



Tecnologías, infraestructura y equipamiento para un puerto más seguro y eficiente

SIOP22
Valparaíso, Octubre 2022



Rev.A01



1. EL PUERTO DE ARICA *(introducción)*
2. SEGURIDAD Y EFICIENCIA *(problemática)*
 - PREDICTORES
 - SHORE TENSION
 - INFRA CAMBIO CLIMATICO
3. ESTUDIOS DE AGITACIÓN Y MEDICIONES *(en desarrollo)*
4. PRÓXIMOS PASOS



Continuidad Operativa 24 x 7 x 365
Relaciones laborales de excelencia
15 años sin Paralizaciones Portuarias

PUERTO MULTIPROPÓSITO



CONTENEDORES



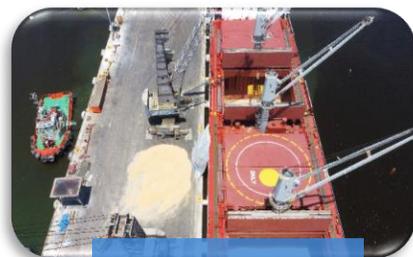
CARGA SUELTA



CARGA PROYECTO



VEHICULOS



GRANEL LIMPIO



GRANEL MINERAL



GRANEL LIQUIDO



PASAJEROS

PUERTO LÍDER EN
TRANSFERENCIA DE CARGA
MULTIPROPÓSITO



NUESTRA INFRAESTRUCTURA



MUELLES

SITIO	LARGO	CALADO
2B	220 mts.	12,4 mts.
3	190 mts.	8,2 mts.
4 - 5	500 mts.	11,4 mts.

22 ha Superficie

23.000 m2 Almacenes cubiertos

2B

3

4

5

5

SEGURIDAD Y EFICIENCIA

6

Cierres
Puertos - Marejada



Ingresos a
Puertos

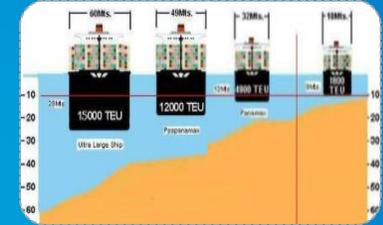


OPTIMIZACIÓN DE CAPACIDAD DE PUERTO

Seguridad Humana y Portuaria



Calados



Rotación de Patios



Velocidad Transferencia



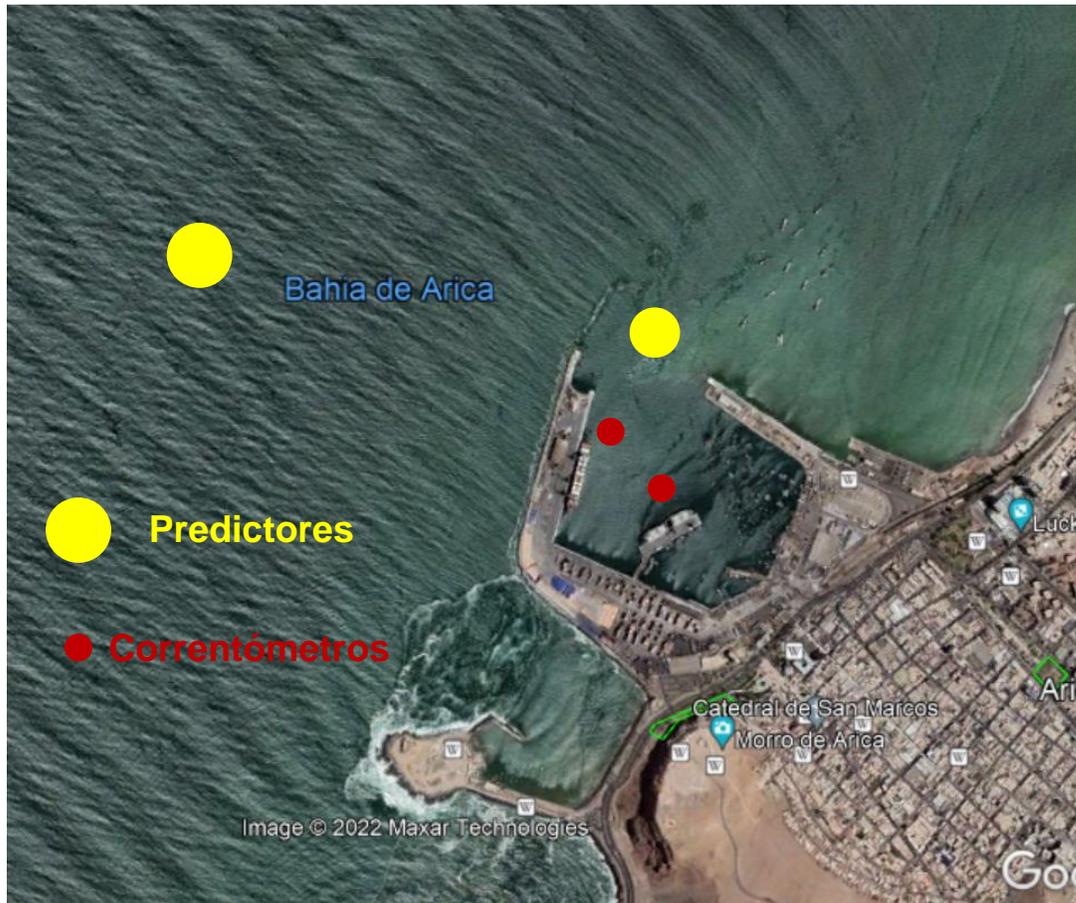
Predictores en el Punto de embarque de práctico

Predictores en la bocana de puerto, para la maniobra de giro

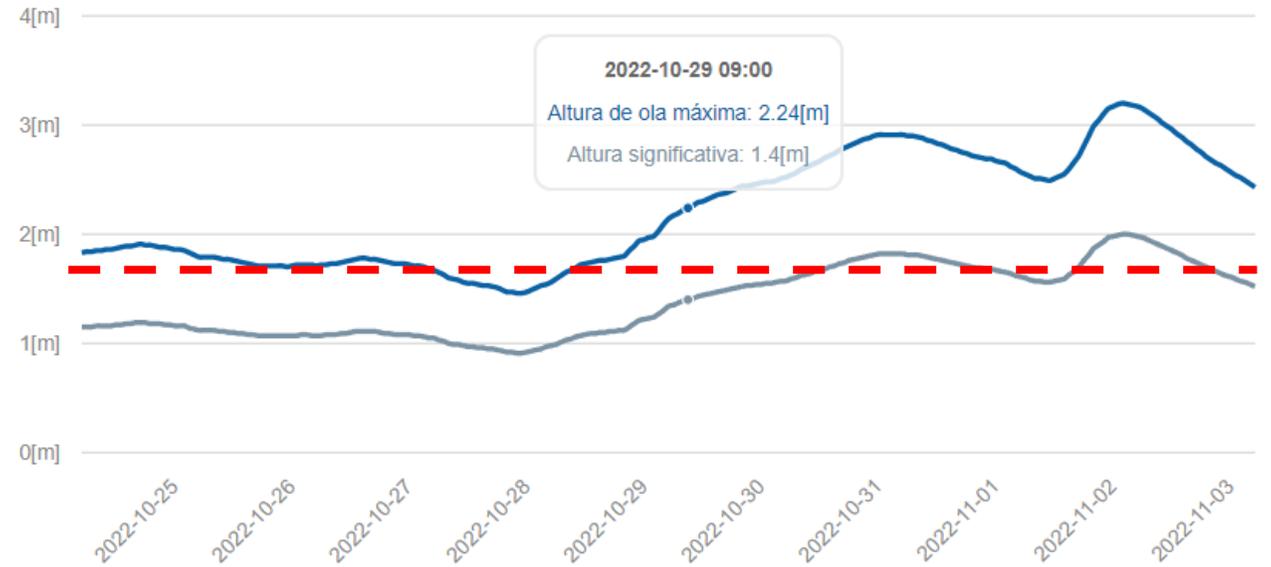
Correntómetros en los principales sitios de amarre:

Sitio 2 B

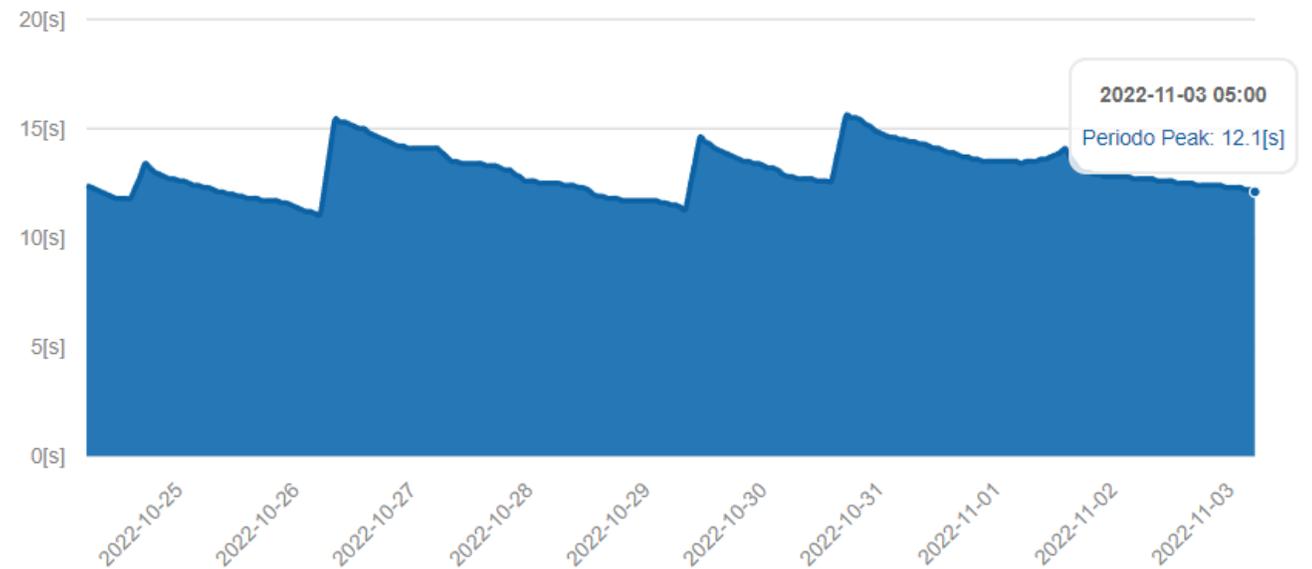
Sitio 4 - 5



COMPARACIÓN DE ALTURAS SIGNIFICATIVAS



PERIODO PEAK



Factibilidad construcción medidas de mitigación resonancia portuaria

Presentación de Avance

1a campaña 18-22 Julio 2022



Uso de ShoreTension:

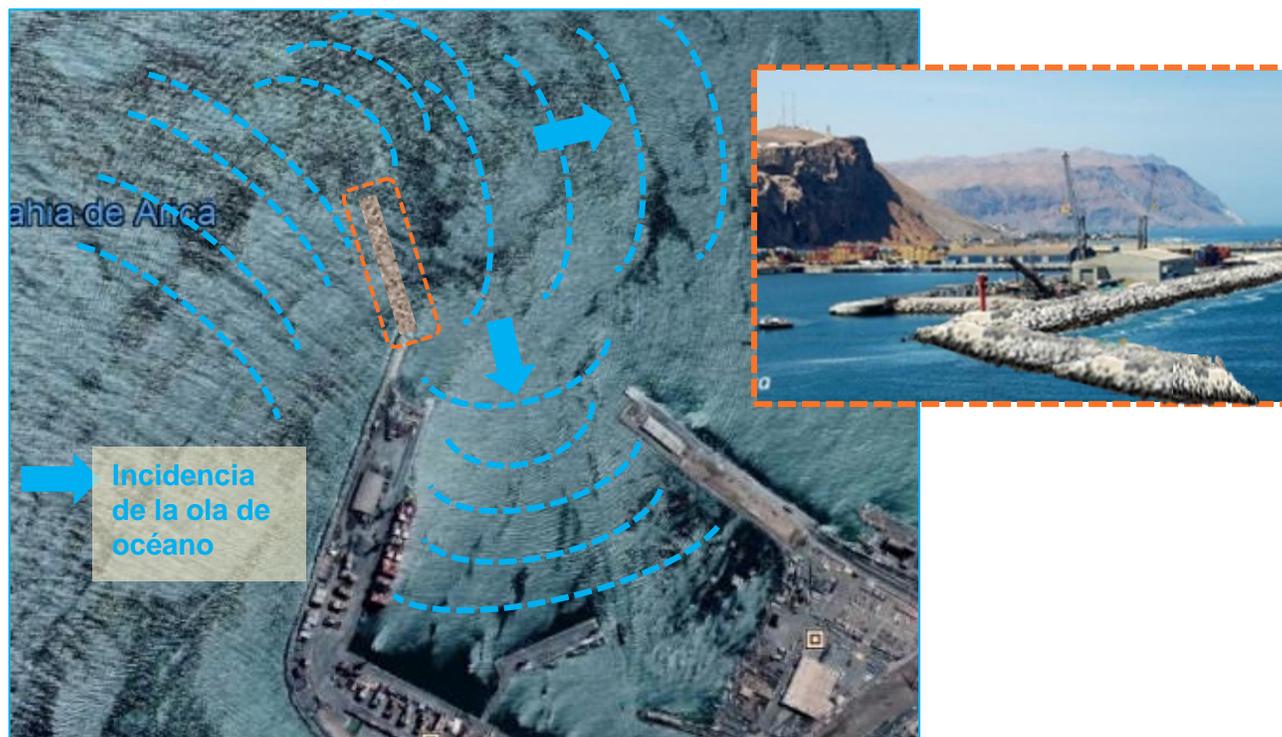
- Requiere de un plan (estudio) de amarre.
- Un esquema de amarre simétrico es muy relevante.
- Se logran tensiones sobre líneas de amarre más uniformes.
- Disminuye movimientos de avance, deriva y guiñada.
- Requiere coordinación con el piloto de la nave.
- Las catalinas deben trabajar armónicamente.
- Es una maniobra que requiere más tiempo y personal comparado con amarre tradicional.



