

IX SEMINARIO INTERNACIONAL DE INGENIERÍA Y OPERACIÓN PORTUARIA

# ANÁLISIS Y CALIBRACIÓN DE PARÁMETROS DE RUGOSIDAD EN TUBERÍAS DE CAPTACIÓN CON CRECIMIENTO MARINO

Francisco Soto, Rolando García



27-10-2022



## CONTENIDOS

- INTRODUCCIÓN
- DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ANALIZADO Y DATOS DE TERRENO
- METODOLOGÍA
- RESULTADOS
- DISCUSIÓN
- CONCLUSIONES



## INTRODUCCIÓN





## INTRODUCCIÓN

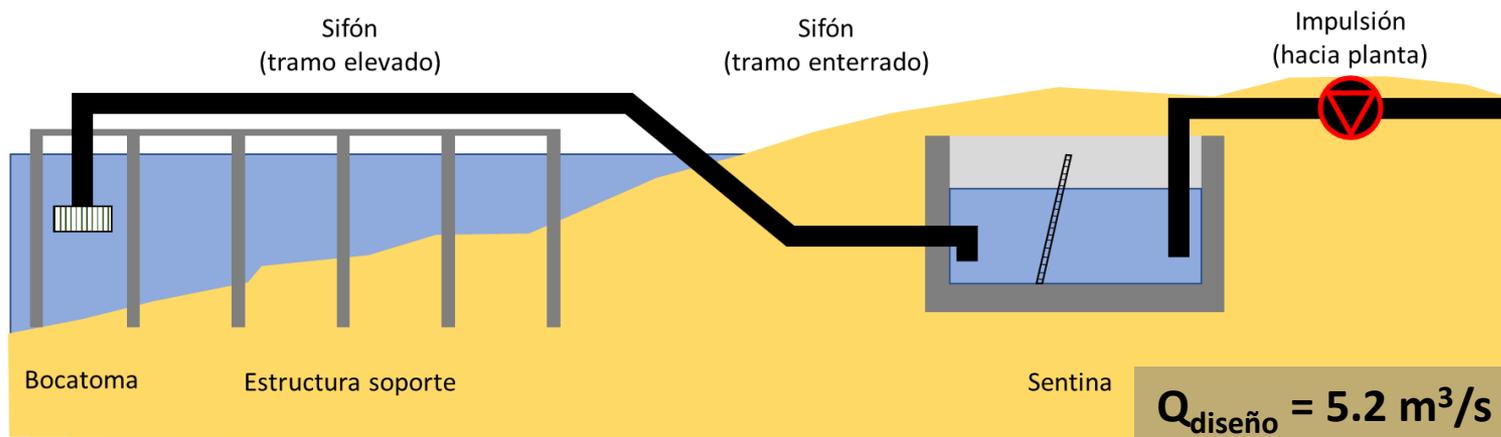


- **Condiciones favorables para *biofouling*:**  
flujo continuo de agua rica en nutrientes y oxígeno, ausencia de depredadores, entre otras.
- **Efecto hidráulico:**  
Reducción sección del flujo,  
Aumento rugosidad.
- **Reducción de capacidad de infraestructura!**
- **Limitadas referencias!**





