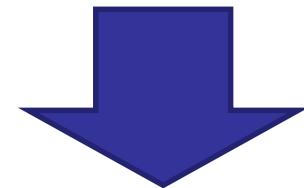


V ENCUENTRO INTERNACIONAL DE METROS
"IMPLEMENTACIÓN DE METROS SUBTERRÁNEOS"
LIMA – PERÚ 2015



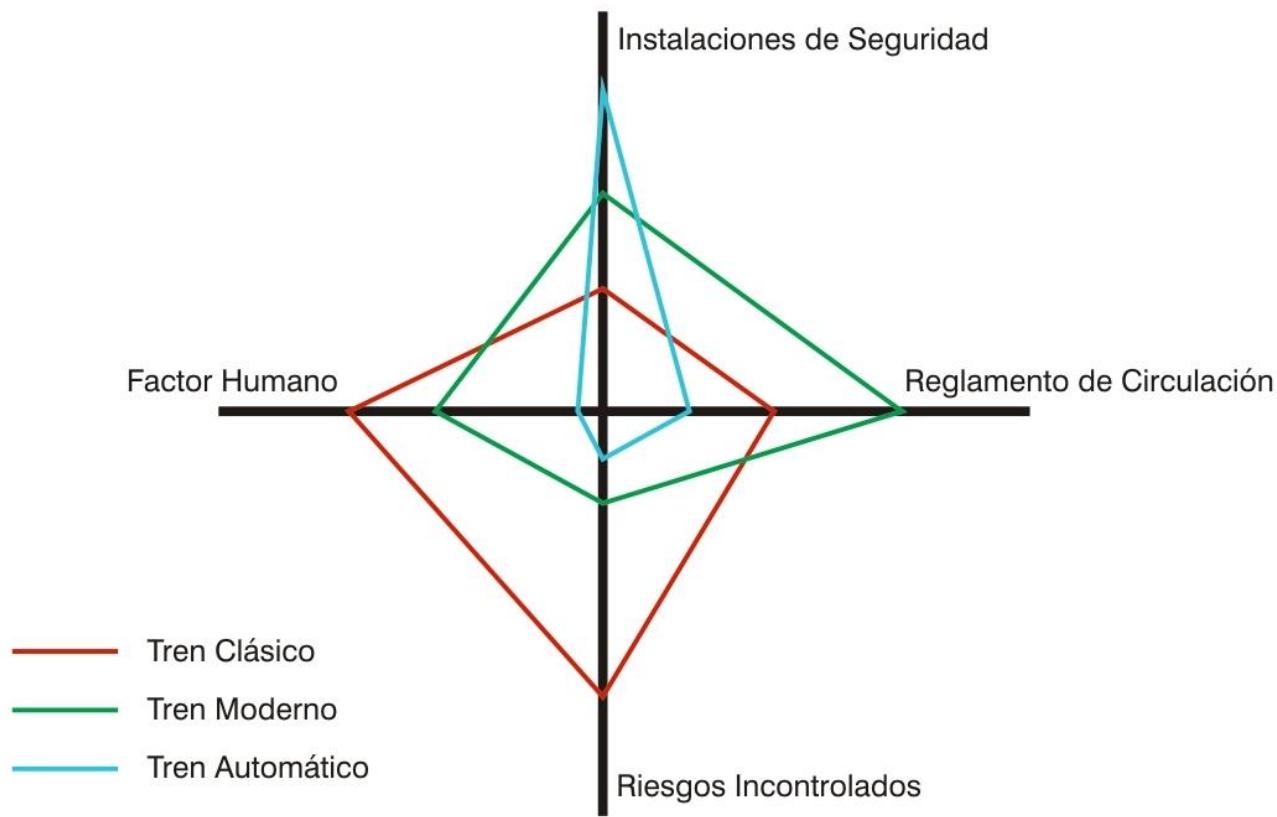
SISTEMA FERROVIARIO

"El conjunto constituido por las infraestructuras ferroviarias que comprende las líneas e instalaciones fijas de la red ferroviaria existente y los vehículos de todas las categorías y orígenes que recorran dichas infraestructuras"



INTRODUCCIÓN A LA SEGURIDAD FERROVIARIA

EL EQUILIBRIO SEGÚN EL GRADO DE AVANCE O AUTOMATIZACIÓN



AMENAZA, PELIGRO (HAZARD):

"situación física que encierra posibilidades de que se produzcan lesiones humanas" (...que sea creíble y dentro de las fronteras del sistema)

El análisis debe ser realizado por expertos que conozcan los sistemas ferroviarios y pongan límites a las amenazas potenciales.



