

Coordinación Académica del Posgrado
Dirección de Desarrollo de Talento

EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO

Trabajo de Investigación de Doctorado

Desarrollo de una metodología para la detección de daño en plataformas marinas fijas por medio de análisis de vibraciones

M. I. Francisco Cisneros

Directores: Dr. Iván Félix González y Dr. Rolando Salgado Estrada

Periodo: Invierno 2025

Introducción y Alcance

- **Contexto:** Avances finales previos a la defensa de tesis (Evaluación de 7º Semestre).
- **Problemática:**
 - Crisis de mantenimiento en infraestructura envejecida.
 - "Data Scarcity": Escasez de datos reales de daño que inviabiliza el uso puro de algoritmos de Deep Learning.
- **Solución Propuesta:**
 - Hibridación de Algoritmos Genéticos (AG) con Modelos de Elemento Finito (FEM).

Flujo General

Metodología Propuesta (1/3): Flujo General

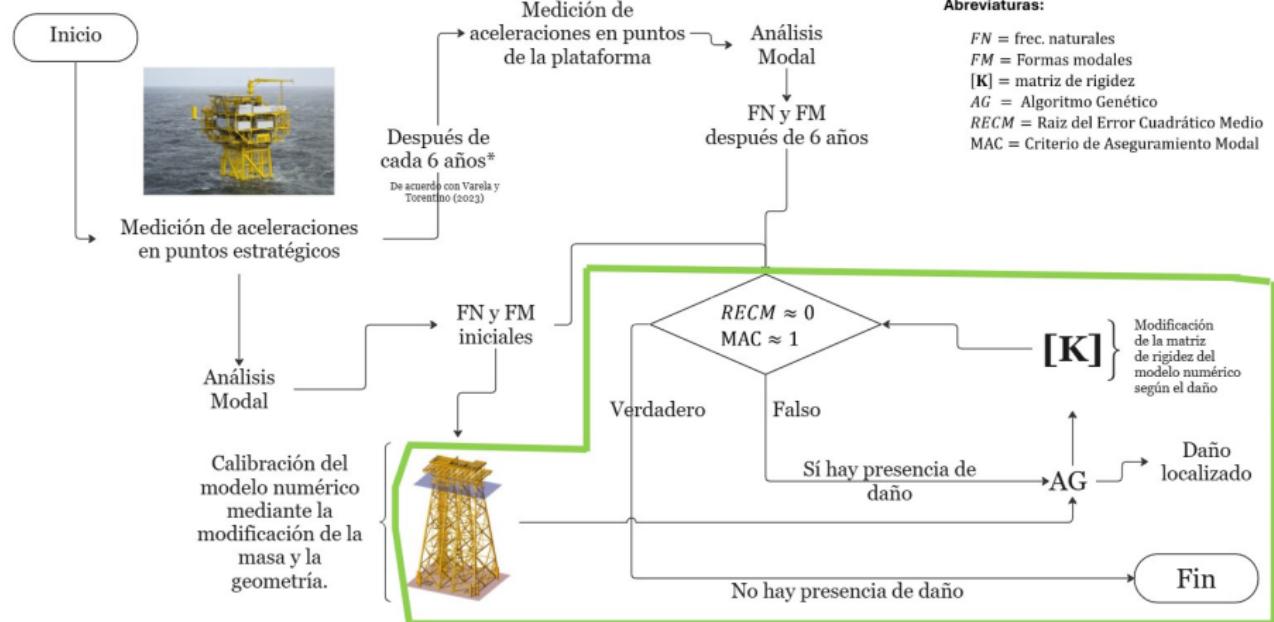


Figura: Flujo de identificación en plataformas reales

Metodología Propuesta (2/3): Esquema Computacional

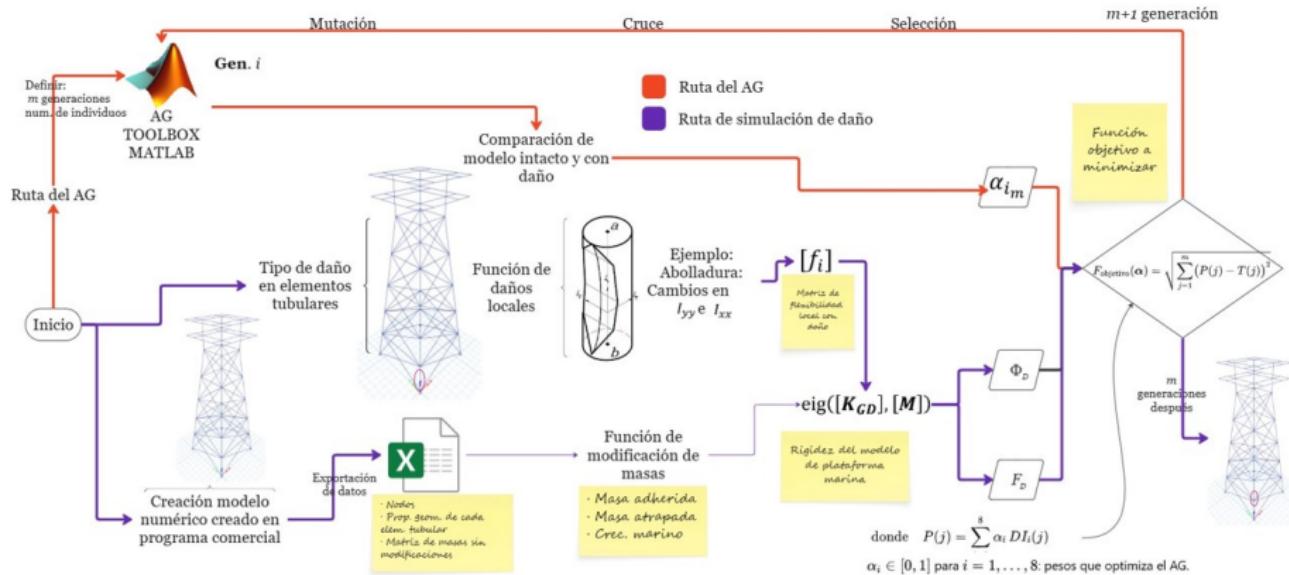


Figura: Esquema computacional del AG.

Metodología Propuesta (3/3): El Algoritmo Genético

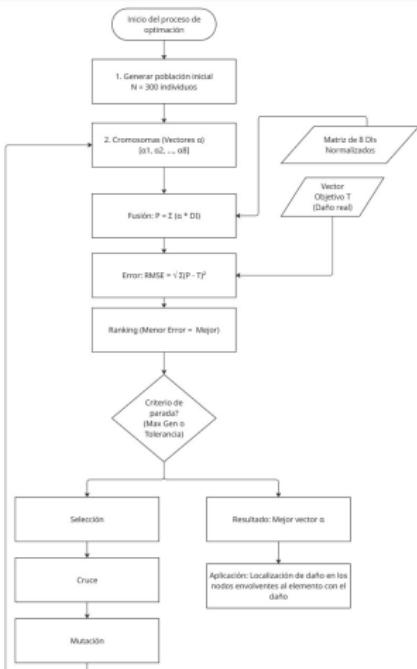


Figura: Mecánica del AG: función objetivo y operadores genéticos.

