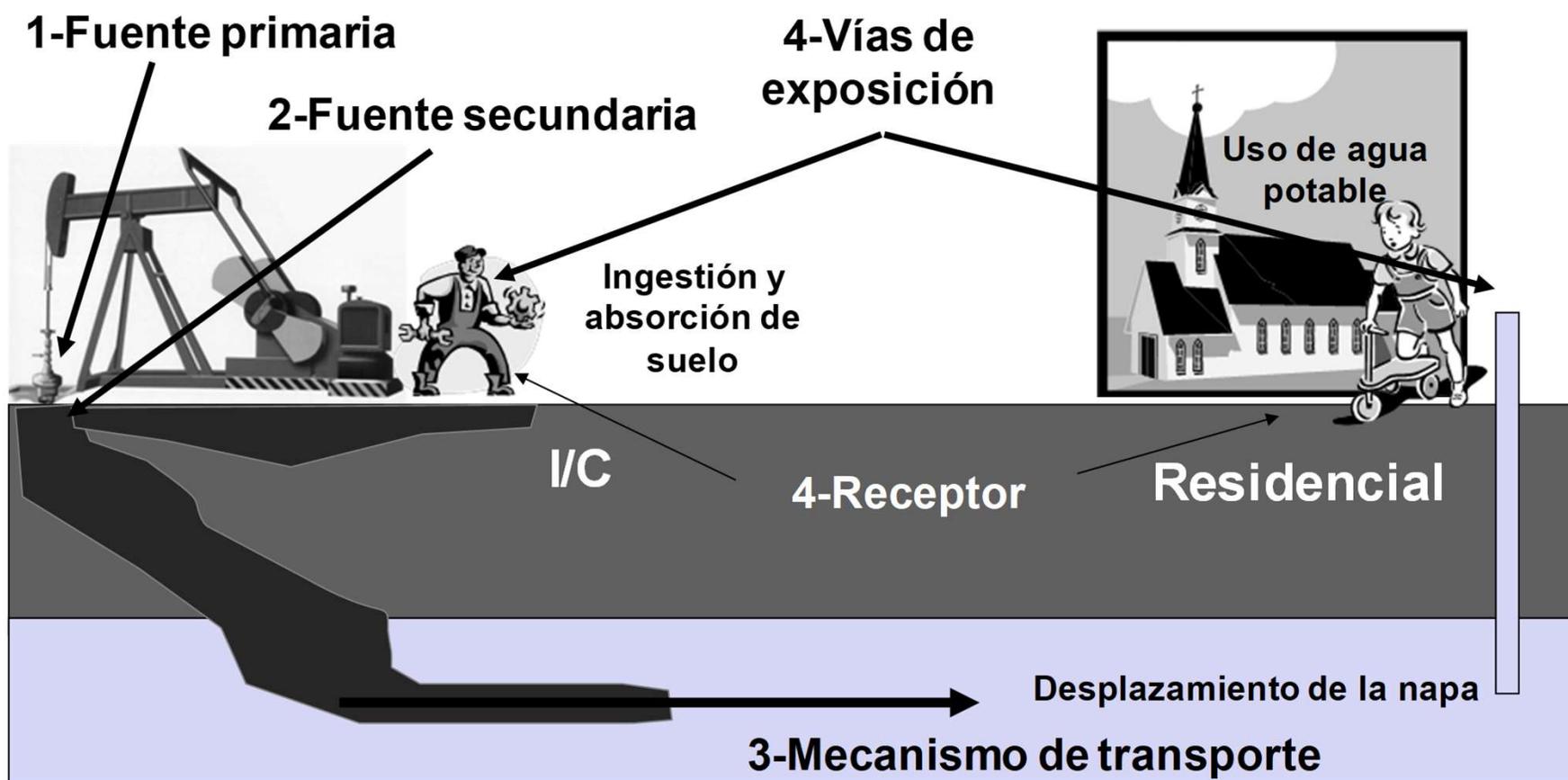




## Potenciales receptores

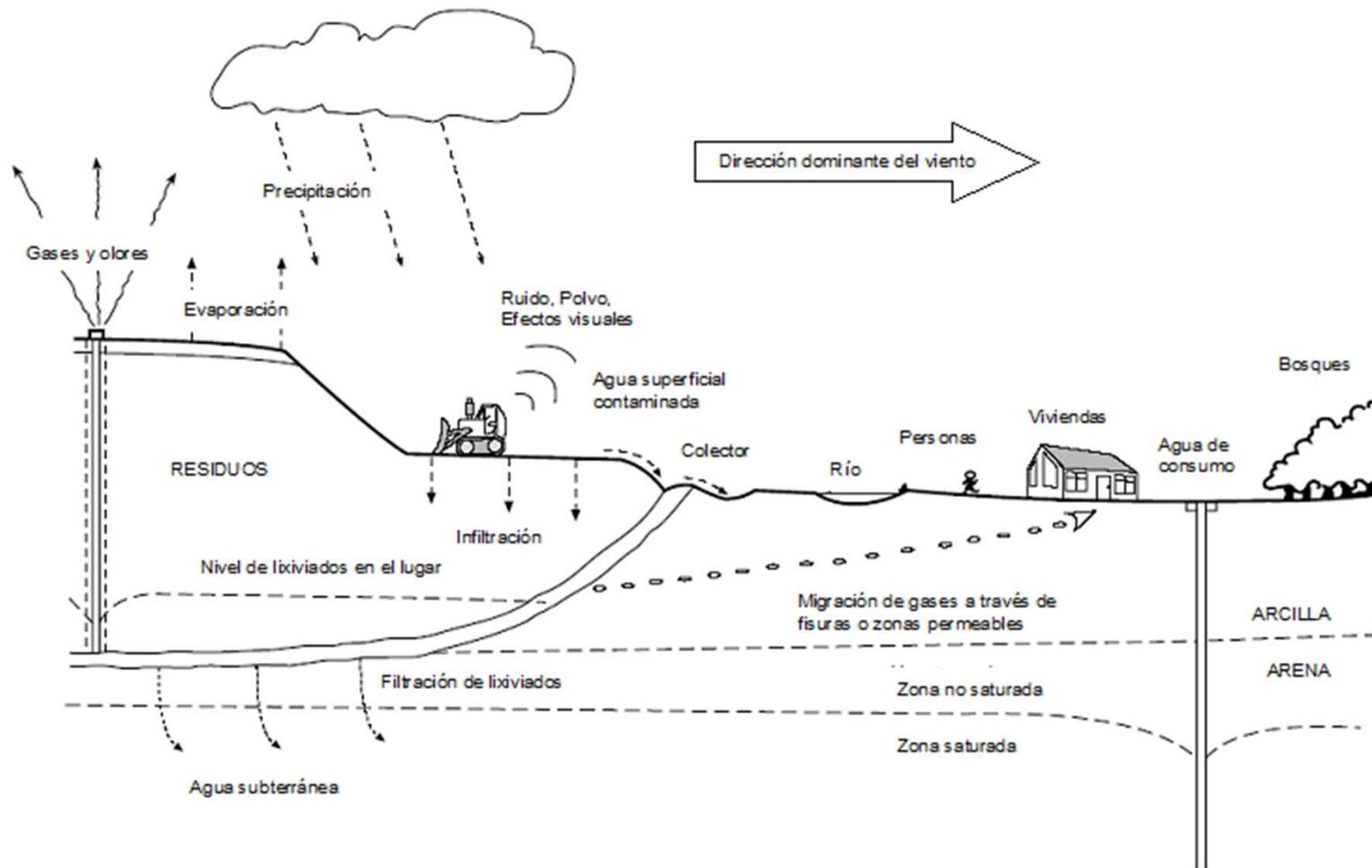
- *Medio socio-cultural*: pobladores cercanos, valores culturales.
- *Recursos ambientales*: medios biótico y abiótico.
- *Bienes materiales*: propios y ajenos.

