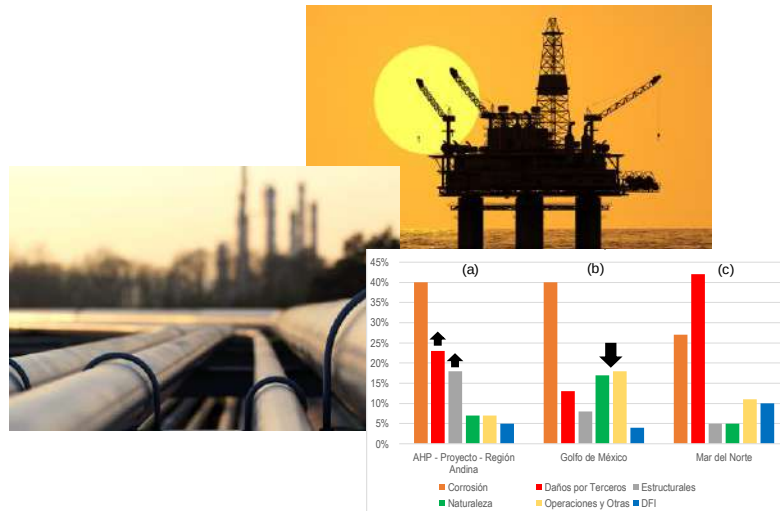


Valoración Cualitativa de Riesgos de Ductos Offshore de Transporte de Hidrocarburos Aplicando Metodología de Proceso Analítico de Jerarquías (AHP)



Diego José Mendoza Ramos

Tecna Integrity and Corrosion Engineering S.A

Bogotá, Colombia



**SALVAMOS VIDAS,
CUIDAMOS SUS
RECURSOS**



Contenido

0. Propósito
1. Generalidades
2. Valoración AHP
3. Clasificación de Riesgo
4. Plan de Acción Típico
5. Conclusiones
6. Recomendaciones



Propósito

- ¿Por qué?
- Aplicación AHP
- Resultados
- Valoración AHP vs Cualitativa
- Oportunidades



1. Generalidades

1.1. Alcance

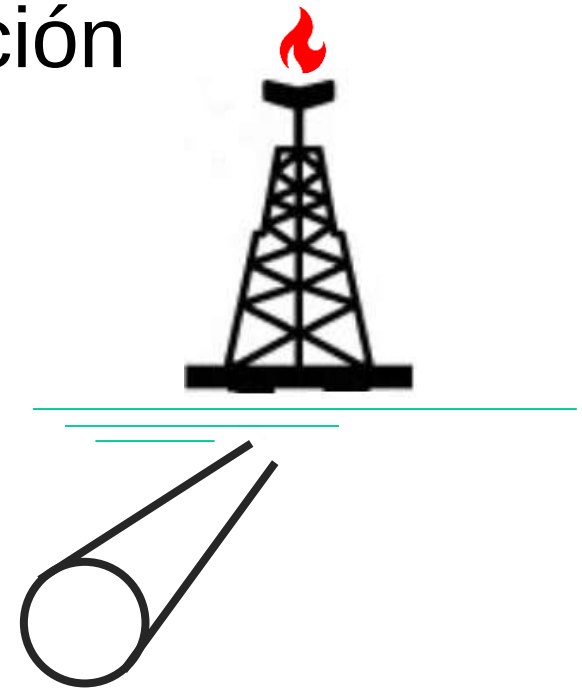
1.2. Contexto

1.3. Definición de Amenazas

1.4. Definición de Consecuencias

1.1. Alcance

- Riesgos Técnicos Operación
- Sobre la Integridad
- Ductos / Hidrocarburos
- De Acero
- Offshore