Intro
○
○

Metodología
○
○○

Justificación
●
○

Caso
○

Modelado
○
○

Efectos
○○

ICD
○○

Resultados
○○
○○

Publicación y Conclusiones
○
○

Abolladuras

Justificación de los tipos de daño: Abolladuras

Intro
○
○

Metodología
○
○

Justificación
●

Caso
○

Modelado
○
○

Efectos
○○

ICD
○○

Resultados
○○

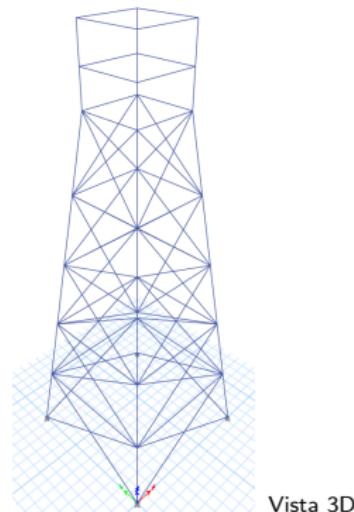
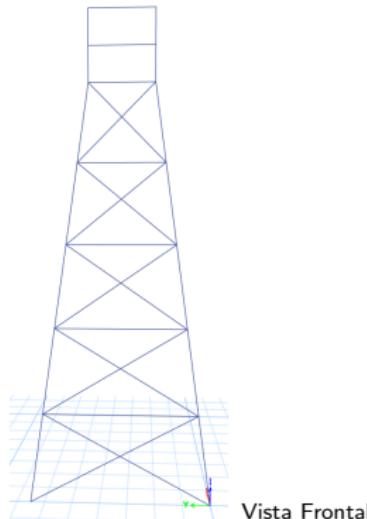
Publicación y Conclusiones
○
○

Corrosión

Justificación de los tipos de daño: Corrosión

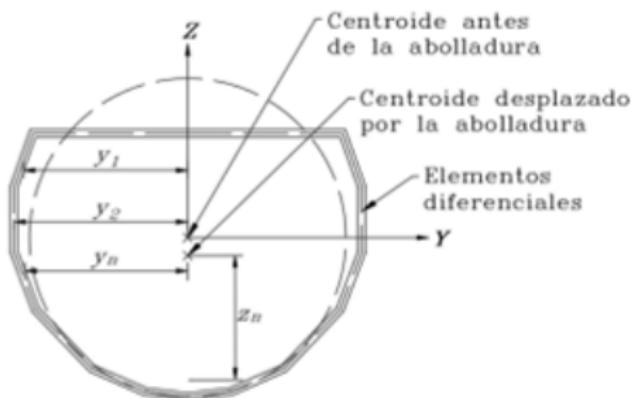
Caso de Estudio: Plataforma Tipo Jacket

- Plataforma marina fija discretizada mediante elementos viga.



Modelado de Daño: Abolladura

Enfoque: Reducción de rigidez localizada en elementos viga.



(a) Sección Transversal



Modelado de Daño: Corrosión

Enfoque: Corrosión Uniforme por zonas (Splash Zone vs. Sumergida).

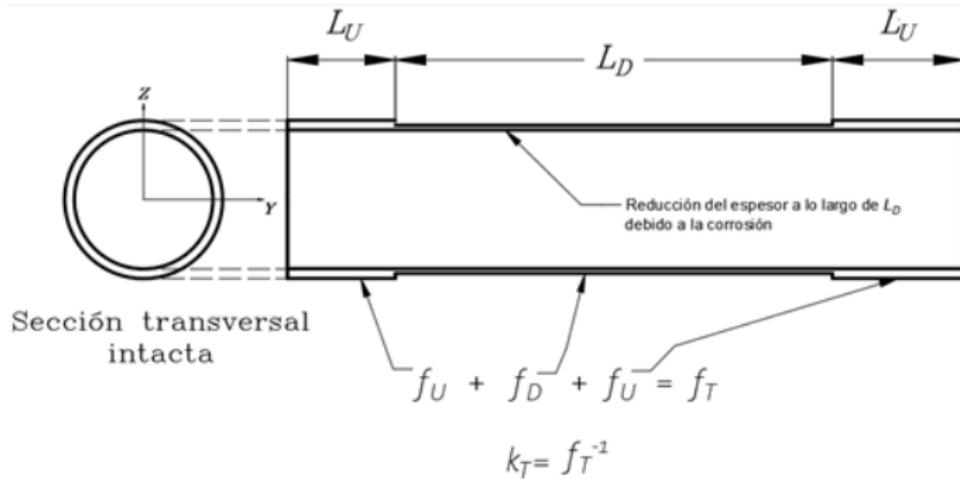


Figura: Caracterización de la reducción de espesor por corrosión longitudinal.

Efectos Iniciales y Ambientales (1/2)

Consideraciones: Inclusión de masa añadida hidrodinámica y crecimiento marino (biofouling).

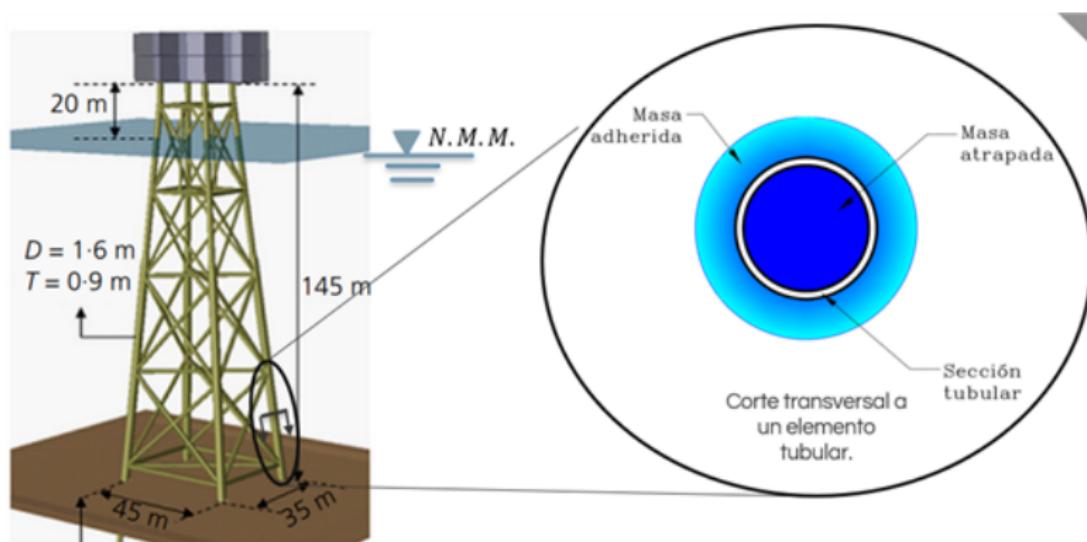


Figura: Detalle de Masa Hidrodinámica (Adherida y Atrapada).

Efectos Iniciales y Ambientales (2/2)

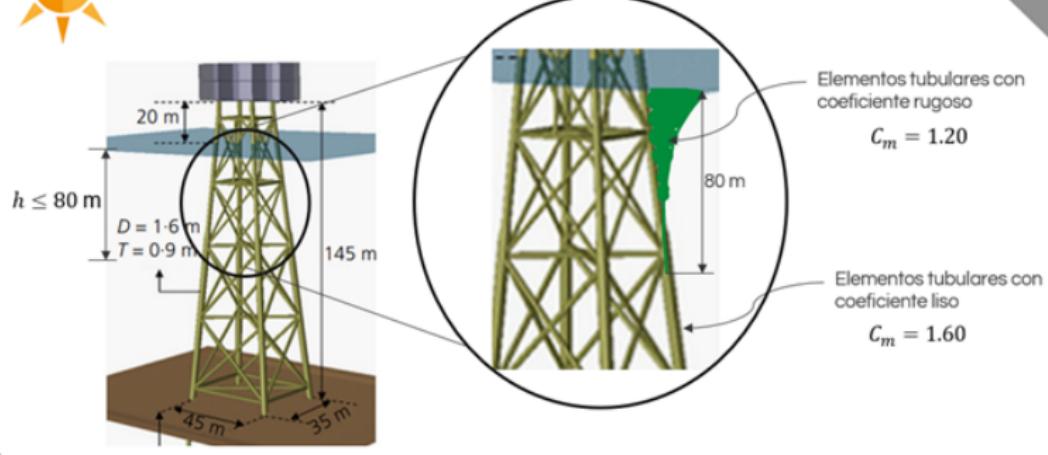


Figura: Modelado del Crecimiento Marino (Biofouling) y coeficientes rugosos.

Aportación Novedosa: Índice de Calidad de Detección (ICD)

Definición ICD

Métrica híbrida optimizada evolutivamente que pondera:

- Sensibilidad de modos de vibración de orden superior.
- Robustez ante la incertidumbre.

Optimización

El Algoritmo Genético no solo busca el daño, sino que optimiza los pesos de ponderación del ICD para maximizar la detectabilidad.

Formulación Matemática del ICD

Ecuación General

El ICD se define como el producto de tres factores normalizados:

$$\text{ICD} = D \times C_{\text{norm}}(\delta) \times P_{\text{FP}}(N_{\text{FP}}) \quad (1)$$

Interpretación: $\text{ICD} \in [0, 1]$ (Donde 1.0 = Detección perfecta).

1. Éxito de Localización (D)

- **1.0:** Detección exacta.
- **0.5:** Nodo adyacente (valor parcial).
- **0.0:** Fallo o ubicación errónea.

2. Confianza (C_{norm})

- Escalamiento logarítmico.
- Reconoce la dificultad de detectar daños incipientes ($\alpha = 0.1$).

$$\frac{\ln(1 + \alpha\delta)}{\ln(1 + \alpha\delta_{\text{máx}})}$$

3. Penalización (P_{FP})

- Decaimiento exponencial.
 $e^{-N_{\text{FP}}}$

Resultados: Detección de Abolladura (1/2)

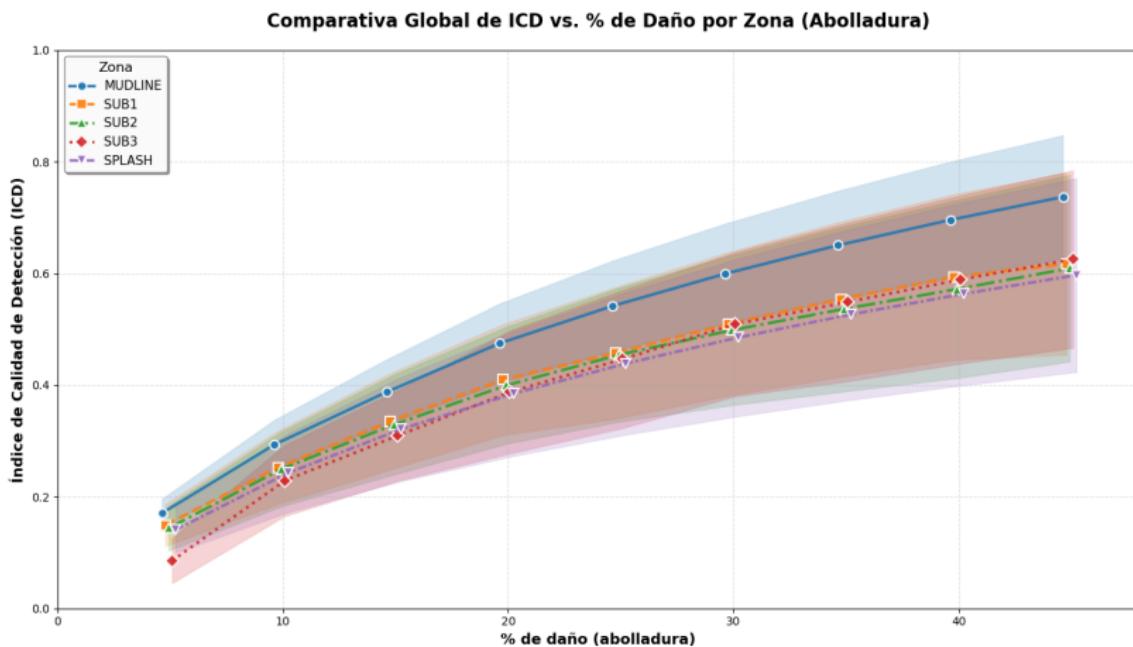


Figura: Comparativa Global ICD vs Daño

Abolladura

Resultados: Detección de Abolladura (2/2)

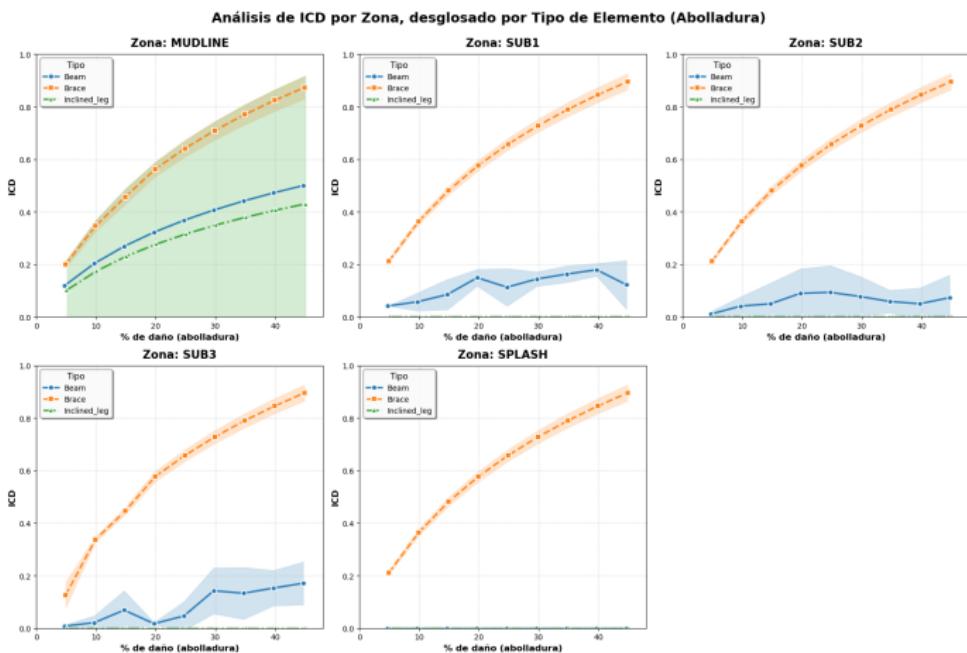


Figura: Desglose por Zona y Tipo de Elemento

Resultados: Detección de Corrosión (1/2)

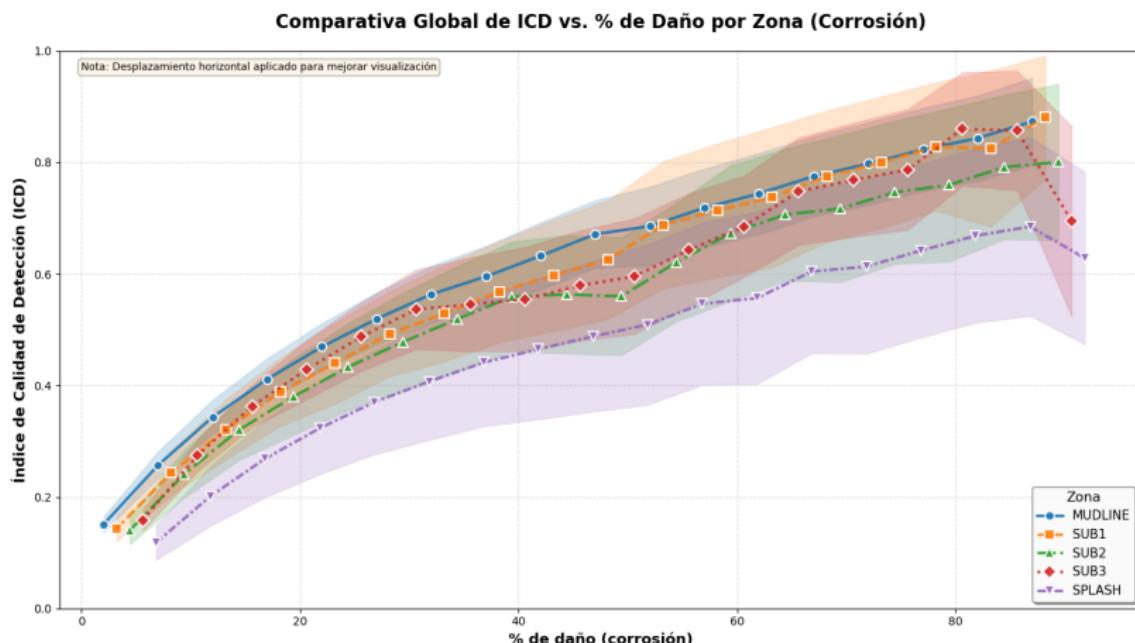


Figura: Comparativa Global ICD vs Corrosión

Corrosión

Resultados: Detección de Corrosión (2/2)

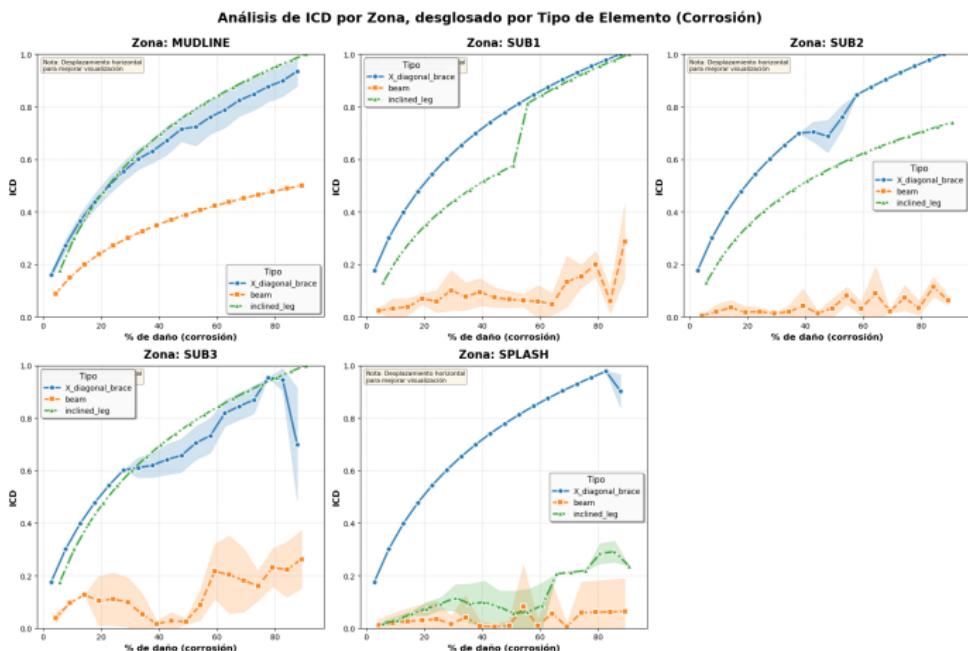


Figura: Desglose por Zona

Estatus de Publicación JCR

- **Título:**

"Proposal of a Detection Quality Index (DQI) for Damage Identification in Jacket Platforms Using Genetic Algorithms."

- **Revista Objetivo:**

Journal of Civil Structural Health Monitoring (Q1).

- **Estatus Actual:**

- Resultados del ICD consolidados.
- Artículo en proceso de redacción y formato.
- Requisito obligatorio para la graduación.

- **Antecedentes y Perspectiva:**

El manuscrito inicial fue rechazado en la revista *Ocean Engineering*.

Sin embargo, dicha versión carecía de la validación robusta actual. La integración del nuevo **Índice de Calidad de Detección (ICD)**

Comentarios Finales y Siguientes Pasos

- ① **Validación:** El modelo simplificado de daño (abolladura/corrosión) demuestra ser computacionalmente eficiente y representativo.
- ② **Ruta Crítica (8º Semestre):**
 - Envío y revisión del artículo JCR.
 - Escritura final de la tesis.
 - Defensa de grado.
 - Profundizar en el estudio, generación y análisis de resultados para daños por grietas en la base (fagita) y deflexiones excesivas, aplicando la misma metodología.