## MODELO **CONCEPTUAL** ORIGEN-EXPOSICIÓN-RECEPTOR



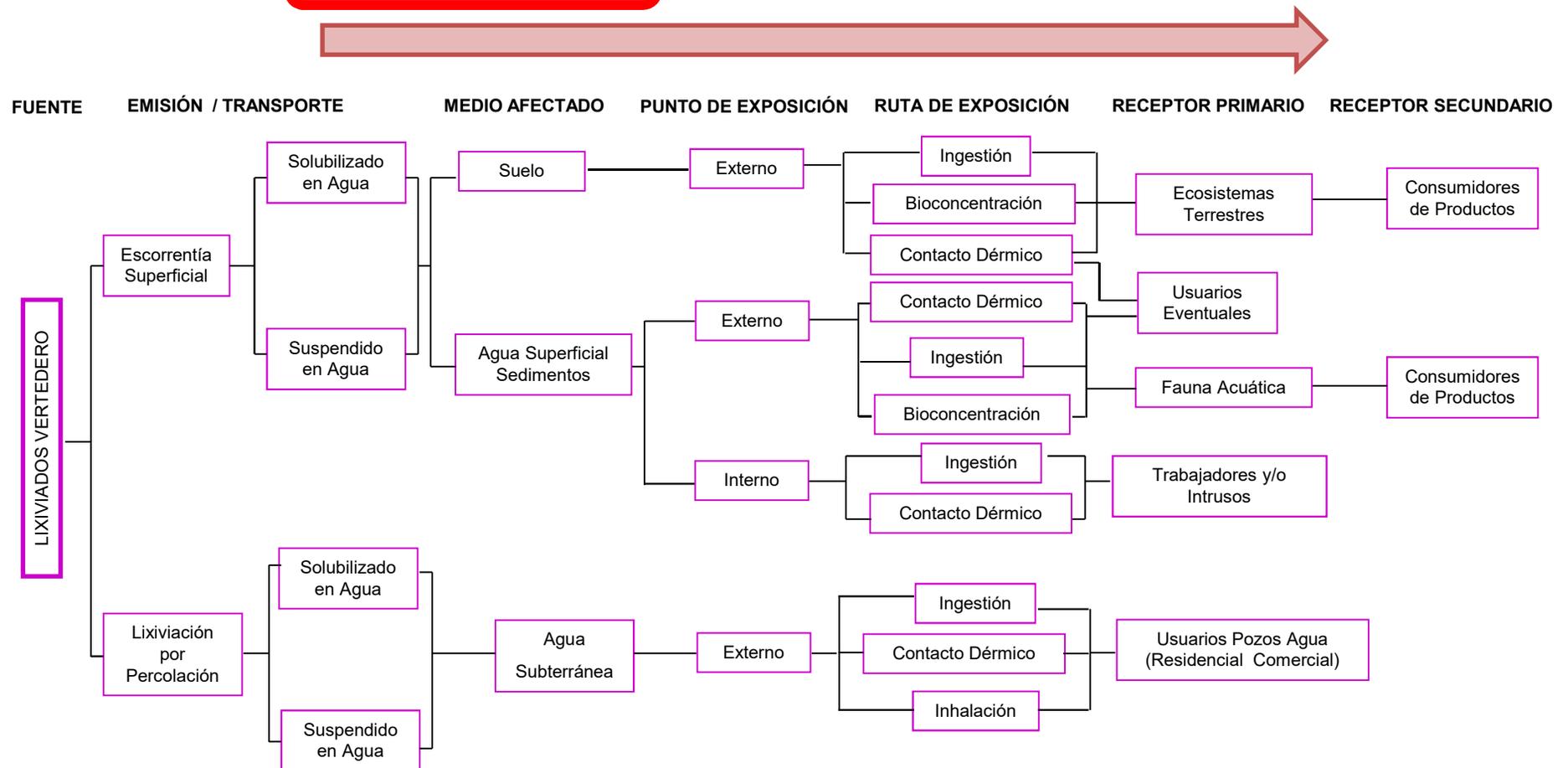
I/C = Ingesta / Contacto dérmico

## MODELO **CONCEPTUAL** ORIGEN-EXPOSICIÓN-RECEPTOR



Adaptado de: (CAE – University of Canterbury Christchurch New Zealand, 2000)

## MODELO **SECUENCIAL** ORIGEN-EXPOSICIÓN-RECEPTOR



Fuente: Llamas, S. (2007). Análisis de modos de falla y criticidad de efectos en los sistemas de contención de lixiviados. En: Desarrollos e investigaciones Científico – Tecnológicas en Ingeniería. III Encuentro de Investigadores y Docentes de Ingeniería. EnIDI 2007. Editores: Dra. Ing. Graciela Maldonado, Dr. Ing. Ángel Veca, Dra. Ing. Hebe Cremades. Mendoza. ISBN: 978-950-42-0087-1.

¿QUÉ PROBABILIDAD EXISTE DE QUE OCURRA EL EVENTO NO DESEADO?

$$R = P \times M$$

Donde:

**R** = Dimensión del Riesgo

**P** = Probabilidad de ocurrencia

**M** = Magnitud de las consecuencias

$$R = f(P; M)$$

$$P = f(Pe; Pr; Px)$$

Donde:

**P: Probabilidad de ocurrencia de la contingencia**

Pe: Probabilidad del evento causante

Pr: Probabilidad de los resultados

Px: Probabilidad de la exposición

**M: Magnitud de las consecuencias**

Mn: Magnitud de las consecuencias sobre los recursos físicos y naturales

Ms: Magnitud de las consecuencias sobre el ambiente socioeconómico y cultural

$$M = f(Mn; Ms)$$

**¿Con qué frecuencia podría ocurrir? = *Probabilidad***

**¿Cuál será la gravedad de las consecuencias? = *Magnitud***





*Proceso* por medio del cual se asignan valores a la **probabilidad** de ocurrencia de contingencias que puedan producir efectos adversos sobre la vida, la salud humana, el ambiente o los bienes materiales.

El valor de la **magnitud** o gravedad de dichos efectos dependerá de la exposición de los potenciales receptores a uno o más agentes de naturaleza física, química o biológica.