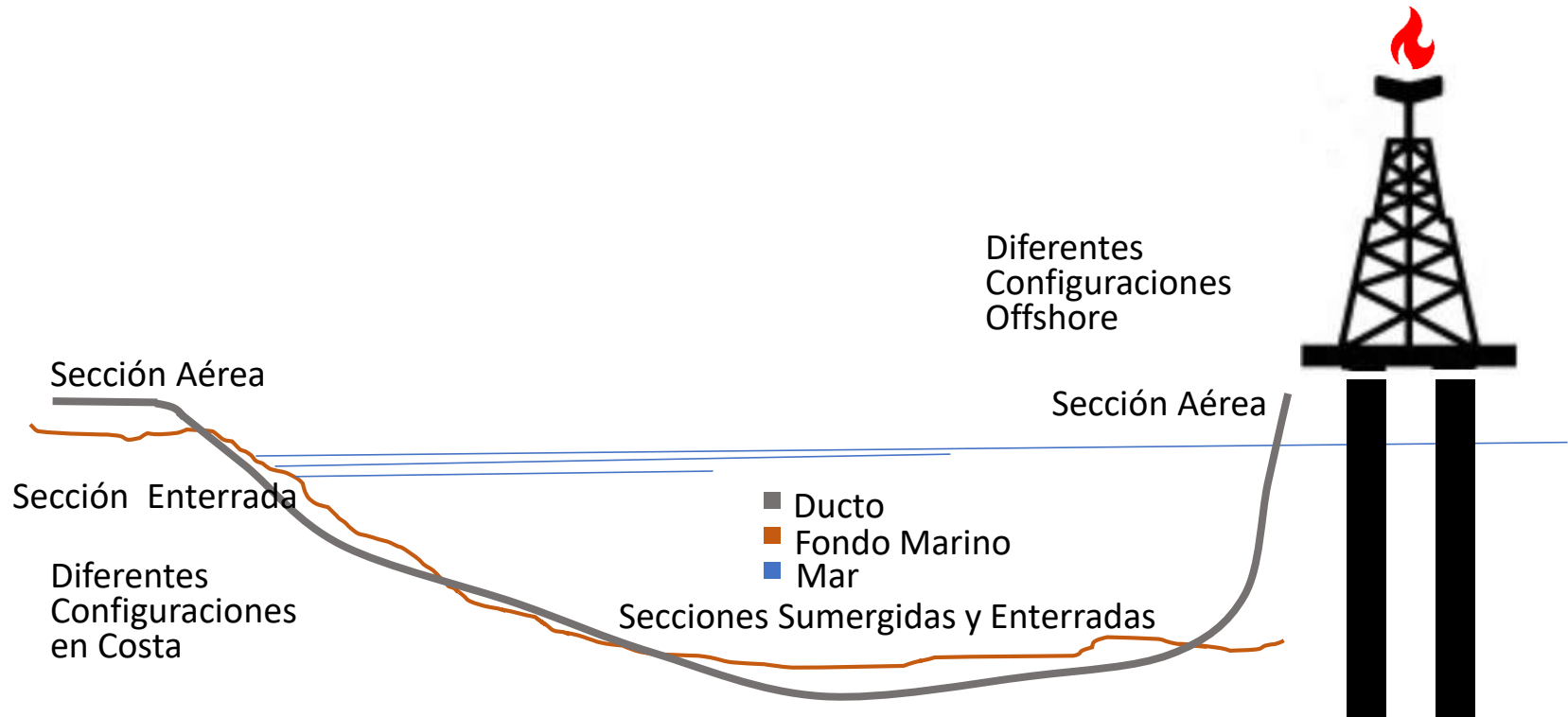
1.1. Alcance

Aplicación AHP

- Cálculo Matricial de Peso
- Comparación de Factores
- Cálculo Consistencia



1.2. Contexto

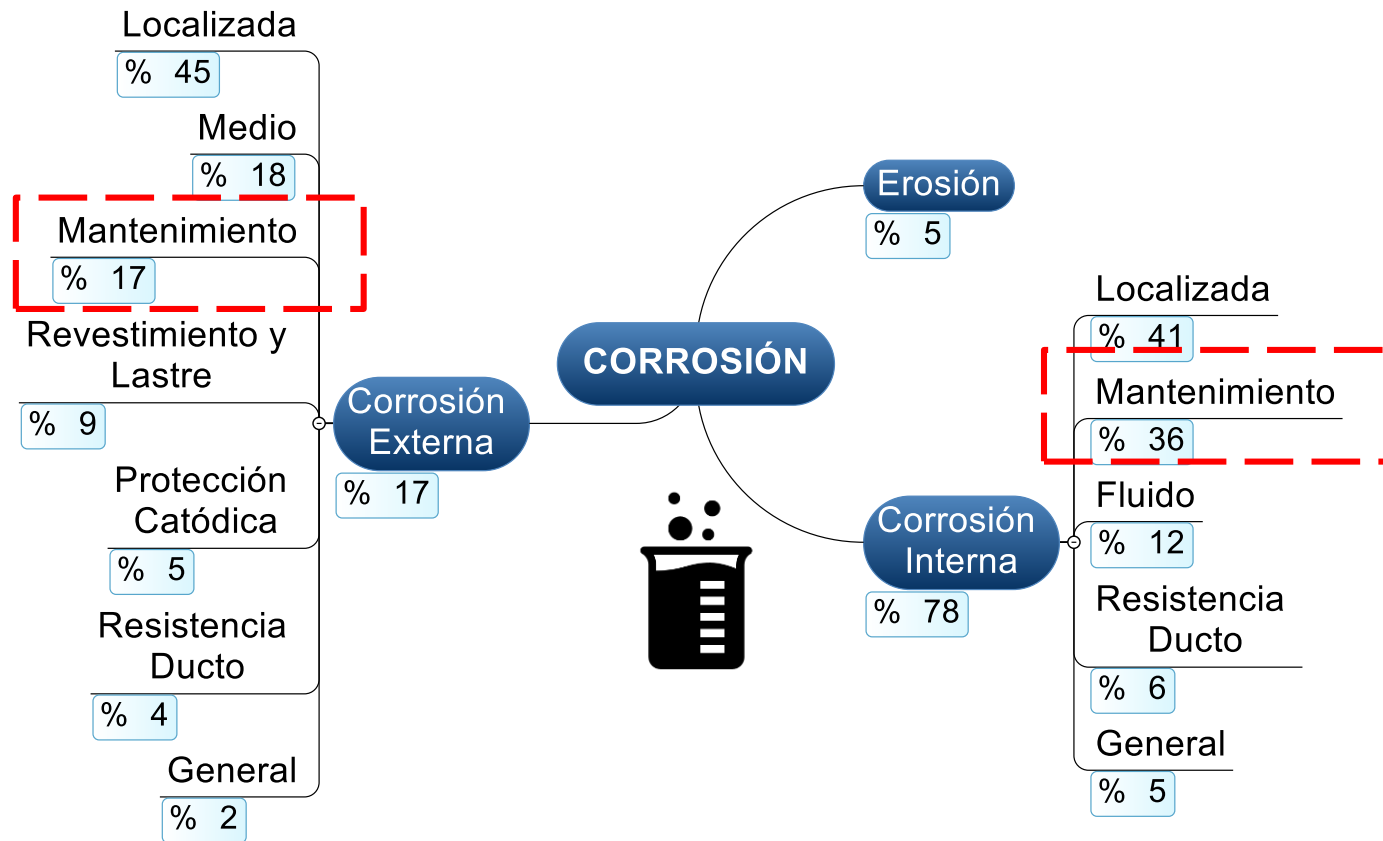


* Región Andina (Perú, Ecuador, Colombia, Venezuela)

