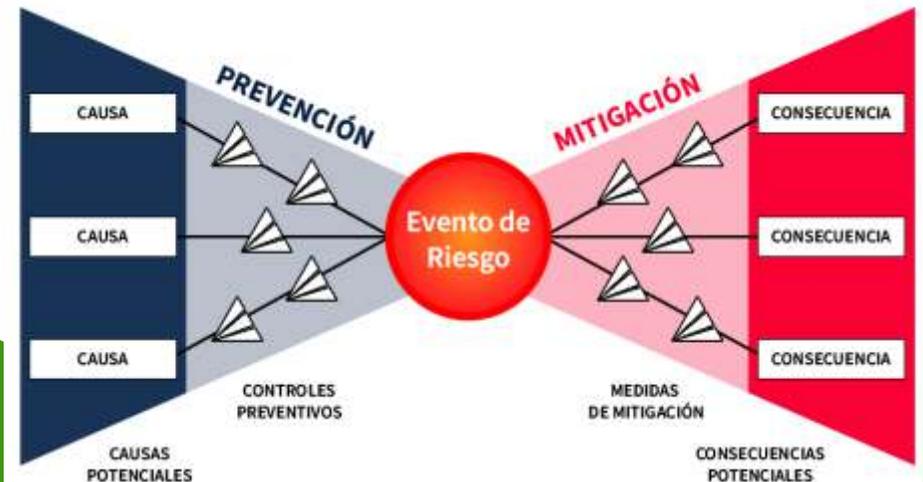




METODOLOGÍA BOW TIE





Introducción

La APSSOMA te invita a estudiar el contenido de este manual de autoinstrucción, con la motivación necesaria para aprender y fortalecer la importancia de la seguridad en nuestro entorno laboral, exhortamos que estos conocimientos aprendidos sean reflejados y contrastados IN SITU en el campo de trabajo.

Nuestros cursos se basan en Notas Técnicas de Seguridad (NTS), documentos elaborados y creados por la Asociación Peruana de Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente (APSSOMA), tratando temas específicos y concretos en materia de SSOMA con una orientación eminentemente teórico/práctica, al estilo de un manual. Las indicaciones de este manual no son obligatorias, salvo lo resaltado y expresado por la normativa legal vigente.

- Investigación, Elaboración y Diseño: Juan C. Cordero S. - Director de entrenamiento.
- APSSOMA - Asociación Peruana de Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente
- Material con proposito educativo.

Autorizada su reproducción total o parcial siempre que se cite la fuente.





CONTENIDO

- Lección 01 - Historia del BOW TIE
- Lección 02 - Normativa internacional
- Lección 03 - Metodología Bow Tie
- Lección 04 - Modelo de análisis BOW TIE
- Lección 05 - TALLER 1 - Definición Peligros
- Lección 06 - TALLER 2 - Definición Evento Top
- Lección 07 - TALLER 3 - Definición Amenazas
- Lección 08 - TALLER 4 - Definición Barreras
- Lección 09 - TALLER 5 - Medidas de recuperación
- Lección 10 - Consecuencia y factores de escalamiento
- Lección 11 - Modelo BOW TIE - León enjaulado
- Lección 12 - Matriz IPERC BOW TIE
- Lección 13 - Confiabilidad e barreras
- Lección 14 - Formato BOW TIE
- Lección 15 - BOW TIE XP - BOW TIE PRO
- Lección 16 - Ventajas del BOW TIE
- Lección 17 - Aplicación y alcance BOW TIE



NIVELES GERENCIALES

RECURSOS



SEGURIDAD

RECURSOS



OPERACIÓN



SISTEMA TANGIBLE



“ Si no puedes medir algo, no puedes entenderlo. Si no puedes entenderlo, no puede controlarlo. Si no puedes controlarlo, no puedes mejorarlo”



OBJETIVOS

- El objetivo es comunicar los riesgos
- Proporcionar el nivel adecuado de detalle para facilitar la comprensión y toma de decisiones basada en el riesgo sin simplificar ni complejizar demasiado.
- El nivel correcto de detalles depende de su objetivo.

Presentar de manera gráfica un escenario de riesgo, mostrando un rango de posibles causas y consecuencias. Resulta una técnica muy útil para evaluar la existencia de barreras de control para cada ruta de fallo. Es útil cuando existen rutas claras independientes que llevan a la falla.



Lección 1

Origenes del Bow Tie



Historia del Bow Tie:

No se sabe con certeza los orígenes ni la fecha exacta del desarrollo de la metodología BOW TIE, se tiene antecedentes que los primeros diagramas reales de BOW TIE aparecieron en el ICI de Inglaterra en el año 1979 en una conferencia sobre análisis de peligros dada en la universidad de Queensland Australia.



THE UNIVERSITY
OF QUEENSLAND
AUSTRALIA

1979



Historia del Bow Tie:



1988

El catastrófico incidente de *Piper Alpha* (1988) revolucionó al mundo del petróleo. Entre otros aspectos, el informe de investigación concluyó que, por aquel entonces, urgía desarrollar una metodología sistemática de análisis que permitiera evaluar el grado de protección de tales instalaciones.



90's

A principios de los 90 la Royal Dutch / Shell Group estandarizó la metodología BowTie. Estableció las primeras reglas de uso con la finalidad de crear una metodología de estudio que permitiera asegurar la implementación de las capas de protección más adecuadas en cualquier operación del mundo.



00's

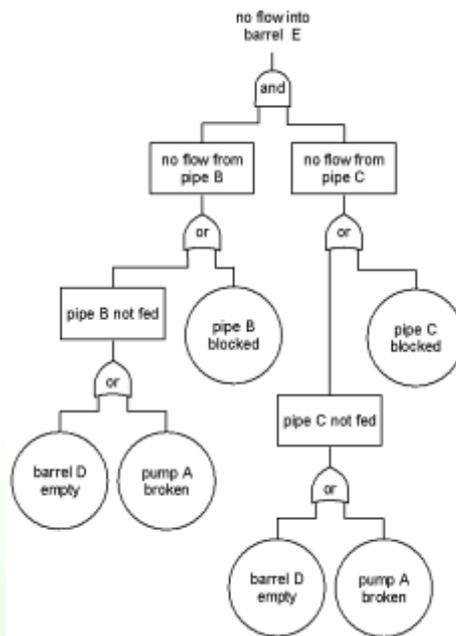
Las BowTies pronto ganaron popularidad al erigirse como una herramienta clara de identificación y gestión de los riesgos a una mayor escala que las distintas metodologías ya existentes por lo que acabó siendo más una herramienta complementaria que sustitutiva de sus precedentes.



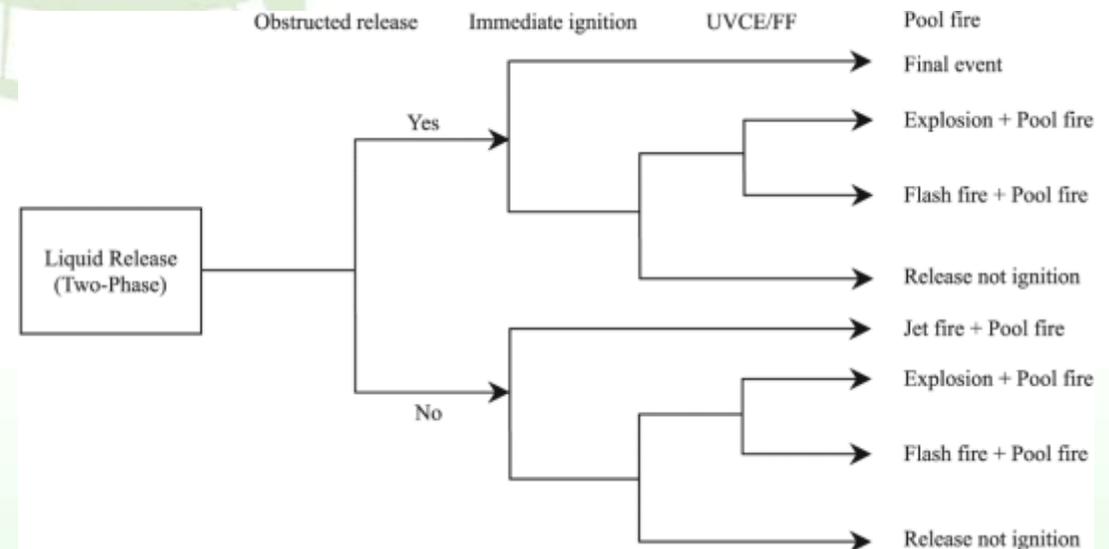


- **El análisis del árbol de fallas** (en inglés: *Fault tree analysis*, FTA) es un análisis de falla deductivo de arriba hacia abajo (descendente) en el que se analiza un estado no deseado de un sistema utilizando la lógica Booleana para conjugar una serie de eventos de bajo nivel.
- **El árbol de Eventos** (en inglés: *Event Tree Analysis*, ETA) o análisis de secuencias de sucesos es un método inductivo de izquierda a derecha que describe la evolución de un suceso iniciador sobre la base de la respuesta de distintos sistemas tecnológicos o condiciones externas. Partiendo del suceso iniciador y considerando los factores condicionantes involucrados, el árbol describe las secuencias accidentales que conducen a distintos eventos.

Árbol de fallos

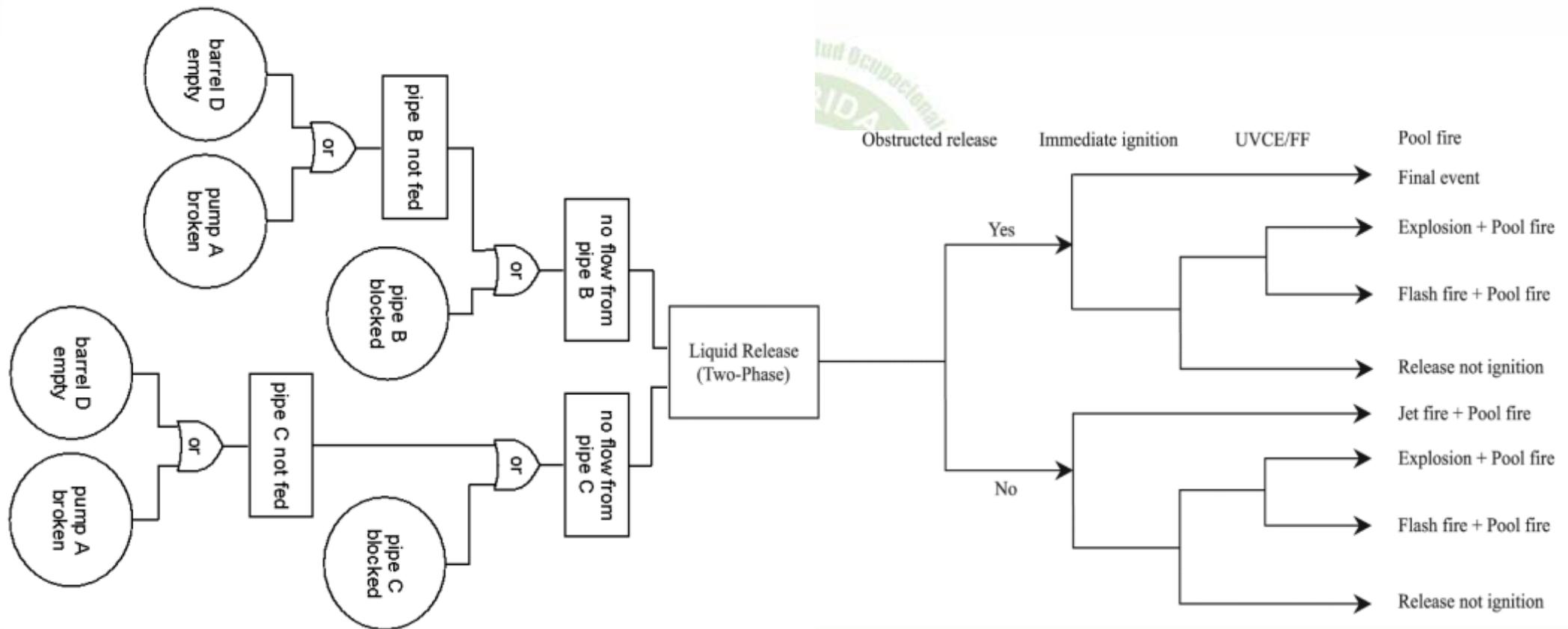


Árbol de eventos





Árbol de fallos + árbol de eventos conectados:

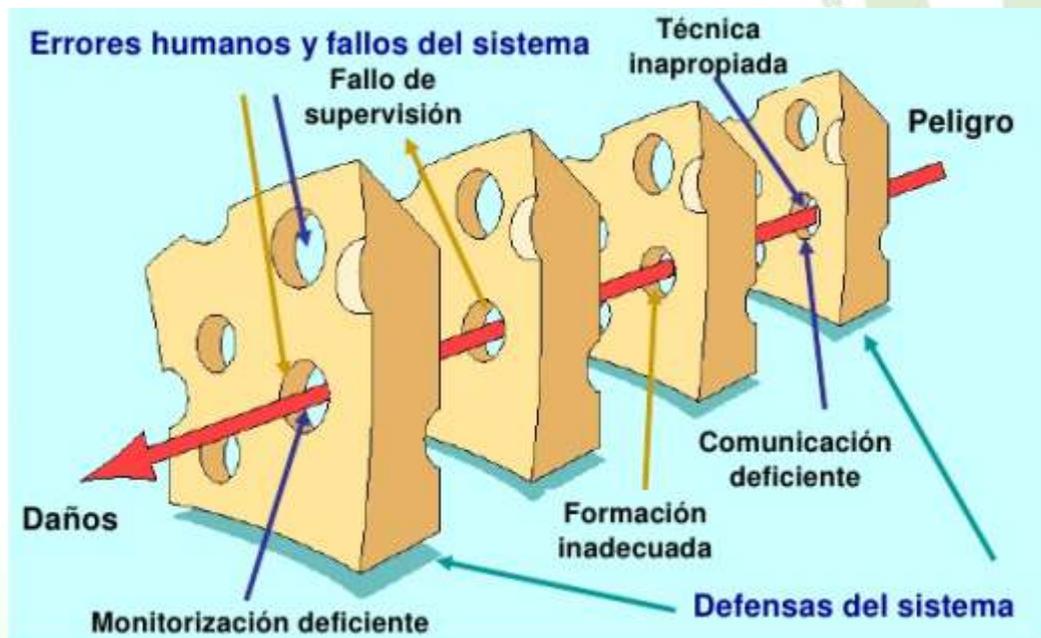
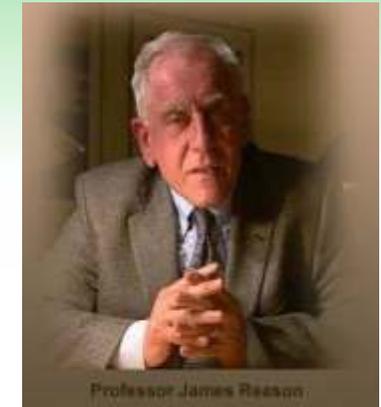




Historia del Bow Tie:

1990

El **modelo del queso suizo** de causalidad de los accidentes es un modelo utilizado en el análisis de riesgos y gestión de riesgos, usado en la aviación, la ingeniería y la asistencia sanitaria. Compara los sistemas humanos a varias rebanadas de queso suizo, que se apilan. Esto fue propuesto originalmente por James T. Reason de la Universidad de Mánchester? y se ha ganado ya una amplia aceptación. A veces se llama el modelo del efecto acumulativo.

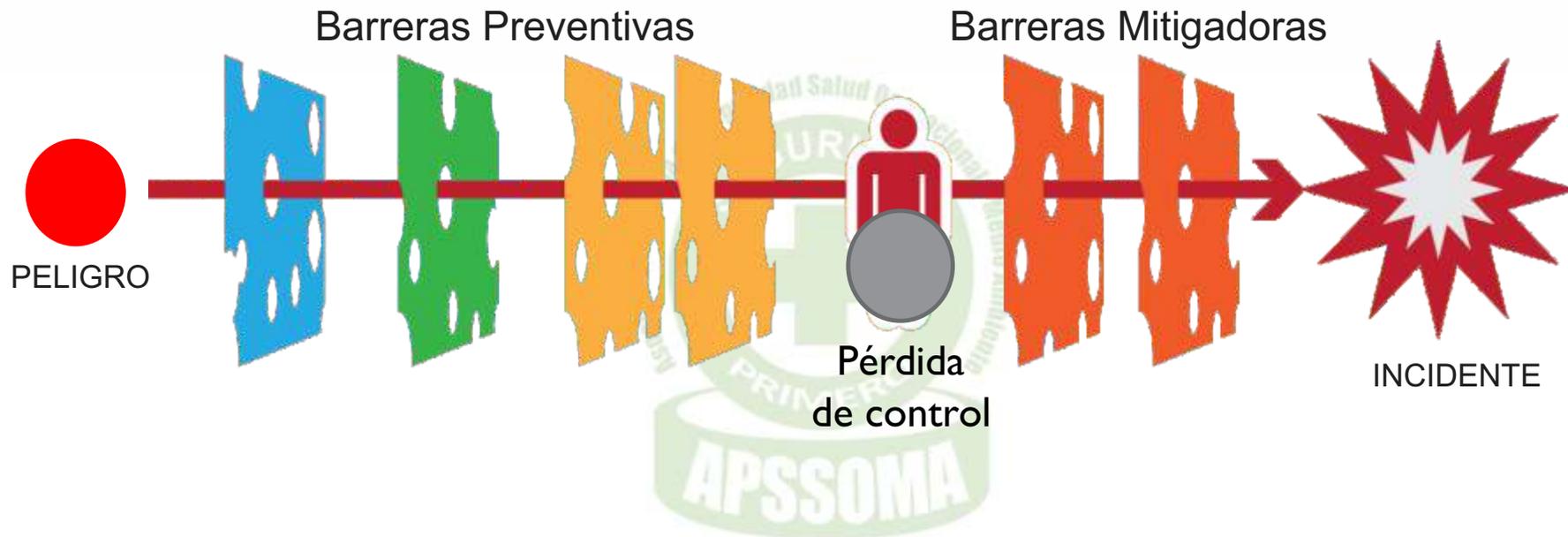


“Pocas veces los accidentes ocurren debido a un único suceso”

- El 85% de los accidentes son el resultado de un fallo sistémico.
- Accidentes graves raramente están causados por un gran error o una persona única, sino que son el resultado de una serie de mini-incidentes causados por una compleja interacción de errores latentes y acciones específicas.
- Culpabilizar a las personas por sus errores no reduce el % de accidentes.



MODELO DEL QUESO SUIZO



La visualización simultánea de todas las amenazas, peligros, y consecuencias heredadas de la combinación de las herramientas “Fault Tree Analysis” y “Event Tree” sumado al pensamiento basado en “barreras” nos da como resultado la metodología propuesta.



Lección 2

Normativa internacional



Normativa internacional:

- **IEC 61882:2001.** Estudios HAZOP:
Guía de Aplicación
- **IEC 31010:2019.** Gestión del Riesgo.
Técnicas de evaluación del riesgo.
- **IEC 60300-3-9: 1995.** Gestión de Confiabilidad – Parte 3:
Guía de Aplicación
Sección 9: Análisis de riesgo de sistemas tecnológicos
- **ISO 17776:2000.** Industria del petróleo y gas natural.
Instalaciones de producción en plataformas marinas
Guía de herramientas y técnicas para identificación y evaluación de riesgos.
- **CCPS 1999.** Center for Chemical Process Safety.
American Institute of Chemical Engineers.
Guidelines for Hazard Evaluation Procedures.