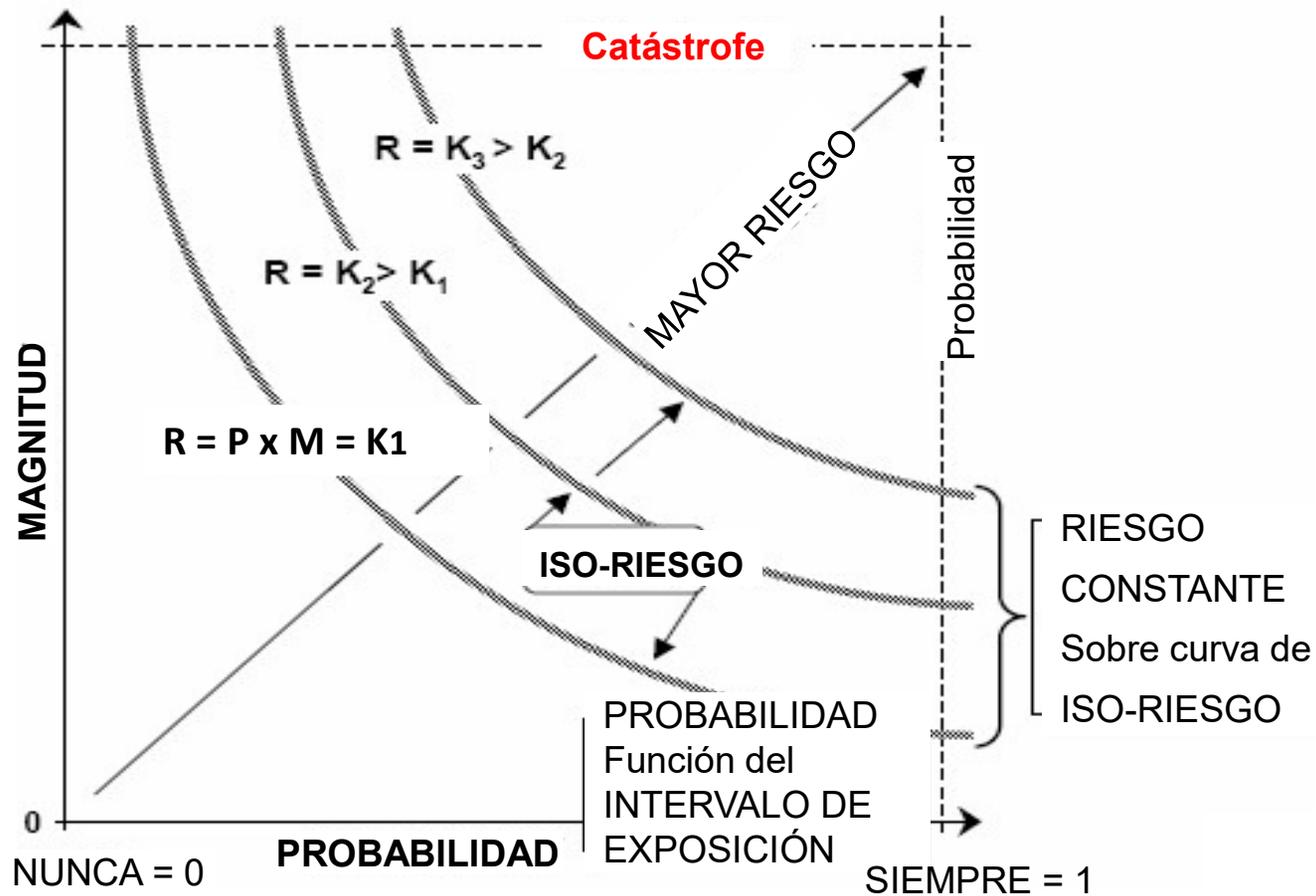


**OBJETO**

**Determinar si el valor obtenido para el riesgo analizado, se encuentra dentro de los límites de aceptabilidad *previamente definidos*.**



$$R = P \times M = K_1 > K_2 > K_3$$



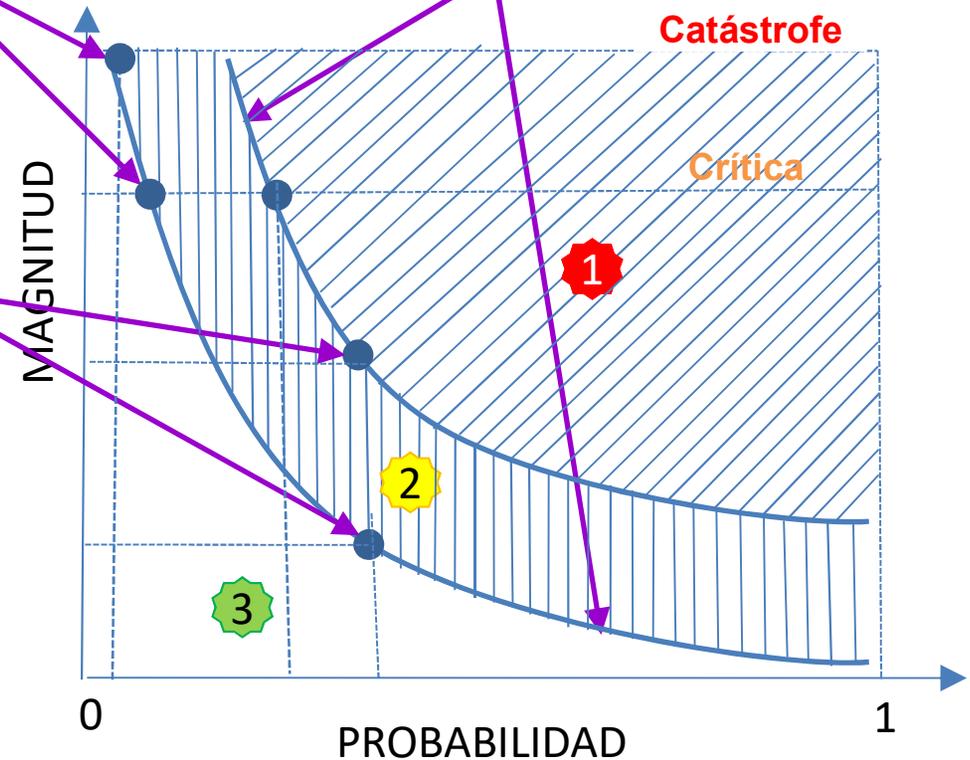
**Probabilidad de ocurrencia** de una contingencia: Escala sobre el eje de abscisas (x) entre 0 = Nunca (contingencia imposible) y 1 = Siempre (contingencia segura).  
**Magnitud de las consecuencias** de la contingencia: Escala sobre el eje de ordenadas (y).

Siempre que sea posible, evaluar el riesgo (R) de la peor magnitud (M) creíble: Valor máximo.

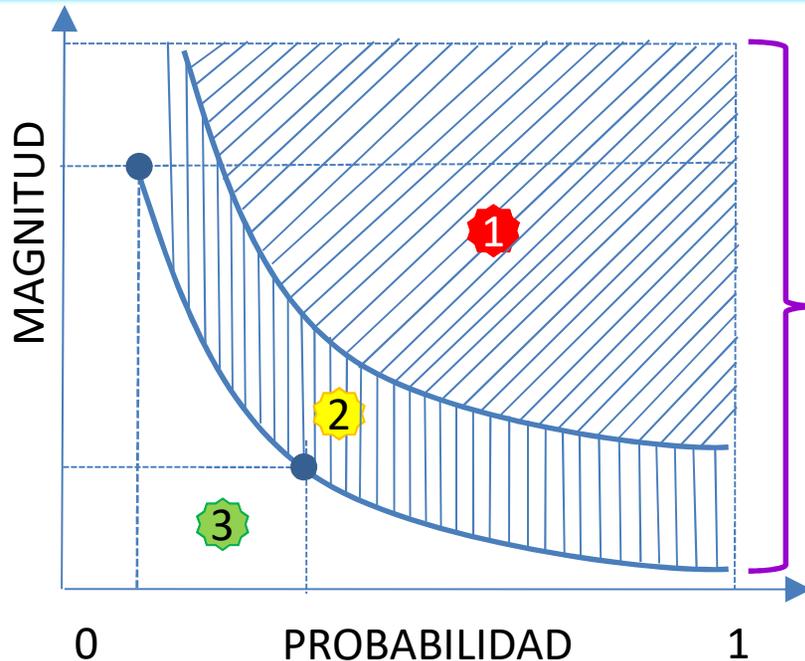
Cuando el valor del riesgo (R) para un peligro determinado puede ser evaluado para cualquier nivel de magnitud (M), el plano de *iso-riesgo* da la probabilidad de ocurrencia (P) para todos los niveles de magnitud (M).

Límites de tolerancia del riesgo. Coinciden con el contorno de la curva de *iso-riesgo*

- 1** Inaceptable
- 2** Aceptable con controles específicos
- 3** Aceptable con controles rutinarios

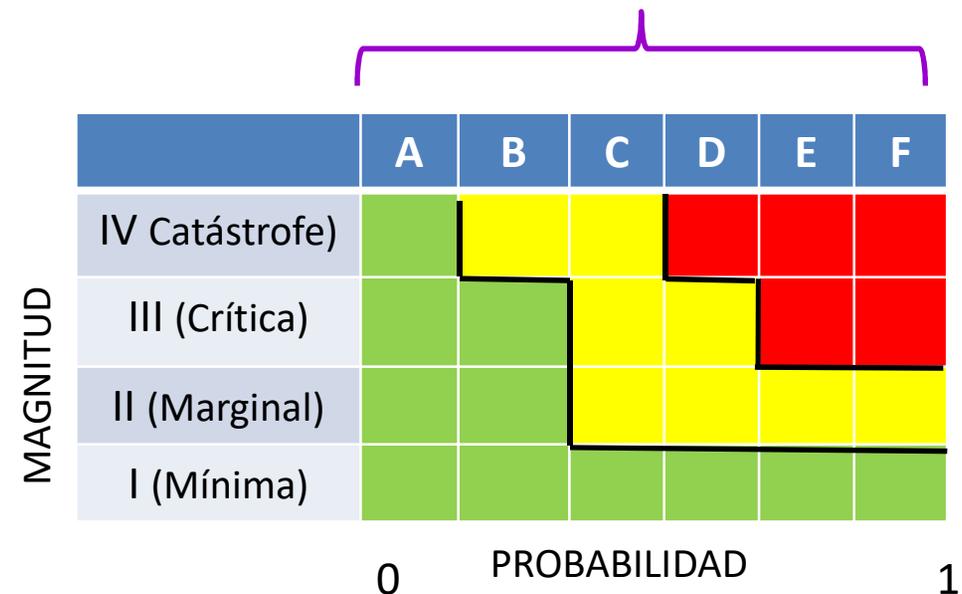


# EVALUACIÓN DEL RIESGO AMBIENTAL



Aproximar las zonas determinadas en el plano de *iso-riesgo* con las celdas de la matriz de riesgos.

