

# Nuevo enfoque de la Fiabilidad Humana en Accidentes

Guillermo Gómez Garay  
Capitán – Gerente Senior de Proyectos  
FORCE Technology – Dinamarca

[ggg@forcetechnology.com](mailto:ggg@forcetechnology.com)



# Agenda

**“Destrucción de  
mitos para  
aprender de  
verdad”**



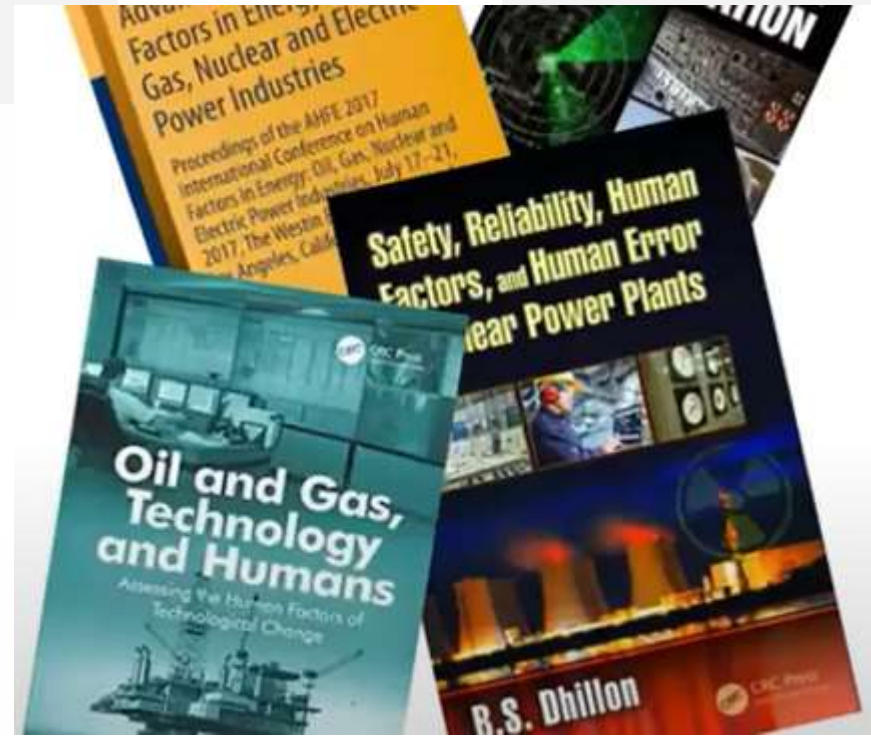
Dominios con Seguridad Crítica  
(Aviación, Petróleo, Nuclear, Transporte)

## Entrenamiento en Factores Humanos, Sociales y Organizacionales (FHSO)

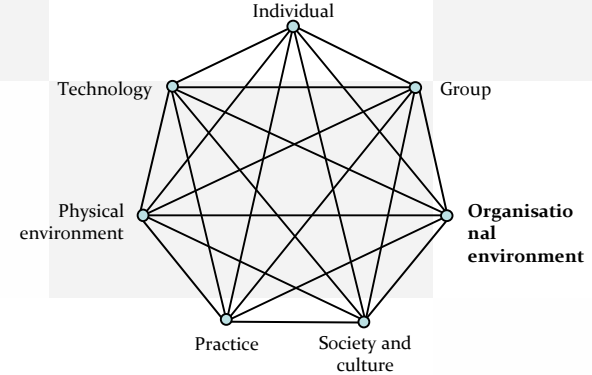
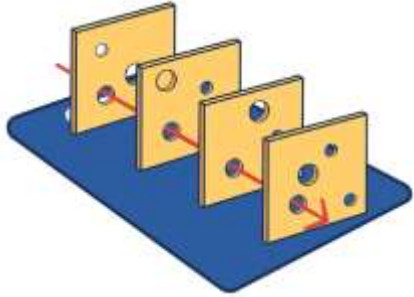
### Objetivo:

“Limitar la contribución de los “Operadores de primera línea en el desarrollo de accidentes” con el fin de:

**INCREMENTAR FIABILIDAD**

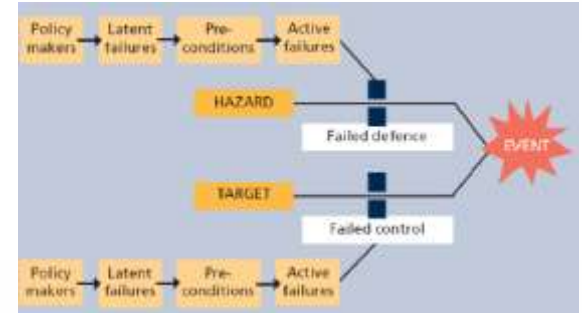


# Programas para incrementar la fiabilidad



Programas para incrementar la fiabilidad se **basan en la idea** de que:

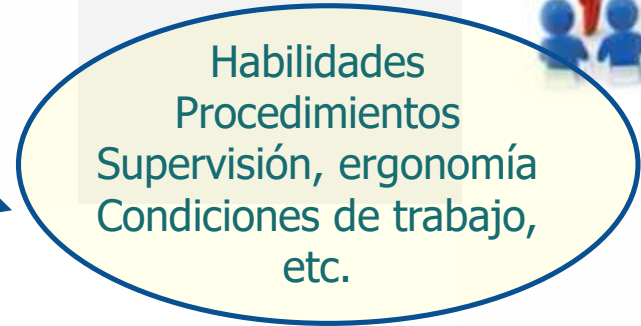
- los **fallos** de los operadores tienen causas vinculadas al **individuo** o a la **organización**, y a la **forma de trabajar**
- se combinan en **forma lineal**



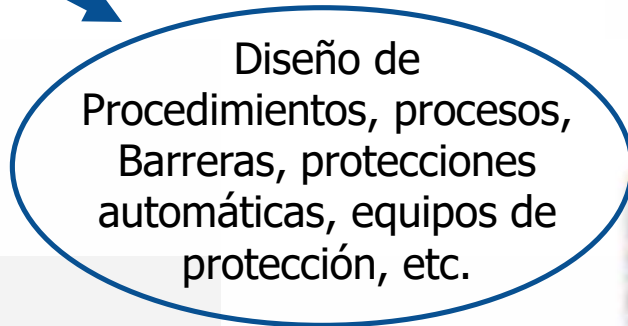
# Estrategias exitosas de los programas de FHSO



- Aumentar la **Fiabilidad del Operador**



- Aumentar la **Fiabilidad del Sistema**  
(Resiliencia)



cinturón de seguridad



# Estrategias funcionan pero con intervenciones muy disímiles

## ¿Balance?

Relación entre fiabilidad humana y fiabilidad del sistema

¿Hasta qué nivel se pueden aumentar?

Límite:  **$10^{-5}$**

# Revisión de Conceptos sobre Fiabilidad humana

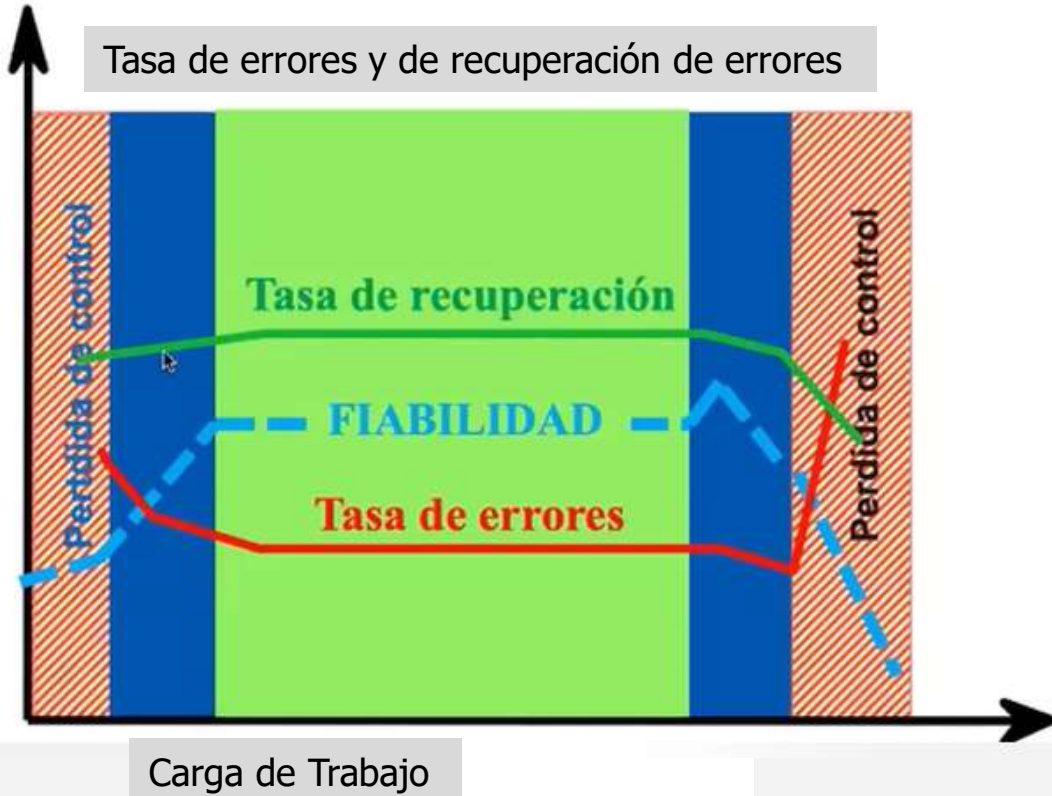
**Fiabilidad humana** es la ausencia de desvíos en el comportamiento esperado.