1.3. Amenazas – Niveles 1 y 2



1.3. Amenazas – Ejemplo Nivel 3



1.4. Consecuencias

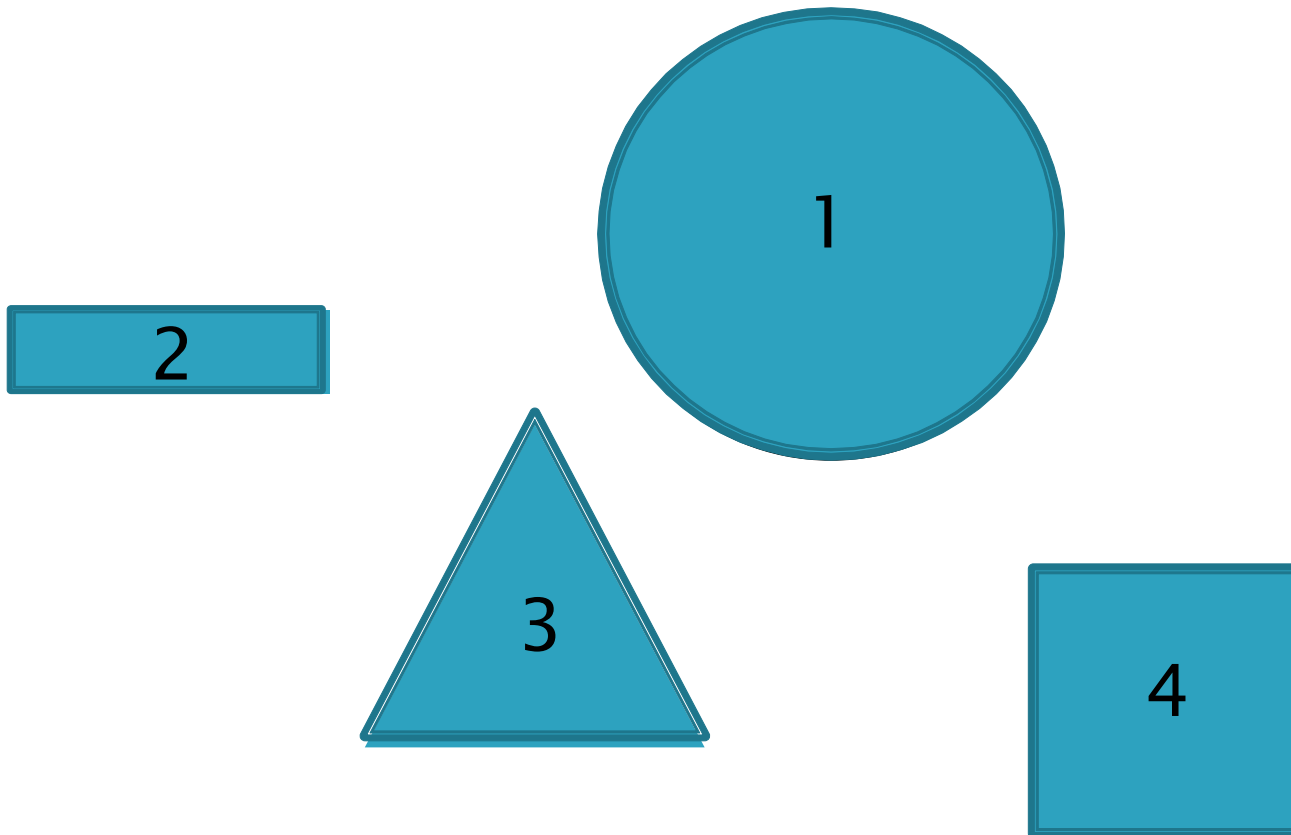


2. Valoración AHP

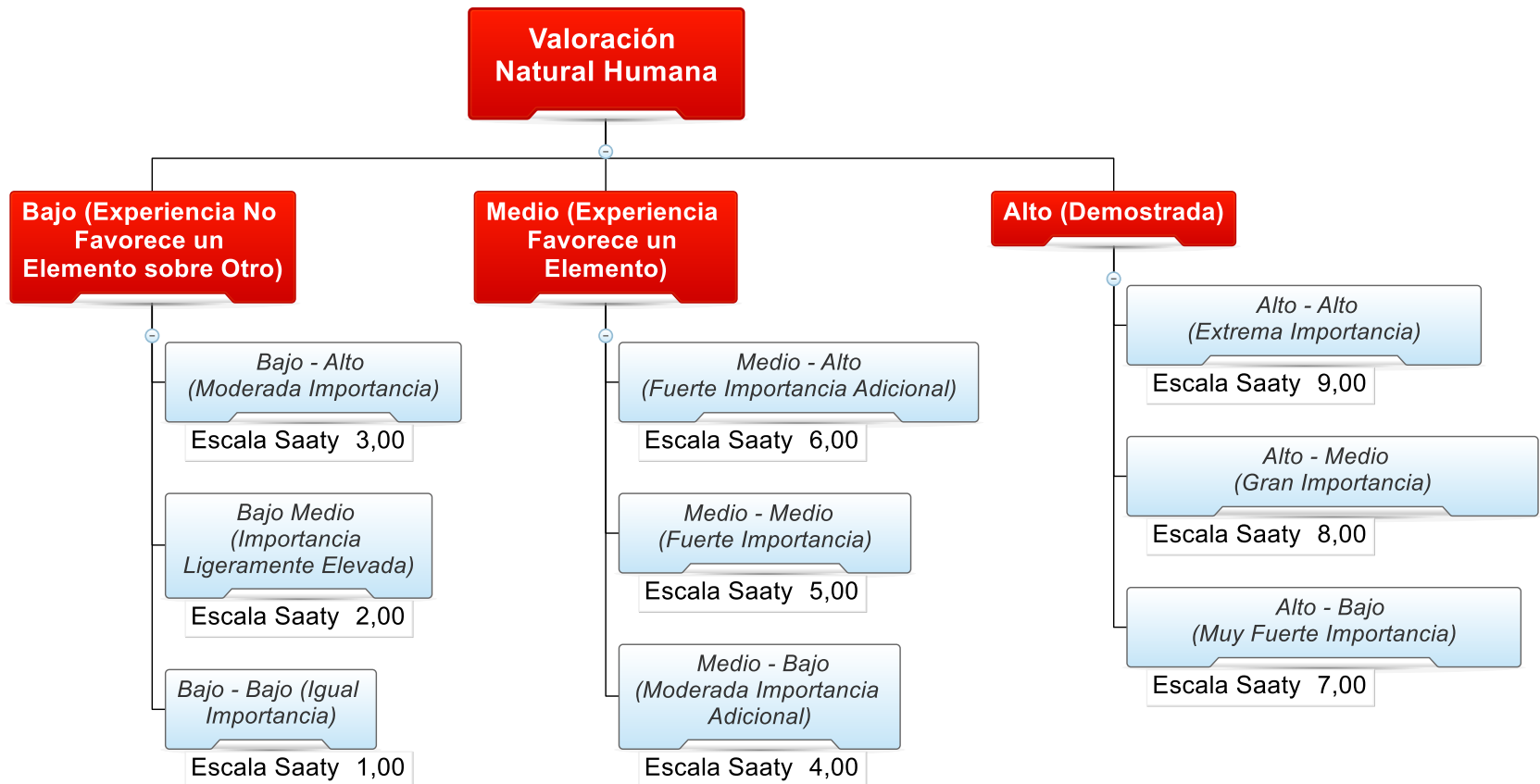
- 2.1. AHP y la Valoración de Riesgos - Ejemplo
- 2.2. Valoración AHP de Amenazas
- 2.3. Valoración AHP de Consecuencias
- 2.4. Medida de Inconsistencia en AHP
- 2.5. Comparación del Modelo con Estadísticas
- 2.6. Validación por Pareto
- 2.7. Valoración Cualitativa vs AHP

2.1. AHP y la Valoración de Riesgos

Ejemplo Simple – Cálculo Áreas



Escalas de Valoración AHP



Calculadora AHP - BPMSG

Input number and names (2 - 20)

Pairwise Comparison AHP priorities

6 pairwise comparisons. Please do the pairwise comparison of all criteria. When completed, click *Check Consistency* to get the priorities.