El **contorno** de las celdas de la matriz se aproxima a las curvas de *iso-riesgo* del plano.  
Los saltos de la matriz, definen los límites de tolerancia para el riesgo.



En la matriz de riesgos se establecen tres zonas.

**ROJA:** Zona de riesgo inadmisible. **Altos valores para P y M**

**AMARILLA:** Zona de riesgo controlable. **Valores intermedios para P y M**

**VERDE:** Zona de riesgo aceptable. **Reducidos valores para P y M**

**La determinación de la zona de aceptabilidad del riesgo es una decisión que involucra la asignación de recursos económicos, materiales y designación de personal, por lo que corresponde a los más altos niveles gerenciales de una organización.**

# MODELO MATRIZ DE RIESGOS

Con base en el horizonte temporal establecido

≈ **50 años**

MAGNITUD DE LAS CONSECUENCIAS	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA						
	A Nunca	B Improbable	C Remota	D Ocasional	E Posible	F Frecuente	G Siempre
IV Catástrofe							
III Crítica							
II Marginal							
I Mínima							

0 1



Imperativo reducir el riesgo a niveles menores



La operación exige procedimientos de control escritos



Operación permitida con controles rutinarios

# TENER PRESENTE QUE:

PROBABILIDAD

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
VI	Green	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Red	Red	Red	Red
IV	Green	Green	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Red	Red	Red	Red
IV	Green	Green	Green	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Red	Red
III	Green	Green	Green	Green	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Red	Red
II	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
I	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green

El juicio subjetivo no puede resolver más de **6 pasos discretos** de probabilidad. Agregar más pasos carece de sentido.

PROBABILIDAD

	1	2	3	4	5	6
IV	Green	Yellow	Yellow	Red	Red	Red
III	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Red
II	Green	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
I	Green	Green	Green	Green	Green	Green

**SIMPLIFICAR!!!.** Una Matriz de  $4 \times 6 = 24$  celdas, es mucho mejor que una de  $6 \times 11 = 66$

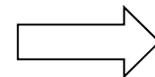
# TENER PRESENTE QUE:

PROBABILIDAD

	A	B	C	D	E	F
MAGNITUD	IV	?	←	1		
	III			2		
	II	3			↓	
	I				?	

La aplicación de medidas de control del riesgo no permite el paso de la zona 1 a la zona 3 con un **único paso**.

Para pasar de la zona de alto riesgo (1) a la zona de menor riesgo (3), es necesario **atravesar la zona intermedia (2)**.



MAGNITUD

PROBABILIDAD

	A	B	C	D	E	F
MAGNITUD	IV			1		
	III			2		
	II		3			
	I					

# TENER PRESENTE QUE:

**RIESGO INACEPTABLE:** IV-D  $\approx$  IV-E  $\approx$  IV-F  $\approx$  III-E  $\approx$  III-F

Y

**RIESGO CONTROLABLE:** IV-C  $\approx$  III-C  $\approx$  III-D  $\approx$  II-D  $\approx$  II-E  $\approx$  II-F

MAGNITUD DE LAS CONSECUENCIAS	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA				
	B Improbable	C Remota	D Ocasional	E Probable	F Frecuente
IV Catástrofe	Green	Yellow	Red	Red	Red
III Crítica	Green	Yellow	Yellow	Red	Red
II Marginal	Green	Green	Yellow	Yellow	Yellow
I Mínima	Green	Green	Green	Green	Green



Las evaluaciones de riesgo deben ser creíbles, científicamente válidas, estar bien documentadas y deben, además, proporcionar resultados útiles.

# INTERPRETACIÓN DE LA PROBABILIDAD

Con base en el horizonte temporal establecido

≈ **50 años**

## PROBABILIDAD DE OCURRENCIA

Nivel	Descriptor	Definición
<b><i>G (1,0)</i></b>	<b><i>Siempre???</i></b>	<b><i>Seguro!!!</i></b>
F (0,8)	Frecuente	Una vez cada 5 años.
E (0,6)	Probable	Una vez cada 15 años.
D (0,4)	Ocasional	Una vez cada 25 años.
C (0,2)	Remota	Una vez cada 35 años.
B (0,1)	Improbable	Una vez cada 50 años.
<b><i>A (0,0)</i></b>	<b><i>Nunca???</i></b>	<b><i>Imposible!!!</i></b>

# INTERPRETACIÓN DE LA MAGNITUD

Con base en el horizonte temporal establecido

≈ 50 años

## MAGNITUD DE LAS CONSECUENCIAS

Descriptor Categoría	Daño - Alteración	Pérdidas U\$D	Tiempo [Años]	Efecto ambiental
IV Catástrofe (20)	Global. Extinción	> 500.000.000	> 50	<b>Largo plazo.</b> Reparación del daño ambiental. Inhabilitación permanente.
III Crítica (15)	Regional. Destrucción	500.000.000 – 50.000.000	20 –50	<b>Mediano plazo.</b> Reconstrucción ambiental. Inhabilitación temporal.
II Marginal (10)	Local. Contaminación	50.000.000 – 1.000.000	5 - 20	<b>Corto plazo.</b> Saneamiento ambiental. Sanciones.
I Mínima (5)	Puntual. Alteración	< 1.000.000	< 5	<b>Inmediato.</b> Monitoreo ambiental. Inspecciones.

## TENER PRESENTE QUE:

Cada riesgo identificado tiene su propia matriz.

Diferentes combinaciones de **P** y **M** pueden producir iguales niveles de **R**.

El horizonte temporal de una contingencia es dinámico.

De un objetivo a otro.

Con el tamaño de la población expuesta.

De una fase operativa a otra.

Con la duración de la exposición.

## POR CONVENCIÓN

Evaluar siempre el peor escenario creíble.

La percepción del riesgo varía entre analistas.  
Consultar a varios expertos.

Si hay dudas, para ubicar celdas en una zona:  
INCREMENTAR LA MAGNITUD.