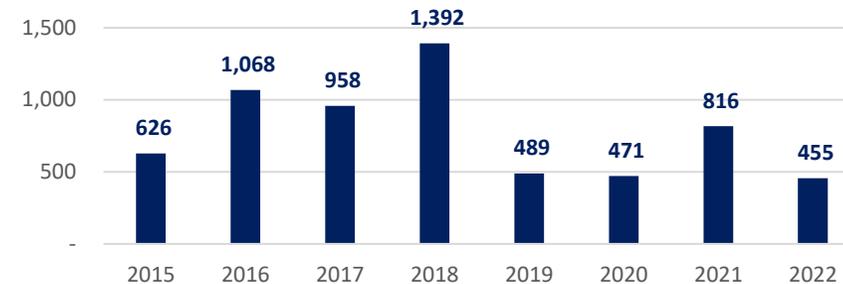
CIERRES DE PUERTO

Indicador Clave : Mayor certeza a los itinerarios de las naves

- Disminución en Cierres de Puerto (- 54%)
- Incorporación de Tecnología (Sistemas de medición y predicción)
 - Información en línea / Proceso de Data / Modelación
- Gestión operativa: AAMM + Cuerpo de Prácticos + Agencias Navieras.
- Desafíos en desarrollo:
 - Estudios de Agitación de la poza



Cierres de Puerto Arica (ENE-AGO 2015-2022)



HACIA UNA MEJORA OPERACIONAL, REDUCCIÓN DEL MOVIMIENTO DE NAVES

- a) Estudio de agitación y ondas largas en el puerto de Arica
- b) Medidas de mitigación: Extensión rompeolas, espigones interiores, uso de ShoreTension™
- c) Mediciones de oleaje, ondas largas y movimiento de naves

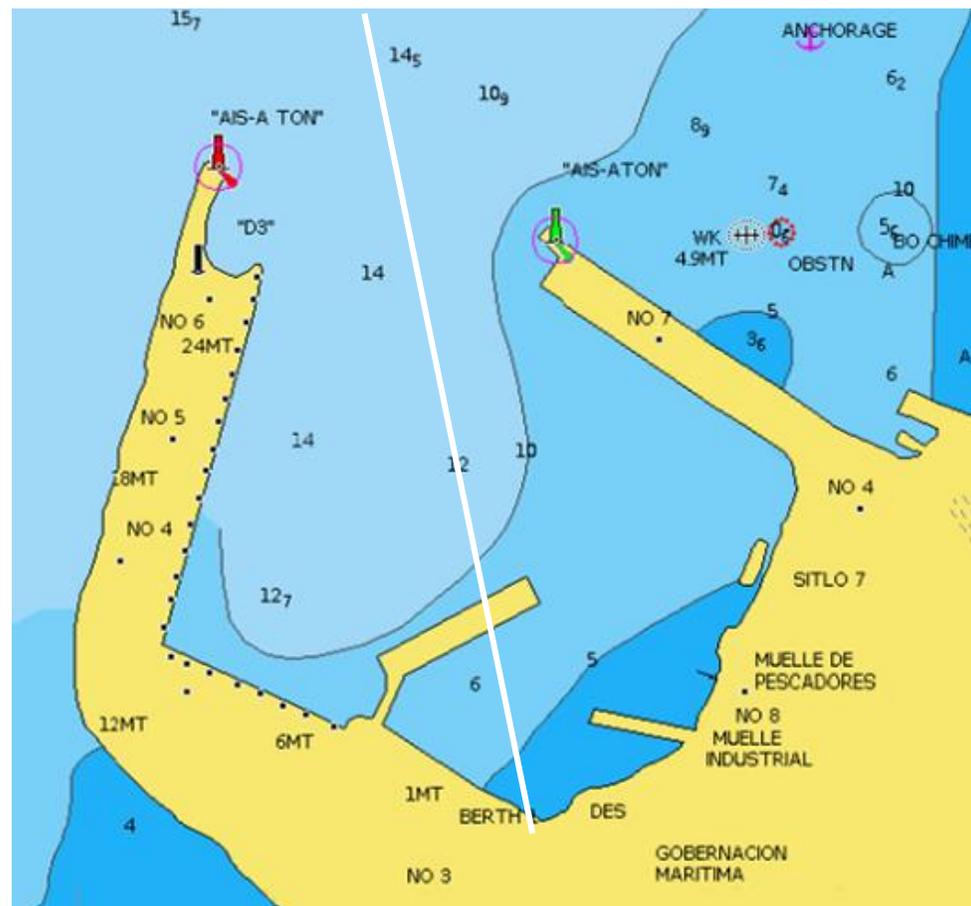
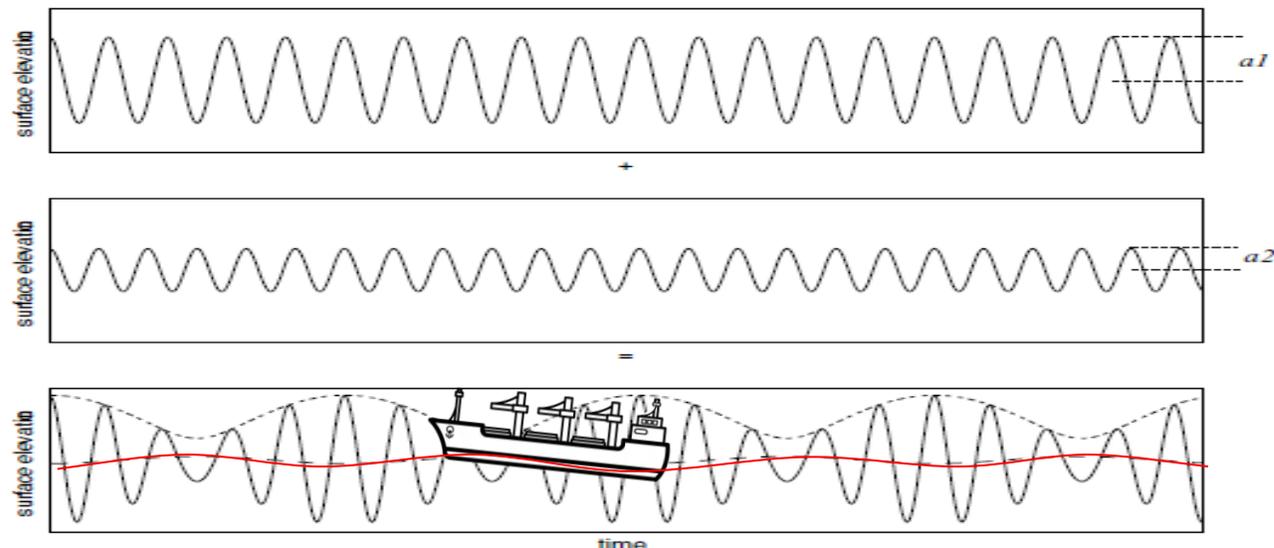