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC
61882

Première édition
First edition
2001-05

Etudes de danger et d'exploitabilité
(études HAZOP) –
Guide d'application

Hazard and operability studies
(HAZOP studies) –
Application guide



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 61882:2001



Las normas hablan de BOW TIE:



ISO 17776:2000

Industria del Petróleo y Gas Natural. Instalaciones de producción Offshore. Guía sobre técnicas y herramientas para identificación de peligros y evaluación de riesgos.

Menciona la metodología BowTie en su anexo A: *Hazard identification and risk assessment concepts.*



IEC/FDIS 31010:2009

Gestión de Riesgos. Técnicas de evaluación de riesgos.

Contempla BowTie y la define como [...] *una forma gráfica y sencilla de describir y analizar la evolución de los accidentes, desde sus causas hasta sus consecuencias, pasando por las distintas capas de control de un proceso.*



Normativa internacional ISO 31000:2018

Sistemas de Gestión de Riesgos

La ISO 31000 es una norma internacional que ofrece las directrices y principios para gestionar el riesgo de las organizaciones.

Esta norma fue publicada en noviembre del 2009 y actualizada en el 2018 por la Organización Internacional de Normalización (ISO) en colaboración con IEC, y tiene por objetivo que organizaciones de todos los tipos y tamaños puedan gestionar los riesgos en la empresa de forma efectiva, por lo que recomienda que las organizaciones desarrollen, implanten y mejoren continuamente un marco de trabajo cuyo objetivo es integrar el proceso de gestión de riesgos en cada una de sus actividades.

Como complemento a esta norma se ha desarrollado otro estándar: la ISO 31010 “Gestión del riesgo. Técnicas de evaluación de riesgos”. Esta norma provee de una serie de técnicas para la identificación y evaluación de riesgos, tanto positivos como negativos.

En la actualidad, la familia ISO 31000 incluye:

ISO/IEC 31010 - Gestión de riesgos - Técnicas de evaluación del riesgo

ISO Guide 73:2009 - Gestión de riesgos - vocabulario Gestión

ISO 31000:2018 - Gestión del riesgo. Principios y directrices





¿Qué es gestionar el riesgo?:

La gestión de riesgos es el proceso de identificar, analizar y responder a factores de riesgo a lo largo de la vida de un proyecto y en beneficio de sus objetivos. La gestión de riesgos adecuada implica el control de posibles eventos futuros. Además, es proactiva, en lugar de reactiva.

La norma ISO 31000 define la Gestión de Riesgos como todas aquellas acciones coordinadas para dirigir y controlar los riesgos a los que puedan estar abocadas las organizaciones.



Peligros y Riesgos:

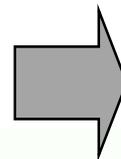
IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS:

Fase previa de un Estudio de Riesgo cuyo propósito final es determinar una serie de accidentes que se pueden producir en una instalación.

Fase crítica del análisis de riesgos por cuanto constituye la base de trabajo para las fases posteriores: cálculo de frecuencia y cálculo de consecuencias

PREMISA:

PELIGRO NO IDENTIFICADO



RIESGO NO EVALUADO



Ejemplos de Riesgos:

Ejemplos Decientes	Ejemplos Adecuados
Colapso de talud (es una consecuencia)	Inestabilidad de Talud producto de un diseño deficiente provoque colapso o dificultad de acceso a frentes de operación
Evento climático (es una causa)	Debido a un evento climático se produce una detención de la operación reduciendo la producción respecto del presupuesto
Aumento de costos (muy genérico)	Debido a la insolvencia financiera de un proveedor se requiere contratar una empresa alternativa para el servicio aumentando el costo de la operación

¿Nueva definición del riesgo?:

La nueva definición abandona la visión del ingeniero ("el riesgo es la **combinación de la probabilidad del evento y sus consecuencias**") para vincular los riesgos a los objetivos de la organización: "**el riesgo es el efecto de la incertidumbre sobre los objetivos**"





Normativa internacional ISO 31010:2019

ISO 31010 para la Gestión de Riesgos se caracteriza por su recopilación a nivel mundial de técnicas de análisis y evaluación de riesgos. Sus aportaciones internacionales son posibles gracias a varios grupos de expertos en

Esta norma internacional proporciona orientación sobre la selección y aplicación de técnicas para evaluar riesgos en una amplia gama de situaciones. Las técnicas se utilizan para ayudar a tomar decisiones donde hay incertidumbre, proporcionando información sobre riesgos en particular y como parte de un proceso para gestionarlos; también ofrece resúmenes de una variedad de técnicas con referencias a otros documentos donde se describen con más detalle.

Se deduce que el riesgo no siempre puede ser esquematizado fácilmente como un conjunto de eventos, consecuencias y probabilidades. Estos son los pasos para realizar una evaluación de riesgos:

1. Determinar el alcance de la evaluación de riesgos.
2. Entender el contexto.
3. Comprometerse con las partes interesadas.
4. Definir objetivos.
5. Considerar factores humanos, organizacionales y sociales.
6. Revisar criterios para la decisión.
7. Evaluar riesgos.
8. Evaluar consecuencias.
9. Analizar la probabilidad
10. Evaluar los resultados.

INTERNATIONAL STANDARD

ISO/IEC 31010:2019

Gestión de riesgos - Técnicas de análisis de evaluación de riesgos



International
Organization for
Standardization



INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION



Técnicas de evaluación de riesgos ISO 31010:

REF.	TÉCNICA	APLICACIÓN EN LA EVALUACION DEL RIESGO	ALCANCE	HORIZONTE TEMPORAL	NIVEL DE DECISIÓN	INFORMACION DE ENTRADA/DATOS NECESARIOS	EXPERIENCIA ESPECIALISTAS	CUANTITATIVO CUALITATIVO	TIEMPO Y COSTE REQUERIDO
		Identificación, análisis, evaluación, control y tratamiento.	1- Empresa. 2-Proyecto/departamento. 3-Equipo/procesos.	Corto Medio Largo	1. Estratégica. 2. Operacional. 3. Táctica.	Alta Media Baja	Baja: Jornada (2 días). Moderada: Curso (+ 2 días). Alta: Experiencia especializada.	1. Cuantitativa 2. Cualitativa 3. Semicuantitativa	1- Alto 2-Medio 3-Bajo
TÉCNICAS DE OPINIÓN DE EXPERTOS									
B.1.2	Tormenta de ideas (Brainstorming)	Opiniones	Cualquiera	Cualquier	Cualquiera	Ninguna	Baja/Moderada	Cualitativa	Bajo
B.1.3	Técnica Delphi	Opinión expertos	Cualquiera	Cualquier	Cualquiera	Ninguna	Moderada	Cualitativa	Medio
B.1.4	Grupo nominal de técnicas	Opiniones	Cualquiera	Cualquier	Cualquiera	Ninguna	Baja	Cualitativa	Medio
B.1.5	Entrevistas estructuradas y semiestructuradas	Cuestionarios	Cualquiera	Cualquier	Cualquiera	Ninguna	Moderada	Cualitativa	Alto
B.1.6	Encuestas (estudios)	Opiniones	Cualquiera	Medio/largo	2 o 3	Baja	Moderada	Cualitativa	Alto
TÉCNICAS DE IDENTIFICACIÓN									
B.2.2	Listas de comprobación, clasificación y verificación	Identificar riesgos o controles	2 ó 3	Corto/medio	Cualquiera	Alta (desarrollo) / Baja	Baja/Moderada	Cualitativa	Bajo/medio
B.2.3	Modos de fallo y efecto (FMEA) y críticos (FMECA)	Identificar riesgos	2 ó 3	Cualquier	2 o 3	Depende de la aplicación	Moderada	Cualquiera	Bajo/alto
B.2.4	Riego operacional HAZOP	Identificar y analizar riesgos	3	Medio/largo	2 o 3	Media	Alta (administrador) / moderada (equipo)	Cualitativa	Medio/alto
B.2.5	Análisis de escenario	Identificar riesgos y análisis de consecuencias.	Cualquiera	Medio o largo	Cualquiera	Baja/media	Moderada	Cualitativa	Bajo/medio
B.2.6	Técnica ¿Qué pasaría si? (WHAT IF)	Identificar riesgo	1 ó 2	Medio/largo	1 o 2	Media	Baja/media	Cualitativa	Bajo/medio
TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE FUENTES Y FACTORES DE RIESGO									
B.3.2	Aproximación cindymica	Identificar factores de riesgo	1 ó 2	Cualquier	1	Baja	Moderada	Cualitativa	Alto
B.3.3	Método espina de pez (ISHIKAWA)	Analizar fuentes de riesgos	Cualquiera	Cualquier	Cualquiera	Baja	Baja/Moderada	Cualitativa	Bajo
TÉCNICAS DE CONTROLES									
B.4.2	ANÁLISIS DE CORBATA (BOW TIE)	Análisis de control o descripción riesgo.	2 ó 3	Cualquier	Cualquiera	Baja	Baja/Moderada	Cualitativa	Bajo
B.4.3	Análisis de riesgos y control de puntos críticos (HACCP)	Analizar controles	2 ó 3	Corto/medio	2 o 3	Media	Moderada	Cualitativa	Medio
B.4.4	Análisis de la protección por estratos (LOPA)	Analizar controles	3	Cualquier	2 o 3	Media	Moderada/alta	Cuantitativa	Medio/alto
TÉCNICAS DEL ANALISIS DE CONSECUENCIAS, PROBABILIDAD Y RIESGOS									
B.5.2	Análisis bayesiano	Análisis de probabilidad	Cualquiera		Cualquiera	Media	Alta	Cuantitativa	Medio
B.5.3	Redes bayesianas	Identificar riesgos, evaluar y toma decisiones	Cualquiera		Cualquiera	Media	Alta	Cuantitativa	Medio/alto
B.5.4	Análisis de impacto del negocio (BIA)	Analizar controles y consecuencias	1	Cualquier	2	Media	Baja	Cuantitativa	Medio
B.5.5	Análisis de árbol-evento (ETA)	Analizar controles y consecuencias	2 ó 3	Cualquier	Cualquiera	Baja/media	Moderada	Cualquiera	Media
B.5.6	Análisis de árbol-falla (FTA)	Analizar probabilidades y causas	2 ó 3	Medio	2 ó 3	Alta (análisis cuantitativo)	Depende de la complejidad	Cualquiera	Medio/alto



Técnicas de evaluación de riesgos ISO 31010:

REF.	TÉCNICA	APLICACIÓN EN LA EVALUACIÓN DEL RIESGO	ALCANCE	HORIZONTE TEMPORAL	NIVEL DE DECISIÓN	INFORMACION DE ENTRADA/DATOS NECESARIOS	EXPERIENCIA ESPECIALISTAS	CUANTITATIVO CUALITATIVO	TIEMPO Y COSTE REQUERIDO
		Identificación, análisis, evaluación, control y tratamiento.	1- Empresa. 2-Proyecto/departamento. 3-Equipo/procesos.	Corto Medio Largo	1. Estratégica. 2. Operacional. 3. Táctica.	Alta Media Baja	Baja: Jornada (2 días). Moderada: Curso (+ 2 días). Alta: Experiencia especializada.	1. Cuantitativa 2. Cualitativa 3. Semicuantitativa	1- Alto 2-Medio 3-Bajo
B.5.7	Análisis de causa-consecuencia (CCA)	Analizar causas y consecuencias	2 ó 3	Cualquier	2 ó 3	Media/alta	Moderada/alta	Cuantitativa	Medio/alto
B.5.8	Análisis de fiabilidad humana (HRA)	Analizar riesgos y fuentes de riesgo	2 ó 3	Cualquier	2 ó 3	Media	Alto	Cualitativa / semicuantitativa	Medio a alto
B.5.9	Análisis Markov	Analizar probabilidad	3	Cualquier	2 ó 3	Media/alta	Alta	Cuantitativa	Medio
B.5.10	Simulación Monte Carlo	Analizar probabilidad	Cualquiera	Cualquier	Cualquiera	Media	Alta	Cuantitativa	Medio/alto
B.5.11	Evaluación del riesgo toxicológico (ambiental)	Valorar riesgo	3	Medio/largo	2 ó 3	Alta	Alta	Cuantitativa	Alto
B.5.12	Valor en riesgo (VAR)	Analizar riesgo	1	Corto	3	Alta	Alta	Cuantitativa	Medio
B.5.13	Valor en riesgo condicional (CVaR) o déficit esperado (ES)	Analizar probabilidad y consecuencias	1	Corto	3	Alta	Alta	Cuantitativa	Medio
TÉCNICAS PARA ANALIZAR DEPENDENCIAS E INTERACCIONES									
B.6.1	Mapa causal	Analizar causas	2 ó 3	Corto/medio	2 ó 3	Media	Moderada	Cualitativa	Medio
B.6.2	Análisis de impacto cruzado	Analizar probabilidades y causas	Cualquiera	Corto/medio	Cualquiera	Baja a alta	Moderada/alta	Cuantitativa	Medio/alto
TÉCNICAS PARA TOMA DE DECISIONES									
B.7.2	Análisis de coste-beneficio (CBA)	Toma de decisiones	Cualquiera	Corto/medio	Cualquiera	Media/alta	Moderada/alta	Cuantitativa	Medio/alto
B.7.3	Análisis de árbol de decisiones	Comparar opciones	Cualquiera	Cualquier	2	Baja/media	Moderada	Cuantitativa	Medio
B.7.4	Teoría del juego	Decidir entre diferentes opciones	1	Medio	1 ó 2	Alta	Alta	Cuantitativa	Medio/alto
B.7.5	Análisis de decisión multi-criterio (MCA)	Decidir entre diferentes opciones	Cualquiera	Cualquier	Cualquiera	Baja	Moderada	Cualitativa	Bajo/medio
TÉCNICAS PARA EVALUAR LA IMPORTANCIA DEL RIESGO									
B.8.2	Criterios de tolerancia al riesgo (ALARP y SFAIRP)	Evaluar riesgo	1		1 ó 2	Alta	Alta	Cuantitativa	Alto
B.8.3	Diagrama de frecuencia /número (F-N)	Evaluar riesgo	1	Cualquier	Cualquiera	Alta	Alta	Cuantitativa	Alto
B.8.4	Diagrama de Pareto	Fijar prioridades	Cualquiera	Cualquier	Cualquiera	Media	Moderada	Cualitativa	Bajo
B.8.5	Mantenimiento centrado en la fiabilidad (RCM)	Evaluar riesgo. Decidir controles.	2 ó 3	Medio	2 ó 3	Media	Alta (administrador) / moderada (resto)	Cualquiera	Medio/alto
B.8.6	Índices de riesgo	Comparar riesgos	Cualquiera	Cualquier	Cualquiera	Media	Baja / Media (desarrollo)	Cualitativa	Bajo
TÉCNICAS PARA INFORMACION Y REGISTRO DE RIESGOS									
B.9.2	RegistroS de riesgo	Registro riesgos	Cualquiera	Cualquier	Cualquiera	Baja/media	Baja/Moderada	Cualitativa	Medio
B.9.3	Matriz de probabilidad/consecuencia	Informar sobre la evaluación de riesgo	Cualquiera	Cualquier	Cualquiera	Media	Baja / Media (desarrollo)	Cualitativa / semicuantitativa	Bajo
B.9.4	Curvas S	Representar riesgo y evaluarlo	Cualquiera	Cualquier	2 ó 3	Media/alta	Moderada/alta	Cuantitativa	Medio



Lección 3

Metodología BOW TIE



METODOLOGÍA BOW TIE

El análisis Bow -Tie es una manera esquemática de describir y evaluar la ruta de un riesgo, desde las causas iniciadoras hasta las consecuencias finales. Resulta una combinación de dos técnicas diferentes: un árbol de fallas analizando las causas de un evento (representado por el nudo de una corbata de lazo) y un árbol de eventos analizando las consecuencias. Sin embargo el enfoque del Bow-Tie está en las barreras existentes entre las causas y el riesgo (preventivas); y las barreras existentes entre riesgo y consecuencias (mitigantes). Los diagramas se elaboran a partir de la conformación de un grupo de análisis y la técnica de lluvia de ideas.

Es la única metodología cualitativa que permite evaluar integralmente los riesgos: lo preventivo y post evento. Esta metodología es usada para la evaluación de riesgos, gerencia de riesgos y la comunicación de riesgos. El método es diseñado para dar una mejor comunicación de la situación en la cual ciertos riesgos están presentes en una organización (escenarios de riesgos), de modo tal, ayudar a los empleados, ejecutivos y empresas colaboradoras a entender la relación entre los riesgos, las amenazas y los eventos no deseados. Las barreras son usadas para mostrar qué medidas tiene la organización para el control de los riesgos.



Ámbitos clave del Bow Tie

El **BOW TIE** se ha popularizado como un método estructurado para evaluar el riesgo que es simple y fácil para los no especialistas en el tema. Su simplicidad permite combinar la **causa** (árbol de falla) y la **consecuencia** (árbol de eventos).

Este método de análisis se utiliza con una **matriz de riesgos** para categorizar los diferentes escenarios, y luego llevar a cabo un análisis más detallado de las fallas y eventos, determinando los de más alto riesgo.

Su esencia es **establecer el número de barreras de seguridad** que no están disponibles para prevenir, controlar o mitigar los escenarios identificados, y la **calidad de esas barreras**.

Su forma gráfica permite identificar cuatro ámbitos claves que son:

1. Dar una **visión general del marco en relación con la gestión de los riesgos de accidentes**.
2. **Ilustrar las interdependencias entre las distintas etapas** en la figura.
3. **Mostrar cómo el sistema puede ser aplicado** y analizar cualquier proceso.
4. **Permitir un entendimiento común de lo que estamos haciendo, por qué y cómo lo estamos haciendo**.



BOW TIE se enfoca en la gestión de riesgos de los procesos:

GESTIÓN DE SEGURIDAD

- » Atrapamientos ,Resbalones, caídas.
- » Ocurren a menudo.
- » Pocas personas afectadas.
- » Generalmente, los daños son limitados.

GESTIÓN DE RIESGO PROCESOS

- » Liberación sustancias peligrosas al exterior.
- » Incendios, explosiones, dispersiones tóxicas.
- » Ocurren muy poco.
- » Pueden verse afectadas muchas personas.
- » Pueden provocar daños catastróficos.
- » Daños a la imagen, productivos, etc.



Focalizado en peligros de accidentes mayores:

Peligros mayores de baja frecuencia y alta consecuencia





Lección 4

Modelo de análisis BOW TIE



MODELO DE ANÁLISIS BOW TIE





VOCABULARIO BOW TIE - Términos/Conceptos

Para producir un diagrama de Corbatín (BowTie), simplemente se define el:

1. **Evento** a prevenir.
2. **Amenazas** que pueden causar que el evento ocurra.
3. **Consecuencias** de que ocurra el evento.
4. **Controles** para evitar que el evento ocurra.
5. **Controles** para mitigar las consecuencias en caso que ocurra.