## NUNCA OLVIDAR QUE:

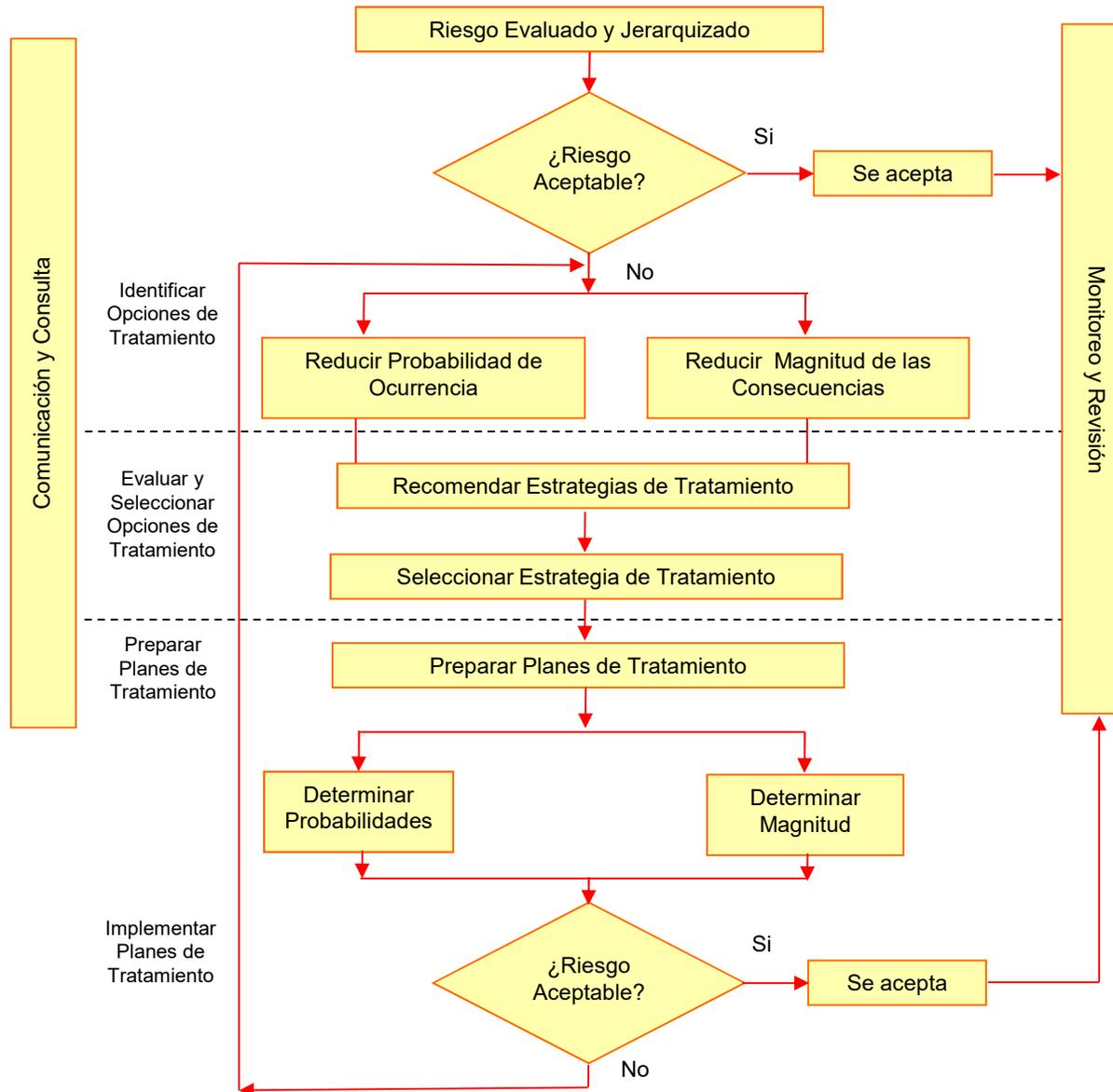
La Matriz de riesgos se utiliza para la evaluación de peligros ya identificados, pero **NO** identifica peligros.



## Proceso que

- Explora alternativas viables de control.
- Propone la implementación de acciones para su minimización.
- Ayuda a limitar obligaciones posteriores.
- Mejora el desempeño ambiental.

# CONTROL DEL RIESGO AMBIENTAL



## PROGRAMAS DE CONTROL



### Identificar el objetivo a proteger

- Ambiente, personas, sistemas bióticos, bienes materiales, otros.

### Definir el alcance del sistema

- Límites físicos, fases operativas, mantenimiento, otros.

### Evaluar y jerarquizar riesgos

- Magnitud del peor caso. Probabilidad de ocurrencia

### Comparar valores de R con los límites aceptados

### Recomendar estrategias para la reducción de R

### Verificar la eficacia de las medidas adoptadas

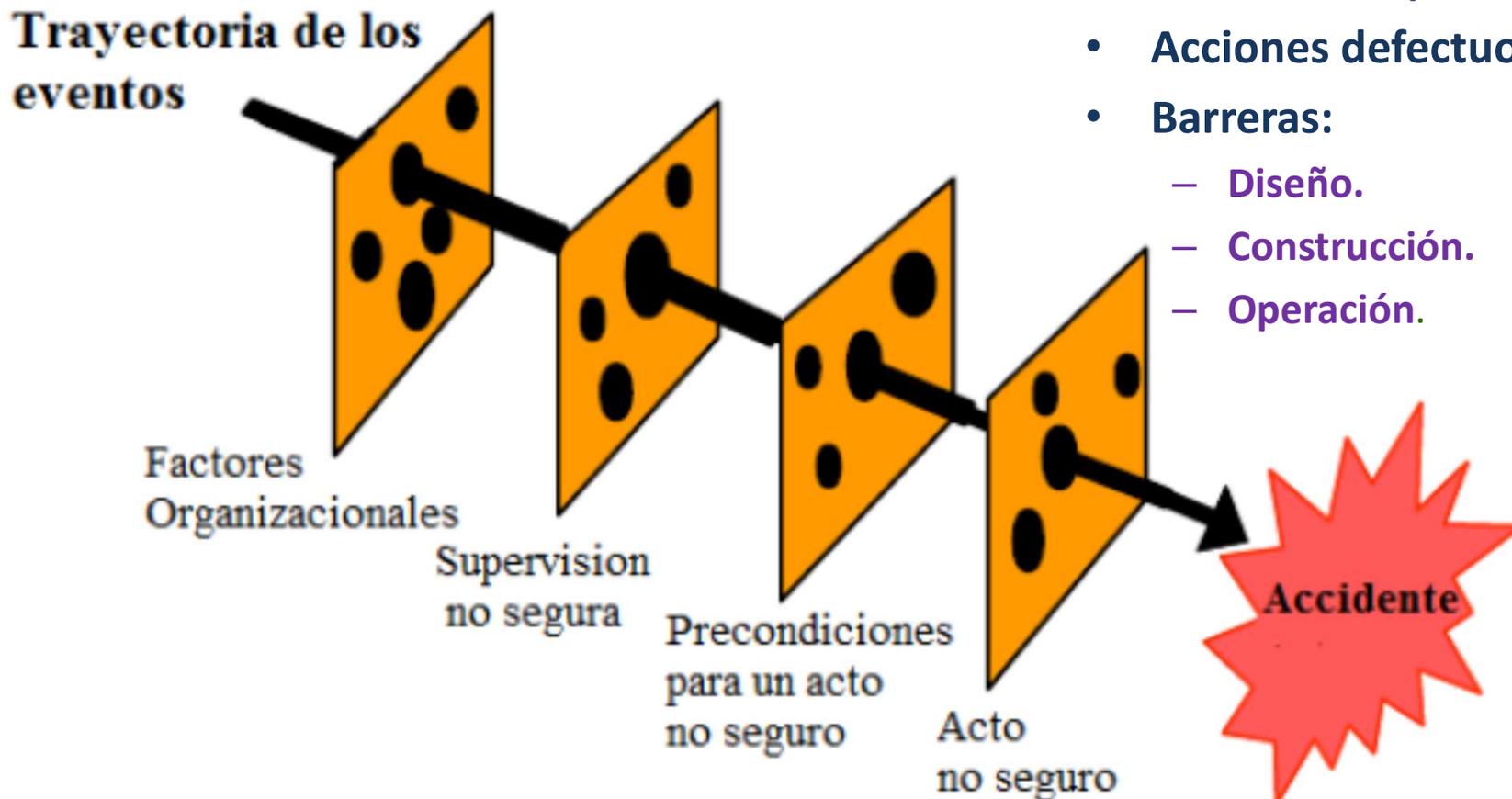
## LEY DE HEINRICH



# CONTROL DEL RIESGO



- Decisiones falibles.
- Fallas latentes.
- Condiciones previas.
- Acciones defectuosas.
- Barreras:
  - Diseño.
  - Construcción.
  - Operación.



Trayectoria de la oportunidad de un accidente. Adaptado de: Wilpert, et al., 1993

El procedimiento para el *control de riesgos* permite la intervención en diferentes niveles del sistema analizado.

El sistema peligroso.

Las condiciones iniciadoras.

Las consecuencias.

Desde las etapas iniciales del proyecto, especialmente en su fase de diseño.



Las posibilidades de intervención temprana facilitan su adecuación para el logro de un mejor desempeño a lo largo del ciclo de vida de un proyecto.



Esto permite una mayor flexibilidad al contemplar intervenciones tales como: modificación del diseño, cambio del sitio, cambios en los procesos.

Riesgos *residuales* que pueden provocar la ocurrencia de una contingencia

Fallas de **diseño** que pueden tener su origen en la ausencia de ensayos para determinar las propiedades de los materiales que constituyen el sistema o, por desconocimiento del entorno.



Fallas en la etapa de **construcción (fabricación)** que pueden tener su origen en diseños deficientes, en la incorrecta aplicación de diseños adecuados, o por la ocurrencia de contingencias externas al sistema que pueden afectar su desempeño.



Fallas en la etapa de **operación** que pueden tener su origen en diseños deficientes, en una construcción defectuosa, en la falta de procedimientos de operación o, por la ocurrencia de situaciones extraordinarias que afectan el desempeño del sistema.