Which criterion with respect to *AHP priorities* is more important, and how much more on a scale 1 to 9?

	A - Importance - or B?	Equal	How much more?
1	☒ Círculo (1) or ☐ Rectángulo (2)	☐ 1	☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☒ 7 ☐ 8 ☐ 9
2	☒ Círculo (1) or ☐ Triángulo (3)	☐ 1	☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9
3	☒ Círculo (1) or ☐ Cuadrado (4)	☐ 1	☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9
4	☐ Rectángulo (2) or ☒ Triángulo (3)	☐ 1	☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9
5	☐ Rectángulo (2) or ☒ Cuadrado (4)	☐ 1	☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9
6	☐ Triángulo (3) or ☒ Cuadrado (4)	☐ 1	☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9

CR = 2.5% OK

☐ dec. comma

AHP Scale: 1- Equal importance, 3- Moderate importance, 5- Strong importance, 7- Very strong importance, 9- Extreme importance (2,4,6,8 values in-between).

Calculadora AHP - BPMSG

Priorities

These are the resulting weights for the criteria based on your pairwise comparisons

Category	Priority	Rank
1 Círculo (1)	53.9%	1
2 Rectángulo (2)	6.8%	4
3 Triángulo (3)	16.2%	3
4 Cuadrado (4)	23.1%	2

Number of comparisons = 6
Consistency Ratio CR = 2.5%

	1	2	3	4
1	1	7.00	3.00	3.00
2	0.14	1	0.33	0.33
3	0.33	3.00	1	0.50
4	0.33	3.00	2.00	1

Desviaciones Respecto a Cálculo de Área

ítem	Figura		Área (unidad)	% Área del Total Medida	% Área Percibida (AHP)	Desviación (%)
1	Círculo		44,18	52,58%	53,90%	2,52%
2	Rectángulo		6,63	7,89%	6,80%	-13,82%
3	Triángulo		14,30	17,02%	16,20%	-4,81%
4	Cuadrado		18,92	22,52%	23,10%	2,59%
Área Total			84,028647	100,00%	100,00%	

2.2. Valoración AHP de Amenazas

Tabla I. Comparación entre pares de amenazas en la aplicación de la metodología AHP.

VALORACIÓN AMENAZAS	Corrosión	DFI	Terceros	Naturaleza	Estructurales	Operaciones Incorrectas
Corrosión	1	6	2	4	3	8
DFI	1/6	1	1/4	1	1/5	1/3
Terceros	1/2	4	1	3	2	4
Naturaleza	1/4	1	1/3	1	1/4	1
Estructurales	1/3	5	1/2	4	1	3
Operaciones Incorrectas	1/8	3	1/4	1	1/3	1

2.2. Valoración AHP de Amenazas

Tabla III. Cálculo de pesos amenazas a partir de la matriz normalizada de comparación entre pares.

[illegible]

2.2. Valoración AHP d

Priorities

These are the resulting weights for the criteria based on your pairwise comparisons

Category	Priority	Rank
1 Corrosión	40.2%	1
2 DFI	4.7%	6
3 Terceros	23.3%	2
4 Naturaleza	6.5%	5
5 Estructurales	18.2%	3
6 Operaciones Incorrectas	7.1%	4

Number of comparisons = 15
Consistency Ratio CR = 4.5%

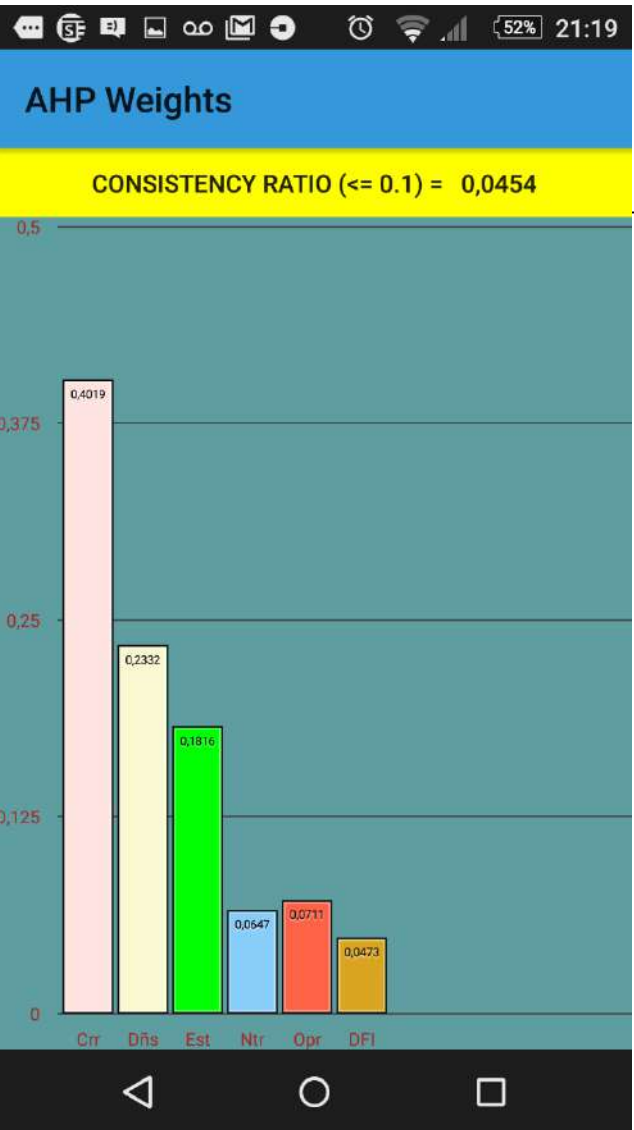
AHP-OS author: Klaus D. Goepel, BPM5G, [contact](#), last update: Sep 4, 2017