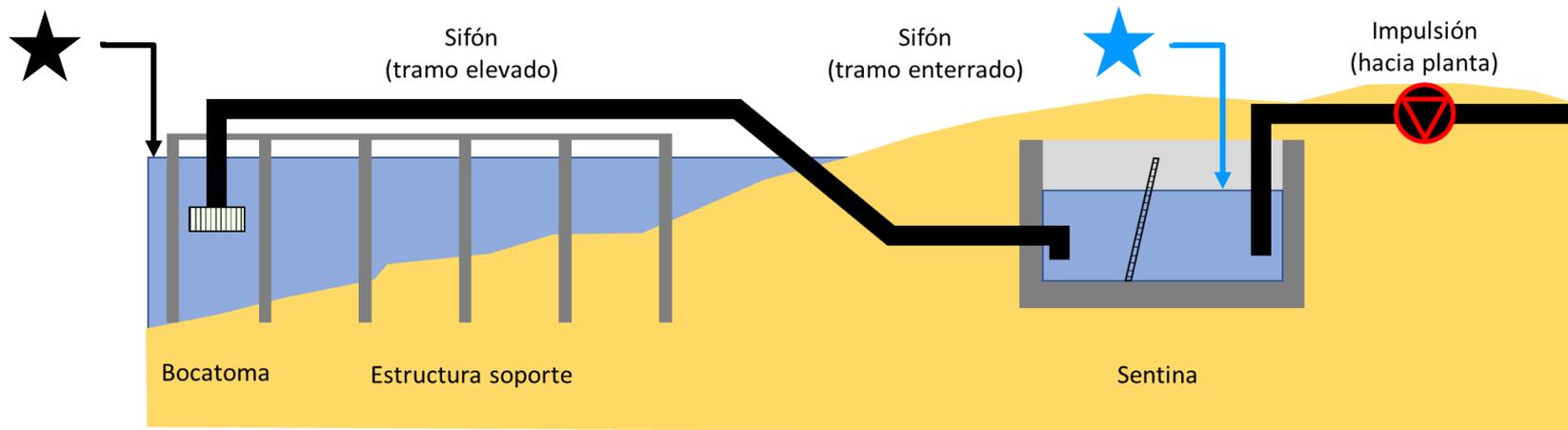
## DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ANALIZADO Y DATOS DE TERRENO



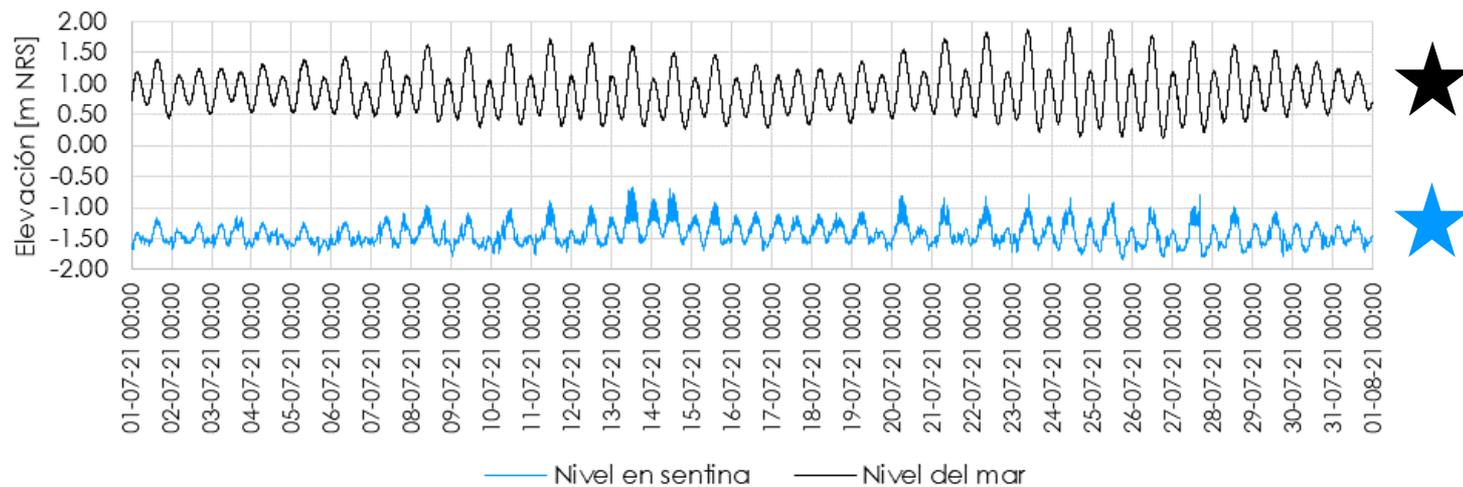
Componente	Dimensiones	Comentario
Bocatoma	Diámetro $\Phi = 4$ m, Altura $H = 2$ m.	Campana equipada con barras para evitar ingreso de animales y grandes objetos.
Tubería sifón	Diámetro $\Phi = 1.8$ m, Longitud $L \sim 450$ m.	Tubería de acero al carbono. Incluye singularidades como entradas, salidas y codos.
Sentina	Irrelevantes para el presente análisis.	Equipada con rejas para remoción de elementos extraños.



## DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ANALIZADO Y DATOS DE TERRENO

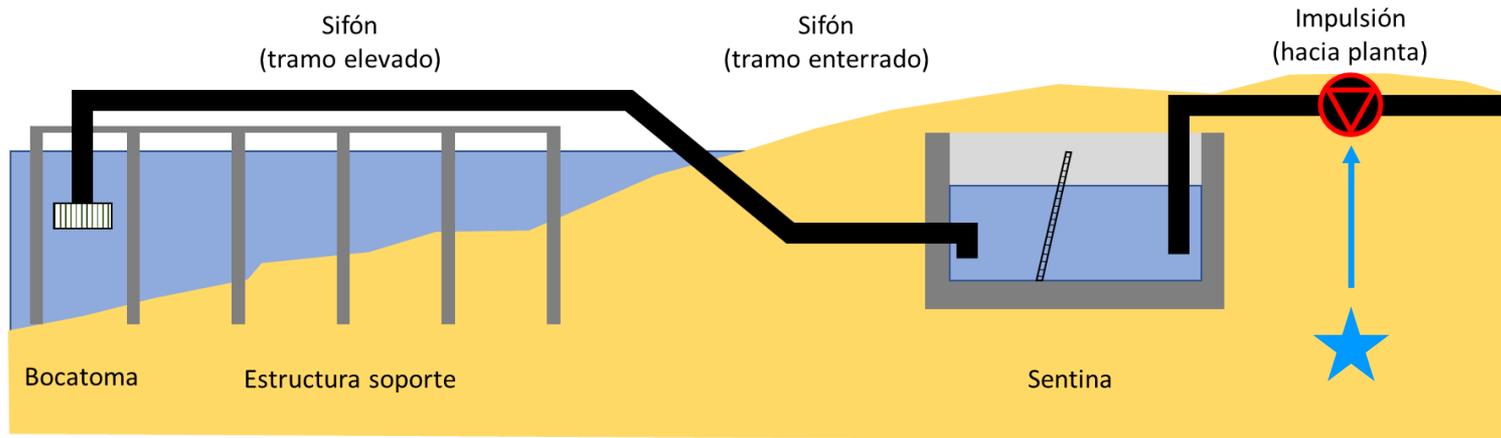


### ■ Niveles

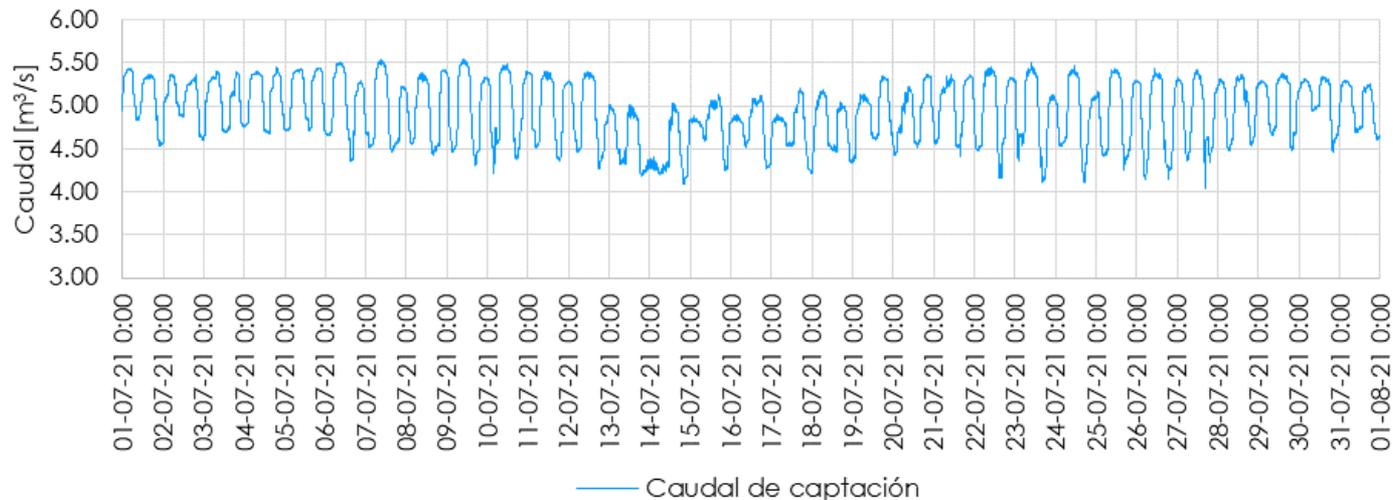




## DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ANALIZADO Y DATOS DE TERRENO

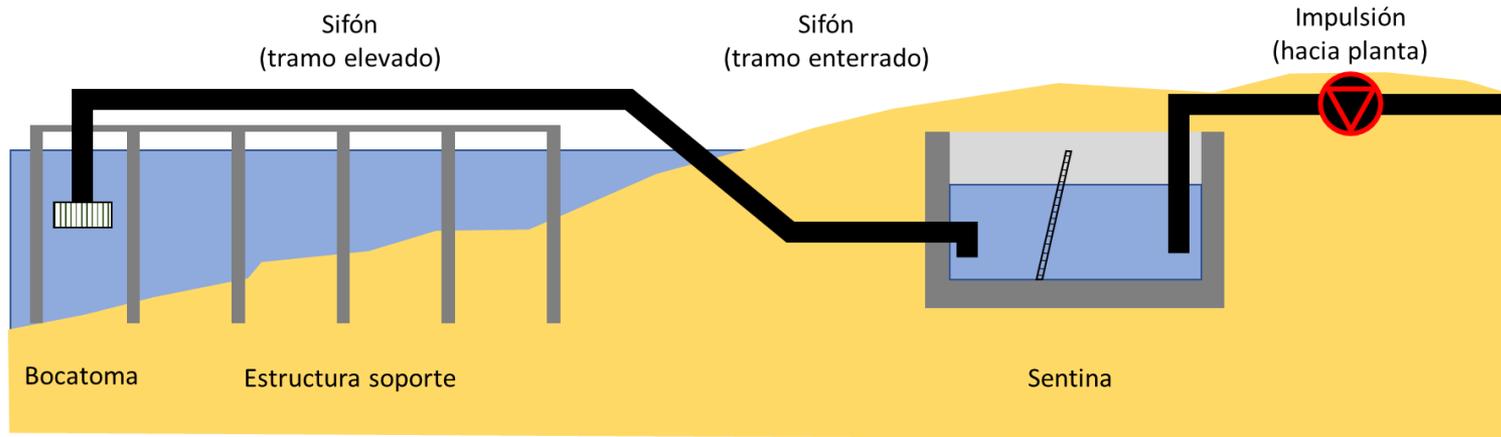