Control de riesgos para sistemas peligrosos *existentes*.

Modificación de procedimientos.



Cambio de materiales.



Renovación de equipos y maquinaria.



Capacitación y entrenamiento.

El evento no deseado (contingencia) es el eslabón final de una cadena de incidentes menores para los cuales no se elaboran registros (se les asigna una escasa atención), que conducen a la ocurrencia de un evento iniciador y transfieren el peligro al evento no deseado (contingencia).

# CONTROL CONDICIONES INICIADORAS

UNCUYO  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE CUYO

FACULTAD  
DE INGENIERÍA

Reemplazo frecuente de algún componente menor.

Control deficiente del contenido de los vehículos que ingresan al establecimiento.

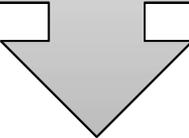
Iluminación defectuosa de zonas de acceso y descarga de materiales.

Rampas de acceso en lugares poco apropiados.

Ventilación insuficiente.

Escaso número de tomas eléctricas = uso de extensiones (alargadores).

Actuar sobre las variables que definen la  
dimensión del riesgo



Intervenir en el sistema para reducir:

la *probabilidad de ocurrencia (frecuencia)*,

la *magnitud de las consecuencias (gravedad)*.

La reducción de la probabilidad de ocurrencia (*frecuencia*) se puede lograr por medio de: cambios en los procesos, modificaciones en el diseño, reemplazo de equipos o materiales, capacitación del personal.

La reducción de la magnitud de las consecuencias (*gravedad*) se puede lograr por medio de: simulacros, disponibilidad de medios adecuados para la intervención, instrucciones precisas, designación de responsables, delegación de tareas.

Diseño e implementación de un Plan de Contingencias que tenga en cuenta la dimensión de cada riesgo.

Programas de capacitación y entrenamiento.

Recursos financieros para la compra del equipo necesario.

Programas de información y comunicación de los riesgos.

Implementación de barreras que impidan o dificulten el contacto entre el riesgo identificado y los potenciales receptores.

# PLAN DE CONTINGENCIAS

Guía para coordinar y optimizar el potencial de respuesta cuando se produce una contingencia.

Acciones de respuesta acordes al nivel de gravedad de la contingencia.

Asignación de personal, recursos y materiales para los diferentes roles de respuesta.

**¿Quién?**

**¿Cómo?**

**¿Con qué?**

## OBJETO

**Todas las acciones de respuesta frente a contingencias deben estar dirigidas a salvar la vida, proteger el ambiente y minimizar daños a los bienes materiales.**

## ¿QUIÉN?

### SEGÚN NIVEL DE RIESGO

#### ➤ RECURSOS PROPIOS

##### ✓ Área Desarrollo Sostenible

- Responsable Técnico
- Brigada respuesta
- Personal de turno

##### ✓ Gerencia Técnica

- Maquinarias
- Equipos
- Elementos especiales

##### ✓ Gerencia Finanzas

- Presupuesto anual
- Compra elementos

##### ✓ Gerencia de Personal

- Capacitación
- Entrenamiento

#### ➤ ASISTENCIA EXTERNA

##### ✓ Autoridades de Control

- Ministerio de Energía y Ambiente
- Subsecretaría de Ambiente
- DPA
- DGI
- Municipalidad

##### ✓ Servicios Especiales

- Bomberos
- Policía
- Ambulancias

##### ✓ Servicios externos

- EDEMSA
- Aguas Mendocinas

##### ✓ Servicios auxiliares

- Hospitales

## ¿CÓMO?

### ▲ **COORDINACIÓN DE OPERACIONES**

- Reunión del personal necesario.
- Delimitación del área de trabajo.
- Restricción de ingreso y circulación.
- Movilización personal requerido.
- Indumentaria e implementos de seguridad.
- Traslado de maquinaria y equipo necesario.
- Contención del derrame, vuelco o fuga.
- Otros.

## ¿CON QUÉ?

### ➤ **COORDINACIÓN DE OPERACIONES**

- Equipos de comunicación interna.
- Retroexcavadoras, palas cargadoras, palas manuales.
- Cisternas de almacenamiento.
- Equipo electrógeno.
- Bombas manuales.
- Paños absorbentes.
- Mangueras.
- Otros.

- ✓ **Capacitar** al personal para responder de inmediato frente a una situación de contingencia;
- ✓ **Verificar** la implementación de las medidas preventivas y de seguridad correspondientes a la dimensión de riesgo;
- ✓ **Movilizar** al personal y los recursos materiales necesarios para hacer frente a la contingencia, **hasta su control**;
- ✓ **Circunscribir** el impacto de la contingencia sobre el ambiente;
- ✓ **Minimizar** las consecuencias de las situaciones de contingencia desarrollando las acciones necesarias y suficientes para impedir su agravamiento;

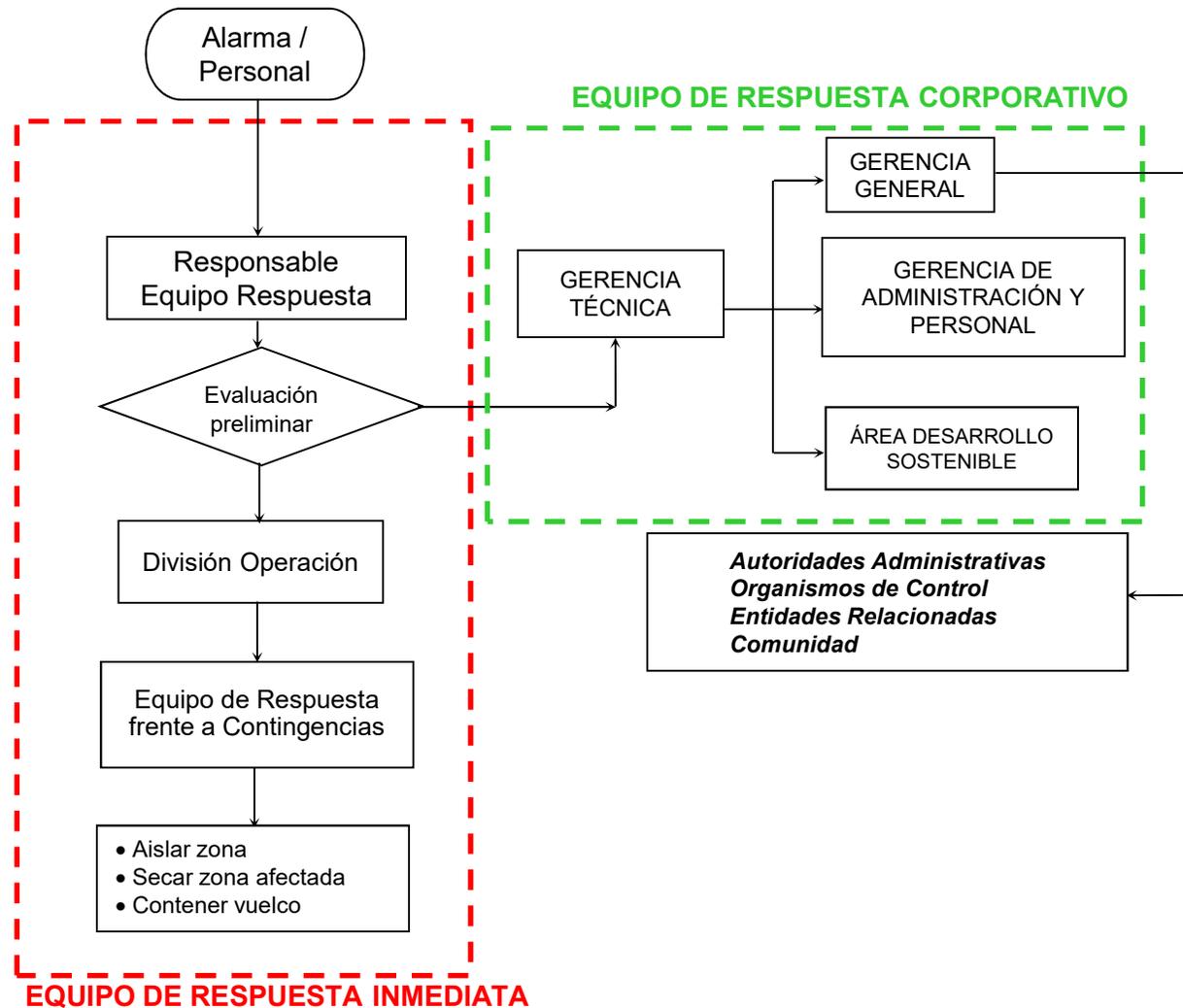
- ✓ **Mitigar** el daño ya producido para atenuar los efectos sobre las personas, el ambiente y los bienes materiales.
- ✓ **Cubrir** las etapas necesarias para **regresar a la normalidad operativa lo antes posible**;
- ✓ **Reducir** los costos directos y financieros que ocasiona la ocurrencia de una contingencia;
- ✓ **Informar** al área gerencial para que, a través de los canales correspondientes que ésta designe, se pueda comunicar a la comunidad y a los organismos de control que correspondan lo ocurrido y las acciones efectuadas;
- ✓ **Analizar** el riesgo y su ocurrencia, las acciones efectuadas y realizar una evaluación crítica para un continuo aprendizaje.