Estudio de agitación interna

Estudio de Agitación e Ingeniería Conceptual Alternativas de Mitigación Puerto Arica

Ondas largas

- Ondas “secundarias” producidas por oleaje swell
- Períodos típicos en el rango de 60-120 s
- Ondas muy largas y baja altura, orden de > 1 km y 5-20 cm
- Producen movimiento de naves

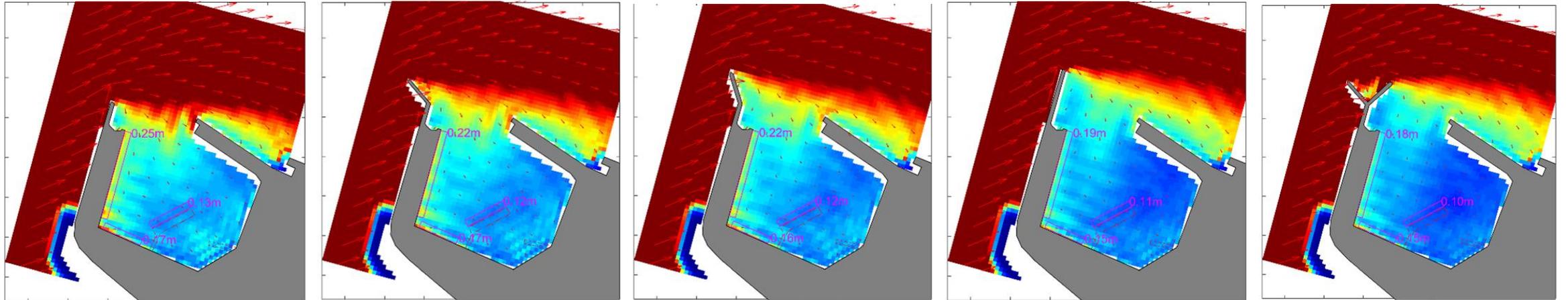


Estudio de agitación interna

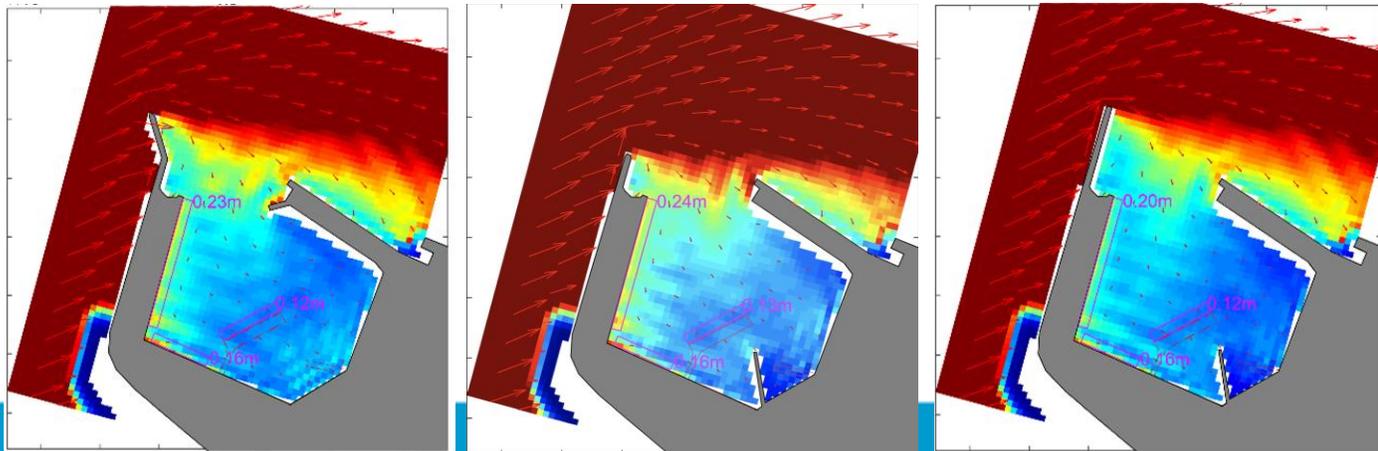
Estudio de Agitación e Ingeniería Conceptual Alternativas de Mitigación Puerto Arica

Oleaje mar de fondo:

- Efectos de extensiones del rompeolas en la dársena



15 alternativas
evaluadas

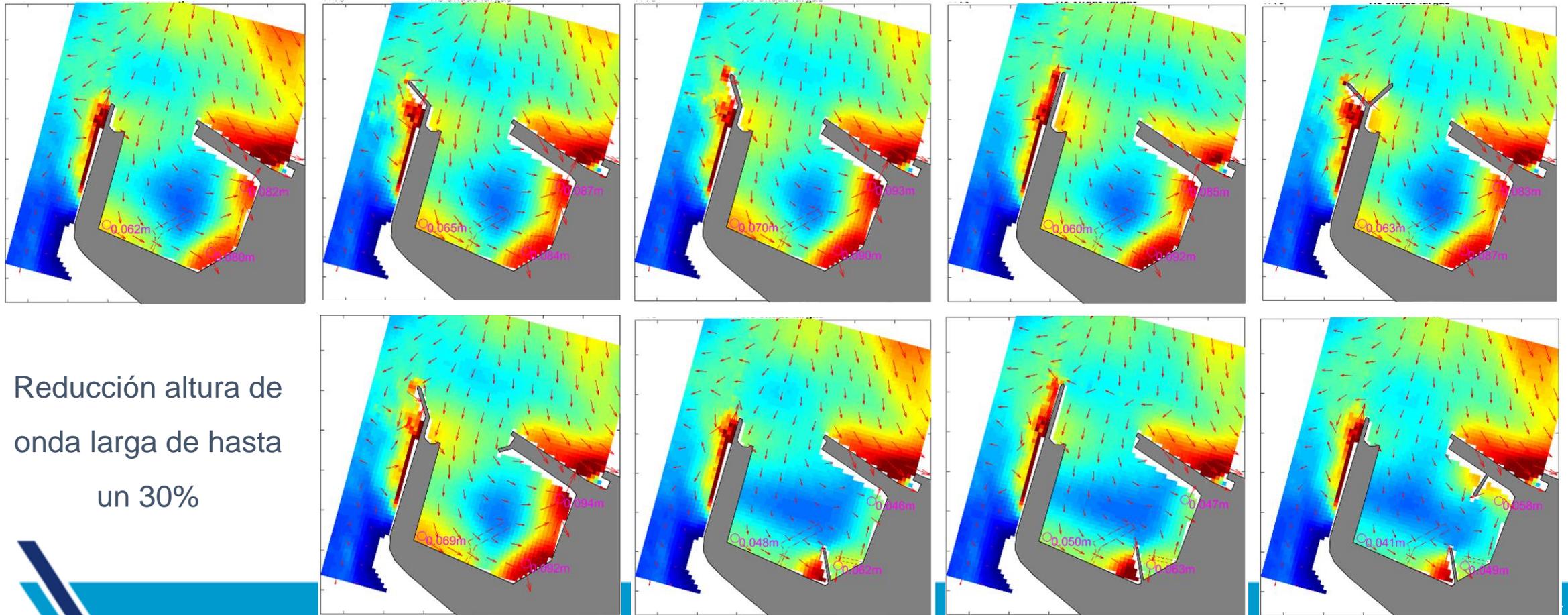


Estudio de Agitación interna

Estudio de Agitación e Ingeniería Conceptual Alternativas de Mitigación Puerto Arica