!! Meteoritos NO !!

INTRODUCCIÓN A LA SEGURIDAD FERROVIARIA

ESCENARIO:

"Lugar en que ocurre o se desarrolla un suceso."

*Conjunto de **circunstancias** que rodean a una persona o un suceso".*



INTRODUCCIÓN A LA SEGURIDAD FERROVIARIA

RIESGO (RISK):

*“La **tasa probable** de ocurrencia de un peligro que ocasione daño, y el grado de severidad de dicho daño”*



Riesgo de inundaciones:

depende de la zona geográfica y estación del año

INTRODUCCIÓN A LA SEGURIDAD FERROVIARIA

FRONTERAS DEL SISTEMA:

Definen qué es lo que está dentro de las responsabilidades asumidas.



1. *METRO de Lima debe tener bien definidos el alcance y el contexto de sus actividades.*
2. *Si existentes dudas al respecto, será difícil argumentar que se alcanza un nivel de seguridad homogéneo y adecuado.*

2. INTRODUCCIÓN A LA RAMS FERROVIARIA

2.1 CONCEPTOS BÁSICOS

SEGURIDAD (SAFETY):

*“Ausencia de riesgo **inaceptable** de daño”*

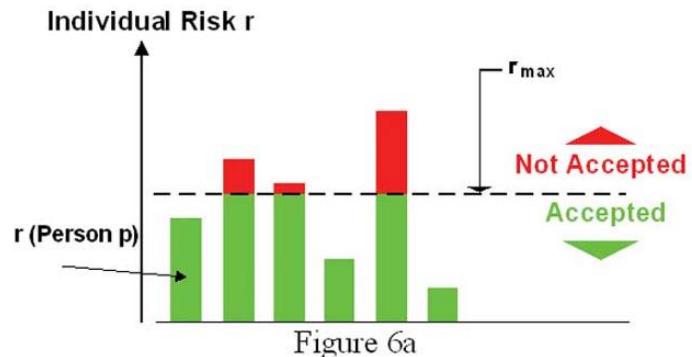


Paso a nivel:
un “clásico”.
¿Es “aceptable” este caso?

TASA TOLERABLE DE FALLOS CONTRA LA SEGURIDAD (Tolerable hazard rate) THR

"Tasa de fallos que garantiza que el riesgo resultante cumple con los objetivos de riesgos individuales"

→ *Upper Limiting Values Principle:*



Los criterios de aceptabilidad se deben definir para cada función de seguridad.

INTRODUCCIÓN A LA SEGURIDAD FERROVIARIA

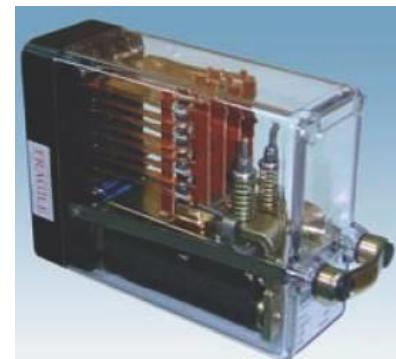
FALLO SEGURO (FAIL-SAFE):

"propiedad de un dispositivo de pasar a un estado de seguridad en caso de un fallo de dicho dispositivo"

Sólo debe aplicarse a elementos sencillos cuya protección se base en principios físicos



Eurocabina: complejo sistema de control



Relé de seguridad Q

CALIDAD DE SERVICIO

"Medida del servicio proporcionado a los usuarios del ferrocarril en términos de frecuencias, puntualidad, confort, seguridad, etc."