- ✓ Organizar administrativamente los métodos de respuesta de la organización;
- ✓ Identificar la estructura y los equipos de respuesta de la organización;
- ✓ Coordinar su implementación con otros planes de la organización;
- ✓ Designar al personal necesario, roles y tiempos de respuesta para la atención de contingencias;
- ✓ Entrenar, formar y capacitar para el desempeño de cada uno de los roles asignados;
- ✓ Adoptar los métodos más efectivos para la notificación y comunicación a los organismos de control que correspondan, así como a la comunidad.



## Nivel 1

### Personal de Respuesta a Contingencias para derrame fluido tóxico en agua superficial Organización y Procedimientos de Notificación



RECONOCER

NOTIFICAR

ACTUAR

INFORMAR

- Entrenamiento constante.
- Conducción efectiva del responsable del equipo de respuesta.
- Capacidad y habilidad para responder con recursos propios.
- Potencial agravamiento de la situación.
- Número de contingencias ocurridas y la extensión de los daños producidos.
- Probabilidad de atraer el interés externo.
- Necesidad de asistencia exterior.

**Evaluación preliminar:** consistencia de la información sobre la contingencia.

**Verificación del evento:** inspección del área afectada.

## **NIVEL 1**

- Contingencia grave que ocurre en el área de operación o fuera de ella, con efectos visibles;
- Requiere la intervención de diversos organismos de control y/o instituciones externas;
- Alta probabilidad de atraer el interés externo;
- Manejo de la contingencia a partir de planes de respuesta frente a contingencia propios del lugar de ocurrencia, más el aporte de organismos de control locales, regionales y/o nacionales.

## **NIVEL 2**

- Contingencia que ocurre en el área de operación, pero con algunos efectos fuera de la misma;
- Puede requerir la intervención de organismos o instituciones externas;
- Puede atraer el interés externo;
- Posibilidad de manejo de la contingencia a partir de planes de respuesta y planes de contingencia propios del lugar de ocurrencia.

## **NIVEL 3**

- Contingencia que no tiene efectos fuera del área de operación;
- Baja probabilidad de participación de organismos o entidades externas;
- Baja probabilidad de atraer el interés externo;
- Posibilidad de manejo de la contingencia a partir de planes de respuesta propios del lugar de ocurrencia.

- ✦ Estructura de avisos.
- ✦ Secuencia de llamadas.
- ✦ Teléfonos de emergencia.
- ✦ Notificación al Responsable designado.
- ✦ Notificación a las áreas corporativas.

- Detección temprana.
- Reacción automática inmediata.
- Inicio del rol de emergencia aplicable a cada situación por el personal debidamente entrenado.
- Aislar y confinar el área en emergencia.
- Evacuación zonas vecinas en riesgo.
- Minimizar posibles daños a las personas, al ambiente y a los bienes materiales.
- Regresar a la situación normal.
- Mitigar y recuperar.

- **Minimizar** los posibles daños a las personas, al ambiente y a los bienes materiales.
- **Mitigar** los impactos negativos que se pudieran producir como consecuencia de la ocurrencia de la contingencia.
- **Circunscribir** el área afectada por la contingencia ocurrida.
- **Regresar** al estado de operación normal.
- **Reducir** costos asociados a la ocurrencia de la contingencia.
- **Informar** a los niveles gerenciales, a la comunidad (si correspondiera) y a los organismos de control respecto de la ocurrencia de la contingencia.
- **Evaluar** la ocurrencia de la contingencia, aprender respecto de la misma para evitar su repetición y entrenar al personal para asegurar el adecuado manejo de la misma ante una potencial futura ocurrencia.

# MODELO RESUMEN DE INTERVENCIÓN

<b>GRAVEDAD</b>	<b>SENSIBILIDAD DEL ÁREA</b>	<b>CONSECUENCIA</b>	<b>ACCIONES A IMPLEMENTAR</b>	<b>NOTIFICACIÓN</b>
<p><b>NIVEL 1</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Derrame importante.</li> <li>• Lixiviados en agua superficial.</li> <li>• Lixiviados en agua subterránea.</li> </ul>	<p><b>ALTA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Áreas de mayor vulnerabilidad.</li> <li>• Reducido margen de tiempo para la implementación de acciones de respuesta.</li> </ul>	<p><b>CRÍTICA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Interrupción del servicio.</li> <li>• Alteración visible sobre el ambiente.</li> <li>• Posibilidad de afectar la salud.</li> </ul>	<p><b>RESPONSABLE DE TURNO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluación preliminar.</li> <li>• Verificación del evento.</li> <li>• Personal necesario.</li> <li>• Recursos materiales.</li> <li>• Aislar el sector comprometido.</li> <li>• Limitar el contacto con el curso de agua.</li> <li>• Recorrido sector más vulnerable.</li> <li>• Contener el derrame.</li> </ul>	<p><b>ÁREA GERENCIAL</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gerencia General.</li> <li>• Gerencia Técnica.</li> <li>• Área Medio Ambiente.</li> <li>• Organismos de control.</li> </ul>
<p><b>NIVEL 2</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Derrame evidente.</li> <li>• Lixiviados en agua superficial.</li> </ul>	<p><b>MEDIA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Áreas con menor vulnerabilidad.</li> <li>• Mayor margen para la intervención anticipada.</li> </ul>	<p><b>GRAVE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alteración del funcionamiento normal de la Instalación.</li> <li>• Impactos menores sobre el ambiente.</li> <li>• Mínima posibilidad de afectar la salud.</li> </ul>	<p><b>RESPONSABLE DE TURNO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluación preliminar.</li> <li>• Verificación del evento.</li> <li>• Personal necesario.</li> <li>• Recursos materiales.</li> <li>• Verificar extensión y profundidad.</li> <li>• Contener el derrame.</li> <li>• Recuperar el lixiviado.</li> </ul>	<p><b>ÁREA GERENCIAL</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gerencia Técnica.</li> <li>• Gerencia de Administración y Recursos Humanos.</li> <li>• Área Desarrollo Sostenible.</li> </ul>
<p><b>NIVEL 3</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Derrame menor.</li> </ul>	<p><b>BAJA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Áreas con muy reducida vulnerabilidad.</li> <li>• Tiempo suficiente para implementar medidas preventivas.</li> </ul>	<p><b>MENOR</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• No se altera el normal funcionamiento de la Instalación.</li> <li>• No se perciben alteraciones sobre el ambiente.</li> <li>• No se afecta la salud.</li> </ul>	<p><b>RESPONSABLE DE TURNO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluación preliminar.</li> <li>• Verificación del evento.</li> <li>• Personal necesario.</li> <li>• Recursos materiales.</li> <li>• Verificar extensión.</li> <li>• Contener el derrame.</li> <li>• Recuperar el lixiviado.</li> </ul>	<p><b>ÁREA GERENCIAL</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gerencia Técnica</li> <li>• Gerencia de Administración y Recursos Humanos</li> <li>• Área Desarrollo Sostenible.</li> </ul>

1. Fecha en que se produjo la contingencia.
2. Hora y forma de recepción del aviso y del inicio de las acciones de respuesta. Aviso organismos y/o instituciones interesadas. Finalización del estado de emergencia.
3. Croquis de ubicación de la contingencia.
4. Origen de la contingencia (indicar la causa que originó el episodio).
5. Condiciones meteorológicas.
6. Nivel de gravedad del evento.
7. Personal interviniente (indicando el rol de respuesta de cada uno).
8. Recursos materiales utilizados.
9. Extensión geográfica de la contingencia. Plano de áreas vulnerables. Croquis de ubicación de los sectores afectados.
10. Acciones implementadas.
11. Muestras extraídas (incluyendo puntos de muestreo y resultado de los análisis).
12. Observaciones y sugerencias del responsable del Plan de Contingencias.
13. Firma del responsable de la conducción del Plan de Contingencias.