### ■ Caudal





## METODOLOGÍA

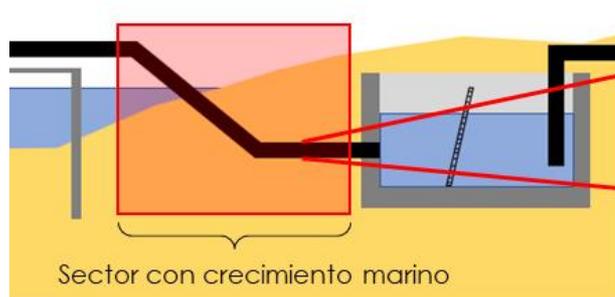
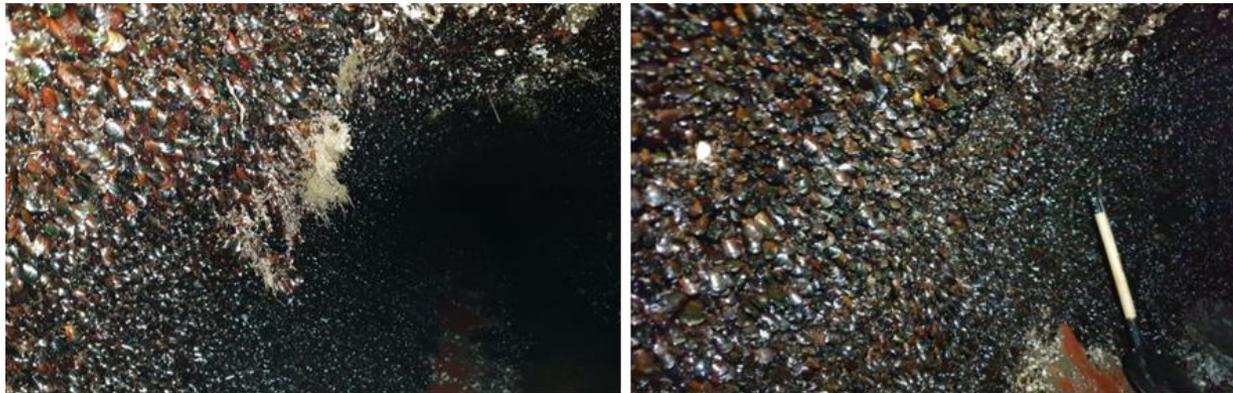
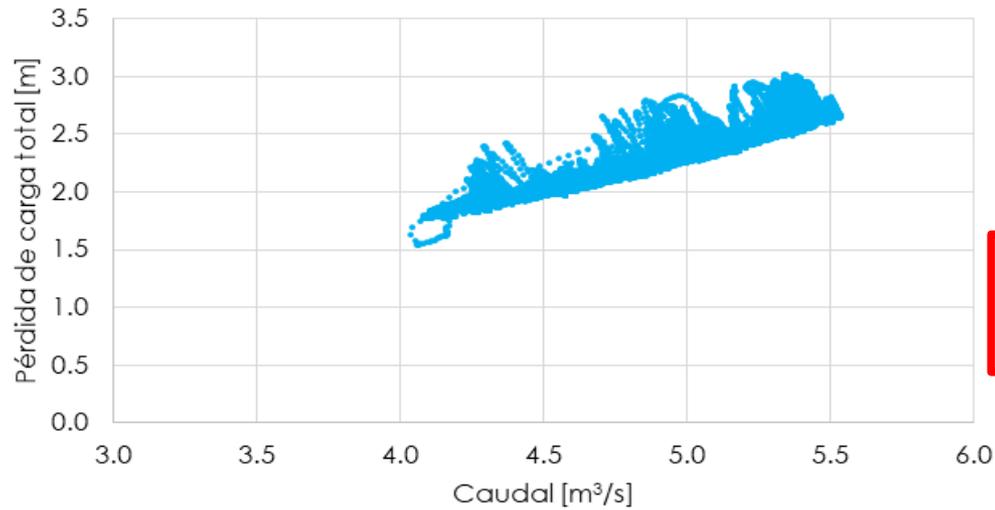


- **Pérdida de carga empírica** calculada como la diferencia de nivel del mar y nivel en sentina.
- **Pérdida teórica** en función de parámetros de espesor de **crecimiento marino (e)** y **rugosidad (k)**.
  - Incorpora pérdidas singulares, y
  - Pérdidas por fricción en dos tramos:

Tramo	Condición interior tubería	Parámetros
Sifón elevado	Envejecida sin crecimiento marino.	$e = 0 \text{ mm}$ , $k = 1 \text{ mm}$ .
Sifón enterrado	<b>Con crecimiento marino.</b>	Calibración.