**¿Qué mecanismos me aseguran una buena fiabilidad?**

# Fiabilidad:

*Frecuencia de producción de errores recuperados* (René Amalberti)



Control de Tráfico aéreo,  
Índice mínimo de incidentes  
justo antes de la  **saturación**  del  
sector controlado.



# Distinción entre **Error** y **Violación**

## **Error**

- mi intención no condice con la situación.
- mi acción no es la apropiada para mi intención (**inconsciente**).

**No es intencional.**

**No puedo decidir** que no cometeré errores!

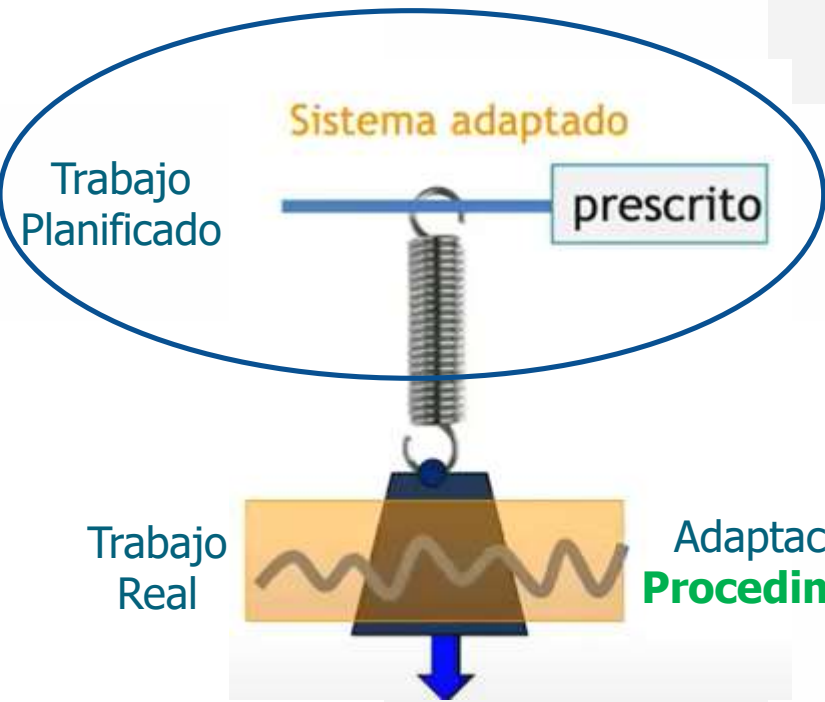
## **Violación**

- de manera **consciente**, el Práctico no sigue una regla, SOP, etc.

Es **intencional** pero con resultado desconocido.

**Puedo decidir** no cometer una violación

**Error sí**, violación **NO** pero es tan así...? – **Procedimientos!**

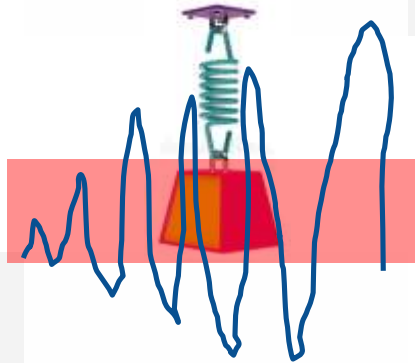


¿Incluido en el entrenamiento de los Prácticos?