**La ocurrencia de una contingencia debe dar origen a una investigación**

- Administración de Riesgos como parte de las Buenas Prácticas Gerenciales.
- Conduce a la mejora continua en la toma de decisiones.
- Minimización de pérdidas y maximización de oportunidades.
- Definición y documentación de la Política de Riesgos de la organización, en el marco de los objetivos y del contexto estratégico.
- Comunicación efectiva (interna y externa).

## ESTUDIOS DE RIESGO Y PLANES DE CONTINGENCIA

- Herramientas estratégicas para la toma de decisiones.
- Establecer prioridades de actuación.
- Desarrollo de Políticas Ambientales.
- Mejor asignación de personal y recursos materiales.
- Regreso a la situación normal de operación en menor tiempo.
- Control de riesgos y confinamiento de las contingencias a un entorno reducido.
- Reducción de costos directos e indirectos.
- Mejora de las relaciones con la comunidad.

# SITUACIONES OBSERVADAS

UNCUYO  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE CUYO

FACULTAD  
DE INGENIERIA



# SITUACIONES OBSERVADAS

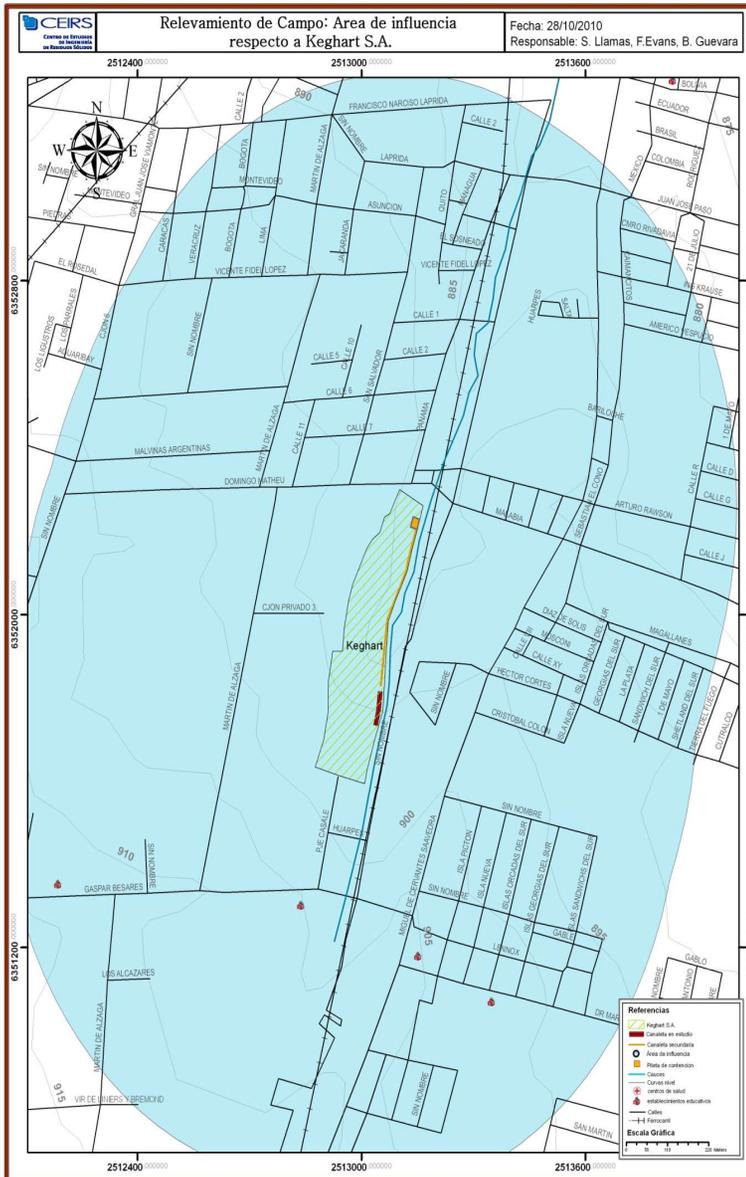
UNCUYO  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE CUYO

FACULTAD  
DE INGENIERIA

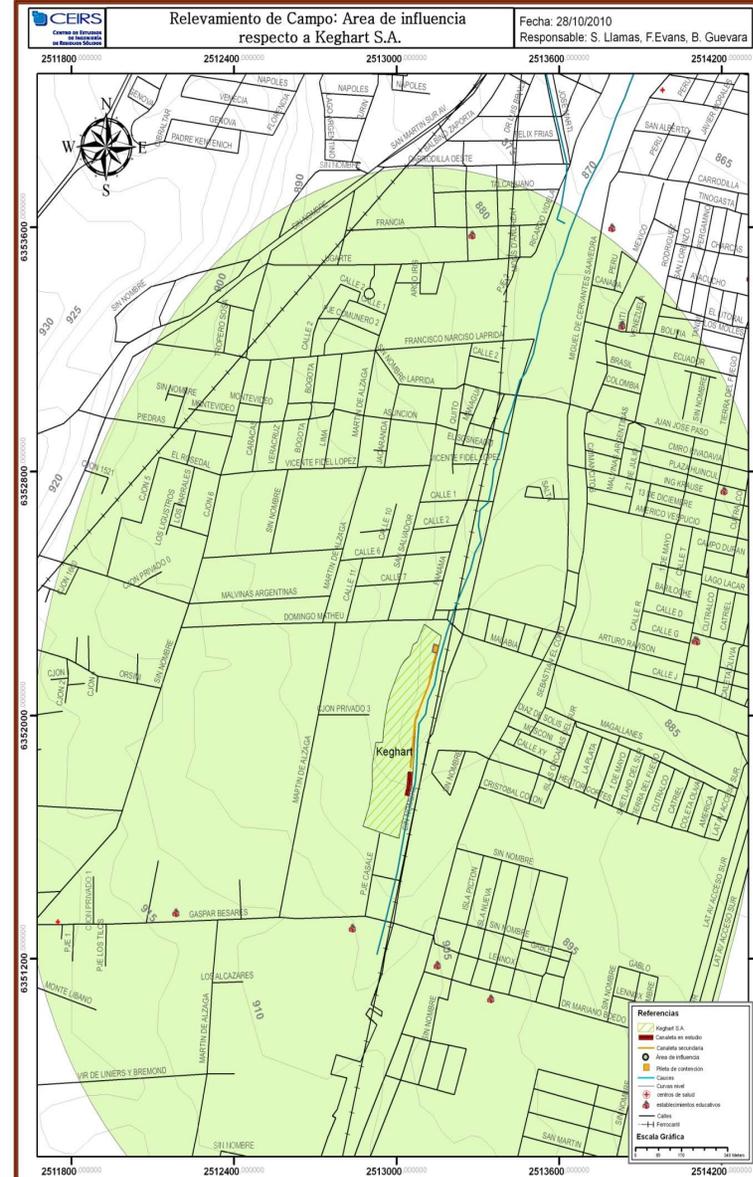


# SITUACIONES OBSERVADAS

1.000 m



1.500 m



# SITUACIONES OBSERVADAS

UNCUYO  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE CUYO

FACULTAD  
DE INGENIERIA



## SITUACIONES OBSERVADAS



## SITUACIONES OBSERVADAS



# SITUACIONES OBSERVADAS

UNCUYO  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE CUYO

FACULTAD  
DE INGENIERIA



# SITUACIONES OBSERVADAS





# MUCHAS GRACIAS!!!

[susana.llamas@uncuyo.edu.ar](mailto:susana.llamas@uncuyo.edu.ar)



**INSTITUTO DE MEDIO  
AMBIENTE**