Decide

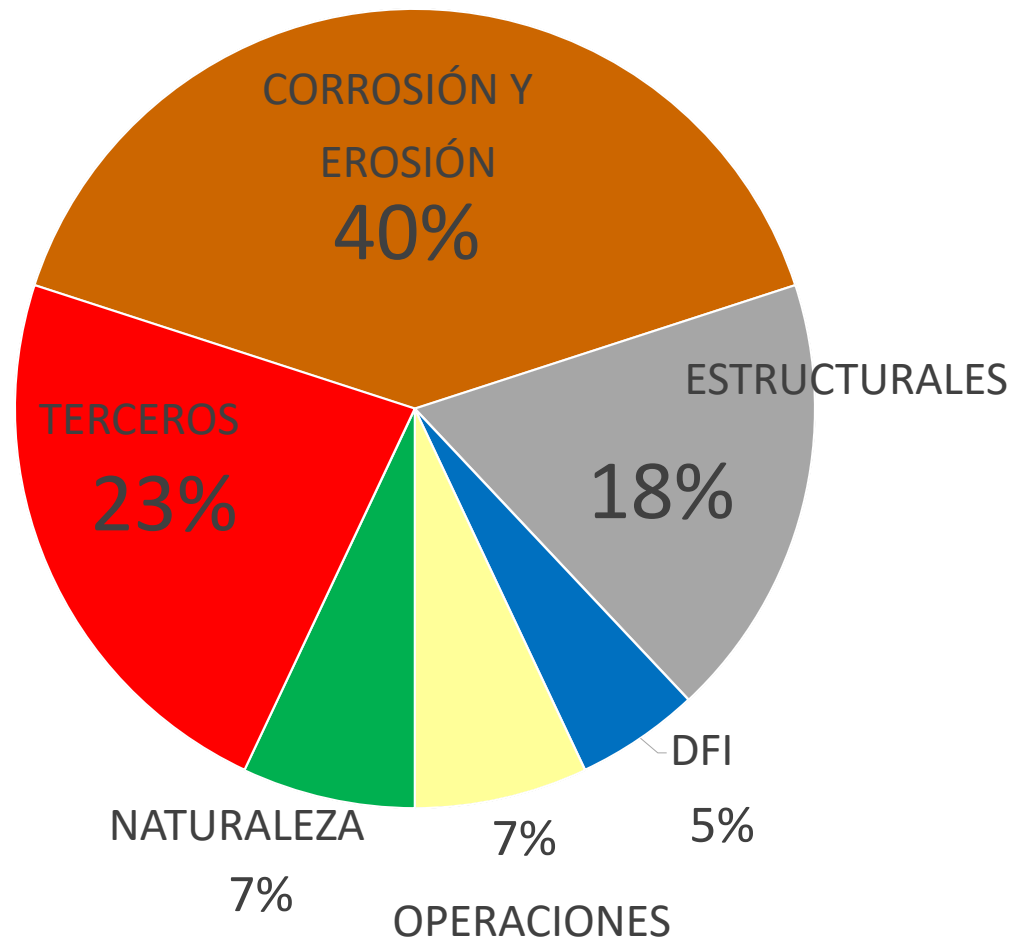
The the



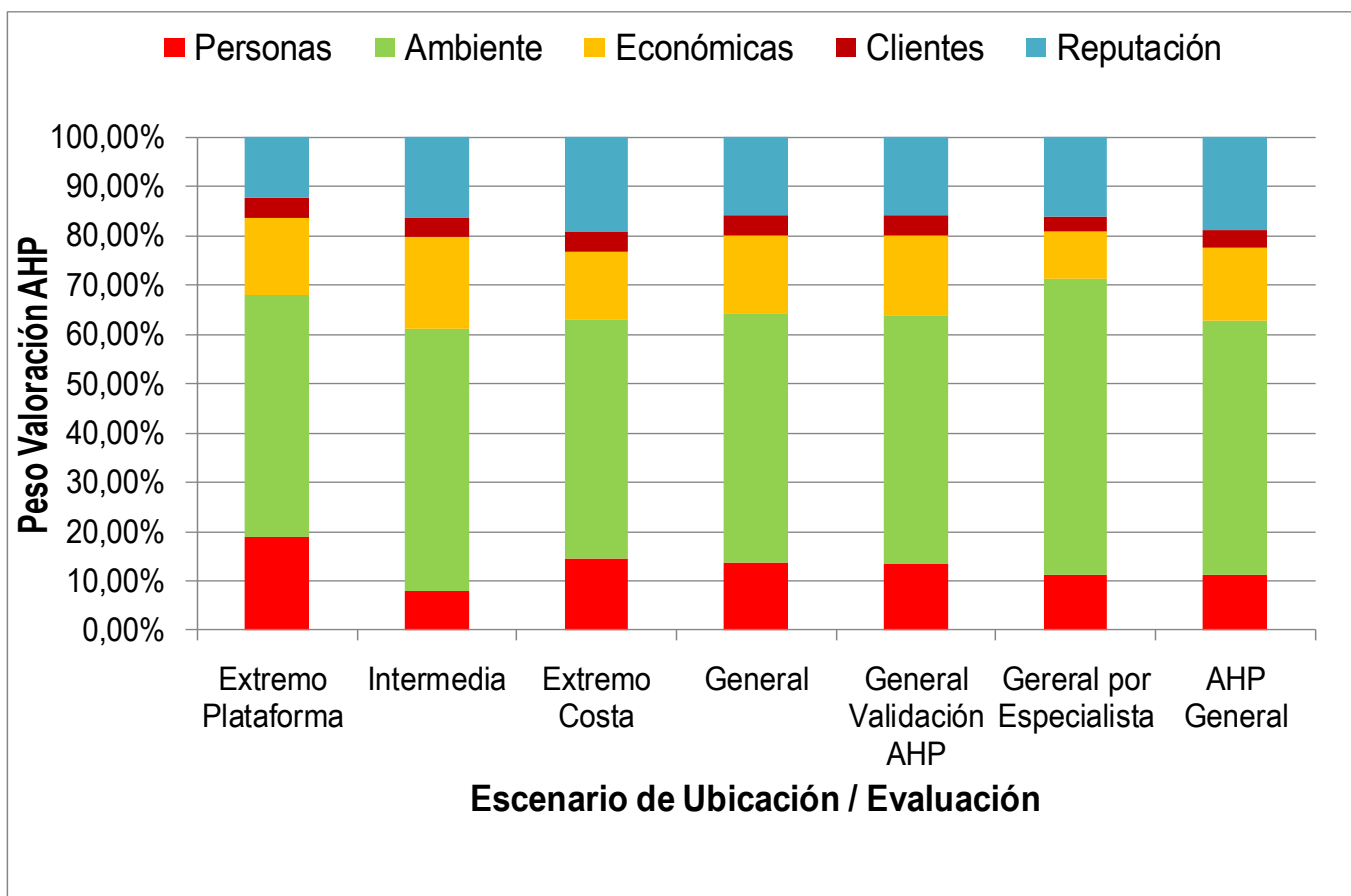
Principal eigen value
Eigenvector solution