# Resiliencia (adaptación)

Si obligo al sistema a trabajar fuera de su zona de **TOLERANCIA**,  
neutralizando su capacidad **ADAPTACIÓN**.



Resiliencia en el Practicaje - Ever Given – Milford Heaven

# ¿Cuándo está el sistema correctamente adaptado?

Capacidad para apartarse de las normas voluntariamente = Violación controlada → Seguridad

## LOSA - Line Operations Safety Audits

Jumping seats:

- Anónimo
- Sin consecuencias

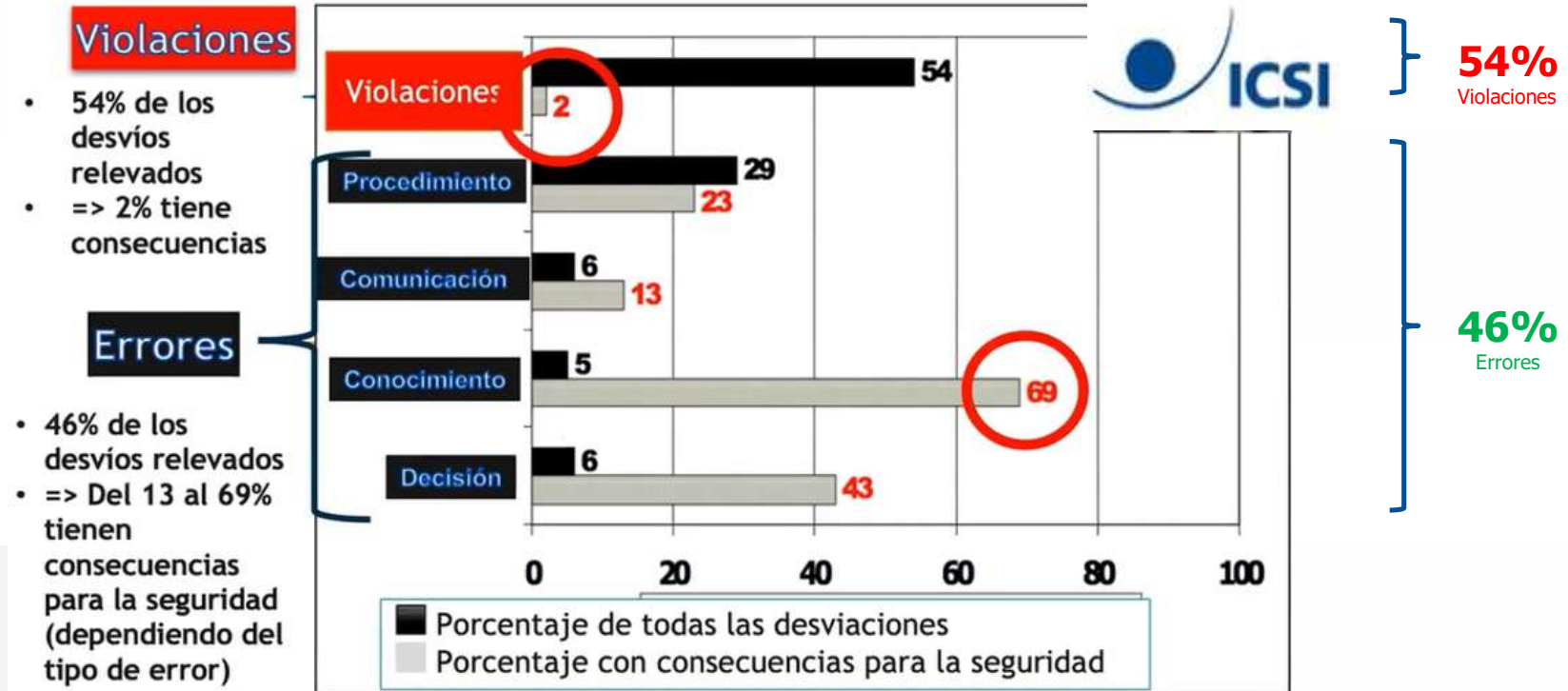
Base de datos:

- **6.000 Tripulaciones**
- **7.000 Observaciones**
- **36 Compañías aéreas**



# ¿Adaptación inteligente del sistema?

Capacidad para apartarse de las normas/SOPs voluntariamente: ERROR - VIOLACIÓN



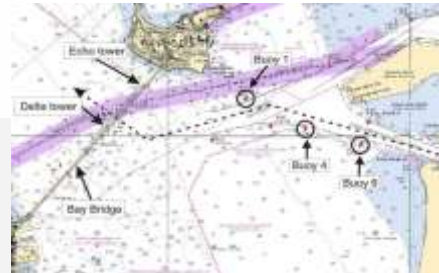
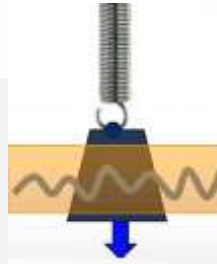
# Violación Controlada (VC):

Mide la capacidad de adaptación Inteligente del sistema por parte del operador

- **Errores** tienen un **impacto negativo mayor** que las VCs
- Sistema **correctamente adaptado**, ya que el 52% de VCs contribuyeron a aumentar la seguridad del sistema



Variación performance Controlada



Variación performance **NO** Controlada

# Errores vs Violaciones

“Errores son aceptables pero violaciones NO”: **erróneo**

Violación controlada = mide capacidad de adaptación a la realidad

Implementación inteligente de SOPs, normas y reglas

Trabajo Planificado (TP) vs Trabajo Realizado (TR) (WAI – WAD)

# Resiliencia (adaptación) del Práctico y del sistema

(WAI – WAD)

¿Ejemplos?

- Nivel de inglés del equipo de puente es muy pobre.
- Equipamiento de puente no está en condiciones pero el capitán miente.
- Las máquinas no son confiables por mantenimiento deficiente. (Bright Field)
- El patrón del remolcador no tiene experiencia.
- El patrón del remolcador hace su propia maniobra.
- Práctico desconcentrado por problemas personales, etc.



Ahora hablemos de Fiabilidad del **sistema**:

- \* **Complejidad** del sistema (Péndulo)
- \* Fiabilidad de sus **componentes individuales**
- \* **No-linearidad** del sistema

# Complejidad de los sistemas

No está dada por la cantidad de sus componentes

Comportamiento impredecible

Rol fundamental es la **interacción** entre sus componentes

Propiedades individuales no juega rol decisivo

Muy difícil comprender la Fiabilidad y Seguridad de estos sistemas

# Sistemas Complejos

Fiabilidad sistema ~~≠~~ **Fiabilidad de sus componentes**



Causa parada 1 motor: **90% Técnicas**

Causa parada 2 motores: **0% Técnicas** – **99% fuel**

Éxito Air Transat: redundancias

Sistemas complejos deben tener REDUNDANCIAS:  
independizan al sistema de la fiabilidad de sus componentes