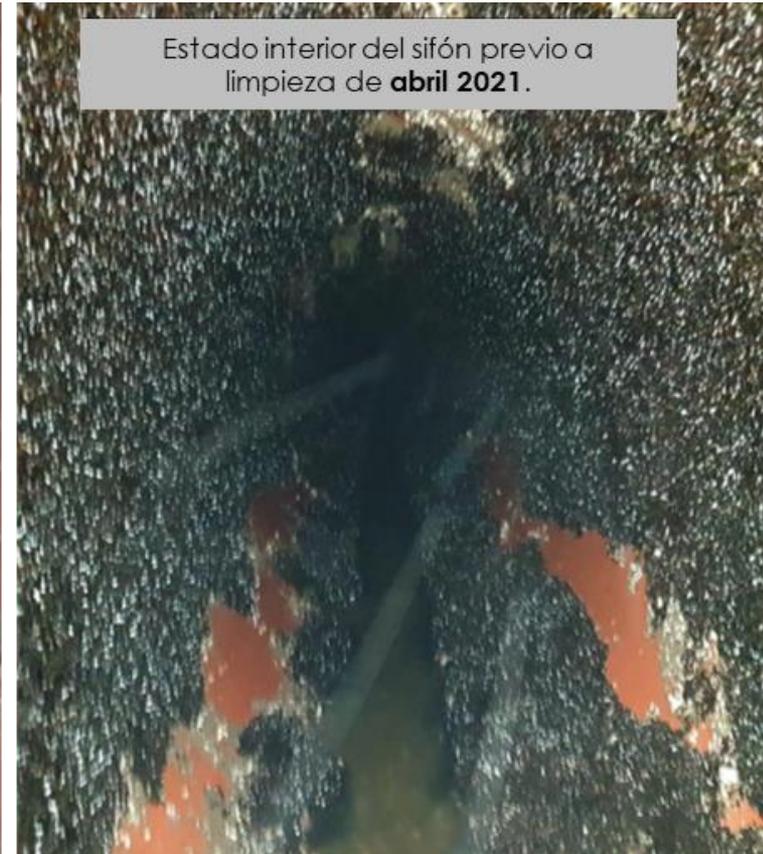
## RESULTADOS



Hasta 15 cm espesor en ~80% de la sección.



## RESULTADOS

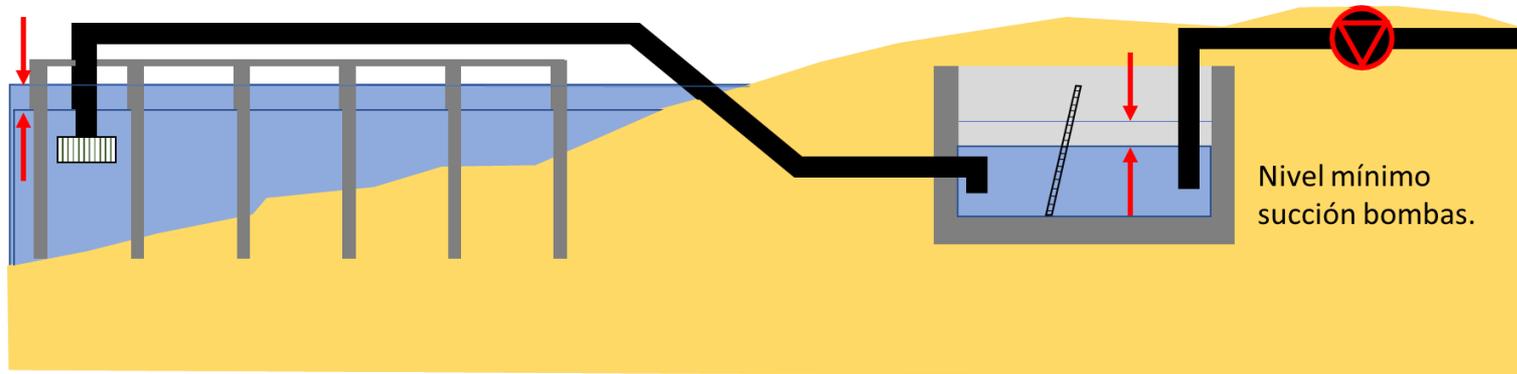


¡4 meses!