1.- Peligro

2.- Evento Top (Evento Iniciador)

3.- Amenaza (Causa)

4.- Medida de Control (controles de Prevención)

5.- Consecuencia

6.- Medida de Recuperación (controles de Minimización)



MODELO DE ANÁLISIS BOW TIE





El Evento Top:

**EL EVENTO / INCIDENTE INICIAL O
LA “PÉRDIDA DE CONTROL INICIAL”**

Ejemplo de Eventos Top:

- Pérdida de control de vehículos
- Pérdida de adecuada separación de vehículos
- Gas a niveles explosivos en mina subterránea
- Derrames químicos



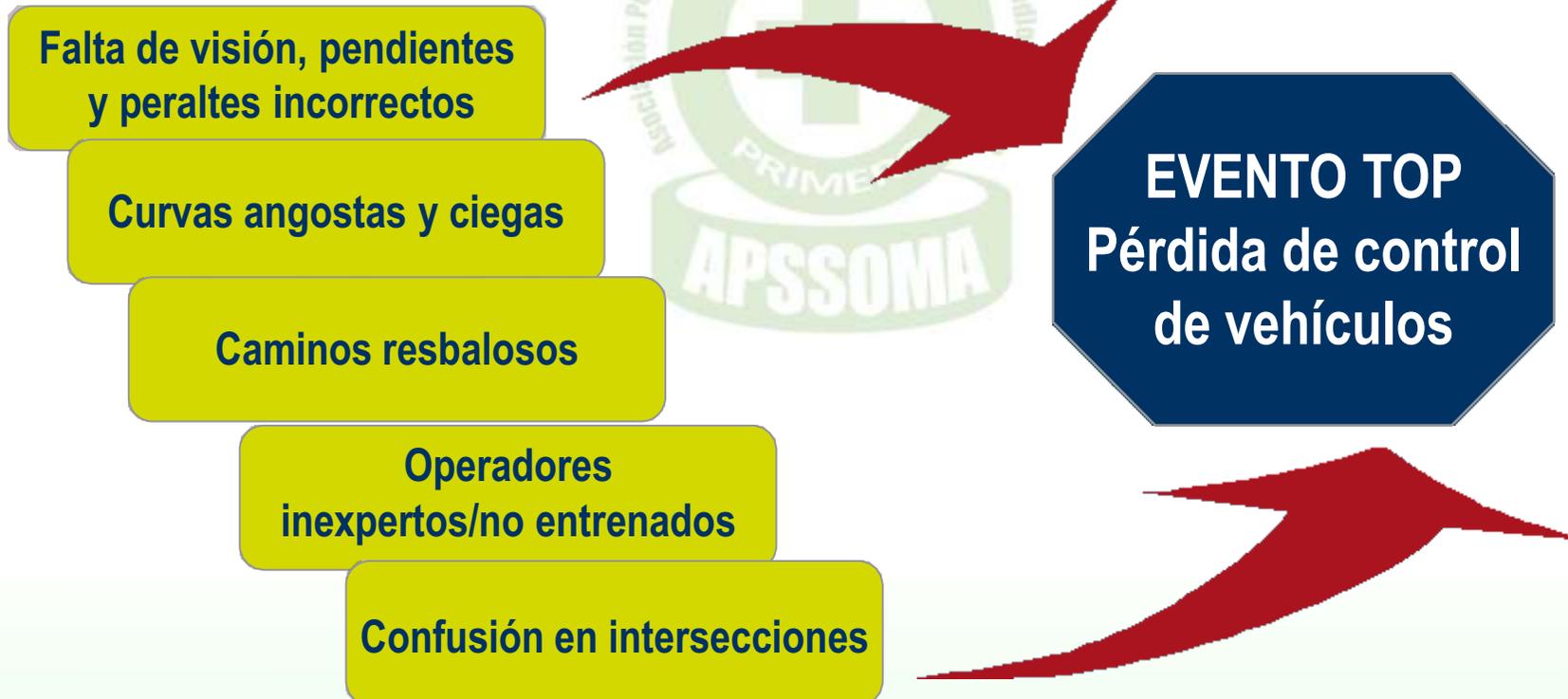
MODELO DE ANÁLISIS BOW TIE





MECANISMOS QUE PUEDEN LIBERAR EL PELIGRO

Ejemplo: Vehículos en movimiento (en pistas de acarreo)





MODELO DE ANÁLISIS BOW TIE





“MEDIDAS DE CONTROL IMPLEMENTADAS PARA EVITAR QUE LAS AMENAZAS LIBEREN UN PELIGRO”

Ejemplos de amenaza– confusión en intersecciones:

- Diseñar los caminos de acarreo y áreas del open pit para asegurar máxima visibilidad, ancho amplio y separado, intersecciones en ángulo recto.
- Señalización instalada para control en intersecciones.
- Reglas de tránsito que incluyen el ceda el paso en intersecciones.
- Entrenamiento del conductor



MODELO DE ANÁLISIS BOW TIE





“EVENTOS O CADENA DE EVENTOS QUE RESULTAN DE LA LIBERACIÓN DE UN PELIGRO”

Ejemplo – pérdida de control de vehículos:

- vehículo se desbarranca por la rampa.
- vehículo se vuelca.
- vehículo colisiona con otro vehículo.
- vehículo atropella peatones.



MODELO DE ANÁLISIS BOW TIE





‘TODAS LAS MEDIDAS QUE LIMITAN LAS CONSECUENCIAS UNA VEZ QUE EL EVENTO HA OCURRIDO’

Ejemplo – pérdida de control de vehículos:

- Cinturones de seguridad aprobados instalados en los vehículos.
- Estructuras ROPS instaladas en los vehículos que son inspeccionadas regularmente.
- Sistemas y extintores de incendio.
- Procedimientos de emergencia y de respuesta a emergencia.



TÉRMINOS CLAVE Español/Ingles

- Peligro (**Hazard**)
- Evento Top (**Top Event**)
- Amenaza (**Threat**)
- Barrera (**Barrier**)
- Consecuencia (**Consequence**)
- Medida de Recuperación (**Recovery Measure**)
- Factor de Escalamiento (**Escalation Factor**)
- Control del Factor de Escalamiento (**Escalation Factor Control**)





Lección 5

Taller 1

Definiendo los Peligros





PELIGRO

- “El potencial de causar daño, incluyendo enfermedades y fatalidades/heridos, daño a la propiedad, productos o el medio ambiente, pérdidas de producción o aumento de responsabilidades.”
- Puede ser considerado similar a “tener energía retenida”
- Algunos ejemplos de categorías de peligros
 - Gases a alta presión
 - Objetos elevados
 - Gases Tóxicos
 - Energía eléctrica
 - Ruido
 - Trabajos en altura
 - Transporte en carretera
 - Transporte aéreo
 - Radiación
 - Vibración



TALLER 1 - PELIGROS (HAZARDS)

■ **Seleccione un ítem de su instalación operación o una actividad. Por ejemplo:**

- Mina
- Operaciones con bulldozer
- Trituración
- Túnel
- Tren
- Área tratado de escoria
- Taller de Mantenimiento
- Sistema de correas
- Subestación eléctrica
- Planta de ácido
- Estanque de almacenamiento de propano
- Etc.

■ **Haga una lista de peligros asociados a su selección. Por ejemplo:**

- Alta temperatura
- Alta presión
- Electricidad
- Operaciones con vehículos pesados
- Tormenta de Rayos
- Operaciones de Levante
- Área inclinada
- Trabajos en área elevada
- Partes móviles (ej, maquinaria)
- Etc.





Lección 6

Taller 2

Definiendo Eventos Top





EVENTO TOP

- **El evento no deseado. La “liberación” del peligro o del estado inestable del peligro. Usualmente denominado como primera consecuencia.**
- **Algunos ejemplos de ‘Eventos Top’:**
 - Pérdida de contención
 - Falla estructural
 - Caída de Objetos
 - Pérdida de control
 - Shock eléctrico
 - Colisión
 - Nivel de compromiso
 - Deficiencia de Oxígeno
 - Pérdida de separación



PELIGRO/EVENTO TOP



- Una combinación de Peligro/Evento Top puede ser considerada como equivalente a un Peligro de Accidente Mayor.
- El Peligro, debe ser seleccionado desde la jerarquía del peligro y tener el contexto bien definido.
- El evento Top debe ser un escenario específico en consideración a la “ubicación”.





TALLER 2 - PELIGROS/EVENTO TOP

- **Defina un Evento Top para cada Peligro del Taller 1**
- **Ejemplo para correa transportadora:**
 - **Alta temperatura/Incendio (rodamiento se bloquea y recalienta)**
 - **Partes móviles/Contacto a personal (ej., ropas quedan atrapadas)**



Lección 7

Taller 3

Identificando Amenazas





AMENAZAS

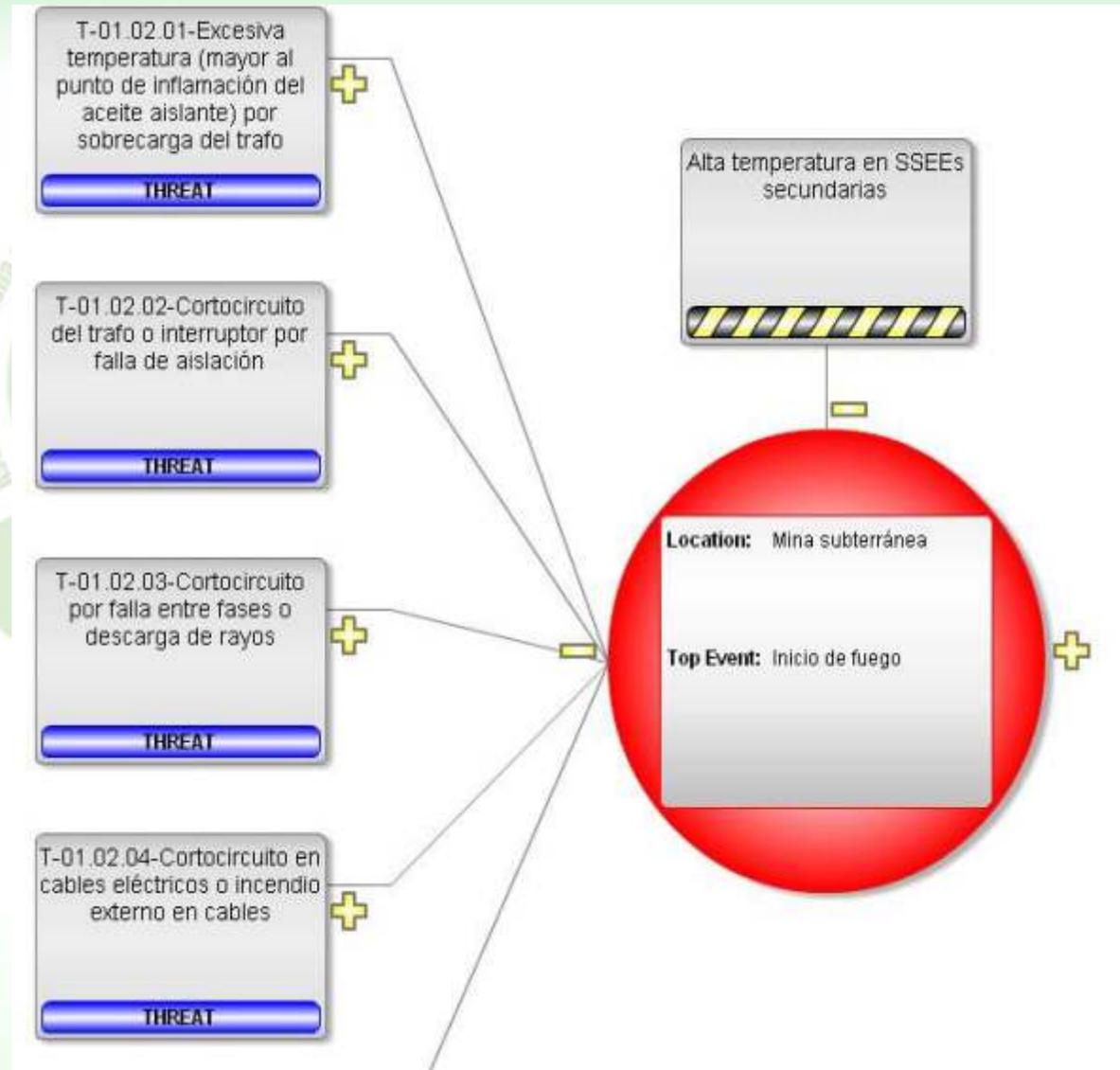
■ Una causa posible que potencialmente liberaría un peligro/evento top.

- **Térmico**
 - » Alta Temperatura
- **Química**
 - » Corrosión
- **Comunicación**
 - » Confusión de Lenguaje
 - » Falla de Radio
- **Radiación**
 - » Ultravioleta
- **Cinética**
 - » Fatiga
- **Eléctrica**
 - » Alto Voltaje
- **Condición Ambiental**
 - » Mala Visibilidad
 - » Inundación
 - » Rayos
 - » Viento
- **Incertidumbre**
 - » Incógnitas de Diseño
- **Factor Humano**
 - » Incompetencia
 - » Confusión del operador



AMENAZA

- Que libera un peligro en la forma de evento top





TALLER 3 - AMENAZAS

- **Identificar las amenazas para cada Peligro/Evento Top del Taller 2**
- **Ejemplo para la correa transportadora:**
 - **Alta Temperatura/Incendio (rodamiento se traba y sobrecalienta):**
 - » **Mala instalación del rodamiento, falta de mantenimiento, etc.**
 - **Partes móviles/Contacto de las personas (ej., atrapamiento de ropa):**
 - » **Falta de atención, mala iluminación en la noche, baja visibilidad por tormenta, etc.**



Lección 8

Taller 4

Identificando Barreras



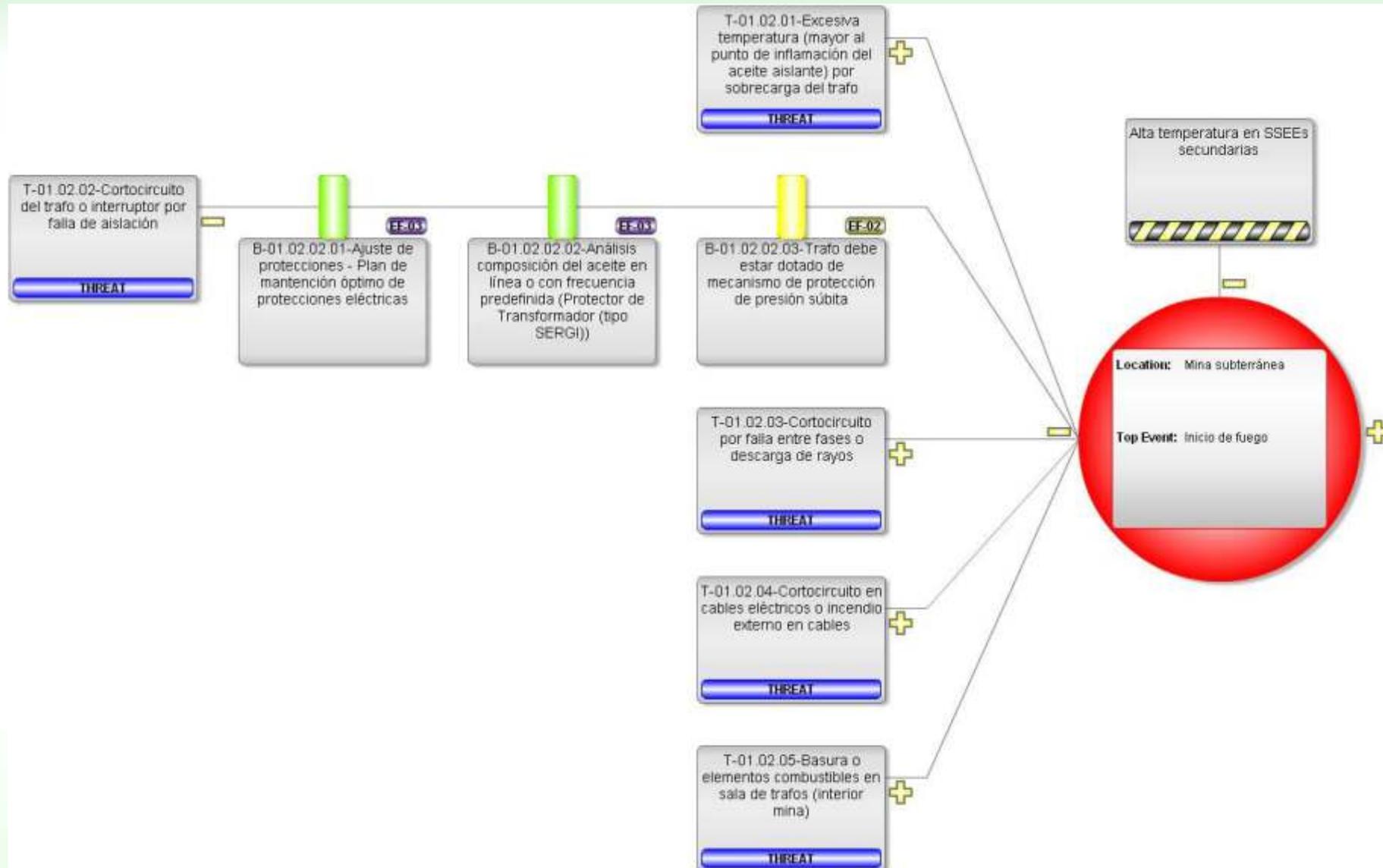


BARRERAS

- Medida de protección implementada para prevenir amenazas que puedan liberar un peligro/evento top.



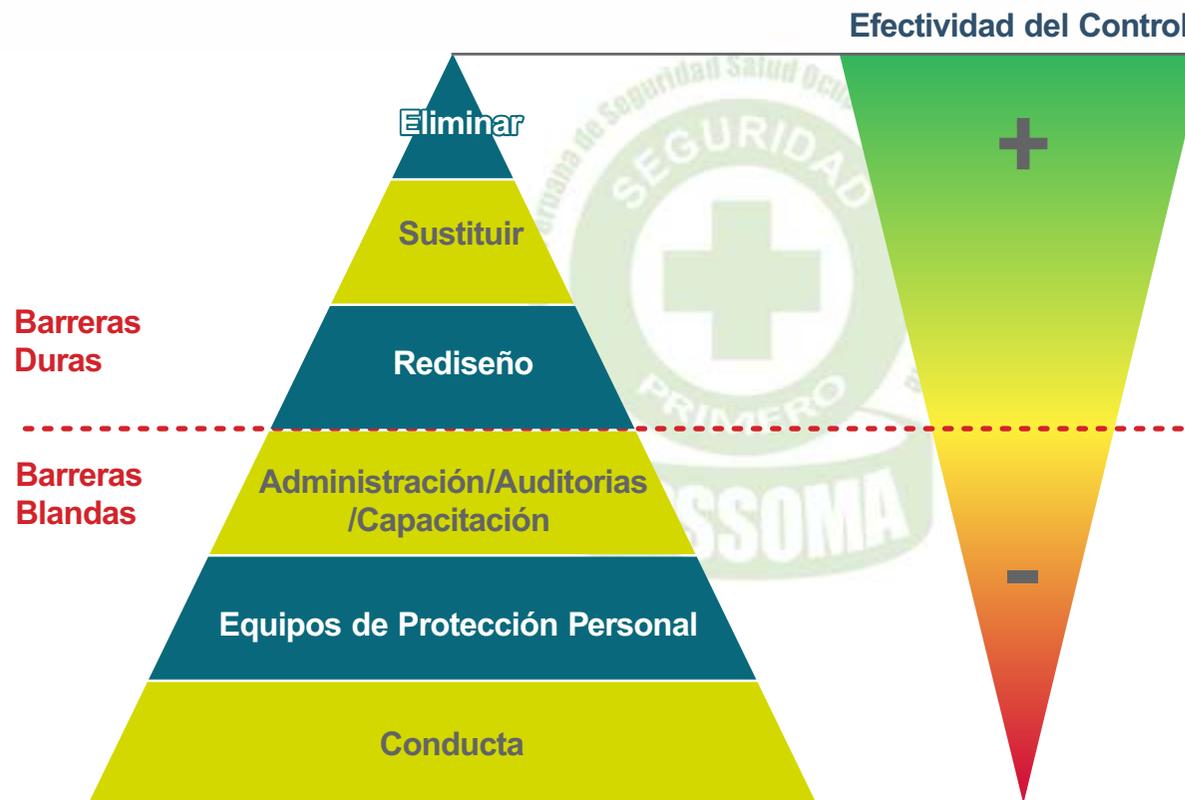
BARRERAS





CATEGORIZACIÓN DE BARRERAS

En general mientras mas “dura” es la barrera más efectivo será el control



Al describir un control siempre se debe tener en cuenta el cómo este puede ser verificado, tanto en su aplicación como en su efectividad, indicando toda la información necesaria para estos efectos (Quién, Qué, Cómo, Cuándo y Dónde se realiza el control).