*Practicaje: ¿redundancias - entrenamiento?*

# Sistemas Complejos y su linealidad



sistema SIMPLE - LINEAL  
**Verdadero**

Sistema COMPLEJO – INTRACTABLE

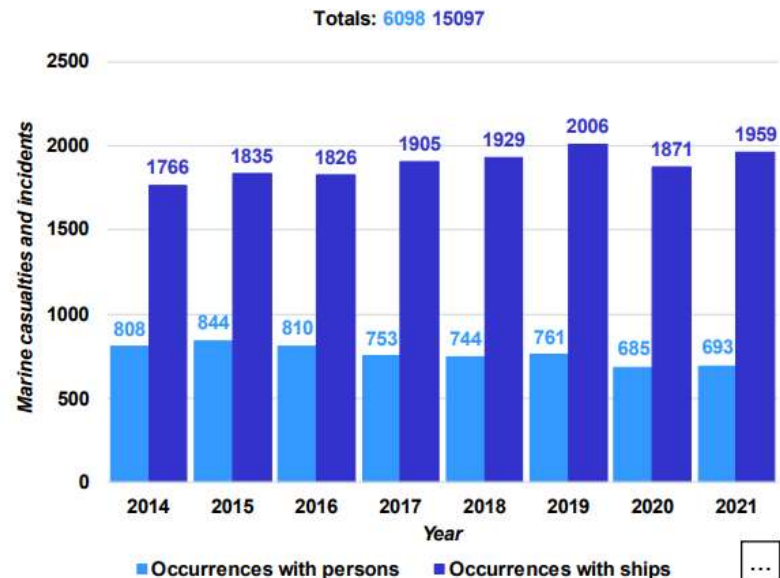
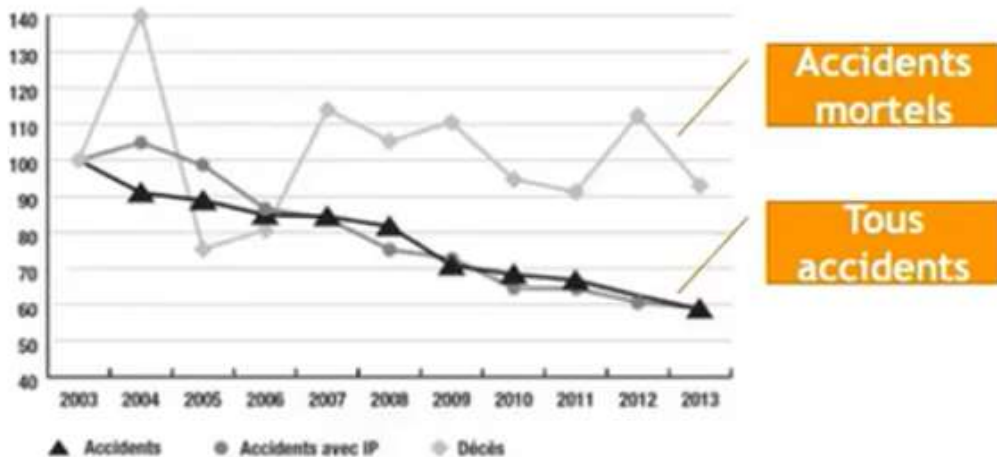
Es "**Falso**" creer que:

disminuyendo ocurrencia de Incidentes menores impactará en la reducción de Accidentes Graves

# Error Humano es componente secundario en Sistemas Complejos

No existe una correlación estable y comprobada

- la frecuencia de accidentes graves
- la frecuencia de incidentes menores



Marine Casualties & Incidents  
European Maritime Safety Agency 2022

# Del Practicaje sabemos que:

La fiabilidad individual de sus componentes es **muy compleja**

La fiabilidad del sistema **no depende** de las propiedades de sus componentes.

Sistema es complejo y **no lineal**

**Predicciones** casi **imposibles**... (Canal de Suez...)

## ¿Qué podemos hacer?

Aprender de un **enfoque sistémico** en la investigación de eventos no deseados, y saber **¿Dónde estoy?**

Ejemplo:

# Accidente tren Alvia - Santiago de Compostela

**24 Julio 2013**  
(80 muertos)



Tren a 200 km/h debía reducir a 80 km/hr antes de una curva.

Curva a 3 km de la estación final. Frenado 6 km antes.

Distracción maquinista por llamada telefónica operativa (100 seg).

# Investigación de Accidentes - Enfoque clásico

Falla Sistema = Falla operador: análisis de fiabilidad del Operador

## *Errores, causas y precursores:*

¿Por qué el conductor no vio la señal?

¿Procedimientos?

¿Entrenamiento?

¿Cansancio?

¿Distracción?

¿Visibilidad reducida?

¿Estrés o Fatiga?

¿Medicación?, etc.

## *Acciones correctivas:*

Mejoras en la señalización

Entrenamiento específico

Nuevos SOPs

Cambio sistema de auditorías

Mejoramiento sistema de frenado, etc.



Límite: **10<sup>-5</sup>**

Tool Box Talk  
Entrenamiento  
Evaluaciones  
Análisis de Riesgos  
Cross Checking  
Planificación  
Briefings  
Master Pilot Exchange  
SOPs  
Auditorías  
SMS



# Investigación de Accidentes – Enfoque Sistémico Entrenamiento!

¿Qué capacidad tiene el sistema para aceptar errores del maquinista en condiciones críticas de seguridad?

¿Qué porcentaje de responsabilidad tiene el sistema con respecto al maquinista en reducciones críticas de velocidad?

¿Cuál es la frecuencia de pasaje de señales que indican reducción crítica de velocidad?

¿Por qué existen los pasajes con reducción crítica de velocidad?, etc.

¿Cuál es la tasa de pasajes exitosos en las zonas con reducción crítica de velocidad?

¿Qué sistemas automatizados se pueden instalar?