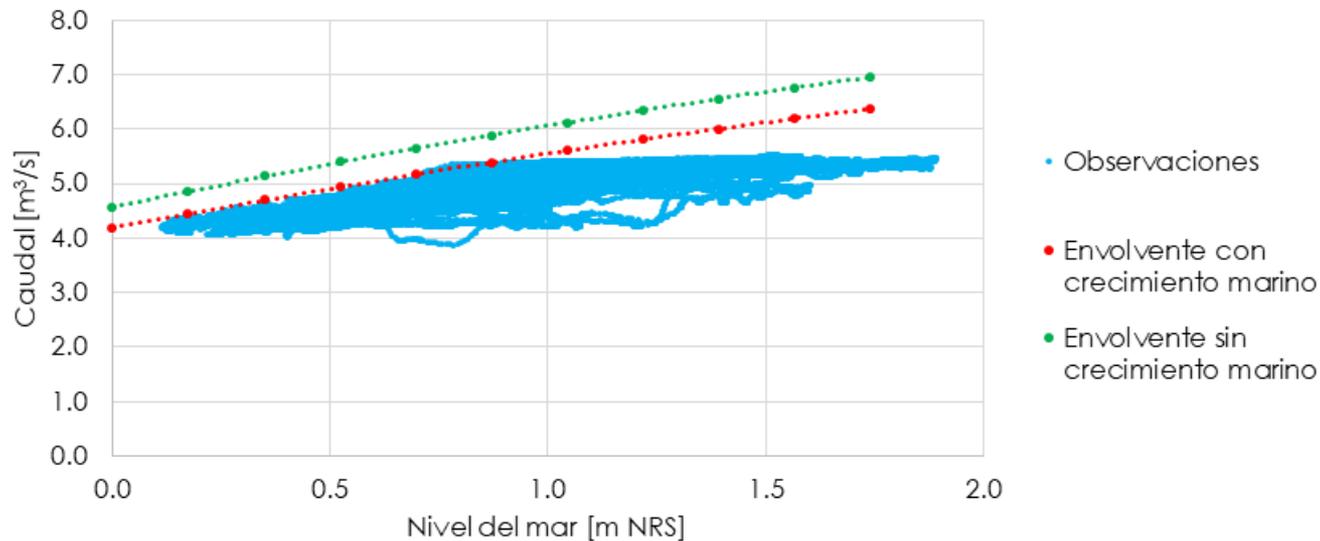


## DISCUSIÓN

- Análisis limitación de capacidad por crecimiento marino



- Envoltente marea – caudal





## DISCUSIÓN

- Existen alternativas:
  - Procesos de **limpieza mecánica** tienen impacto en proceso productivo (detenciones), puede suponer riesgos a la salud y seguridad de quienes los ejecuten.
  - **PIGs** (*pipeline inspection gauge*) requieren de infraestructura adicional.
  - Experiencia local en uso de **biocidas** es, en general, favorable.
- Sin embargo, altas tasas de crecimiento observadas obligan a tener en cuenta consideraciones de diseño adicionales, que otorguen holgura ante contingencias en sistemas de cloración.
- Se requieren esfuerzos adicionales conducentes a caracterizar el potencial de crecimiento marino en función de la ubicación geográfica y tipología y materialidad de los sistemas.



## CONCLUSIONES

- Se presentó la calibración de parámetros de rugosidad y espesor de crecimiento marino en una tubería de captación operativa.
- Resultados en el orden de hallazgos de terreno, 10 – 15 cm espesor *biofouling*.
- Crecimiento marino tiene un impacto negativo en la operación del sistema (reducción de caudal y capacidad productiva).
- Diseño óptimo de este tipo de infraestructura debería ser resiliente ante este fenómeno.

IX SEMINARIO INTERNACIONAL DE INGENIERÍA Y OPERACIÓN PORTUARIA

# ANÁLISIS Y CALIBRACIÓN DE PARÁMETROS DE RUGOSIDAD EN TUBERÍAS DE CAPTACIÓN CON CRECIMIENTO MARINO

Francisco Soto, Rolando García

27-10-2022