EJEMPLOS DE CONTROLES

Un control es un acto o sistema destinado a evitar o mitigar un evento no deseado. Un control debe ser específico que permite prevenir o mitigar un riesgo. El rendimiento o desempeño es medible y se puede verificar.

Controles ejecutados por personas

- Se basan en las competencias, conocimientos y experiencia de los individuos o grupos.
- Acciones de control (o actos) iniciados por individuos en base a sus habilidades, conocimientos, experiencia e interpretación de los valores y objetivos de la organización.
- Confiabilidad de los controles basados en las personas, por lo tanto, puede variar con el tiempo.
- Requiere tres consideraciones de las personas (disciplina, capacitación, entendimiento de responsabilidades y funciones).

Controles ejecutados automáticamente

- Ejecutados automáticamente sin intervención humana.
- Puede incluir hardware y controles automatizados (base TI). Monitoreados desde la Sala de Control.
- Diseñados para alcanzar un nivel específico, repetible y a un nivel definido de disponibilidad.
- Confiabilidad a base del sistema de gestión que rodea la revisión y mejora del rendimiento de los controles.



EJEMPLOS DE CONTROLES

Un control es un acto o sistema destinado a evitar o mitigar un evento no deseado. Un control debe ser específico que permite prevenir o mitigar un riesgo. El rendimiento o desempeño es medible y se puede verificar.

Ejemplos Deficientes	Ejemplos Adecuados
Operadores expertos (no es medible)	100% de los operadores capacitados anualmente por [empresa externa] con nota mínima de aprobación de [ZZ]
Medición de temperatura de polines (No previene por si solo el riesgo, podría ser un Key Risk Indicator - KRI:)	Detención [automática] del sistema en caso de que la temperatura sobrepase [YY°C]
Visitas a terreno para verificar la operación del sistema contra incendio (es una actividad para verificar la efectividad de un control)	Sistema de aspersores de activación automática con programa de mantenimiento ejecutado [periodicidad]
Manual de gestión integral de riesgo (genérico, no asegura su difusión y correcta aplicación)	Gerente de finanzas sólo incluye solicitudes de aprobación al Directorio si son acompañadas por un análisis de riesgo según la metodología corporativa y visados por el encargado de riesgos de la compañía
Plan de comunicación (no es posible pre-diseñar planes para cada evento posible, es un plan de acción futuro)	Plan de continuidad de negocio actualizado cada [XX] años que incluye el riesgo analizado. Áreas involucradas son capacitadas anualmente y su aplicación es testada al menos cada [YY] años.



TALLER 4 - BARRERAS

- **Identificar las barreras para cada amenaza del Taller 3**
- **Ejemplo para correa transportadora:**
 - **Alta Temperatura/Incendio (rodamiento se traba y sobrecalienta):**
 - **Deficiente instalación del rodamiento:**
 - » Procedimiento de Mantención
 - » Entrenamiento del personal de Mantención
 - » Supervisión independiente
 - » Pruebas luego de re-montaje
 - » etc.
 - **Falta de mantención de rodamiento:**
 - » Programa de mantenimiento computarizado con
 - » revisiones y balances
 - » Responsabilidad claramente asignada
 - » etc.



Reglas de validación para BARRERAS

- **Efectiva** – La barrera previene la consecuencia cuando ésta funciona como está considerado. Una barrera efectiva debe considerar los siguientes tres elementos:
 - » Un detector – detecta la condición que requiere acción,
 - » Un resolvidor lógico – decide qué acción a tomar, y
 - » Un actuador – acción tomada para asumir la condición
- **Independiente** – La Barrera es independiente del Evento iniciador (amenaza), y el componente de cualquier otra barrera ya validada para la misma condición. Las Barreras no pueden ser consideradas independientes una de la otra si hay una causa común de falla.
- **Auditable** – La barrera puede ser evaluada para asegurar que puede operar correctamente cuando es requerida.



Lección 9

Taller 5

Identificando Medidas de Recuperación

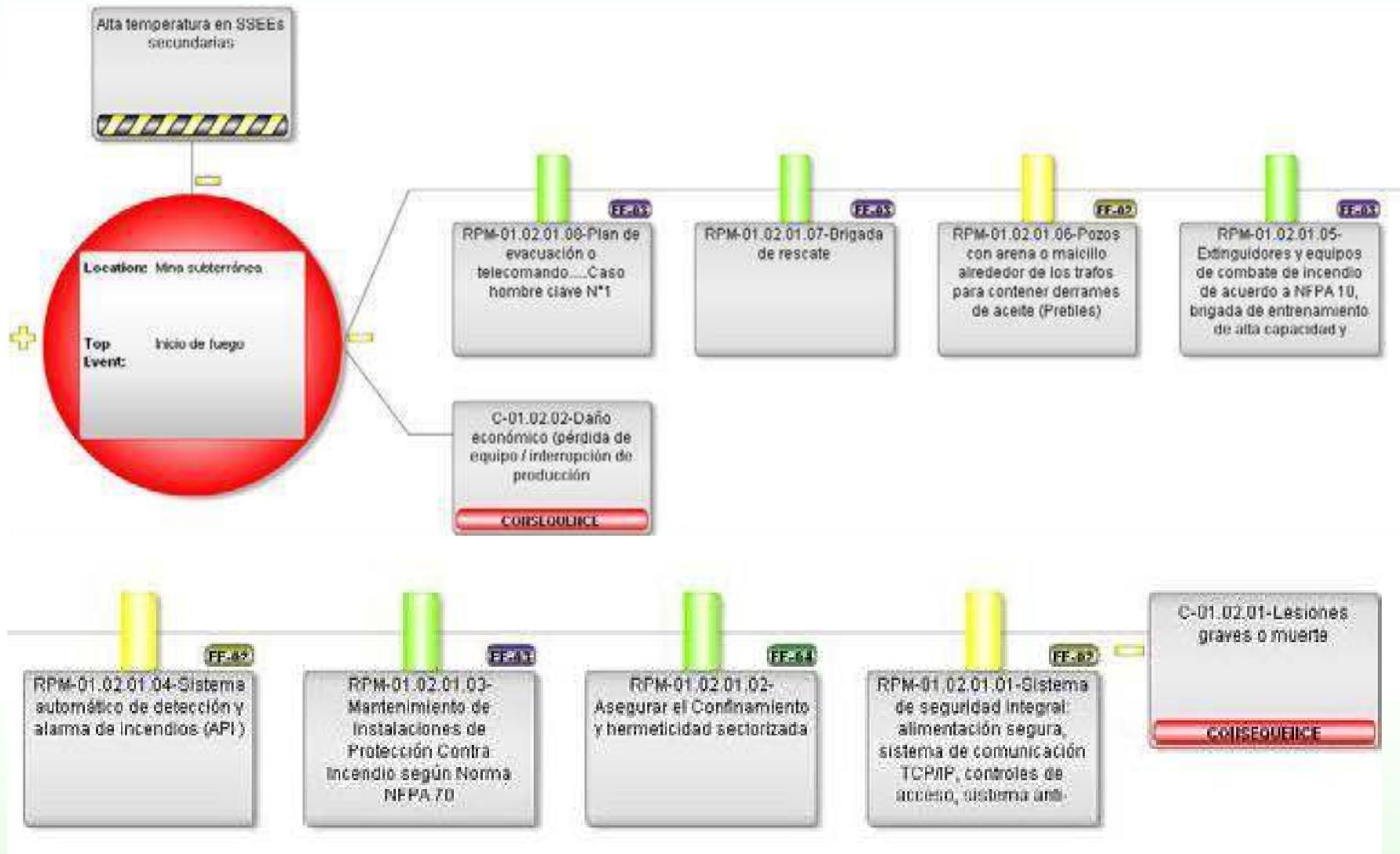


MEDIDAS DE RECUPERACIÓN

- **Todas las medidas técnicas, operacionales y organizacionales que limitan la cadena de consecuencias derivadas del Evento Top.**
 - **Sistemas para Detectar Incidentes**
 - » Alarmas de Gas, fuego y humo, supresión
 - **Sistemas que deben Proteger**
 - » Recubrimientos Intumescentes, equipos de supervivencia, EPP
 - **Sistemas Operacionales para Gestión de Emergencias**
 - » Planes de Contingencia, entrenamiento y ejercicios
 - **Medidas Curativas**
 - » Limpieza, restauración, paisaje, primeros auxilios, tratamiento de hospital
 - **Medidas Compensatorias**
 - » Compensación, accionaria, financiera o de naturaleza



MEDIDAS DE RECUPERACIÓN





TALLER 5 - MEDIDAS DE RECUPERACIÓN

- **Identificar medidas de recuperación para cada Peligro/Evento Top del Taller 2**
- **Ejemplo para correa transportadora:**
 - **Alta Temperatura/Incendio (rodamiento se traba y sobrecalienta):**
 - » Detectores de humo y llama
 - » Interruptores locales de alarma de incendio
 - » Teléfonos de Emergencia
 - » Extintores de mano
 - » Sistema de rociadores
 - » Personal médico en el lugar
 - » Ambulancia y helicóptero



Lección 10

Consecuencias y Factores de Escalamiento

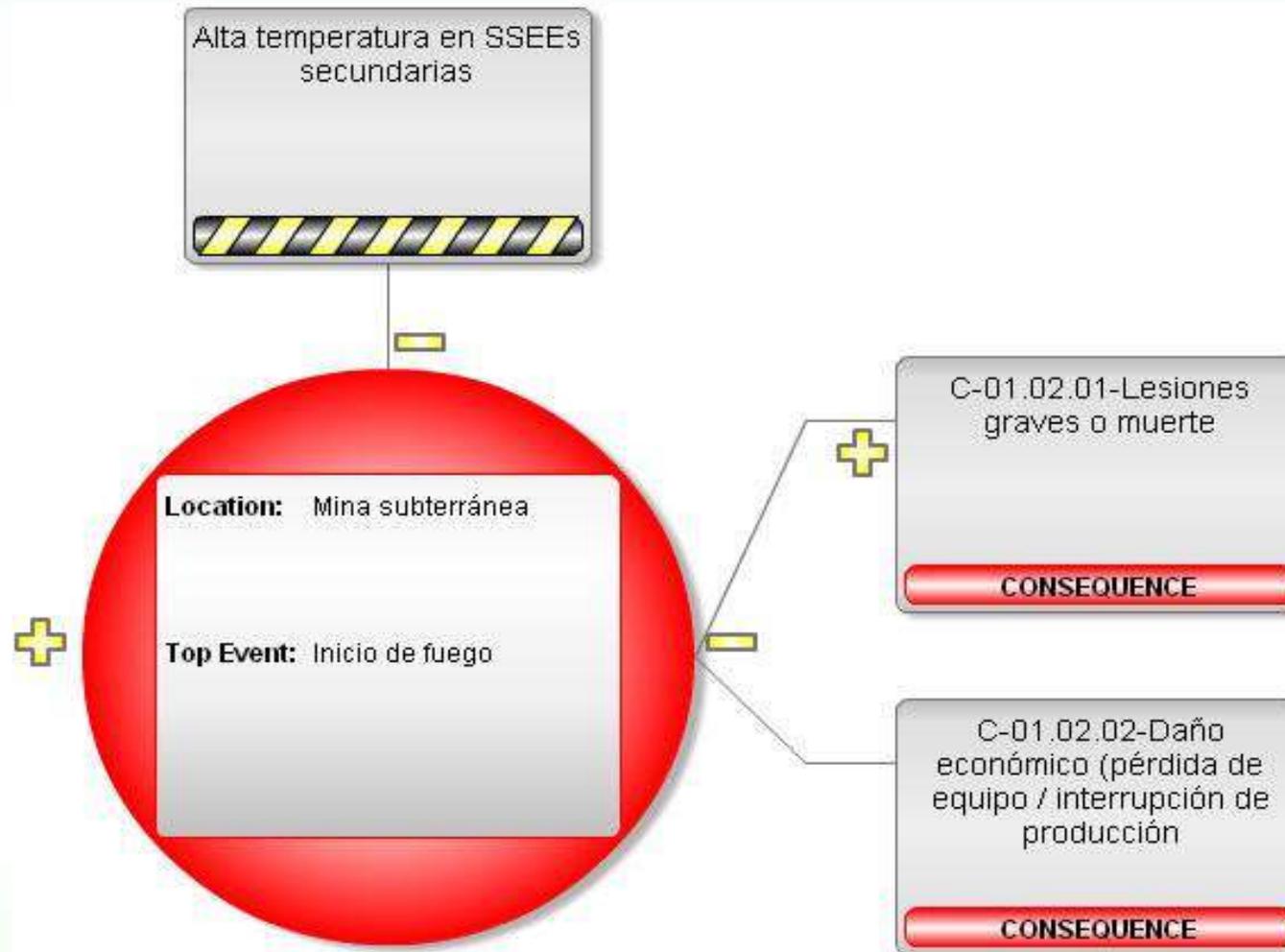


CONSECUENCIAS SON:

- **Un evento o cadena de eventos que resultan de la liberación del peligro**
- **Ejemplos de Consecuencias:**
 - » **Incendio**
 - » **Explosión**
 - » **Fatalidades**
 - » **Daño a Activos**
 - » **Humo**
 - » **Contaminación**
 - » **Disturbios Sociales**
 - » **Emisión encendida**
 - » **Emisión no encendida**



CONSECUENCIAS



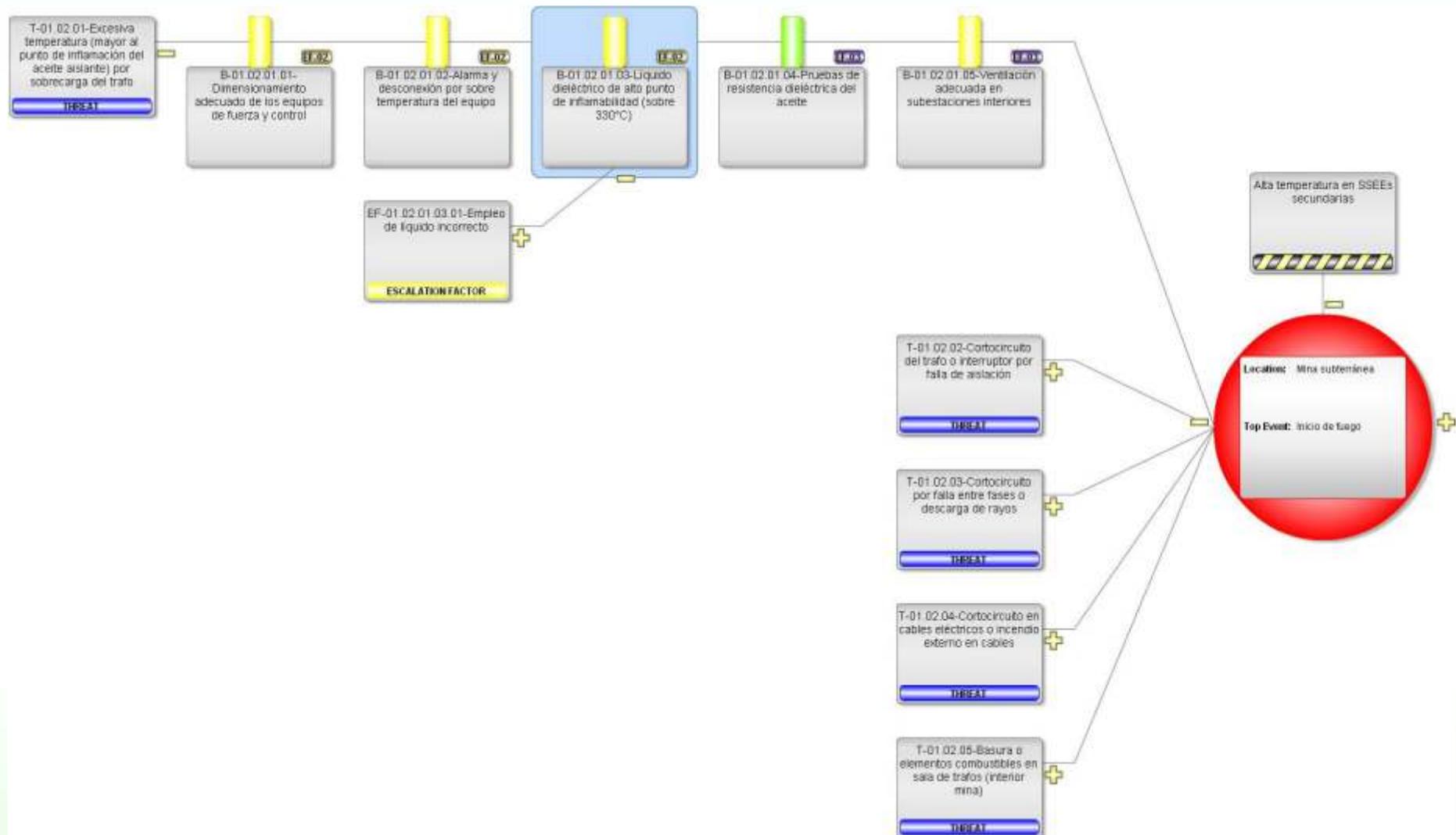


FACTORES DE ESCALAMIENTO

- **Condiciones que llevan a incrementar el riesgo debido a la pérdida o evasión de las barreras, o de la preparación de las medidas de recuperación (Debilidades de los Controles)**
 - **Condiciones de Operación Anormales**
 - » Forma de Mantenimiento, pruebas de equipos
 - **Operación fuera de los límites del diseño**
 - » Niveles o temperaturas incorrectas
 - **Variaciones Ambientales**
 - » Clima extremo y condiciones de marea
 - **Error Humano**
 - » Lapsus, violaciones de reglas