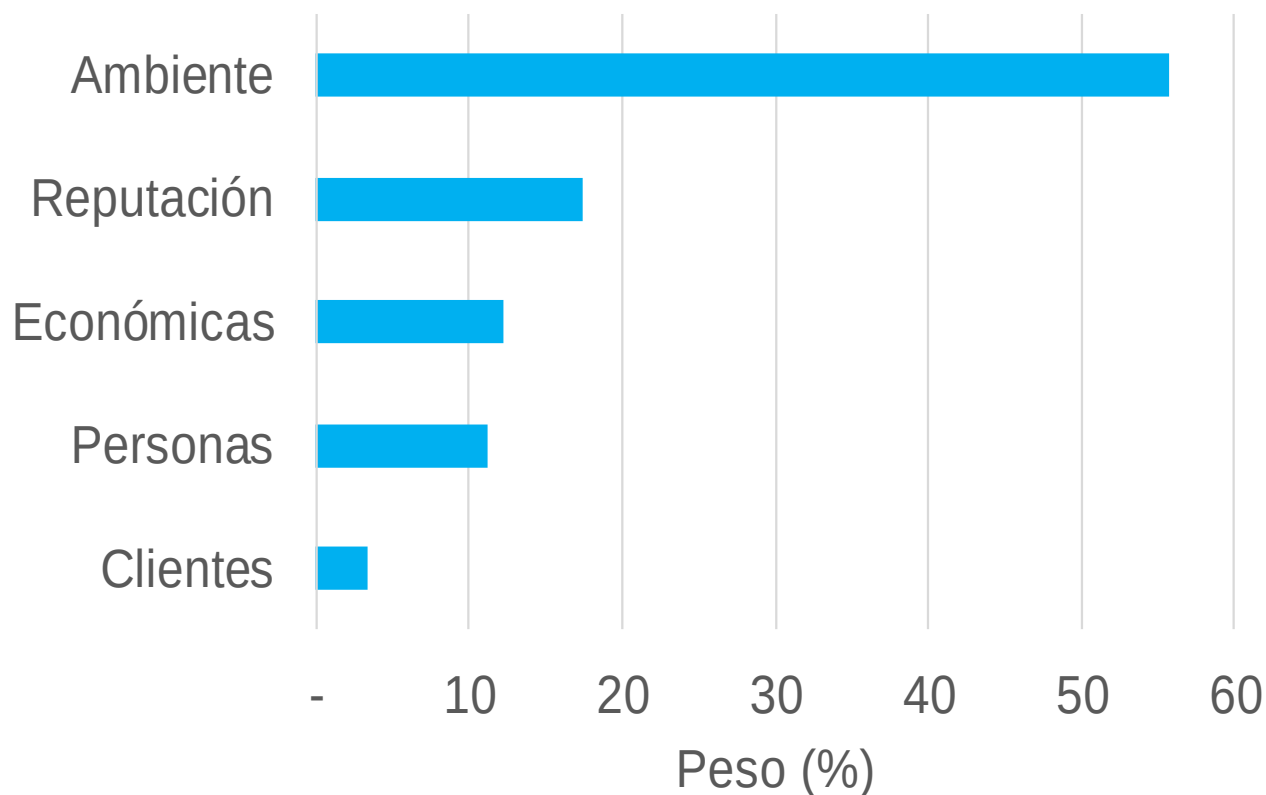
2.2. Valoración AHP de Amenazas (Típica – Líneas de Producción)