La puntualidad es una exigencia social

INTEGRIDAD DE SEGURIDAD (SAFETY INTEGRITY)

"Es la probabilidad de que un sistema cumpla satisfactoriamente las funciones de seguridad requerida en todas las condiciones establecidas, dentro de un periodo de tiempo, también establecido"



INTRODUCCIÓN A LA SEGURIDAD FERROVIARIA

NIVEL DE INTEGRIDAD DE SEGURIDAD (Safety Integrity Level) SIL

“uno de varios niveles discretos definidos para especificar los requisitos de integridad de seguridad de las funciones de seguridad que se asignan a los sistemas críticos”

INTRODUCCIÓN A LA SEGURIDAD FERROVIARIA

FALLO SISTEMÁTICO: *Un inherente fallo en la especificación, diseño, construcción, operación o mantenimiento del sistema, subsistema o equipo, causado por errores humanos en varios etapas del ciclo de vida.*

FALLO ALEATORIO: *Fallo cuya ocurrencia no es predecible. Suele ser resultado de una fiabilidad finita de componentes hardware.*

SEGURIDAD: *Prevenir o tolerar fallos (como salvaguardias contra fallos sistemáticos) + control fallos aleatorios*

¿POR QUÉ SE PRODUCEN ACCIDENTES?

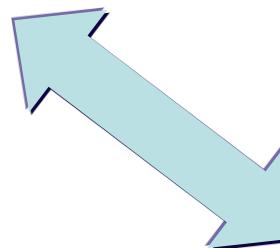
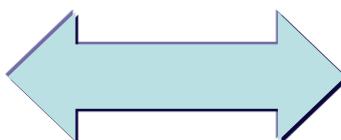
FUNDAMENTOS DE LA EXPLOTACIÓN (Operación & Mantenimiento) segura

Material móvil



Definición y Diseño
Operación y
Mantenimiento +
REGLAMENTOS

Organizaciones
RRHH



Infraestructura
ferroviaria



¿POR QUÉ SE PRODUCEN ACCIDENTES?

Es un objetivo común prestar un **servicio de alta seguridad y calidad** a los usuarios es el fin primordial de los responsables de instalación y mantenimiento de la empresa explotadora.



Todo ello encaminado a evitar accidentes y, en su caso, a minimizar sus consecuencias.

Porque debemos ser conscientes que no hay ningún sistema 100% seguro

¿POR QUÉ SE PRODUCEN ACCIDENTES?

DEBEMOS PARTIR DE TRES CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE SEGURIDAD:

- El concepto de **SEGURIDAD** es inherente a los Sistemas de Señalización Ferroviaria, a su concepción y diseño.
- La **SEGURIDAD**, por consiguiente, es una propiedad de estos sistemas y no un añadido. Los sistemas deben ser seguros intrínsecamente.
- Pero no hay ningún sistema 100% seguro y el grado de inseguridad, aunque muy bajo, debe ser asumido a nivel corporativo y no individual.

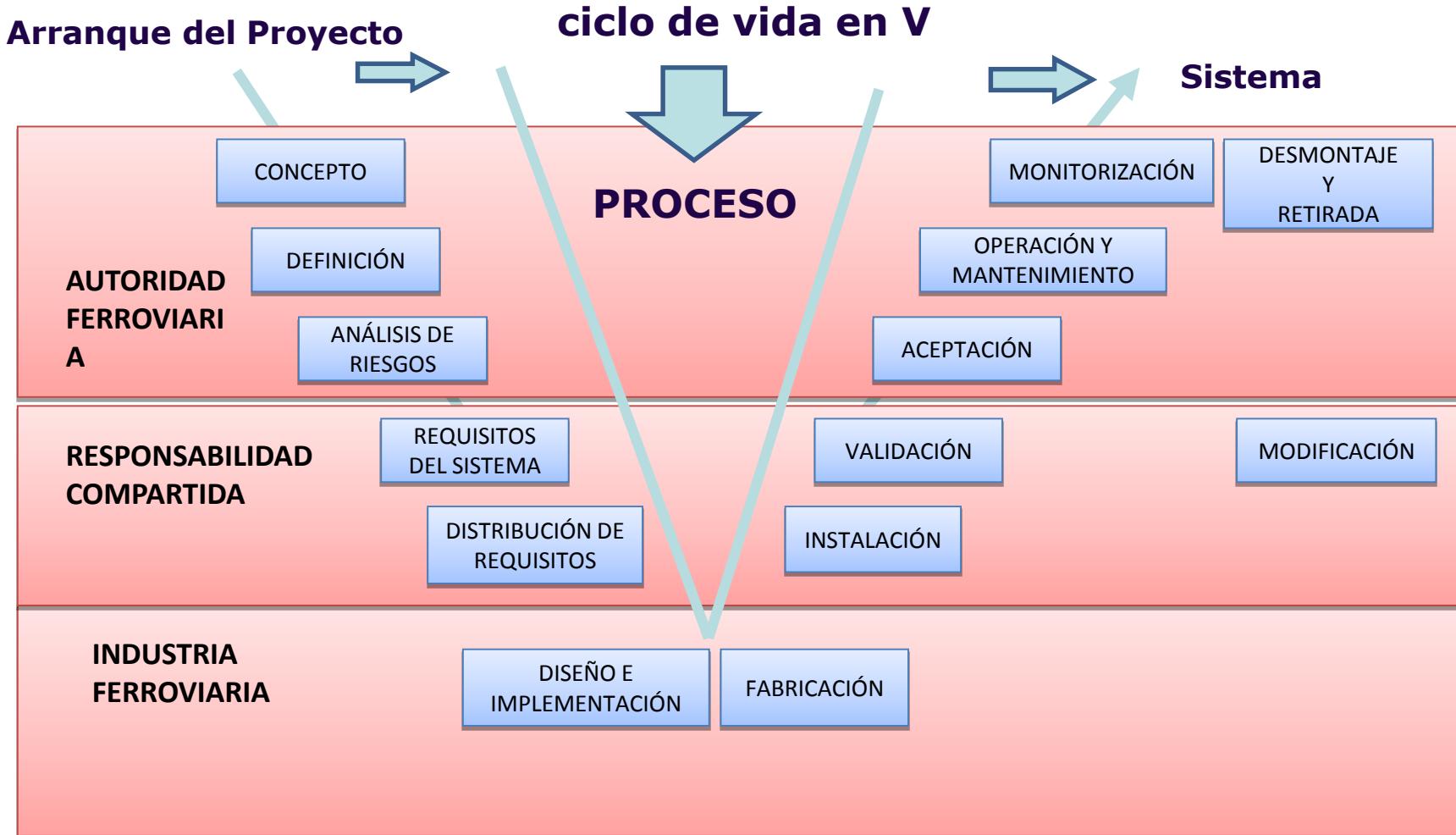


Se debe considerar la **SEGURIDAD** como la ausencia de un riesgo inaceptable, y un sistema será seguro cuando esté en condiciones de prestar el servicio para el que se ha diseñado, en unas condiciones determinadas y durante un periodo de tiempo también prediseñado.

**¿Pero si no hay un
Sistema ferroviario 100%
seguro qué debemos o
podemos hacer?**



DISTRIBUCIÓN O REPARTO DE RESPONSABILIDADES



Las normas CENELEC recomiendan un “ciclo de vida” y un conjunto de documentos asociados en lo que se llama la “V” de CENELEC.

DISTRIBUCIÓN O REPARTO DE RESPONSABILIDADES

	Cliente / operador	Autoridad Aprobación	Contratista (principal)	Sub Contratista	Proveedores
Fase de concepto	x				
Condiciones de definición y aplicación del sistema	x				
Ánálisis de riesgos	x		x		
Requisitos del sistema	x	(x)			
Distribución de los requisitos del sistema	(x)		x		
Diseño e implementación			x	(x)	
Fabricación			x	x	x
Instalación			x	(x)	
Validación del sistema	x	x	x	(x)	
Aceptación de sistema	x	x			
Operación y mantenimiento	x		(x)	(x)	
Seguimiento de la ejecución	x		(x)	(x)	
Modificación y realimentación	x		x	x	
Retirada del servicio y eliminación	x		(x)		

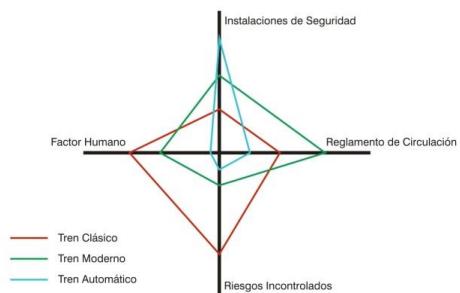
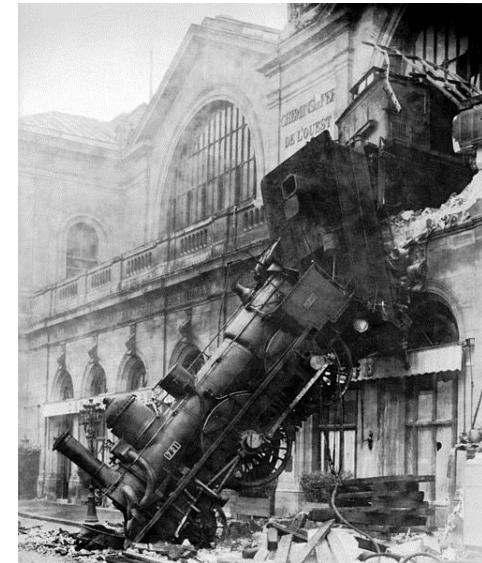
Siendo:

x responsabilidad y participación completa.

(x) responsabilidad específica y/o participación parcial (Vg.: en condiciones de subcontrato o reserva).

Para prevenir al máximo razonable los accidentes ferroviarios es necesario:

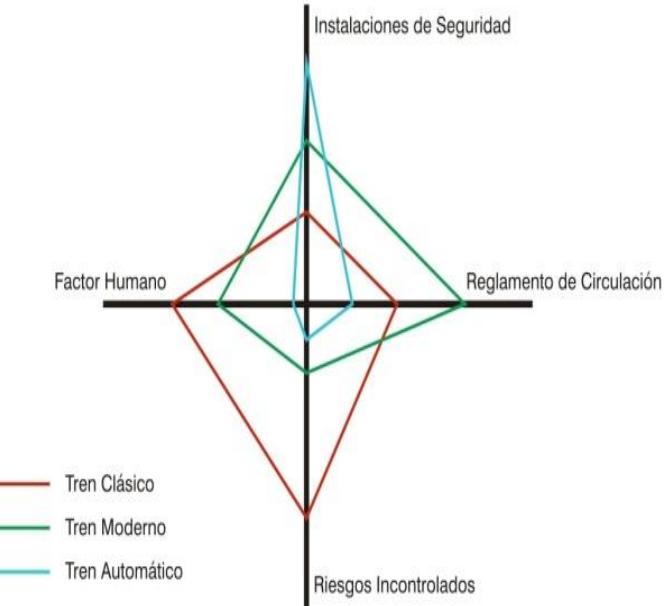
1. Ser conscientes del equilibrio entre técnicas / organización, procedimientos y recursos humanos.
2. Establecer en el diseño métodos rigurosos para anticiparse a los fallos catastróficos. Mantener la vigilancia durante la Explotación.
3. Establecer rigurosos sistemas de pruebas, de rodaje antes de la puesta en servicio comercial.
4. Definir y llevar a la práctica una política de revisión permanente de incidentes que pudieran desembocar en accidentes
5. Mantener una Organización formada y capacitada, pensando que la rutina es negativa



1. Ser conscientes del equilibrio entre técnicas / organización, procedimientos y recursos humanos.

Los fundamentos para ello son básicamente:

- Estructura organizativa bien definida y técnicos formados.
- Procedimientos para situaciones normales y degradadas bien estructurados y probados. Reglamentos.
- Personal operativo capacitado y motivado y supervisado
- Continua observancia de riesgos incontrolados.



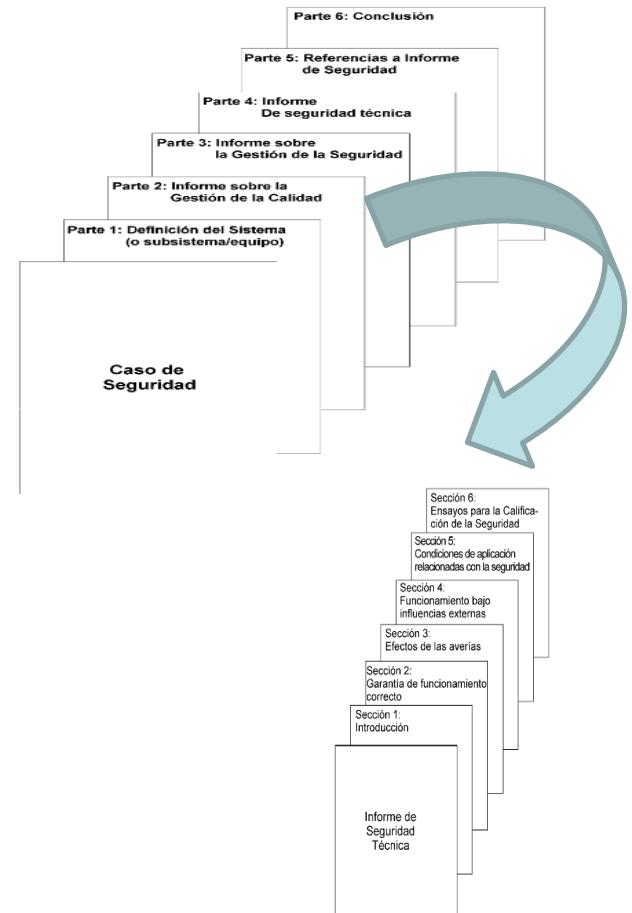
2. Establecer en el diseño métodos rigurosos para anticiparse a los fallos catastróficos. Mantener la vigilancia durante la Explotación.

Matriz de determinación del riesgo (EN 50126)

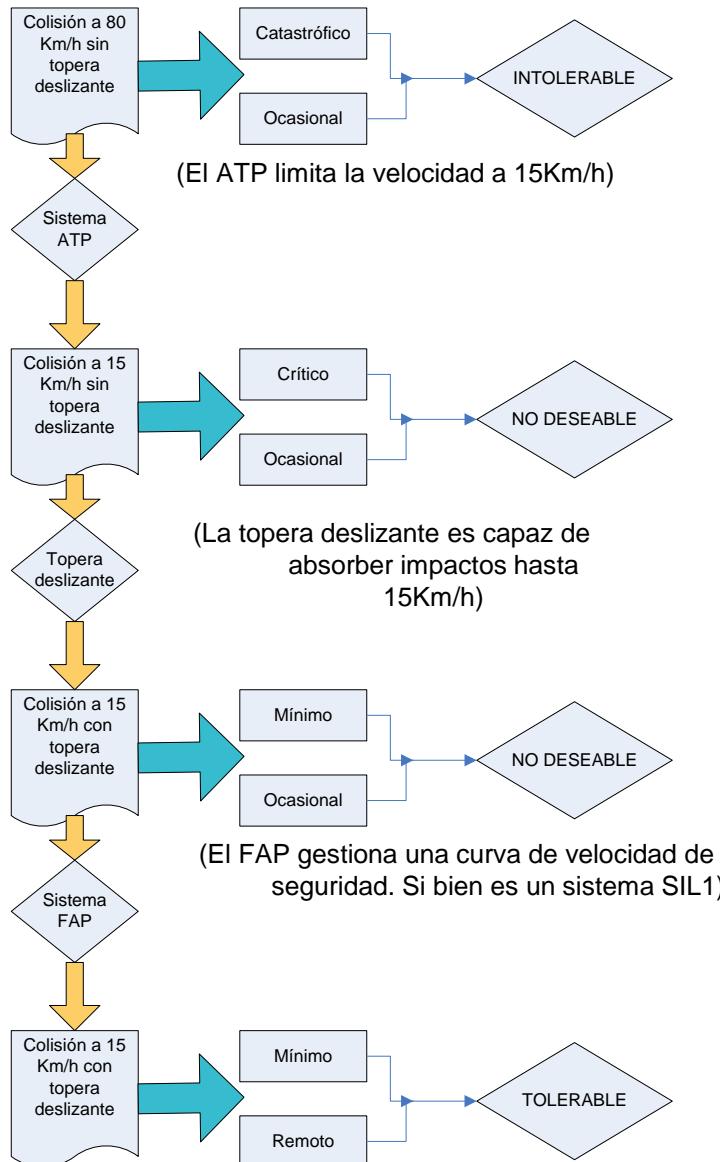
Frecuencia	Nivel de Riesgo				
	Indeseable	Intolerable	Intolerable	Intolerable	Intolerable
Frecuente	Indeseable	Intolerable	Intolerable	Intolerable	Intolerable
Probable	Tolerable	Indeseable	Intolerable	Intolerable	Intolerable
Ocasional	Tolerable	Indeseable	Indeseable	Indeseable	Intolerable
Remota	Insignificante	Tolerable	Indeseable	Indeseable	Indeseable
Improbable	Insignificante	Insignificante	Tolerable	Tolerable	Tolerable
Increíble	Insignificante	Insignificante	Insignificante	Insignificante	Insignificante
	Insignificante	Mínimo	Crítico	Catastrófico	
	Severidad				

3. Establecer rigurosos sistemas de pruebas, de rodaje antes de la puesta en servicio comercial.

- Planificar y realizar adecuadamente las pruebas de cada sistema y equipo independiente.
- Realizar las pruebas de interfase e integración entre sistemas; asegurándose la conexión entre ellos y la transferencia de riesgos.
- Realizar una adecuada marcha en vacío y marcha en blanca, exhaustiva y rigurosa



4. Definir y llevar a la práctica una política de revisión permanente de incidentes que pudieran desembocar en accidentes



Caso: Final de línea sin “fondo de saco” y sin sistema ATP capaz de proteger esa situación

* Frecuencia con que ocurre un suceso de peligro	Niveles de Riesgo			
	No Deseable	Intolerable	Intolerable	Intolerable
Frecuente				
Probable	Tolerable	No Deseable	Intolerable	Intolerable
Ocasional	Tolerable	No Deseable	No Deseable	Intolerable
Remoto	Insignificante	Tolerable	No Deseable	No Deseable
Improbable	Insignificante	Insignificante	Tolerable	Tolerable
Increíble	Insignificante	Insignificante	Insignificante	Insignificante
	Insignificante	Minimo	Criticó	Catastrófico
Niveles de Gravedad de las Consecuencias de un Peligro				

El hecho de acabar en “tolerable” implicó la introducción de procedimientos de circulación específicos

5. Mantener una Organización formada y capacitada, pensando que la rutina es negativa.

Es importante tener en cuenta los siguientes datos:

- 1. En el 87% de los accidentes ferroviarios en el mundo el error humano aparece como causa desencadenante del percance.**
- 2. El 4 % de los accidentes ferroviarios se deben a problemas técnicos por degradaciones imprevistas.**
- 3. El 9% de los accidentes se deben a problemas de mantenimiento; bien por no estar adecuadamente realizado el mismo o por no estar bien concebido**





**V ENCUENTRO INTERNACIONAL DE METROS
"IMPLEMENTACIÓN DE METROS SUBTERRÁNEOS
LIMA – PERÚ 2015**

GRACIAS POR SU ATENCIÓN