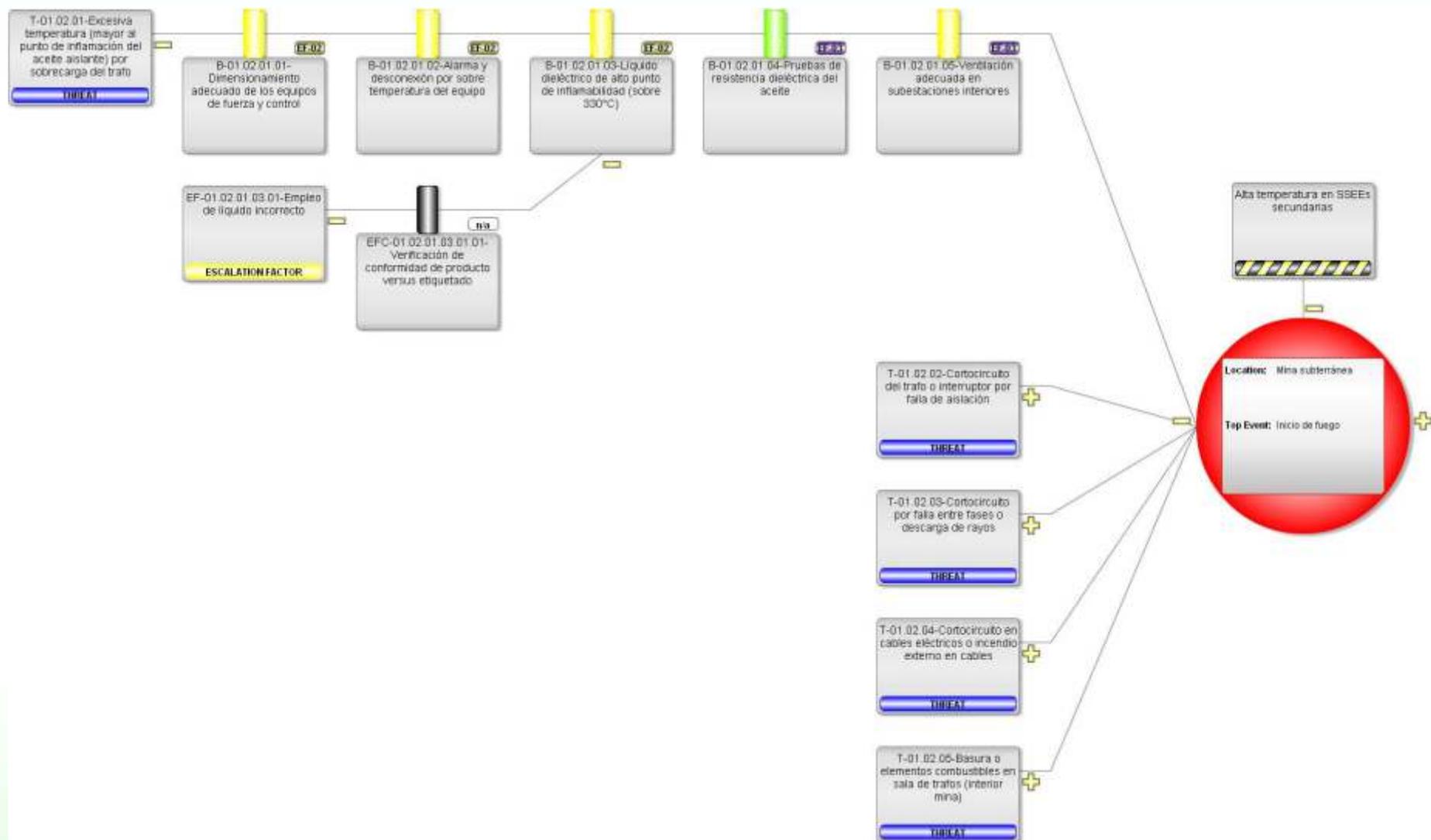


FACTORES DE ESCALAMIENTO





CONTROL DE FACTORES DE ESCALAMIENTO





FACTORES DE ESCALAMIENTO

- El análisis de cada Medida de Control (o de recuperación) en busca de Debilidades (Factores de Escalamiento) debe hacerse cada vez que se incorpora una Medida al Diagrama BowTie y, como mínimo, cada vez que se han completado las Medidas de Control para una Causa (o las Medidas de Recuperación para una Consecuencia)



Lección 11

Modelo BOW TIE León enjaulado



Ejemplo BOW TIE - **Leon enjaulado**

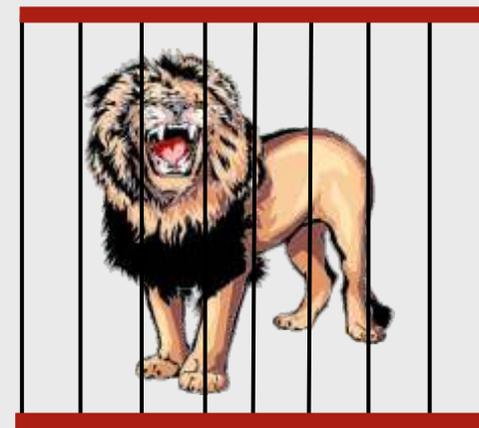
- **Recuerde que Peligro**
(cualquier cosa que puede causar daño)
- **No es lo mismo que Riesgo**
(probabilidad que el daño pueda ocurrir y su severidad)



Riesgo alto

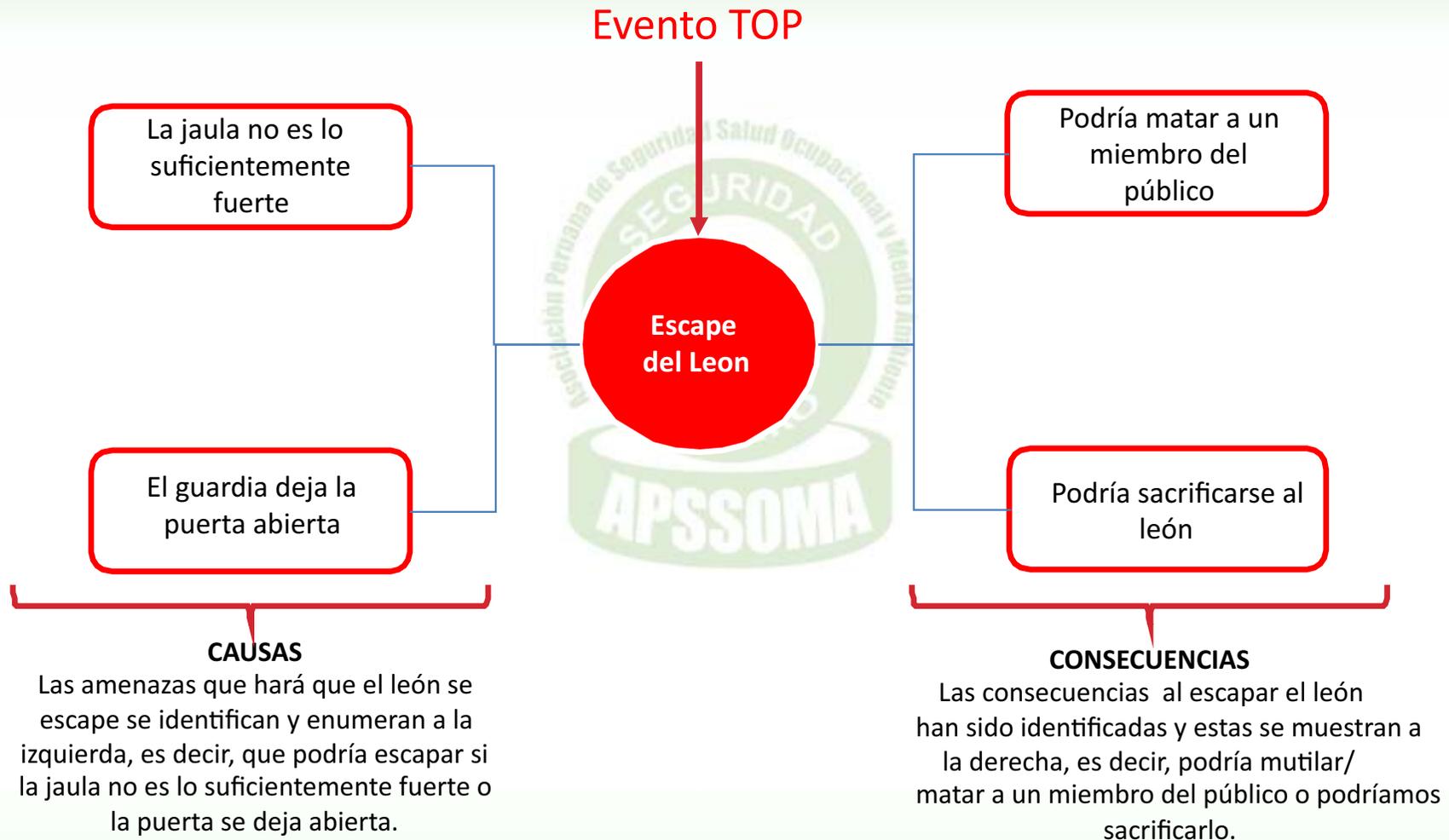


Riesgo bajo





APLICACIÓN BOW TIE Ejemplo: Leon Enjaulado

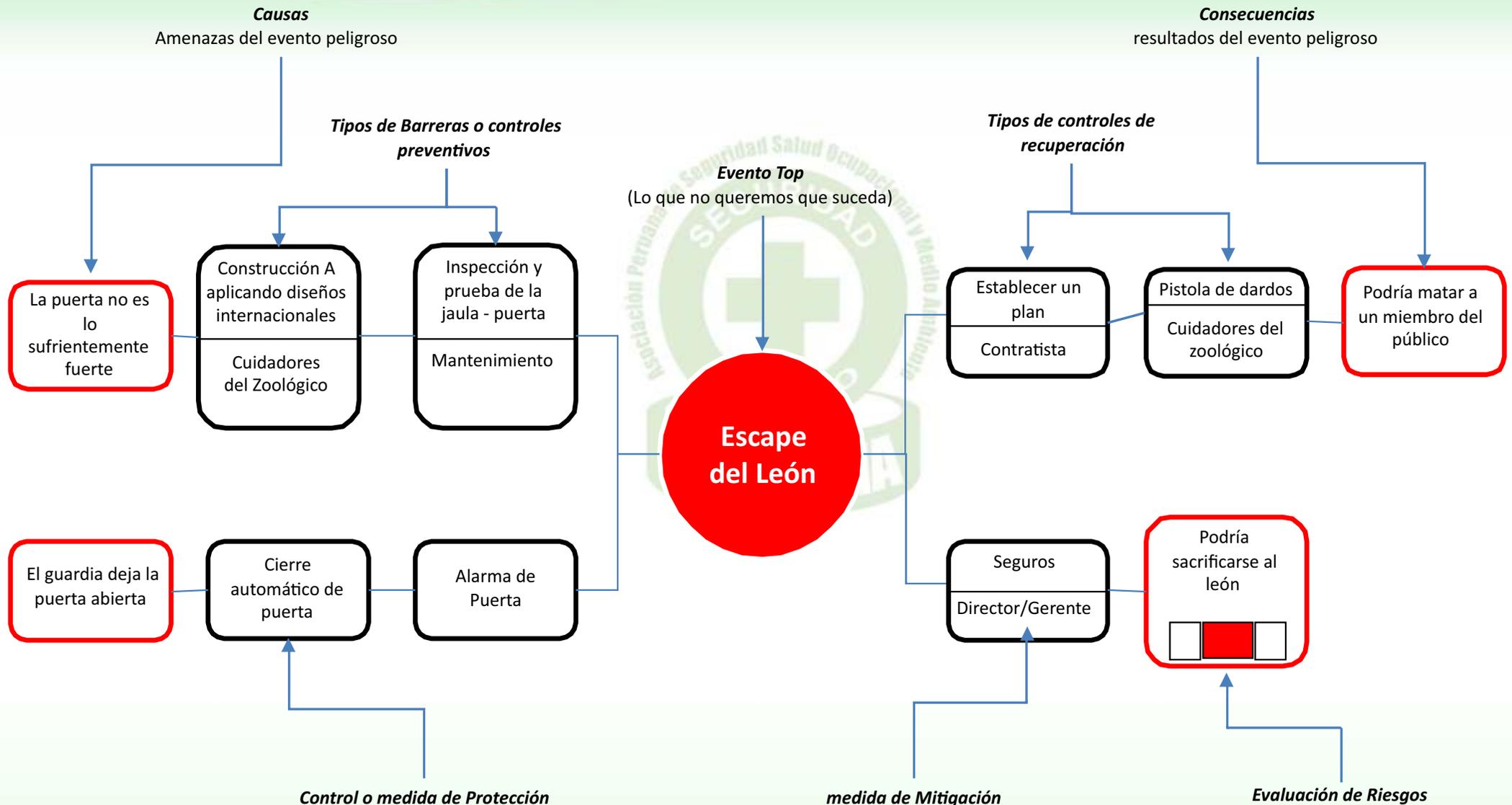


El nivel de riesgo asociado a cada consecuencia puede ser asignado de acuerdo a la matriz de riesgos de la organización



BOW TIE: León enjaulado

Ahora que el peligro ha sido definido, podemos poner los controles a las amenazas que detendrán que se produzca el peligro y los controles a las consecuencias, los que prevendrán el resultado.



Este diagrama comunica con facilidad cómo se puede prevenir un escape de un león y cuáles son las medidas de control, antes y después del EVENTO TOP



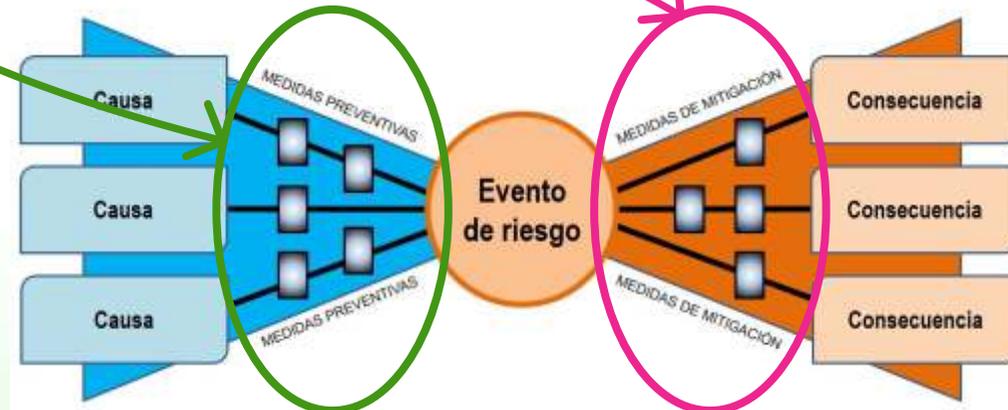
Lección 12

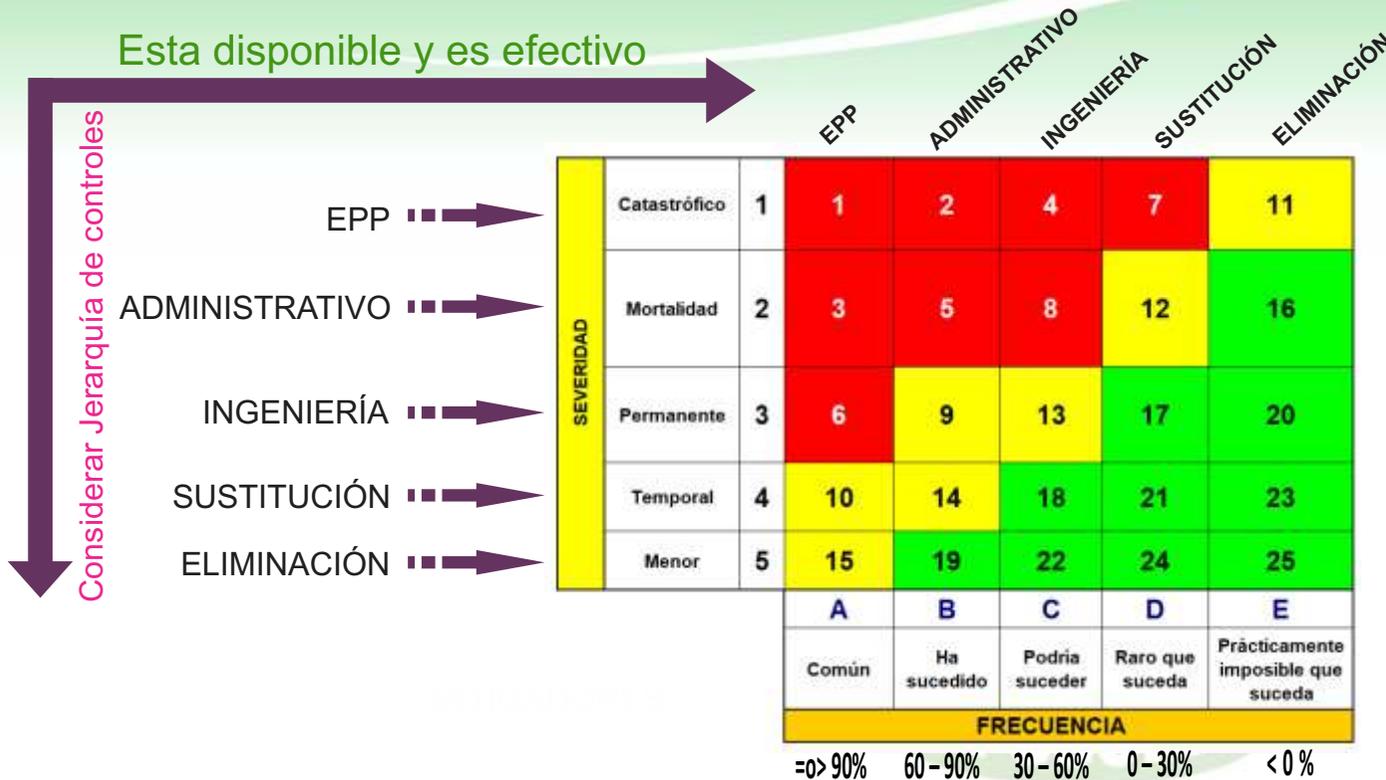
Aplicación MATRIZ IPERC BOW TIE



PREVENTIVOS

NIVEL DE RIESGO	DESCRIPCIÓN	PLAZO DE MEDIDA CORRECTIVA
ALTO	Riesgo intolerable, requiere controles inmediatos. Si no se puede controlar el PELIGRO se paralizan los trabajos operacionales en la labor.	0-24 HORAS
MEDIO	Iniciar medidas para eliminar/reducir el riesgo. Evaluar si la acción se puede ejecutar de manera inmediata	0-72 HORAS
BAJO	Este riesgo puede ser tolerable.	1 MES





Confiabilidad

¿Operará el control en demanda y como se pretende?

Supervivencia

¿Permanecerá intacto el control durante el evento no deseado?

Disponibilidad

¿Estará disponible el control para cumplir su rol?

NIVEL DE RIESGO	DESCRIPCIÓN	PLAZO DE MEDIDA CORRECTIVA
ALTO	Riesgo intolerable, requiere controles inmediatos. Si no se puede controlar el PELIGRO se paralizan los trabajos operacionales en la labor.	0-24 HORAS
MEDIO	Iniciar medidas para eliminar/reducir el riesgo. Evaluar si la acción se puede ejecutar de manera inmediata	0-72 HORAS
BAJO	Este riesgo puede ser tolerable.	1 MES

El control no contribuye efectivamente a reducir el riesgo del evento no deseado

► Debera ser mejorado primero

El control debera ser muy efectivo Control satisfactorio

IDEALMENTE, debería haber dos controles preventivos verdes por cada causa de un evento no deseado prioritario.



Lección 13

Confiabilidad de barreras BOW TIE



BOW TIE – CALIDAD DE BARRERAS

CONTROL DE CALIDAD		Sin objeto / componente de tecnología que controlar	Cobertura, disponibilidad y confiabilidad del componente de un control OBJETO / TECNOLOGIA				
			Funciona en el >95% de los escenarios/áreas	Funciona en el 90%-95% de los escenarios/áreas	Funciona en el 75%-90% de los escenarios/áreas	Funciona en el 50%-75% de los escenarios/áreas	Funciona en el <50% de los escenarios/áreas
No hay componente de acción humana que controlar			Excelente	Muy Bueno	Bueno	Pobre	Muy Pobre
Cobertura, disponibilidad y confiabilidad del componente de control ACCION HUMANA	Funciona en el >95% de los escenarios/áreas	Excelente	Excelente	Muy Bueno	Bueno	Pobre	Muy Pobre
	Funciona en el 90%-95% de los escenarios/áreas	Muy Bueno	Muy Bueno	Bueno	Bueno	Pobre	Muy Pobre
	Funciona en el 75%-90% de los escenarios/áreas	Bueno	Bueno	Bueno	Pobre	Pobre	Muy Pobre
	Funciona en el 50%-75% de los escenarios/áreas	Pobre	Pobre	Pobre	Pobre	Muy Pobre	Muy Pobre
	Funciona en el <50% de los escenarios/áreas	Muy Pobre	Muy Pobre	Muy Pobre	Muy Pobre	Muy Pobre	Muy Pobre



BOW TIE – ADECUACIÓN DE BARRERAS

EFFECTIVIDAD DEL CONTROL		CONTROL IMPACT – Grado en el cual impacta el control sobre los riesgos residuales				
		Impacto Significativo	Impacto	Impacto Ligero	Sin Impacto	Impacto Adverso
		Presencia / acción de control <u>reduce significativamente</u> el riesgo residual. Ausencia/ falla de control <u>aumenta significativamente</u> el impacto residual	Presencia / acción de control <u>reduce</u> el riesgo residual. Ausencia/ falla de control <u>aumenta</u> el impacto residual	Presencia / acción de control <u>disminuye</u> ligeramente el riesgo residual Ausencia/ falla de control <u>aumenta ligeramente</u> el impacto residual	Presencia / acción u ausencia/ falla de control <u>no cambia</u> el riesgo residual.	Presencia/ acción de control tiene el potencial de <u>aumentar</u> el riesgo residual.
CONTROL DE CALIDAD desde la matriz uno	Excelente	Altamente Adecuado	Muy Buena adecuación	Marginalmente adecuado	Pobre Adecuación	Inadecuado
	Muy Bueno	Muy Buena adecuación	Muy Buena adecuación	Marginalmente adecuado	Pobre Adecuación	Inadecuado
	Bueno	Muy Buena adecuación	Muy Buena adecuación	Marginalmente adecuado	Pobre Adecuación	Inadecuado
	Pobre	Marginalmente adecuado	Marginalmente adecuado	Pobre Adecuación	Inadecuado	Inadecuado
	Muy Pobre	Pobre Adecuación	Pobre Adecuación	Inadecuado	Inadecuado	Inadecuado



Lección 14

Implementación de formato BOW TIE



Compañía:
 Tipo de Riesgo:
 Dueño del Riesgo:
 Fecha creación:

ANÁLISIS BOW TIE CAUSA Y CONSECUENCIA

Causas	
CA1	
CA2	
CA3	
CA4	
CA5	

EVENTDE RIESGO

CONSECUENCIAS	CATEGORÍA
CO1	
CO2	
CO3	
CO4	
CO5	

Riesgo Inherente

Impacto	Probabilidad	Nivel	MFL MMUSD

Riesgo Residual

Impacto	Probabilidad	Nivel	MFL MMUSD

Riesgo Remanente

Impacto	Probabilidad	Nivel	MFL MMUSD

CONTROLES PREVENTIVOS	CAUSAS	RESPONSABLE	CONTROL CRÍTICO

CONTROLES MITIGADORES	CAUSAS	RESPONSABLE	CONTROL CRÍTICO

PLANES DE ACCIÓN	RESPONSABLE	CAPEX



ANÁLISIS DE IMPACTO POR CATEGORÍA

EBITDA	Pr	Pr	SSO	MAL		R
		--		--		-

Justificación Evaluación (Criterios / Comentarios)

PARTICIPANTES

KRI's ESTABLECIDOS

DESCRIPCIÓN KRI	VALOR KRI

CÁLCULO DE MFL (MMUSD)

VALOR MFL

En la parte central del Bow Tie se especifica el riesgo a analizar y debe ser el mismo que resultó alto en el Registro de Riesgo. Posteriormente se consideran determinar los siguientes pasos:

- Paso 1: Identificar las causas que podrían provocar la materialización del riesgo.
- Paso 2: Identificar los impactos según la Tabla de Impacto (Financiero, Producción, Seguridad y Salud, Medio Ambiente, Comunidades, Reputación y Legal).
- Paso 3: Incorporar los controles preventivos existentes y asociarlos a las causas.
- Paso 4: Incorporar los controles mitigadores existentes y asociarlos a los impactos.
- Paso 5: Máxima Perdida Posible (MFL) – Determinar el valor máximo sujeto a destrucción (pérdida total) por el riesgos evaluado, en las condiciones más adversas, especialmente las de seguridad propias y externas, respecto de un bien o conjunto de bienes.
- Paso 6: Riesgo Residual – Definir el riesgo de cierta actividad o proceso una vez implementado de manera eficaz las medidas de controles existentes. Se determina al multiplicar el valor obtenido en la Tabla de Probabilidad por el valor en la Tabla de Impacto.
- Paso 7: Riesgo Objetivo – Definir el nivel óptimo de riesgo de cierta actividad o proceso dispuesto a asumir. Considera el apetito al riesgo, indicador que permite identificar el nivel de exposición que la organización está dispuesto a asumir para distintos riesgos.
- Paso 8: Plan de Acción – Determinar si el riesgo objetivo es menor al riesgo residual, puede que sea necesario desarrollar un plan de acción adicional para llevar el riesgo al valor objetivo. De haber costos asociados al plan de acción se recomienda asociarlos a un CAPEX o plan de inversión



Compañía: _____ Área: _____ Dueño del Evento: _____ Fecha creación: _____	Cargo: _____	Fecha revisión: _____ Nivel de riesgo con control: _____ Estado del riesgo: _____
--	--------------	---

<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">CAUSAS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>CA1</td><td></td></tr> <tr><td>CA2</td><td></td></tr> <tr><td>CA3</td><td></td></tr> <tr><td>CA4</td><td></td></tr> <tr><td>CA5</td><td></td></tr> <tr><td>CA6</td><td></td></tr> <tr><td>CA7</td><td></td></tr> <tr><td>CA8</td><td></td></tr> <tr><td>CA9</td><td></td></tr> <tr><td>CA10</td><td></td></tr> </tbody> </table>	CAUSAS		CA1		CA2		CA3		CA4		CA5		CA6		CA7		CA8		CA9		CA10			<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>1. TENDENCIA</td></tr> <tr><td>↓</td></tr> <tr><td>2. MEDIO</td></tr> <tr><td>↓</td></tr> <tr style="border: 2px dashed red;"><td>3. EVENTO TOP</td></tr> <tr><td>↓</td></tr> <tr><td>4. EVENTO NO DESEADO</td></tr> </table>	1. TENDENCIA	↓	2. MEDIO	↓	3. EVENTO TOP	↓	4. EVENTO NO DESEADO		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">IMPACTOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>IMP1</td><td>Salud</td></tr> <tr><td>IMP2</td><td>Seguridad</td></tr> <tr><td>IMP3</td><td>Medio Ambiente</td></tr> <tr><td>IMP4</td><td>Políticas y Cumplimiento</td></tr> <tr><td>IMP5</td><td>Reputación</td></tr> <tr><td>IMP6</td><td>Económico</td></tr> </tbody> </table>	IMPACTOS		IMP1	Salud	IMP2	Seguridad	IMP3	Medio Ambiente	IMP4	Políticas y Cumplimiento	IMP5	Reputación	IMP6	Económico
CAUSAS																																															
CA1																																															
CA2																																															
CA3																																															
CA4																																															
CA5																																															
CA6																																															
CA7																																															
CA8																																															
CA9																																															
CA10																																															
1. TENDENCIA																																															
↓																																															
2. MEDIO																																															
↓																																															
3. EVENTO TOP																																															
↓																																															
4. EVENTO NO DESEADO																																															
IMPACTOS																																															
IMP1	Salud																																														
IMP2	Seguridad																																														
IMP3	Medio Ambiente																																														
IMP4	Políticas y Cumplimiento																																														
IMP5	Reputación																																														
IMP6	Económico																																														

CONTROLES CRÍTICOS PREVENTIVOS EXISTENTES	CAUSAS	JERARQUÍA CONTROL	DUEÑO	
			NOMBRE	CARGO

OTROS CONTROLES PREVENTIVOS EXISTENTES	CAUSAS	JERARQUÍA CONTROL	DUEÑO	
			NOMBRE	CARGO

TAREAS DE MEJORA Y PROYECTOS DE REDUCCIÓN DE RIESGO	DUEÑO		RISGO	TERMINO
	NOMBRE	CARGO		

NIVEL DE IMPACTO SIN CONTROL						NIVEL DE IMPACTO MÁXIMO	
Salud	Seguridad	Medio Ambiente	Políticas y Cumplimiento	Reputación	Económico	USD M	No financiero

NIVEL DE IMPACTO CON CONTROL						NIVEL DE IMPACTO MÁXIMO	
Salud	Seguridad	Medio Ambiente	Políticas y Cumplimiento	Reputación	Económico	USD M	No financiero

SUPERIOR NIVEL DE IMPACTO SIN CONTROL	PARTICIPANTES EN LA EVALUACIÓN	SUPERIOR NIVEL DE IMPACTO CON CONTROL
Descripción del incidente:		Descripción del incidente:
Resumen impacto económico:		Resumen impacto económico:



EJEMPLO: Desarrollo formato BOW TIE

IDENTIFICACION	
Compañía	XXXXXXXXXXXXXX
Área	Mina
Dueño del Evento - Cargo	Gerente Operación
Fecha de creación	28/04/2020

CAUSAS	
CA1	Cables y equipos con pérdida de aislación
CA2	Fallas de relés de protección
CA3	Trabajo con fuentes energizadas
CA4	Cable de conexión a malla a tierra cortada
CA5	Ingreso no autorizado a instalaciones eléctricas
CA6	Diseño deficiente de instalaciones o equipos
CA7	Planos deficientes de instalaciones eléctricas
CA8	Cable eléctrico sub estándar o subdimensionado
CA9	Falla en detección de equipos energizados
CA10	Herramientas inapropiadas o fuera de estándar
CA11	Activar enchufe de alto voltaje energizado
CA12	Contacto con energías residuales
CA13	Identificación incorrecta de punto de bloqueo
CA14	Falta de experiencia y calificación de personal
CA15	Falta o deficiencia en la planificación del trabajo
CA16	Cortocircuito por humedad en enchufes



STATUS			
Fecha Revisión	28/04/2020		
Nivel de Riesgo con control	Impacto	Probabilidad	Nivel
	4	4	16
Estado del Riesgo	Gerente Operaciones		

IMPACTOS		
IM1	Salud	
IM2	Seguridad	Fatalidad de trabajador al intervenir instalación eléctrica
IM3	Medio ambiente	
IM4	Políticas y cumplimiento	
IM5	Reputación	
IM6	Económico	Gastos en seguros, indemnizaciones, otros



EJEMPLO: Desarrollo formato BOW TIE

CONTROLES CRÍTICOS PREVENTIVOS EXISTENTES		CAUSAS	DUEÑO	
			NOMBRE	CARGO
CCP1	Aislación eléctrica de equipos y herramientas	CA2 CA5 CA7 CA10 CA12		
CCP2	Protecciones eléctricas	CA1 CA2 CA3 CA8 CA9 CA14		
CCP3	Aislación y bloqueo	CA2 CA7 CA8 CA9 CA10 CA11 CA12		
CCP4	Acceso controlado/restringido a instalaciones	CA4		

OTROS CONTROLES CRÍTICOS PREVENTIVOS EXISTENTES		CAUSAS	DUEÑO	
			NOMBRE	CARGO
CP1	Señalética – tendido subterráneo			
CP2	Procedimiento operacional			
CP3	Procedimiento ingreso sala eléctrica			
CP4	Práctica, equipos para detectar instalaciones eléctricas menores subterráneas			
CP5	Verificación – uso de cable eléctrico de hilo piloto			
CP6	Protección física de circuitos rectificadores			
CP7	Validación interna/externa de competencias y habilidades			
CP8	Procedimiento de trabajo AT			
CP9	Cierre perimetral de Instalaciones eléctricas			

CONTROLES CRÍTICOS MITIGADORES EXISTENTES		IMPACTO	DUEÑO	
			NOMBRE	CARGO
	EPP Dieléctrico Guantes, zapatos , mantas y ropa ignifuga	IM2		

OTROS CONTROLES MITIGADORES EXISTENTES		IMPACTO	DUEÑO	
			NOMBRE	CARGO
CM1	Brigada Emergencia /Policlínico	IM2 IM6		
CM2	Plan emergencia eléctrica	IM2		
CM3	Curso primeros auxilios			



METODOLOGÍA BOW TIE

EJEMPLO: Desarrollo formato BOW TIE

TAREAS DE MEJORA Y PROYECTOS DE REDUCCIÓN DE RIESGOS	DUEÑO		INICIO	TERMINO
	NOMBRE	CARGO		
1 Revisión Cerradura instalaciones eléctricas				
2				
3				

TAREAS DE MEJORA Y PROYECTOS DE REDUCCIÓN DE RIESGOS		DUEÑO		INICIO	TERMINO
		NOMBRE	CARGO		
1	Revisión Cerradura instalaciones eléctricas				
2					
3					

NIVEL DE INIMPACTO SIN CONTROL						NIVEL DE IMPACTO MAYOR	
Salud	Seguridad	Medio Ambiente	Políticas y Cumplimiento	Reputación	Económico	USD M	No Financiero
	5				5	1,5 M	5

NIVEL DE INIMPACTO SIN CONTROL						NIVEL DE IMPACTO MAYOR	
Salud	Seguridad	Medio Ambiente	Políticas y Cumplimiento	Reputación	Económico	USD M	No Financiero
	3				1	0,5 M	3

NIVEL DE INIMPACTO SIN CONTROL	NIVEL DE IMPACTO MAYOR
Descripción de Incidente	Mantenedor eléctrico mientras realizaba trabajo de conexión al interior de una sala eléctrica recibe descarga eléctrica que le provoca la muerte, una segunda persona que se encontraba en el interior trata de ayudarlo y también recibe descarga eléctrica que le provoca la muerte.
Resumen del Impacto Económico	Cantidad de fallecidos : 2 Indemnización familia y otros gastos: 0,5 M*2 = 1M Pérdida de activos: 0,5 m Total de gastos: 1,5 M

Supuesto Nivel de Impacto con Control	
	Teniendo en cuenta los controles preventivos y mitigadores existentes, se considera que puede existir un accidente por contacto de energía eléctrica y se estima la consecuencia de un accidente con menos del 40% de invalidez
Resumen del Impacto Económico	Pérdida de activos: 0,5 M Total de Gastos : 0,5 M

Participantes en la Evaluación
Juan Cordero – Jefe SSOMA
Joselito Vaca – Jefe MANTTO
Edwin Zapatero – Jefe ZONA
Jaime Utus – Especialista Eléctrico