2.3. Valoración AHP Consecuencias Varios Escenarios



2.3. Valoración AHP Consecuencias Escenario General - Típico

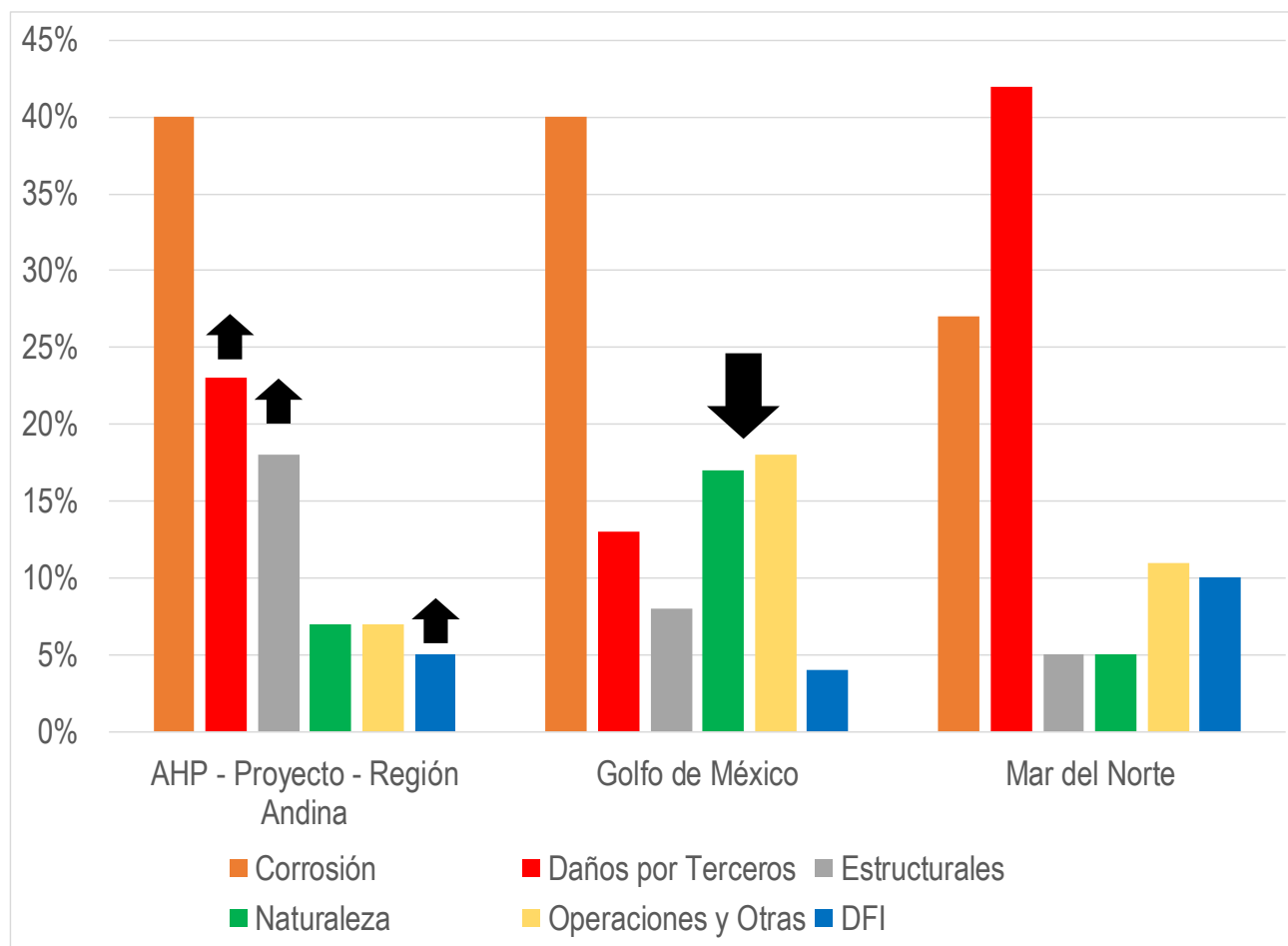


2.4. Medida de Inconsistencia en AHP

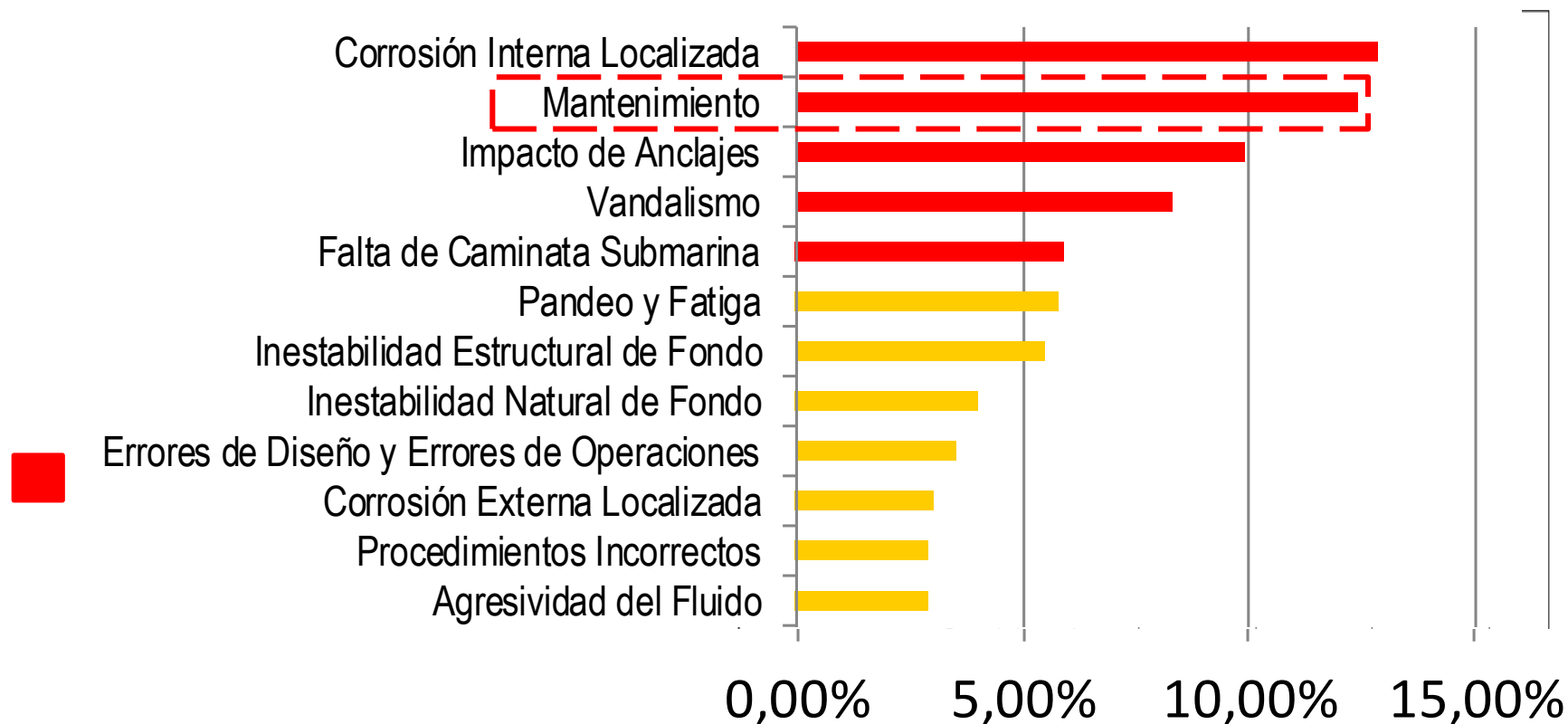
- Promedio entre Ensayos = 5,65 %**
- Tasa de Repetición de Ensayos = 14%