15 millones de cruces con señal Roja: ¿Fiabilidad / ? **10<sup>-5</sup>**



# Solución: Tercera estrategia

Lo qué podemos hacer es,

**complementar las dos estrategias** existentes con una nueva, que:

tenga un enfoque *Sistémico*

haga al sistema *Resiliente*, {

Capacidad de Recuperación  
Expectativas realistas de la fiabilidad del Operador  
Libertad de acción del Operador (Adaptación Inteligente)  
Análisis de Riesgos

maximice la *Redundancia* de sus componentes,

evalúe: *¿dónde estoy hoy?*

Así podremos superar el umbral de: **10<sup>-5</sup>**

# Lecciones aprendidas

- No hay relación entre 

{	Errores cometidos
	<i>Capacidad de recuperación</i>
	<i>Carga excesiva de trabajo.</i>
- No puedo decidir *No Cometer Errores.*
- La *violación controlada* es un componente muy importante en seguridad operativa.
- *La Capacidad de Adaptación* exige 

{	<i>Correcta evaluación de riesgos</i>
	<i>Gran Capacidad de monitoreo</i>
	<i>No vulnerar la capacidad de tolerancia a las</i>
	<i>variaciones del sistema.</i>

# Lecciones aprendidas

- El sistema de Practicaje es un sistema *Complejo - No lineal*.
- El *aprender de incidentes menores, no reduce* necesariamente la *probabilidad* de experimentar *accidentes mayores*.
- La fiabilidad del sistema *no guarda relación con la fiabilidad individual de sus componentes*
- Sistemas *no-lineales* e *intractables* requieren la presencia de componentes *resilientes* con herramientas *redundantes*.