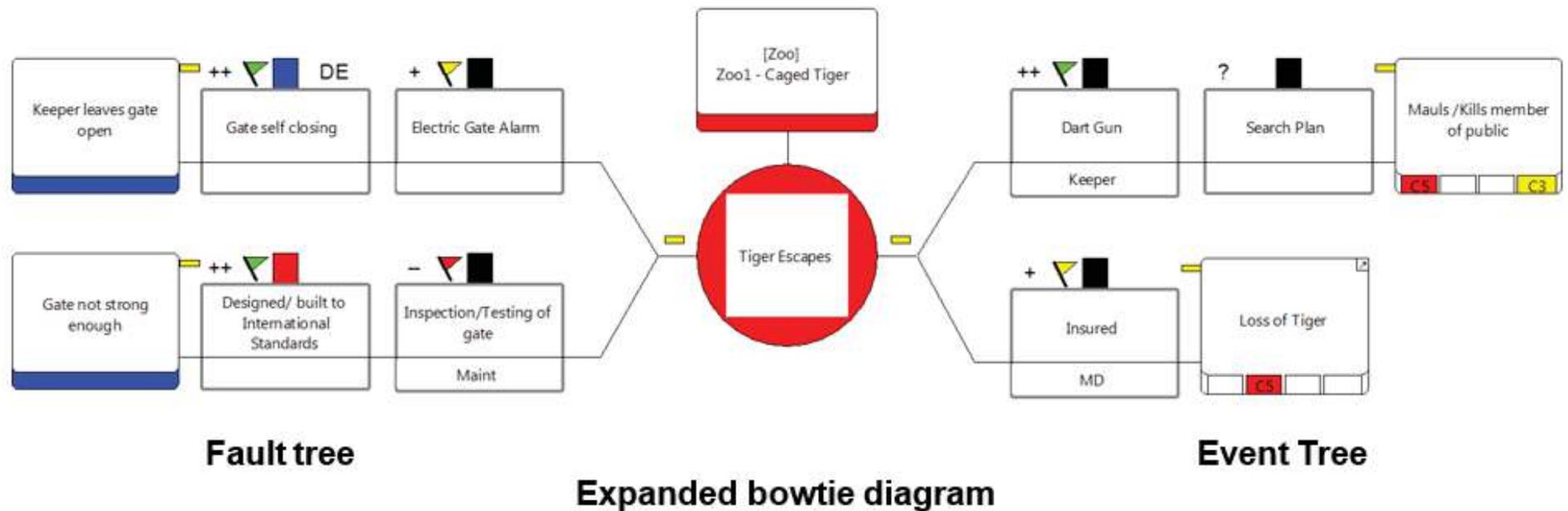
Lección 15

**BOW TIE XP
BOW TIE PRO**



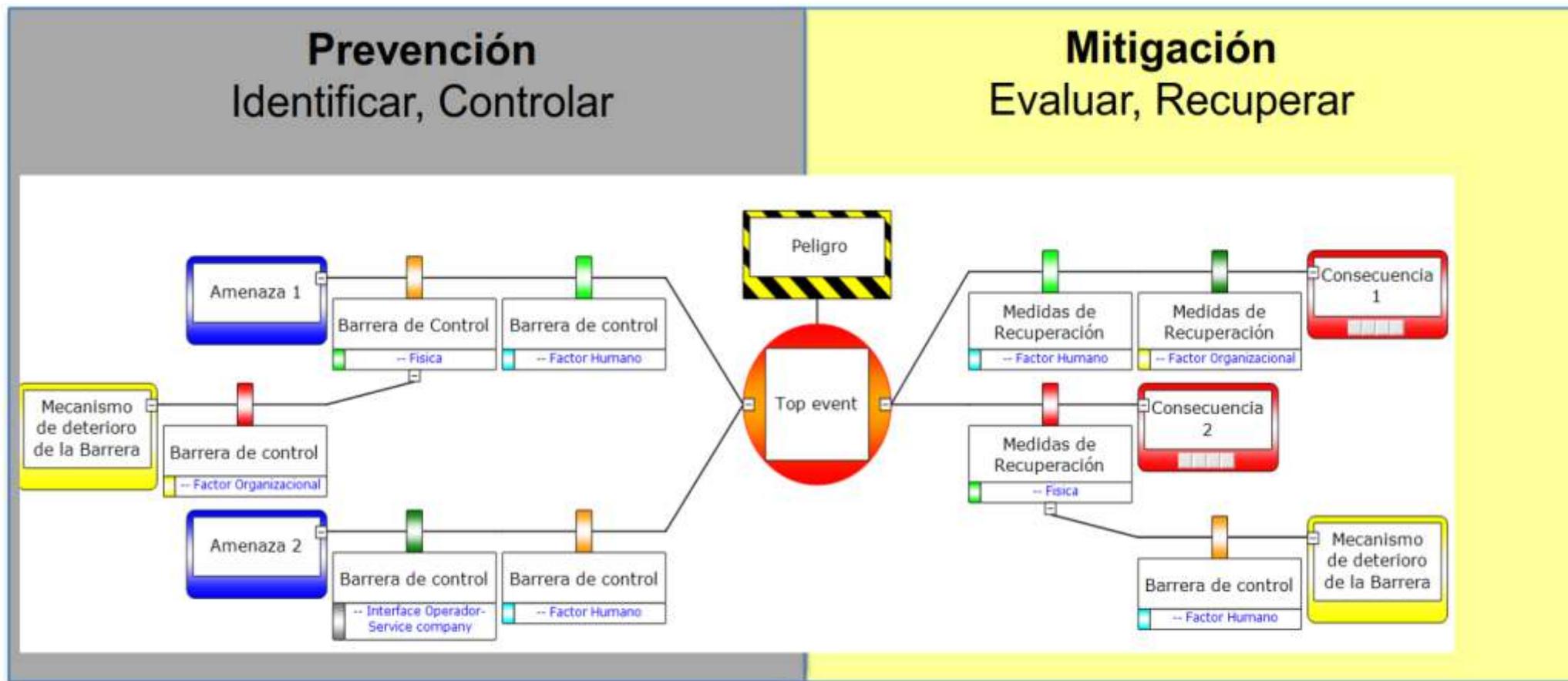


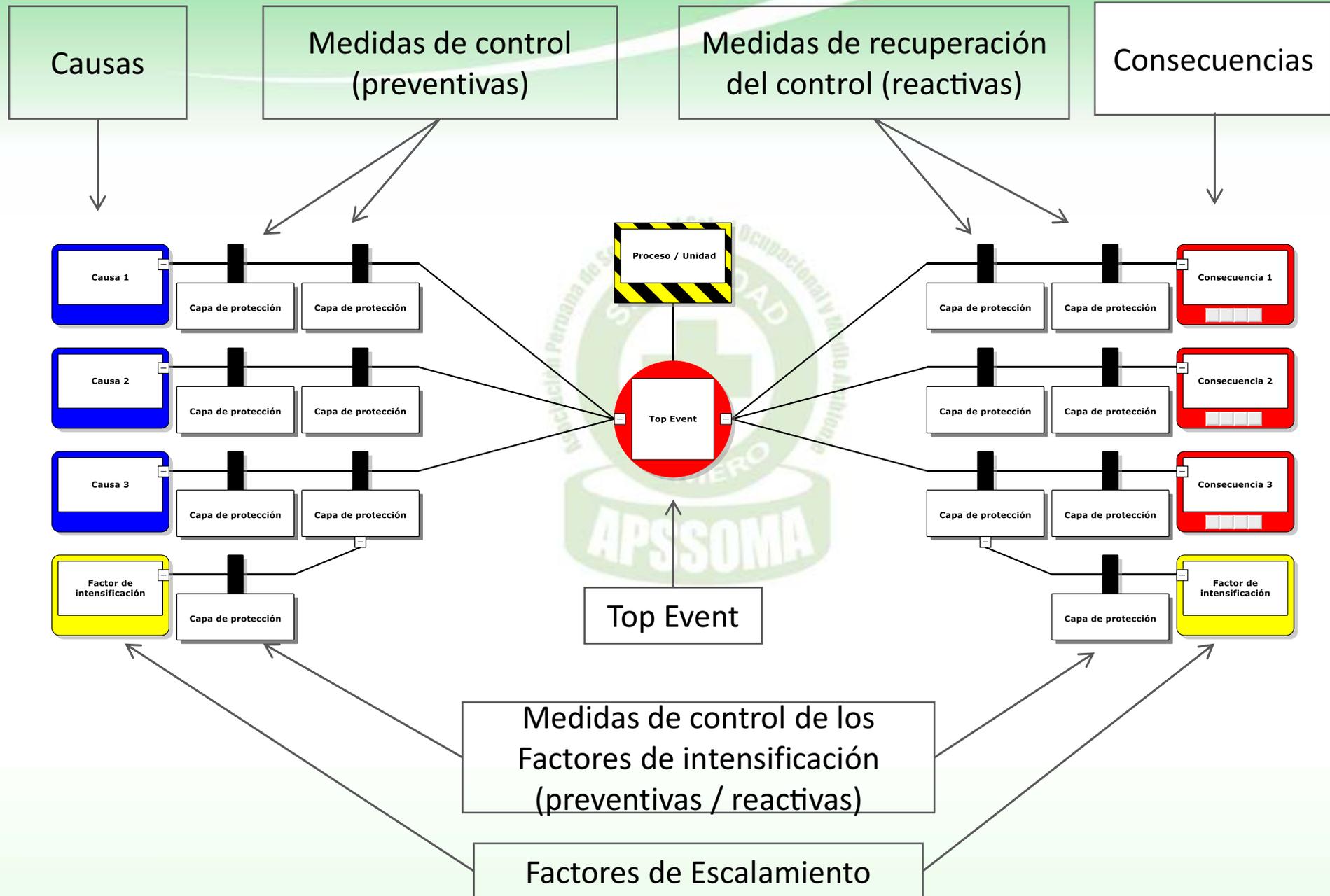
IMPLEMENTACIÓN en las organizaciones:





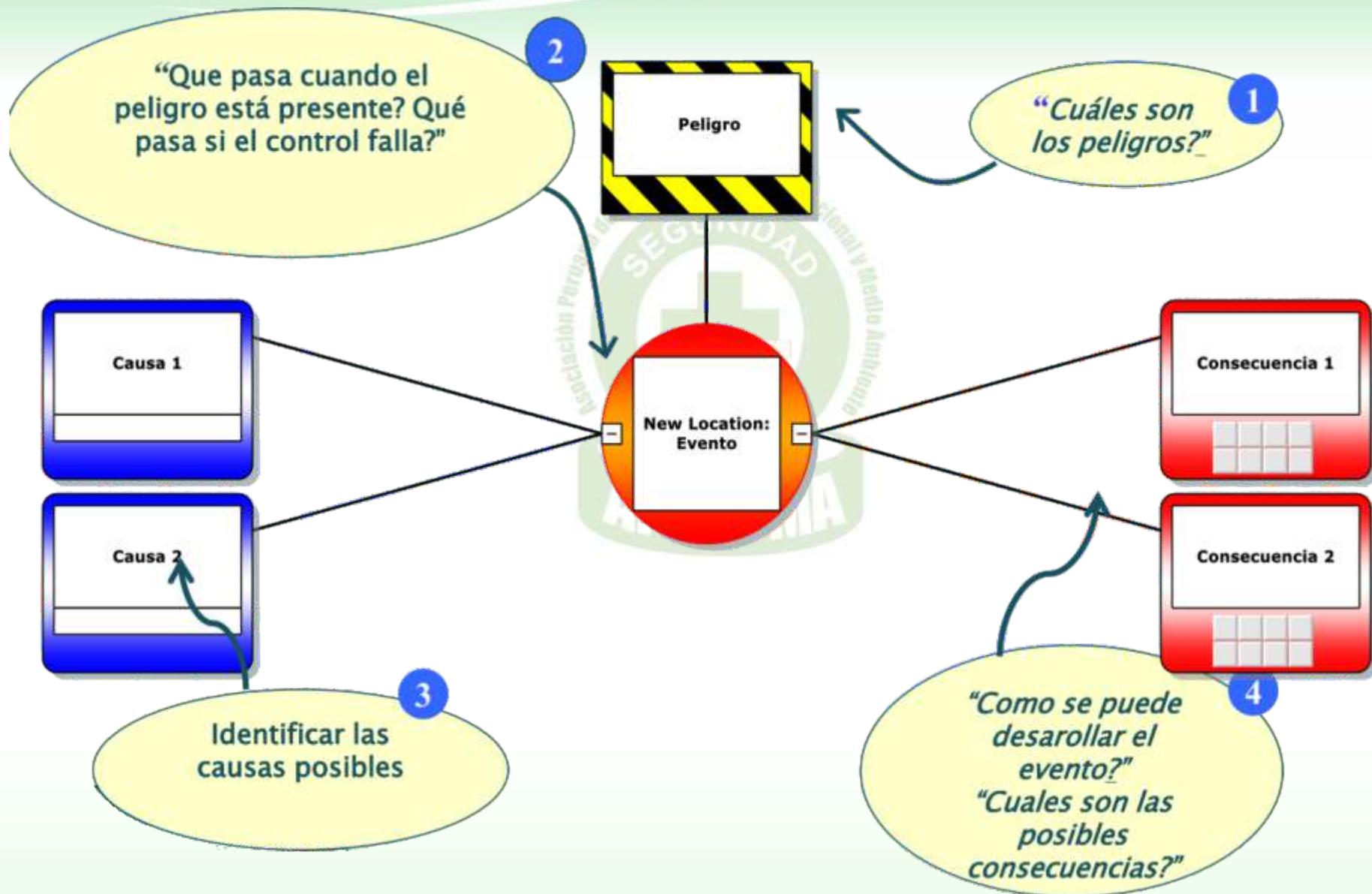
MODELO Preventivo y reactivo





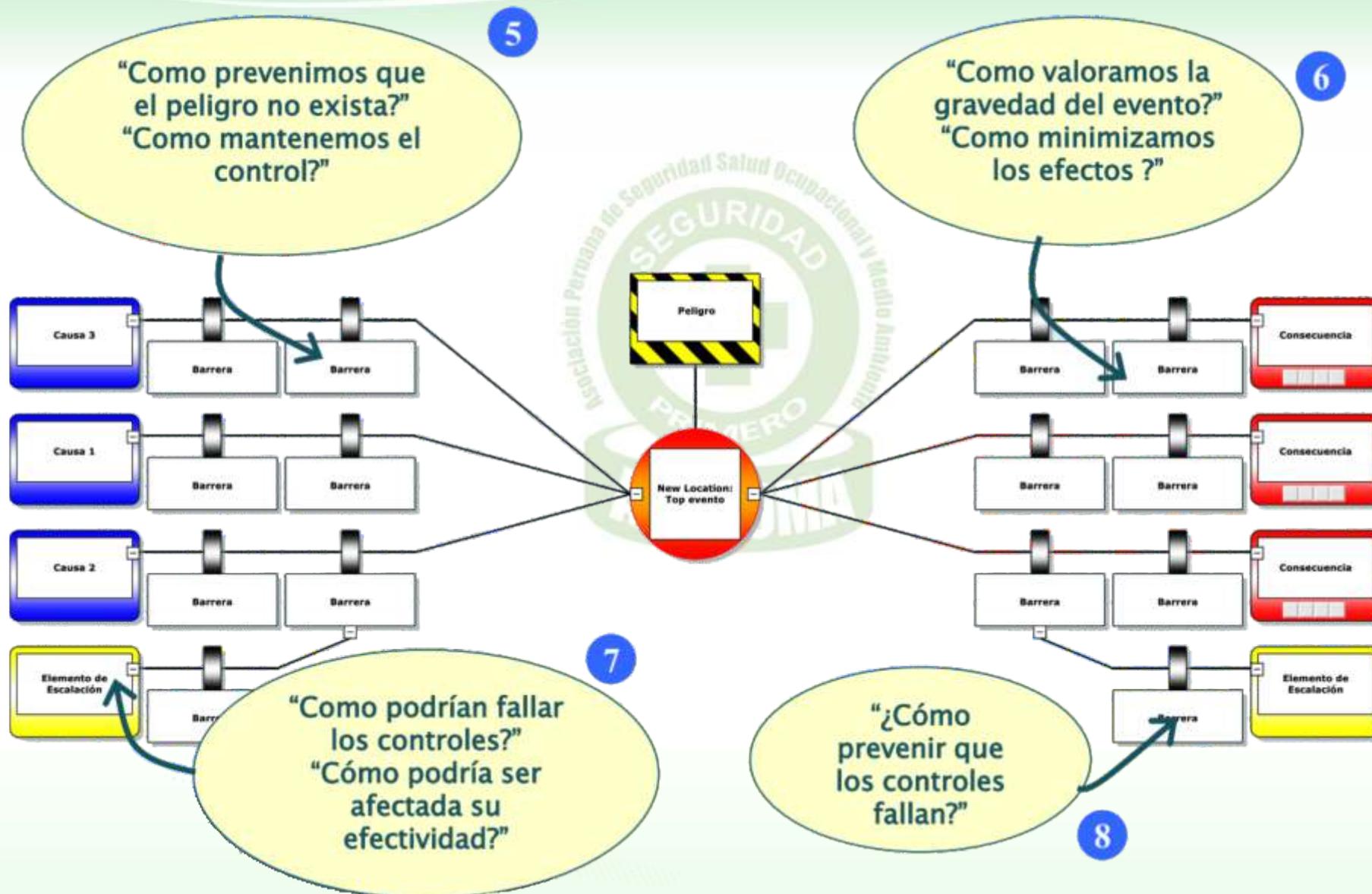


Desarrollo de BOW TIE XP:





Desarrollo de BOW TIE XP:





Lección 16

Ventajas del BOW TIE

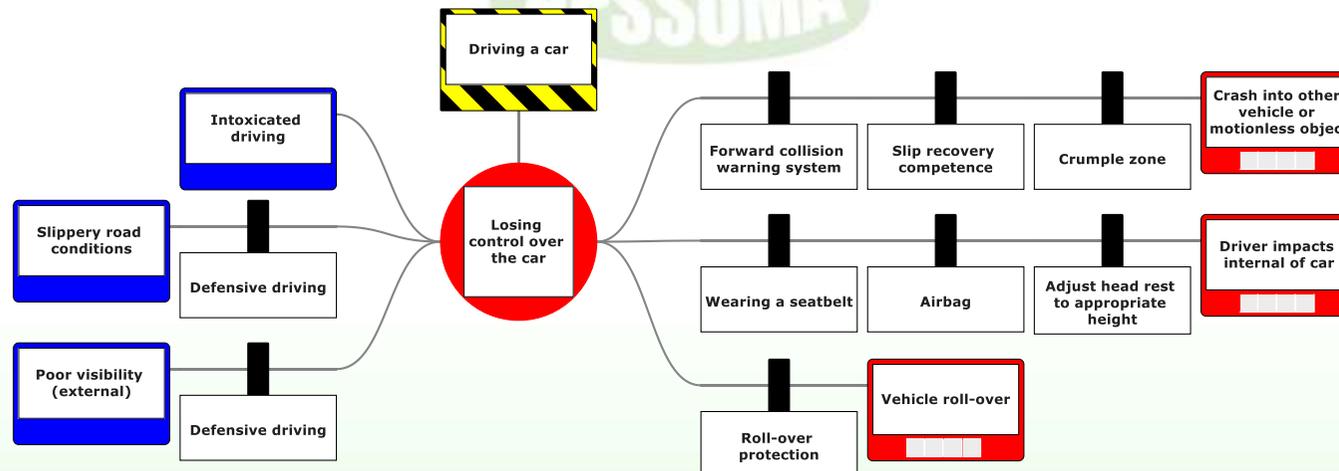


Ventajas del Bow Tie:

Facilita la administración de barreras
Reduce la complejidad

No.	PROCESO	ACTIVIDAD	TAREA	RIESGOS	EFECTOS	EVALUACIÓN DEL RIESGO			JERARQUÍA DE CONTROL					RE-EVALUACIÓN DEL RIESGO			ACCIÓN DE MEJORA	RESPONSABLE
						NIVEL PROBABLE DE OCURRENCIA (L)	NIVEL DE SEVERIDAD (S)	Clasificación de Riesgo (R=CxS)	ELIMINACIÓN	SUSTITUCIÓN	CONTROLES DE INGENIERÍA	CONTROL ADMINISTRATIVO	EPF	PROBABILIDAD	SEVERIDAD	PxS		
1	Ingreso y salida al centro laboral	TRASLADO DE POBLADO A INTERIOR ARAA Y VICEVERSA	Movilización	Vehículo en movimiento	Colisión entre vehículo y objeto estático o en movimiento.	C	3	H				*Realizar Check list diario *El conductor tiene que ser capacitado y autorizado *Revisión Técnica del Vehículo.		D	2	12		Supervisión
				Condiciones de la vía y/o clima adversos.	Atropello, volcadura, colisión entre vehículo.	C	2	H				*Cesiónarse de presentar su mantenimiento preventivo * Capacitación de manejo a la defensiva *Uso de cinturón de seguridad de todos los tripulantes.		D	2	12		Supervisión
	LABORES ADMINISTRATIVAS, OFICINAS	Envío y recepción de documentos	Señetas y/o cajones abiertos.	Golpes por gavetas y/o cajones abiertos.	C	3	II				Los armarios y escritorios debe estar ubicados en áreas libres destino solo para ese fin. Todos los armarios deben estar anclados a la pared para evitar desprendimiento por sobrecarga de gavetas. Las áreas de tránsito constante en el interior de las oficinas deben estar libres de obstáculos y/o materiales en		D	3	12		Supervisión	
			Energía eléctrica	Contacto directo con energía eléctrica, Arreglo de incendio	C	2	H				Se hará inspecciones de seguridad a todas las conexiones eléctricas. *Se mantiene capacitado al personal en lucha contra		D	2	12		Supervisión	

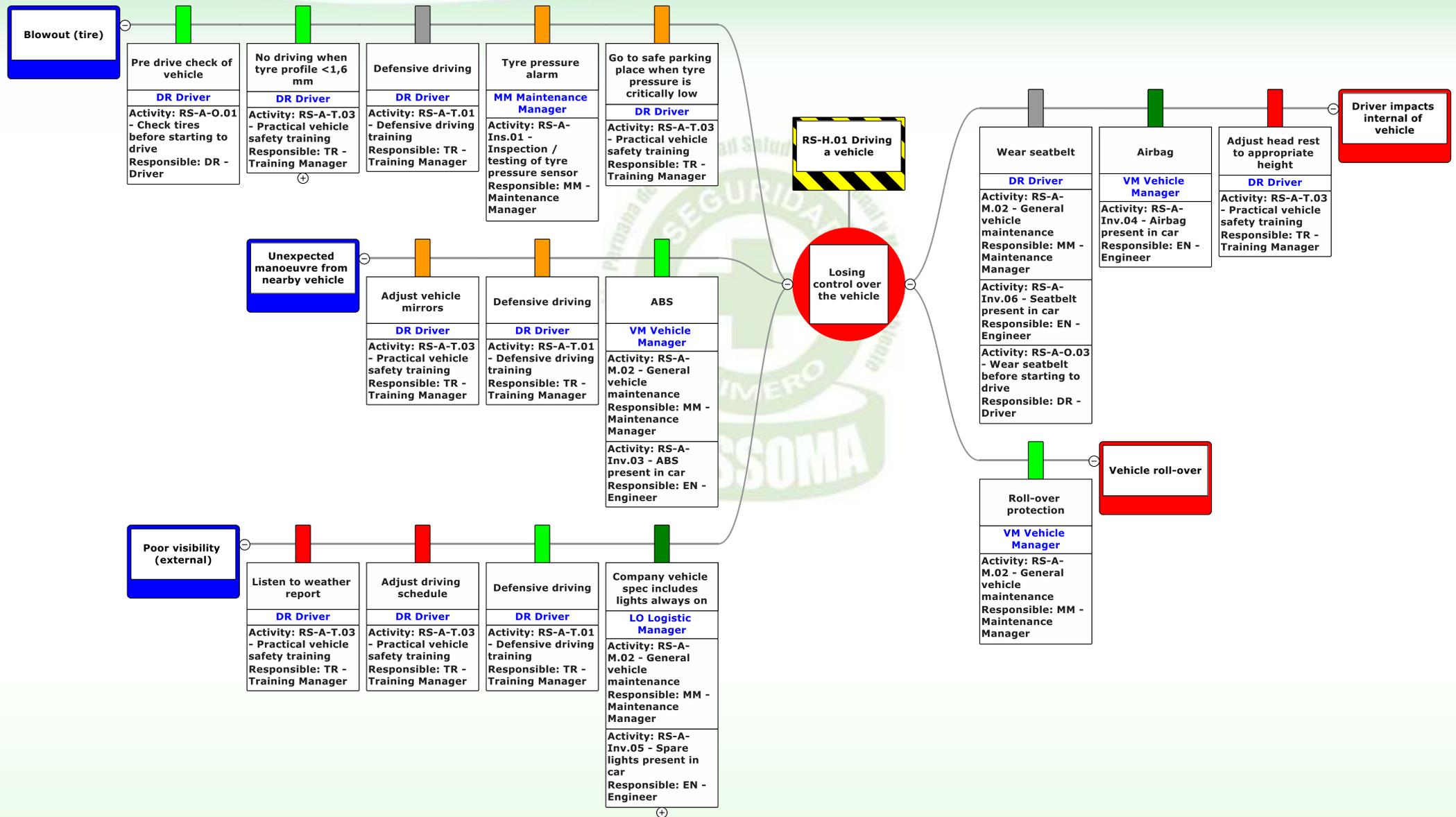
VS





Ventajas del Bow Tie:

Proporciona una estructura de gestión





Lección 17

Aplicación y alcance del BOW TIE



Aplicación del BOW TIE:

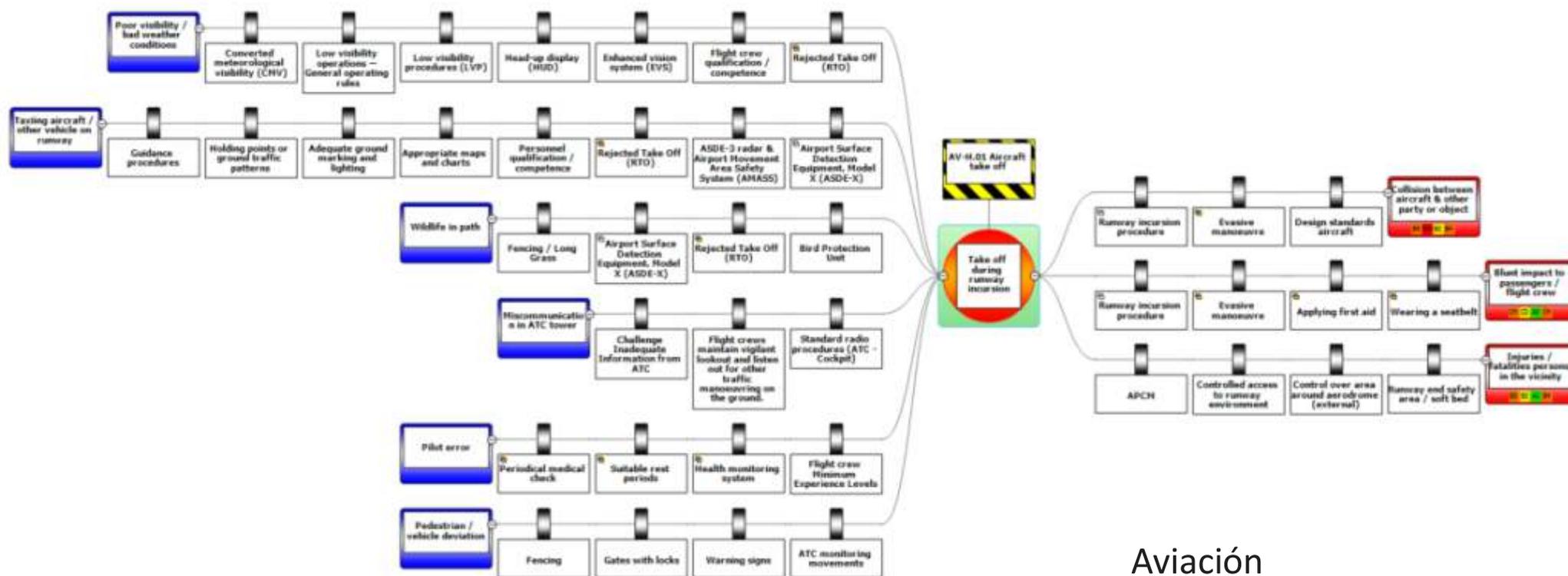


- » Oil & Gas
- » Química
- » Minería
- » Aviación
- » Medicina
- » Energía
- » Gubernamental
- » IT

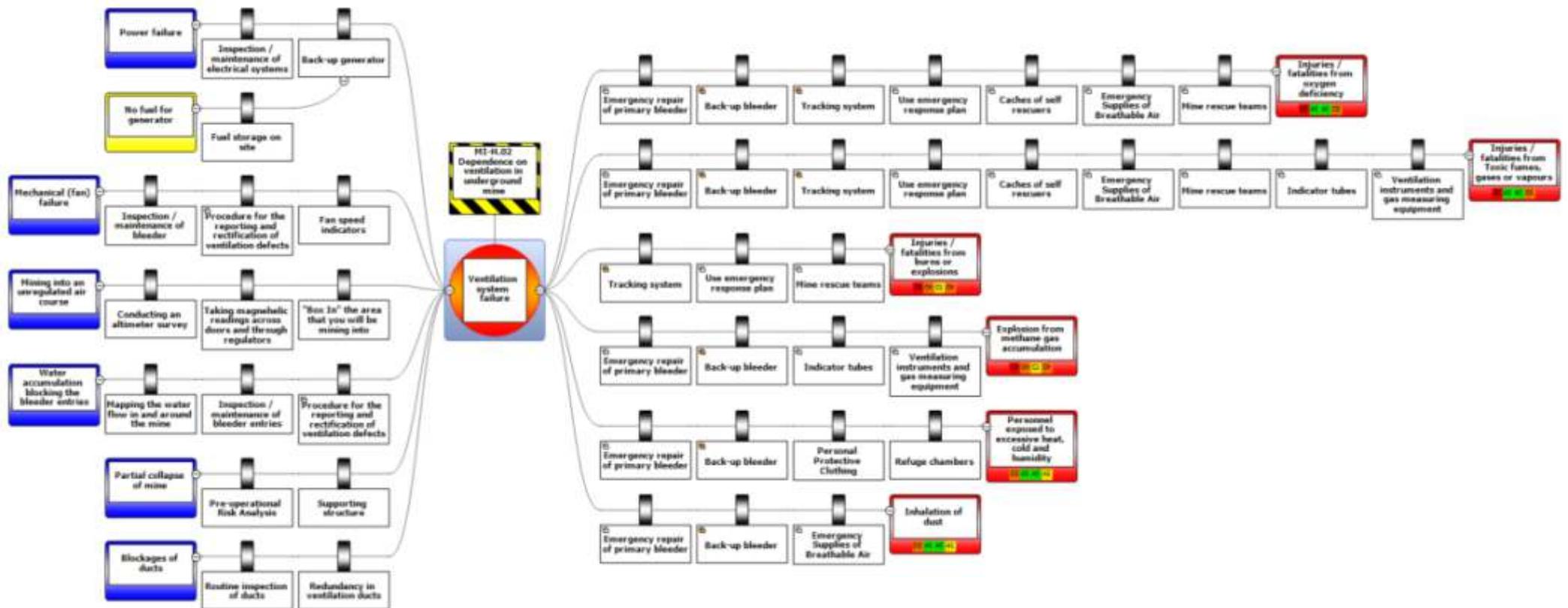


LOS BOW TIE EN LAS ORGANIZACIONES

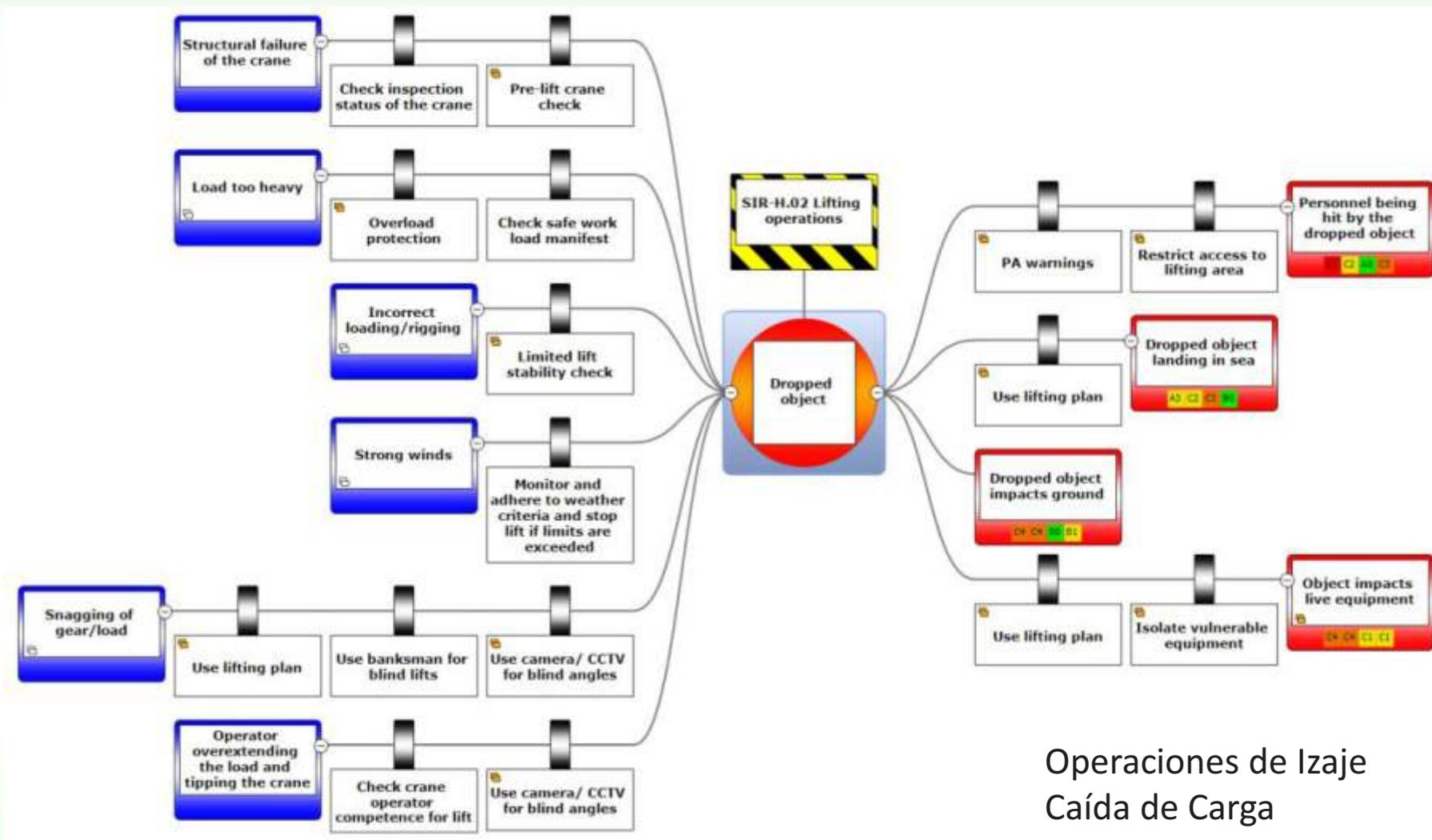
Una mirada a su simplicidad



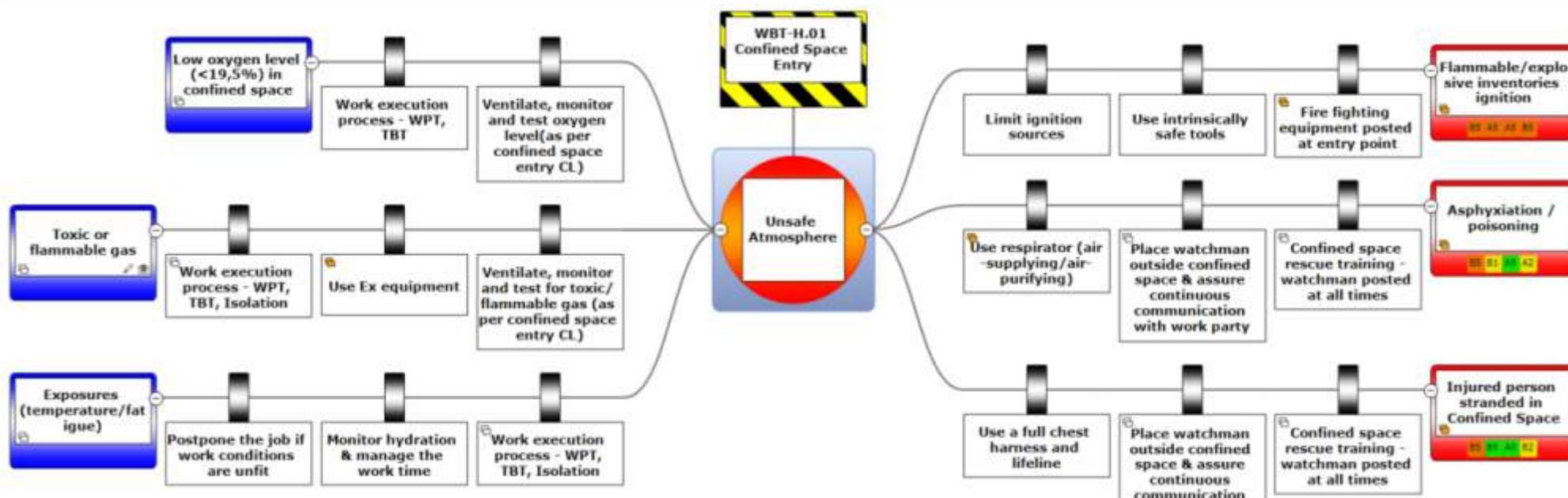
Aviación
Aterrizaje



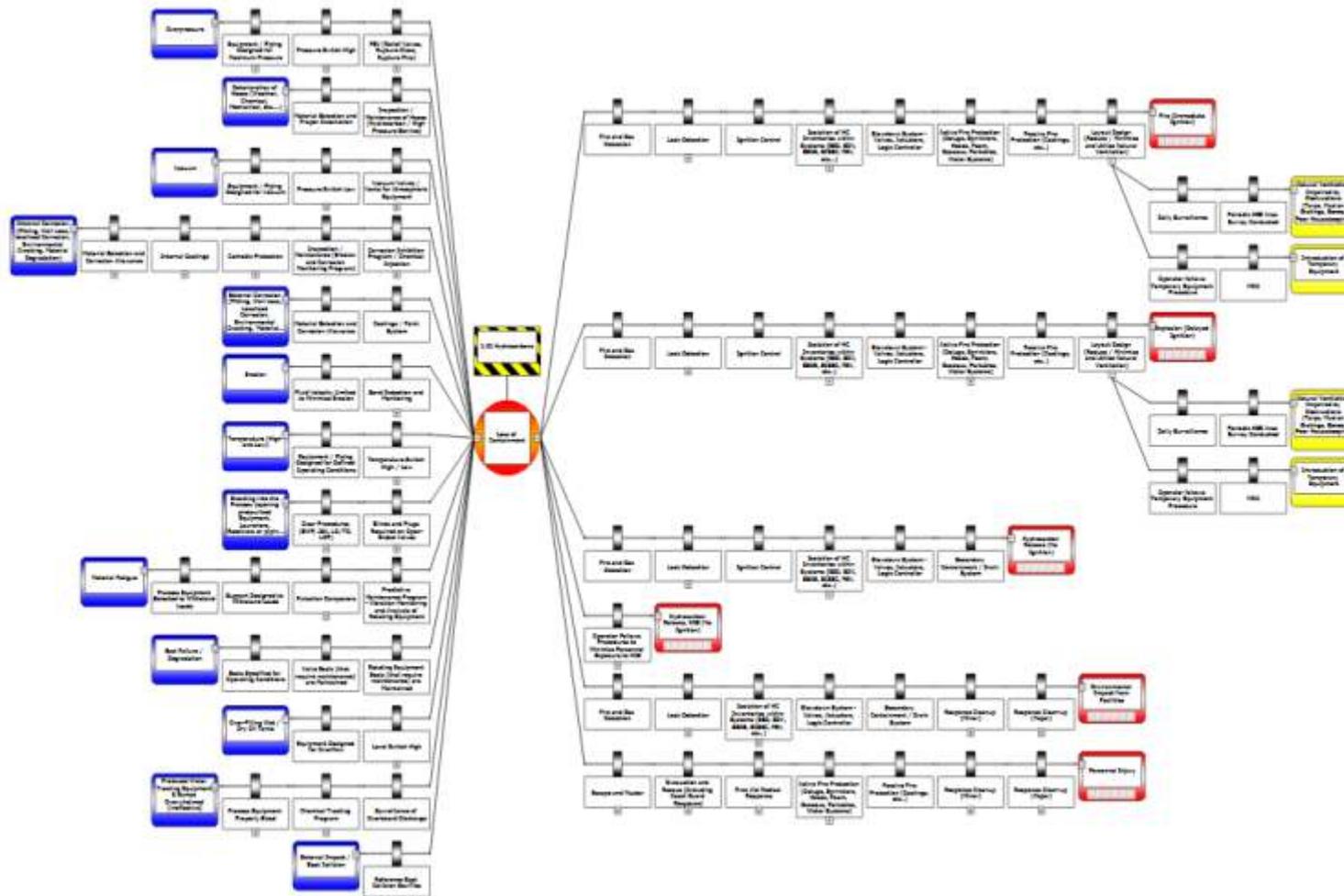
Minería
Falla del Sistema de Ventilación



Operaciones de Izaje
Caída de Carga



Espacio Confinados
Atmósfera insegura



El resultado final es un mapeo completo de todo los **peligros** existentes en sus procesos, las posibles **causas** o **amenazas** y las **consecuencias** en un diagrama totalmente parametrizado que le brinda información acerca de la robustez de sus **controles** para la **toma de decisiones**



El Bow Tie contribuye al Process Management Safety

Pilar	Contribución
Compromiso con la seguridad	La forma visual de los BOW TIE mejora la Cultura de Seguridad , involucra a los Stake holders .
Entendiendo los Peligros y Riesgos	La Identificación de los Peligros y el análisis del Riesgo es el objetivo del Bow Tie, involucra conocer el proceso y la seguridad de los mismos.
Gestión del Riesgo	Las Barreras son parte de los procedimientos operativos y mejores prácticas de seguridad , éstas son parte de integridad de activos y procesos de confiabilidad . Es una excelente herramienta de Entrenamiento para entender los peligros y los procesos de respuesta a las emergencias . Es un importante input para la Administración de los cambios .
Aprender de la Experiencia	Ayuda en la Investigación de Incidentes, registrando las auditorías y/o degradación de las Barreras



REFLEXIÓN FINAL

Nosotros usamos el **BowTie** para:

- Pensar en forma estructurada
- Tomar decisiones basadas en riesgo
- Comunicación y concientización
- Gestión de la confiabilidad de barreras



Bibliografía

- RISK MANAGEMENT SOLUTIONS - Bow Tie XP.
- Bow Tie Pro.
- IEC (Comisión Electrotécnica Internacional).
- ISO 31000 Gestión del Riesgo.
- IEC/FDIS 31010:2009.
- ISO 17776:2000.
- Error Humano - James T. Reason



WWW.APSSOMA.ORG

¡El director o gerente no puede dirigir una empresa insegura y reclamar que tiene integridad cuando no refleja su compromiso preventivo. El beneficio final de la seguridad debe ser para todos y debe partir de la alta dirección de la empresa!