** Inconsistencia = cero “0” o muy baja
es dudosa . Deseable < 10%

2.5. Comparación del Modelo con Estadísticas



2.6. Validación por Pareto Amenazas

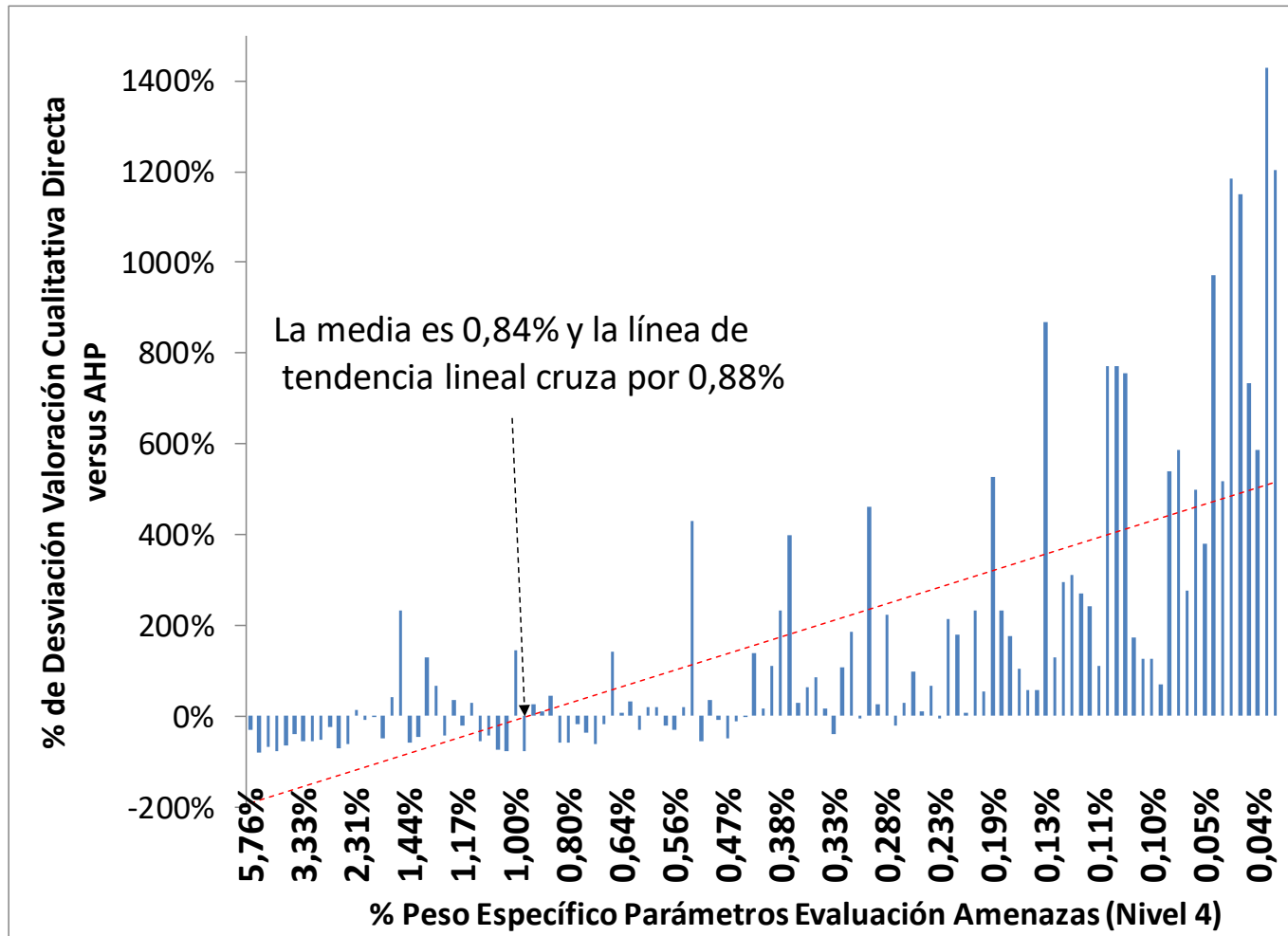


Peso Porcentual Categoría de Amenazas (Nivel 3)

0,00% 5,00% 10,00% 15,00%

Peso Porcentual Categoría de Amenazas (Nivel 3)

2.7. Valoración Cualitativa vs AHP



2.7. Valoración Cualitativa vs AHP

- AHP menor peso a los elementos de baja importancia.
- AHP mayor peso a los elementos de alta importancia.
- AHP y Cualitativa pesos similares en elementos de mediana importancia.

3. Clasificación de Riesgo

Matriz Típica

Matriz de Riesgo (Probabilidad x Consecuencias)				VALORACIÓN CUALITATIVA CONSECUENCIAS				
				Muy Bajas	Bajas	Medias	Altas	Muy Altas
				A	B	C	D	E
				1	2	3	4	5
VALORACIÓN CUALITATIVA PROBABILIDAD DE FALLA	Muy Alta	E	5	5	10	15	20	25
	Alta	D	4	4	8	12	16	20
	Medi a	C	3	3	6	9	12	15
	Baja	B	2	2	4	6	8	10
	Muy Baja	A	1	1	2	3	4	5
Criticidad del Riesgo				Muy Bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto

4. Plan de Acción Típico

Tipo de Acción	Amenazas que Ataca	Tipo de Componente / Condición	Cobertura Factible	Frecuencia
Inspección ILI UT-MFL	Corrosión, Erosión.	Ducto	100% de la Superficie Interna y Externa	Basada en Riesgo y Regulaciones
Inspección Visual	Todas a excepción de Corrosión Interna	Todos los componentes por encima del nivel del agua.	100% de la Superficie	Anual
La requerida por juicio experto / Normas / Legislación	Todas	Áreas de Posibles Daños	100% de la superficie expuesta al daño	Inmediatamente
Visual/ROV/ROTV	Todas a excepción de Corrosión Interna	Ductos Componentes Sumergidos	La que permita la instalación	Cada 2 Años o Inmediatamente después de eventos sísmicos y climáticos importantes y otros eventos anormales tales como impactos de embarcaciones u objetos.
NDT Aplicables	Todas	Todos los componentes	Spots	Como sea requerido



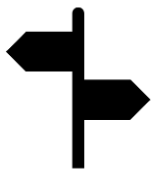
5. Conclusiones

- AHP Aplicable
- Modelo Típico Ya! Disponible, Fácil
- Toma de Decisiones Tempranas
- Práctico hasta 7 Elementos
- Procedimiento para Valorar Consecuencias
- Desviaciones Entre Metodologías
- Medición de Consistencia de Valoración
- Congruencia con Estadísticas y Experiencia



6. Recomendaciones

- Empleo de Herramientas de Software (PIDT)
- Hacer Ajustes AHP en Aplicación Específica
- AHP + Estadísticas + Pareto + Juicio Experto +
- Experiencia Previa Local, Regional, Mundial
- Desagregar Niveles de Elementos
- Mejorar Valoración con Elementos Cuantificados
- Comprobación de Pesos Extremos
- AHP y Otros Usos/Aplicaciones



Agradecimientos

- Dr. Alberto Pertuz Comas - Profesor de Planta
Escuela de Ingeniería Mecánica
Universidad Industrial de Santander
- Ingeniera Paula López - Profesional RBI
- Equipo de Tecna ICE S.A.

Preguntas

- ¿Sus Preguntas?
- ¿Cuántos Prefieren Usar AHP vs Cualitativo?
- ¿Cuántos Prefieren Usar Ambas Metodologías?

Gracias !!!

Diego Mendoza Ramos

diego.mendoza@teca-ice.com

Teléfono: +57-1-368.4311

www.tecna-ice.com



TECNA INTEGRITY AND
CORROSION ENGINEERING