Ondas largas

- Efectos de extensiones del rompeolas y espigones interiores en la dársena

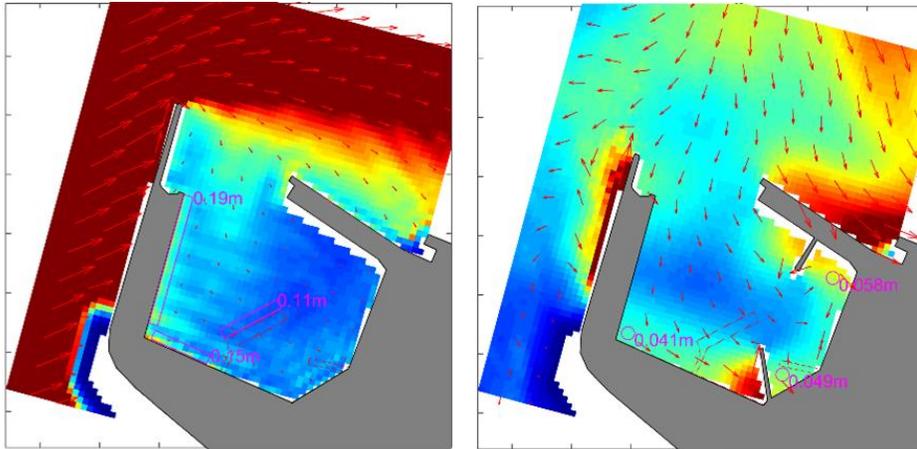


Estudio de agitación interna

Estudio de Agitación e Ingeniería Conceptual Alternativas de Mitigación Puerto Arica

Recomendaciones:

- La extensión del rompeolas recto y dos espigones interiores son las alternativas más factibles para reducir la agitación
- Se requiere de un estudio de simulación dinámica de nave atracada para evaluar la mejora en el tiempo de operatividad

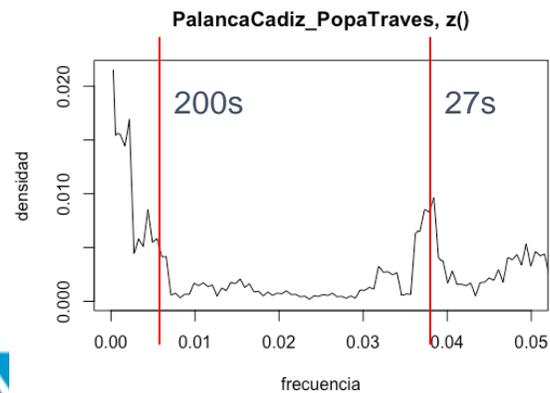
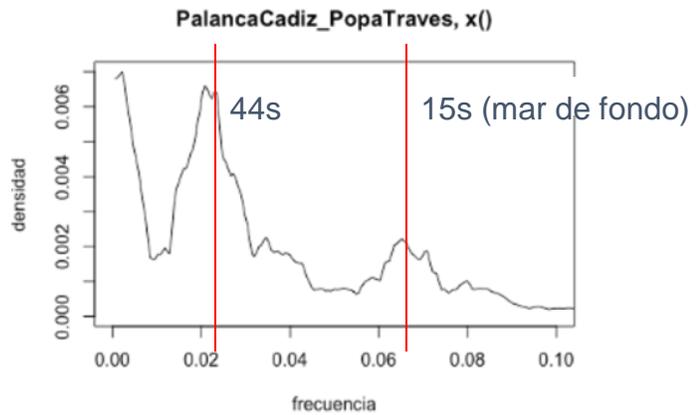


Estudio de agitación interna

Estudio de Agitación e Ingeniería Conceptual Alternativas de Mitigación Puerto Arica

Recomendaciones

- Medición de la respuesta (movimiento) de naves atracadas



Mediciones de oleaje

Estudio Factibilidad Alternativas de Mitigación Puerto Arica

Campañas de medición de oleaje:

- Oleaje direccional en ZEP
- Oleaje en sitios de atraque

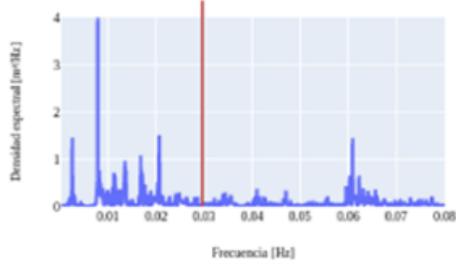


Medición de oleaje direccional en ZEP, Puerto de Arica

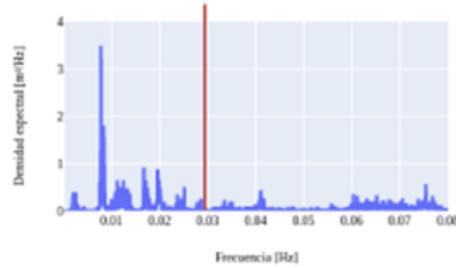
Boya Spotter



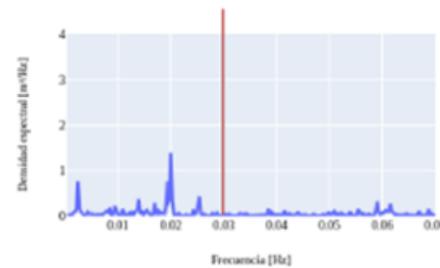
18 Jul 2022 - Sitio 4



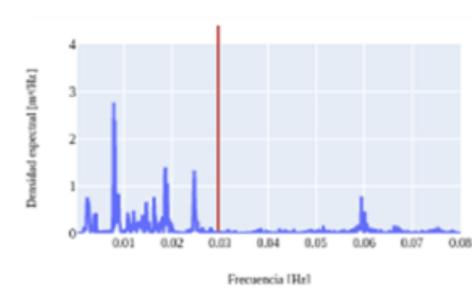
19 Jul 2022 - Sitio 4



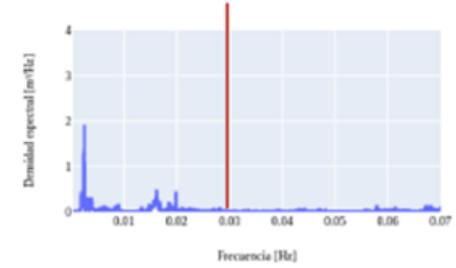
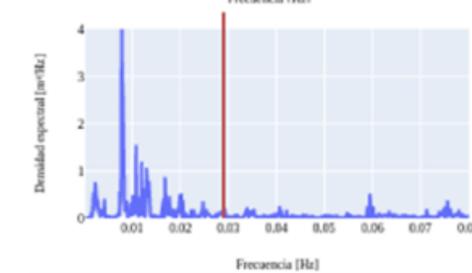
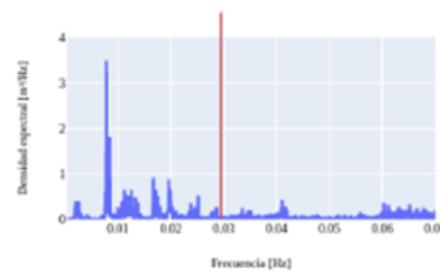
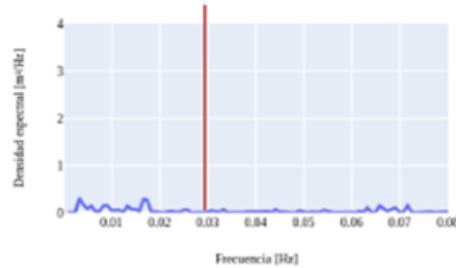
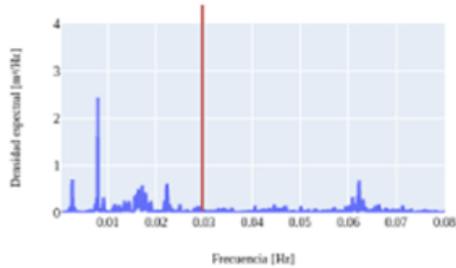
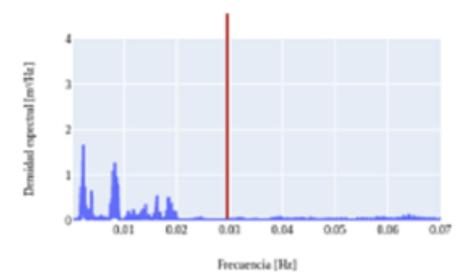
19 Jul 2022 - Sitio 3



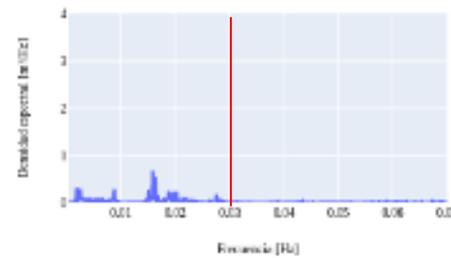
20 Jul 2022 - Sitio 3



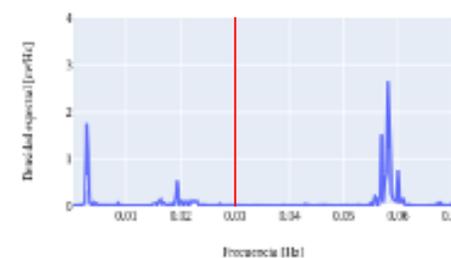
21 Jul 2022 - Sitio 2A



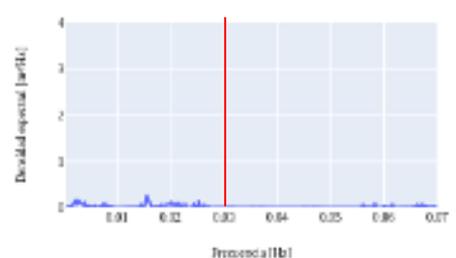
22 Jul 2022 - Sitio 2A



11 Ago 2022 - Sitio 2A



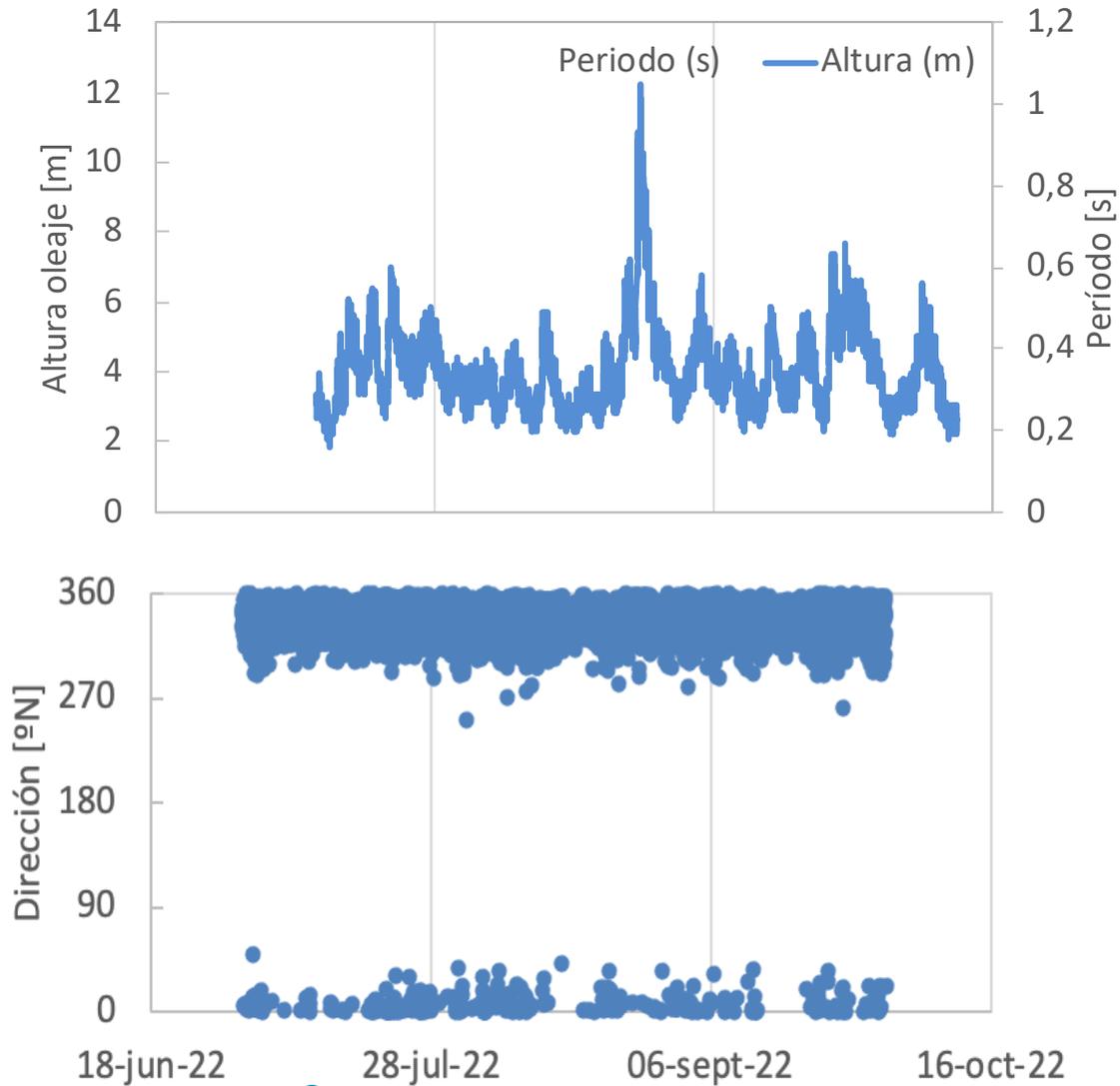
7 Sep 2022 - Sitio 2A



Mediciones con sensores de presión:

- Dos sensores por sitio
- Duración >1h
- Frecuencia de muestreo 1Hz
- Generación de espectros de oleaje
- Presencia de ondas largas y mar de fondo

MEDICIONES DE OLAJE EN SITIOS ATRAQUE

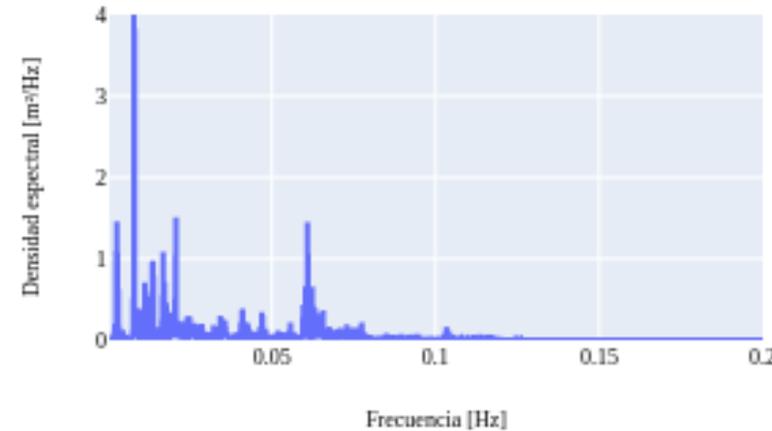


Mediciones ADCP (gentileza TPA) y sensores de presión:

Cabezo Sitio 5

- Correspondencia en alturas de ola
- Períodos entre 4s y 7s v/s T_p mar de fondo
- Direcciones desde la entrada de la dársena

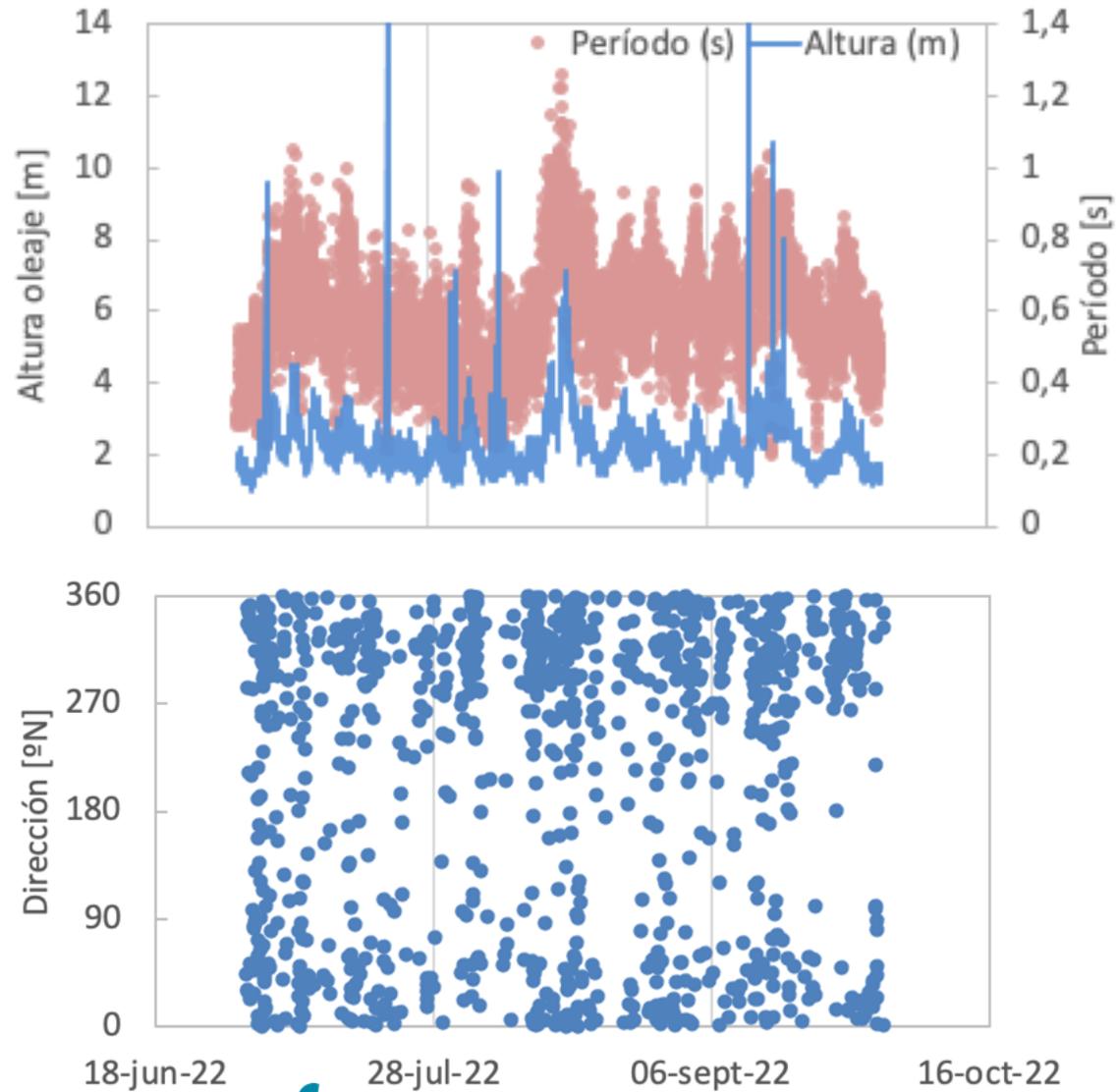
Marejada significativa el 16 Agosto: cierre de puerto
13-19 Ago.



Espectro oleaje sitio 4-5 (Sensor de presión) bita 37

18 Julio 2022

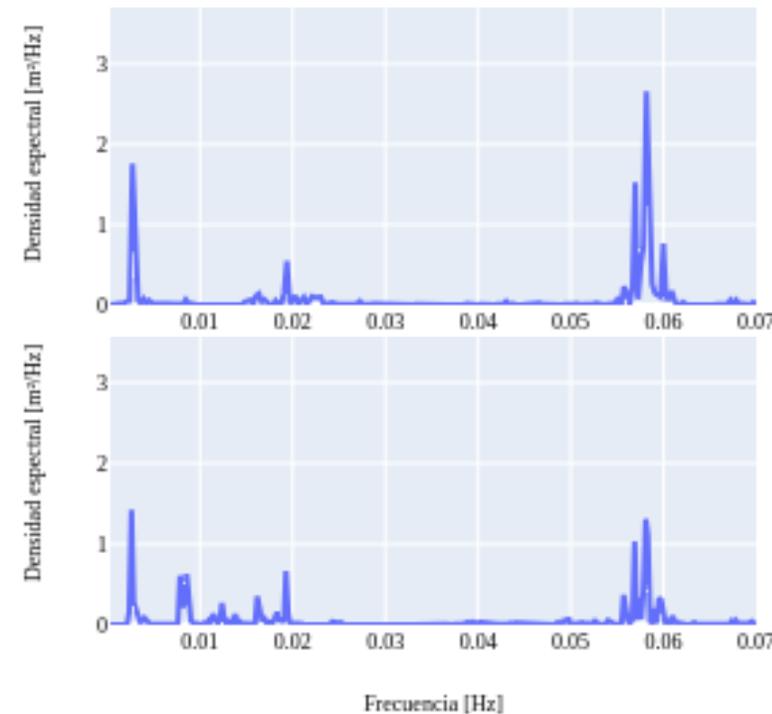
MEDICIONES DE OLAJE EN SITIOS ATRAQUE



Mediciones ADCP (gentileza TPA) y sensores de presión:

Cabezo Sitio 2B

- Correspondencia en alturas de ola
- Períodos en torno a los 4s - 8s v/s T_p mar de fondo
- Dispersión de direcciones -> oleaje de través



Espectro oleaje sitio 2 (Sensor de presión), 11 Agosto 2022

Mediciones oleaje y movimiento de naves

Estudio Factibilidad Alternativas de Mitigación Puerto Arica

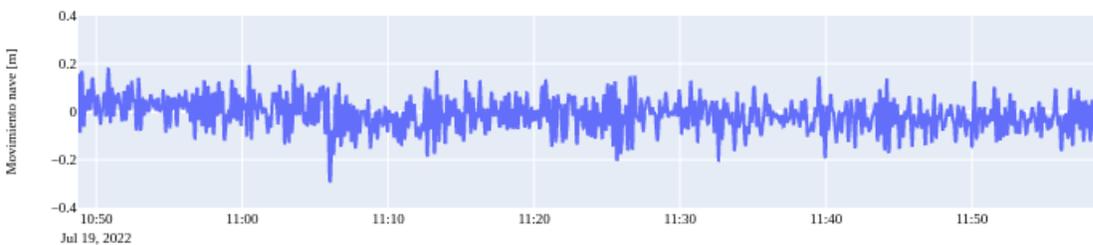
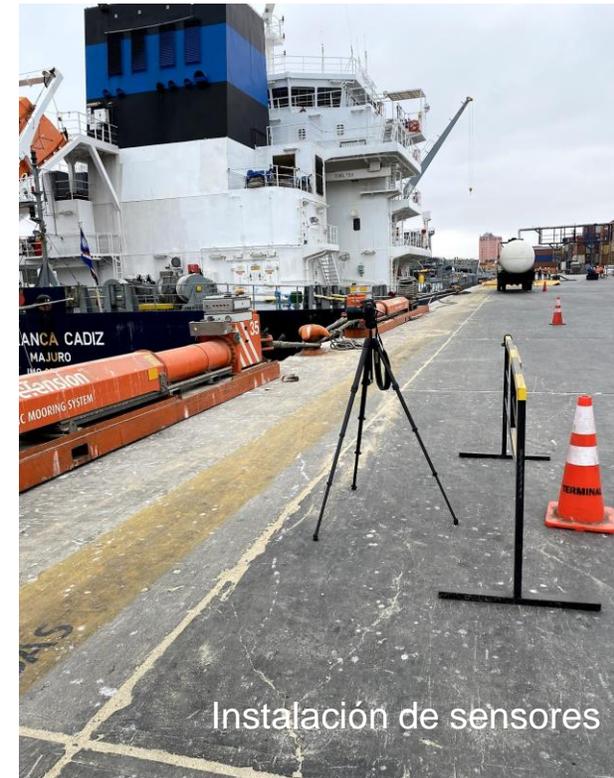


Mediciones oleaje y movimiento de naves

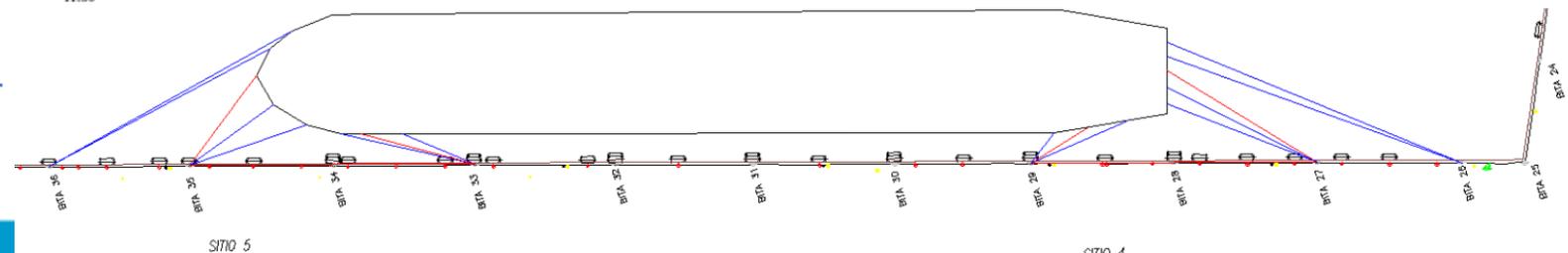
Estudio Factibilidad Alternativas de Mitigación Puerto Arica

Campañas de medición movimiento de naves:

- Instalación de sensores en lugar seguro
- Registro características de la nave
- Captura de datos
- Análisis y postproceso digital de movimientos
- Generación de espectros y parámetros significativos



Movimiento de “avance” Nave 216m LOA, Sitio 4

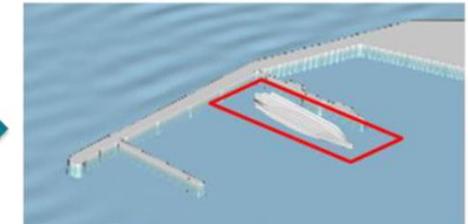
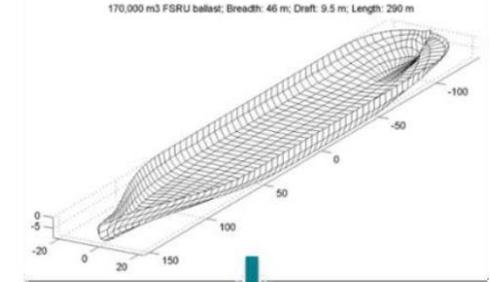


Estudio simulación de naves atracadas

Estudio Factibilidad Alternativas de Mitigación Puerto Arica

Estudio dinámico de nave atracada (en desarrollo):

- Sitios 2B, 3 y 4-5
- En dominio del tiempo, 6 grados de libertad
- Series temporales movimiento de nave, fuerzas en líneas de amarra y cargas de compresión en defensas
- Simulación uso sistema ShoreTension®
- Criterios límite: líneas, defensas, ST, movimiento de nave
- Configuración de amarre por sitio, con y sin ST



$F_x(t)$
 $F_y(t)$
 $F_z(t)$
 $M_x(t)$
 $M_y(t)$
 $M_z(t)$



GRACIAS



PUERTOARICA
EMPRESA PORTUARIA ARICA