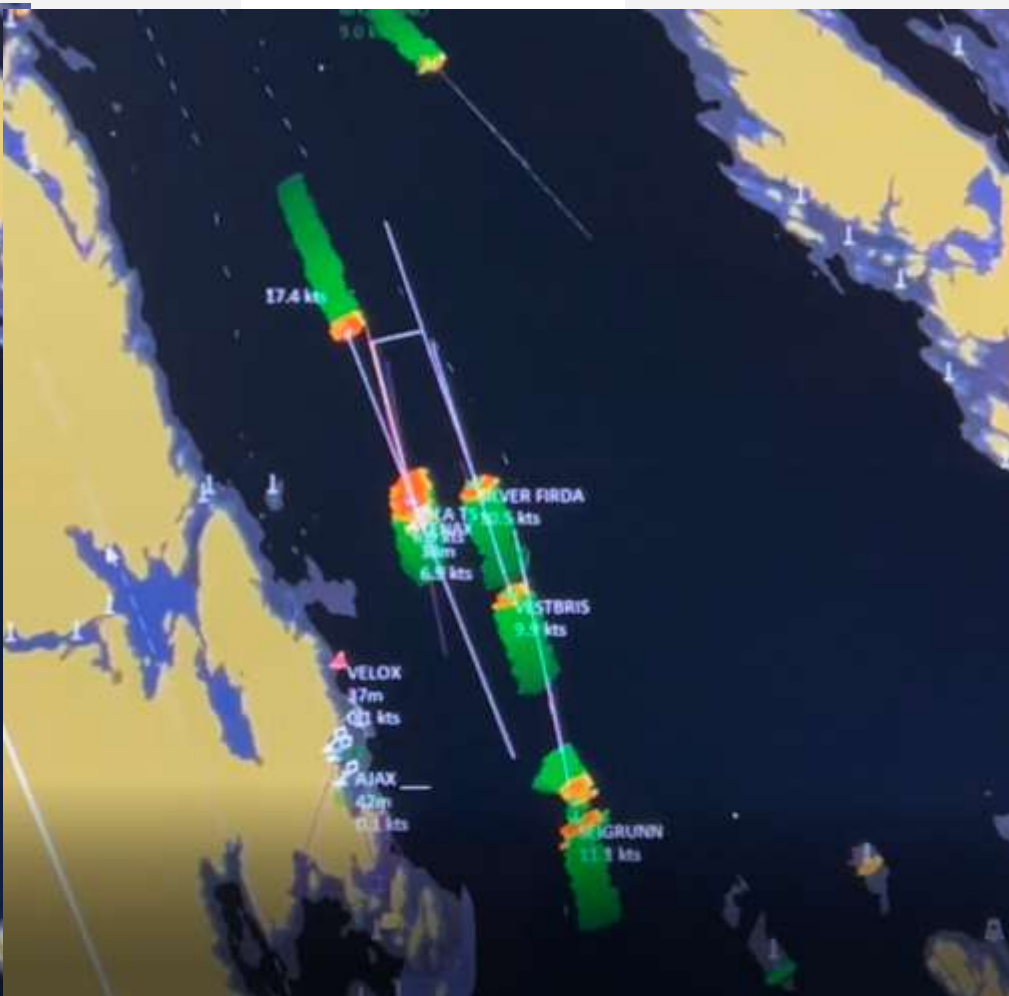
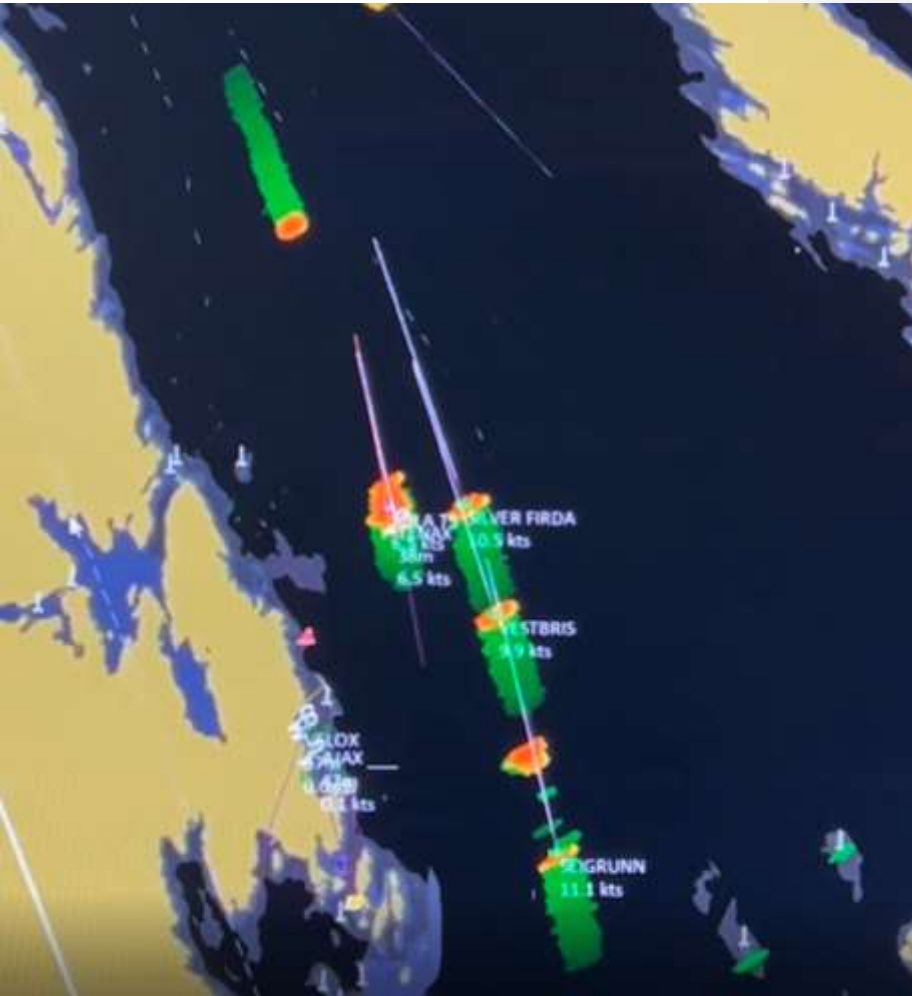
...¿y qué puede ocurrir con el Practicaje, si solamente implemento las dos estrategias de FHSO, en un sistema:

**¿Complejo – No-lineal...?**

# KNM Helge Ingstad – Colisión Terminal de Sture 2018

## 8 Noviembre 2018





# KNM Helge Ingstad – Eventos



- Teams de Puente Helge Ingstad, Sola TS, VTS Fejde:
- Redundancia nula
- Resiliencia nula
- Evaluación dónde estoy: nula
- Evaluación riesgos: nula
- Evaluación adiestramiento: pobre
- Implementación adiestramiento: pobre
- Implementación procedimientos de comunicaciones: nulo



# ¿Preguntas?



# Gracias!

Guillermo Gomez Garay  
Senior Project Manager  
ggg@forcetechnology.com  
+4520459411  
www.forcetechnology.com

Follow us on:

