

Coordinacion Academica del Posgrado  
Direccion de Desarrollo de Talento

## **EVALUACION DE DESEMPEÑO**

Trabajo de Investigacion de Doctorado

Desarrollo de una metodologia para la deteccion de daño en  
plataformas marinas fijas por medio de analisis de vibraciones

**M. I. Francisco Cisneros**

Directores: Dr. Ivan Felix Gonzalez y Dr. Rolando Salgado Estrada

Periodo: Invierno 2025

# Contenido

- 1 Eleccion del Tema
- 2 Justificacion
- 3 Objetivos
- 4 Marco Teorico
- 5 Hipotesis
- 6 Metodologia y Flujo de Trabajo
- 7 Caso de Estudio
- 8 Resultados
- 9 Discusion
- 10 Conclusiones
- 11 Perspectivas
- 12 Bibliografia

- ## 2 Justificación

- ### 3 Objetivos

- ## 4 Marco Teorico

- ## 5 Hipotesis

- ## 6 Metodología y Flujo de Trabajo

- ## 7 Caso de Estudio

- ## 8 Resultados

- ## 9 Discussion

- ## 10 Conclusiones

- ## 11 Perspectivas

- ## 12 Bibliografia

## Eleccion del Tema

- **Titulo:** Monitoreo de Salud Estructural (SHM) basado en optimizacion inversa para la identificacion de daño en plataformas tipo Jacket.
- **Enfoque:** Desarrollo de una metodologia no destructiva basada en vibraciones y algoritmos geneticos (AG).
- **Innovacion:** Introduccion del Indice de Calidad de Deteccion (ICD) para mitigar la incertidumbre en entornos ruidosos.

# Justificación del Problema

- **Infraestructura Envejecida:** Gran parte de las plataformas en el Golfo de México han superado su vida útil de diseño.
- **Costos y Riesgos:** Las inspecciones tradicionales (buzos, ROV) son costosas y peligrosas.
- **Limitaciones Actuales:** Dificultad para detectar daños internos o en etapas tempranas mediante inspección visual.
- **Necesidad:** Estrategias de mantenimiento predictivo basadas en datos (SHM).



Figura: Deterioro en plataformas marinas.

# Deterioro Estructural



(a) Corrosion severa.



(b) Abolladura por impacto.

# Objetivos de la Investigacion

- **Objetivo General:** Desarrollar y validar una metodologia SHM basada en optimizacion inversa con AG para identificar daño en plataformas Jacket.
- **Objetivos Especificos:**
  - Formular el **Indice de Calidad de Deteccion (ICD)** para fusionar indicadores vibratorios.
  - Validar la metodologia mediante modelos de elemento finito calibrados.
  - Evaluar la sensibilidad ante escenarios de corrosión y abolladura.
  - Determinar el comportamiento de elementos "fusibles" vs "principales".

## 7 / 25

# Mecánica del Daño Simulado

## Corrosion Uniforme:

- Reducción del espesor de pared ( $t$ ).
- Impacta área ( $A$ ) e inercia ( $I$ ).
- Módulo de elasticidad ( $E$ ) constante.

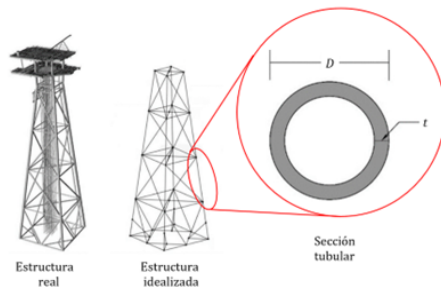
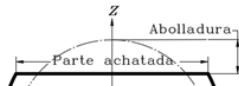


Figura: Reducción de espesor por corrosión.

## Abolladuras:

- Distorsión de la sección transversal (aplanamiento).
- Reducción drástica del momento de inercia local ( $I_{red}$ ).





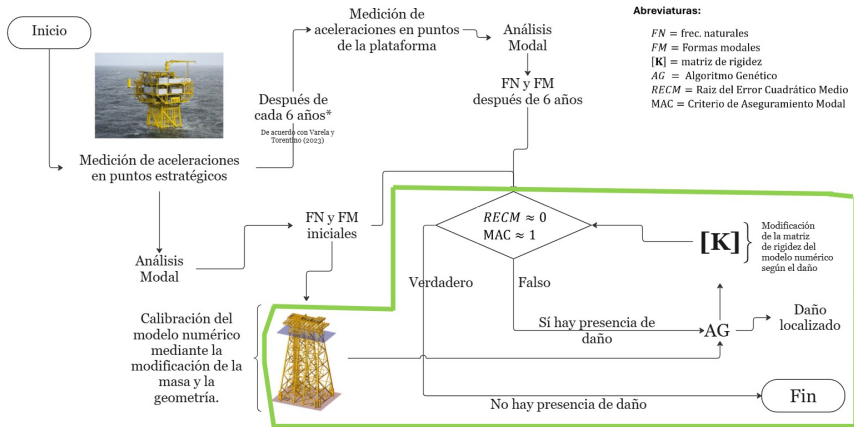
# Hipotesis de Trabajo

*"Los elementos secundarios (diagonales o braces) actuan como fusibles estructurales, manifestando cambios modales detectables a traves del ICD antes de que se comprometa la integridad global de las piernas principales."*

## Implicacion Operativa:

- Monitoreo automatico continuo para elementos secundarios.
- Inspeccion visual enfocada en nodos criticos y componentes principales.

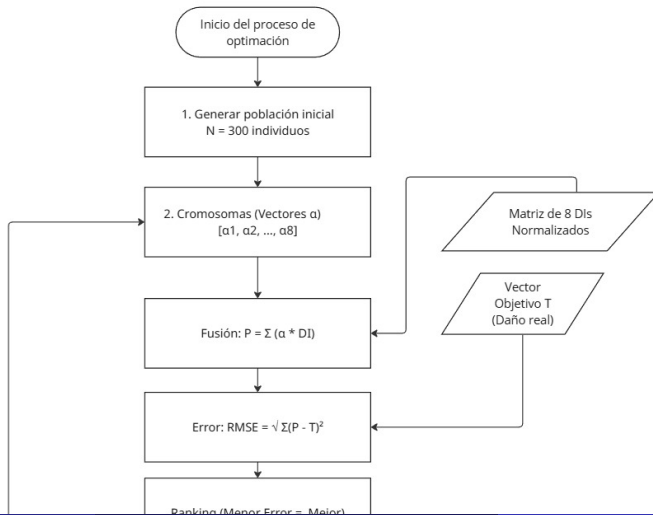
# Metodología Propuesta



**Figura:** Esquema general de la metodología SHM.



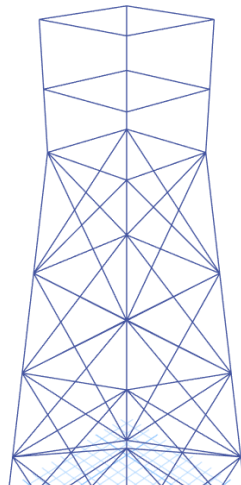
# Funcionamiento del AG y Metrica



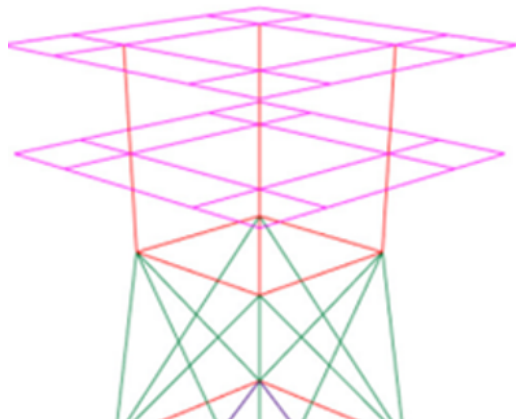
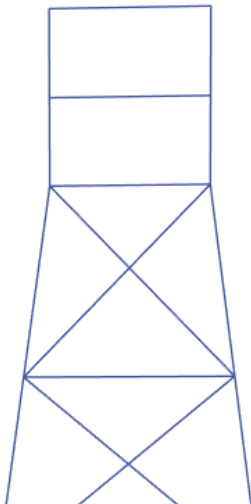
# Modelo de Plataforma Jacket

## Características:

- Estructura tipo Jacket de 4 patas.
- Sistema MDOF discretizado.
- Inclusion de masa hidrodinamica e interaccion suelo-estructura.



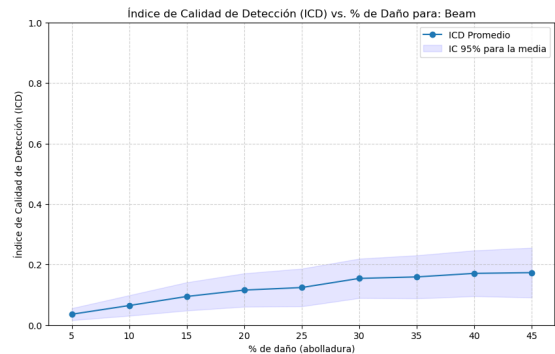
# Detalle del Modelo



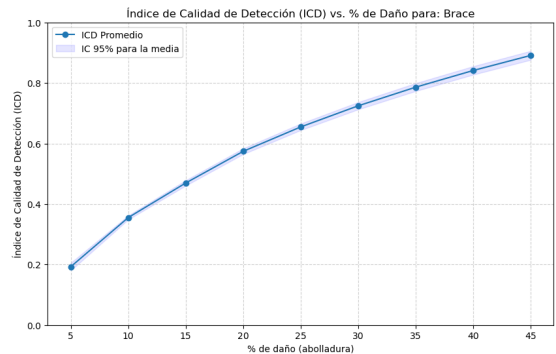
## Resultados: Escenario de Abolladura

## Introducción al análisis de sensibilidad del ICD ante abolladuras en diferentes elementos.

# Abolladura: Vigas vs Braces



(a) Vigas (Beams)



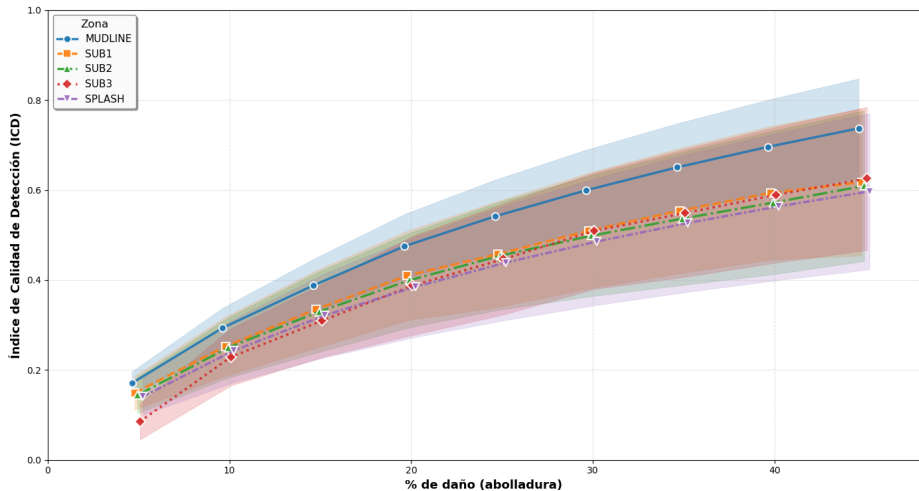
(b) Diagonales (Braces)

Figura: Sensibilidad del ICD en elementos horizontales vs diagonales.



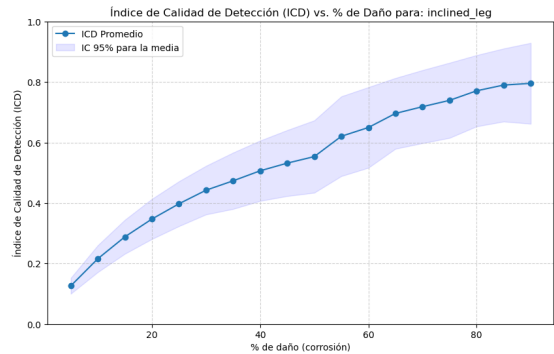
# Abolladura: Comparativa Global

Comparativa Global de ICD vs. % de Daño por Zona (Abolladura)

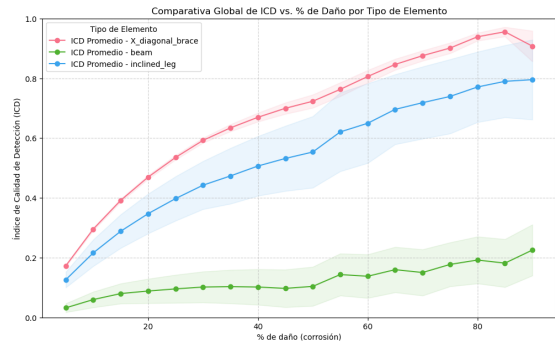




# Corrosion: Elementos Inclinados y Resumen

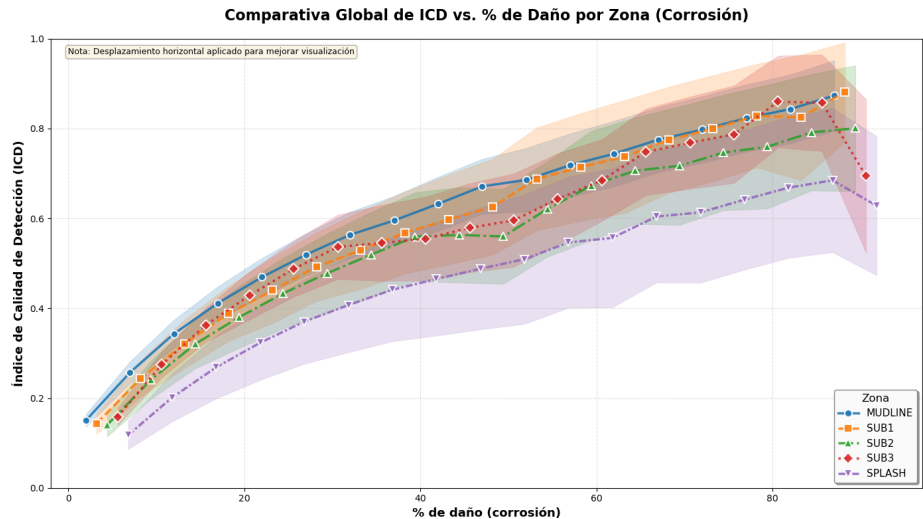


(a) Elementos Inclinados



(b) Comparativa por Tipo

# Corrosion: Comparativa Global



## Discussion de Resultados

- **Comportamiento Diferenciado:**
  - Elementos Secundarios (Diagonales): Detectables con ICD a partir del **30 % de daño**.
  - Elementos Principales (Piernas): Requieren severidad **> 50 %** para identificación fiable.
- **Fusibles Estructurales:** Las diagonales advierten del deterioro antes de fallos críticos globales.
- **Eficacia del ICD:** Penaliza falsos positivos, mejorando la confianza en la detección respecto a métodos tradicionales.

# Conclusiones Generales

- ① La metodologia basada en AG y el indice ICD permite identificar daño estructural en entornos con incertidumbre.
- ② La modelacion fisica (masa adherida, crecimiento marino) es crucial para representar la dinamica real.
- ③ Se valida la hipotesis de monitoreo hibrido:
  - **SHM Automatico:** Para vigilancia continua de elementos secundarios.
  - **Inspeccion Focalizada:** Para nodos y piernas principales, optimizando recursos.

# Perspectivas Futuras

- Implementacion en tiempo real con datos de sensores in-situ.
- Validacion experimental en tanque de olas.
- Extension a estructuras eolicas offshore.
- Integracion de algoritmos de Machine Learning hibridos para acelerar la convergencia del AG.

# Bibliografía



Mubarak et al. (2020). Condition Monitoring of Offshore Platforms.



Goldberg, D.E. (1989). Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning.



API RP 2A-WSD (2014). Recommended Practice for Planning, Designing and Constructing Fixed Offshore Platforms.



