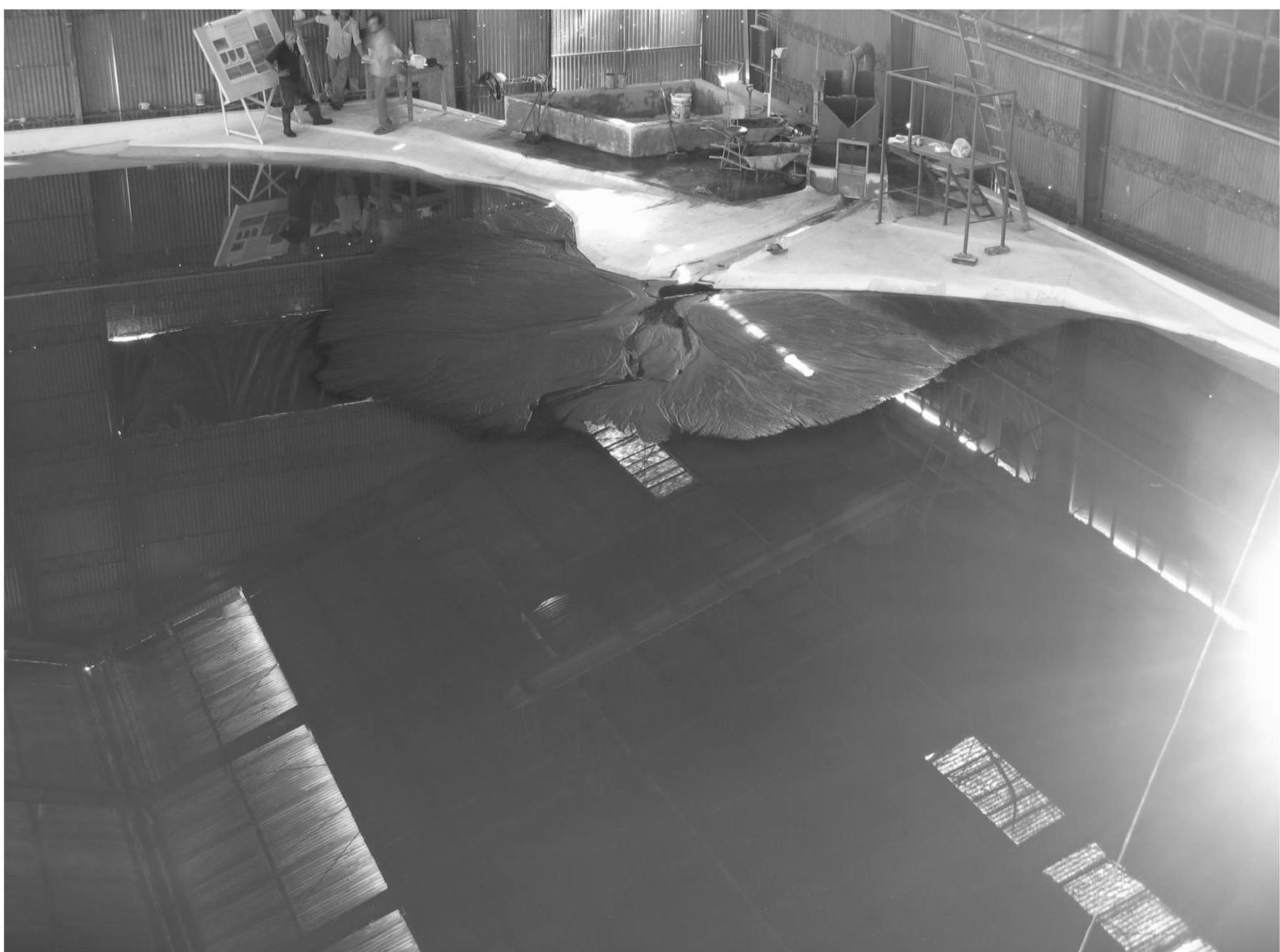
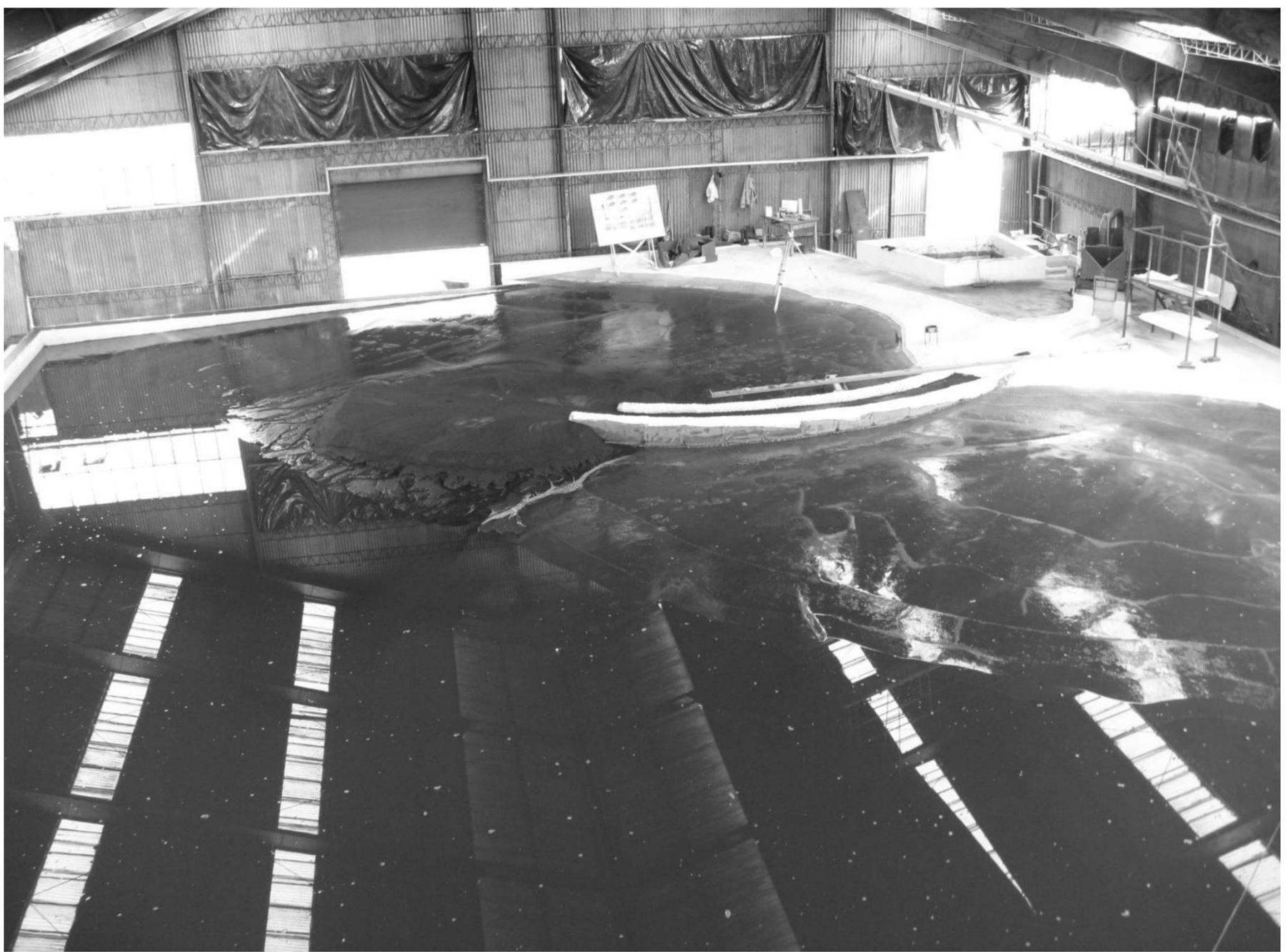




*Vista aérea de la desembocadura del río San José durante la crecida del 2001. Febrero 2001.*



*Cono de deyección ensayo de calibración*



*Cono de deyección y embanque ensayo con espigones opción 3*

# OBJETIVOS

- 1) Rescatar el profundo vínculo histórico entre la Ingeniería Costera y la Modelación Física.
- 2) Presentar las capacidades del INH, Equipo Humano, Equipos e Instrumentación.
- 3) Internalizar las etapas principales de un estudio en modelo físico. Conceptos de Diseño, Construcción, Experimentación, Análisis y Resultados de un Modelo Físico.

# ESTRUCTURA DE LA PRESENTACIÓN

1) Rescatar el profundo vínculo histórico entre la Ingeniería Costera y la Modelación Física.

**...Repaso histórico de temas de la Ingeniería de Costas, y laboratorios de modelación Física.**

**Nacimiento del INH, y principales estudios del área.**

2) Presentar las capacidades del INH, Equipo Humano, Equipos e Instrumentación.

**Personas. Infraestructura, equipos e instrumentos.**

3) Internalizar las etapas principales de un estudio en modelo físico. Conceptos de Diseño, Construcción, Experimentación, Análisis y Resultados de un Modelo Físico.

**Revisión de 4 Casos de estudio, en INH.**

**Diseño de rompeolas (2), Estudio de buque atracado, Playa Artificial.**

# Desarrollo histórico de la Modelación Física

Nacen los laboratorios!!

Años	Instituciones
1920	Análisis dimensional
1927	Delft, Holanda
1929	Waterways Experiments, U.S.
1945	National Research Council Hydraulics Lab., Canada
1946	Port and Harbor Research Institute, Japan
1947	Hydraulic Research Station, Inglaterra
1963	Coastal Engineering Research Center, succeeds BEB, US
1964	Danish Hydraulic Institute, Dinamarca.
1967	Instituto Nacional de Hidráulica, Chile.
1969	Instituto Nacional del Agua, Argentina.



Ref [2]

**1953**

El INH fue creado en 1953 como un laboratorio dependiente de la Dirección de Obras Portuarias del MOP, con el propósito de realizar estudios e investigaciones de estructuras marítimas en modelo a escala reducida.

Instituto Nacional del Agua (INA, Argentina).  
Estudio en Modelo Físico.

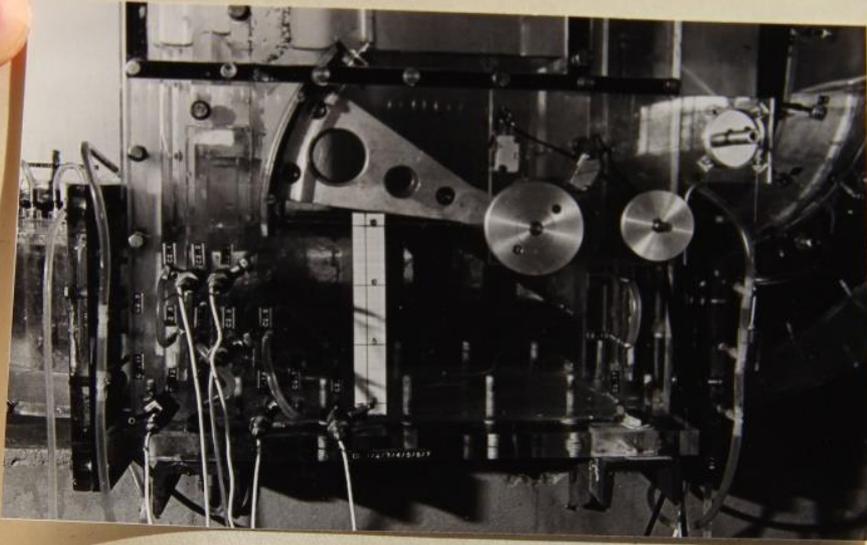


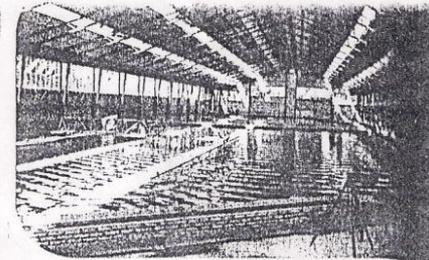
FOTO N° 11 - Pozo de válvula y válvula de llenado izquierda con tomas piezométricas, sensores de presión, anillos piezométricos aguas arriba y abajo del pozo.

Delft (Holanda)



SE CONSTRUYEN TIERRA ADENTRO

# PUERTOS EN MINIATURA



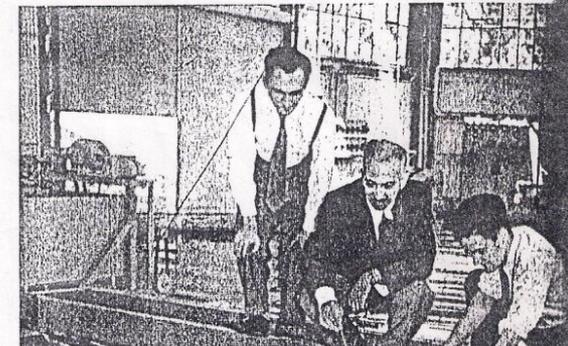
Vista panorámica del laboratorio de Peñaflor, donde anticipa el futuro portuario chileno.

UNA VISITA AL LABORATORIO MARITIMO DE PEÑAFLO.—  
INGENIEROS CHILENOS Y FRANCESES TRAZAN EL FUTURO  
PORTUARIO NACIONAL.

CUATRO mil kilómetros bañados por el océano. Una de las costas más largas del mundo. Así es Chile, país marítimo por excelencia. Pero que carece de los puertos que necesita una nación de esta presentación geográfica. Es como mirar un plato con caldillo de congrio sin congrio.

Se pueden contar con los dedos de la mano los puertos en que pueden arribar naves de cierto calado. Iquique, Antofagasta, Coquimbo, Valparaíso, Talcahuano, Chacabuco. A ellos hay que agregar el puerto artificial de San Antonio. Son los únicos "recibos" que tienen malecón. Y un puerto sin malecón, sencillamente, no es puerto. Los otros 78 u 79 puntos de atraque de nuestra costa se reducen a caletas.

En 1965 empezó a funcionar, bajo patrocinio del Gobierno, una Comisión de Puertos. Más tarde se llamó Departamento de Obras Marítimas. Ahora es el Departamento de Puertos, organismo que desde hace tres años viene realizando silenciosa pero efectiva labor. Lo dirige el ingeniero Raúl Martín, pro-



El ingeniero francés Christian Orgeron; su ayudante, la joven Christiane Yellinger; el director de Obras Portuarias, Raúl Martín, y el ingeniero chileno Julio Vidal-Vargas, estudian los planos del futuro puerto de Arica.

El ingeniero Vidal, con sus colaboradores, Raúl Pardoza y Ernesto Beltrami, dibujante, examina la desembocadura del río Maipo, al sur de San Antonio.

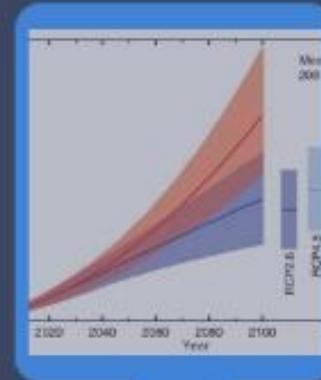
"71G. 7AG"

## Ingeniería Costera y Modelación Física

### ICE Brakwaters - Congresos

1983 (Primera edición del Congreso)

- Graves daños en rompeolas de escollera, Portugal, España, Libia, Argelia, Italia y EEUU.
- MF. Medición de daños, Test, Diseño de modelos (Reynolds).



1995

- Mapas de riesgo (inundaciones)
- Comportamiento de playas y defensas.
- Obras Costeras (espigones y rompeolas sumergidos).

1970

1980

1990

2000

1985

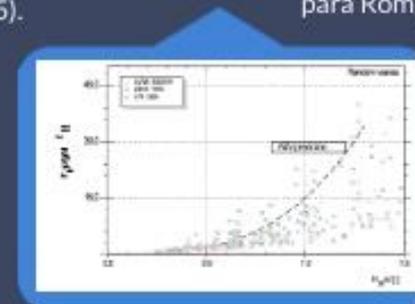
- Diseño, construcción y comportamiento de rompeolas.
- Avances en la predicción de altura de ola y niveles de marea.
- Análisis de riesgo.

1991

- Baja estudio de Grandes Rompeolas.
- Guías de diseño (Pianc, 1985).
- Cambio Climático.

1998

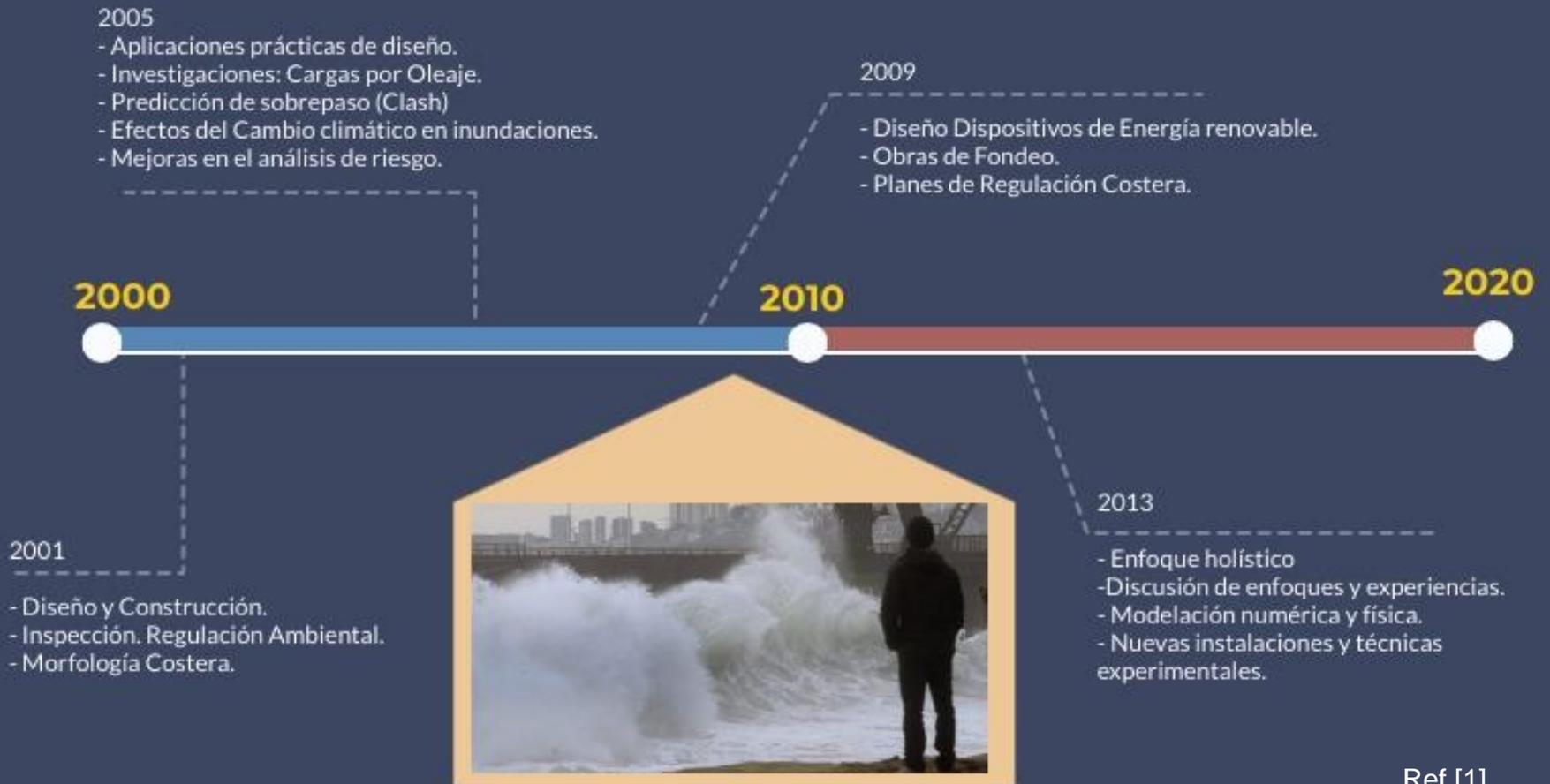
- Investigaciones Protección Marina. Implicancias Ecológicas.
- Proverbs. Método de Diseño para Rompeolas verticales.



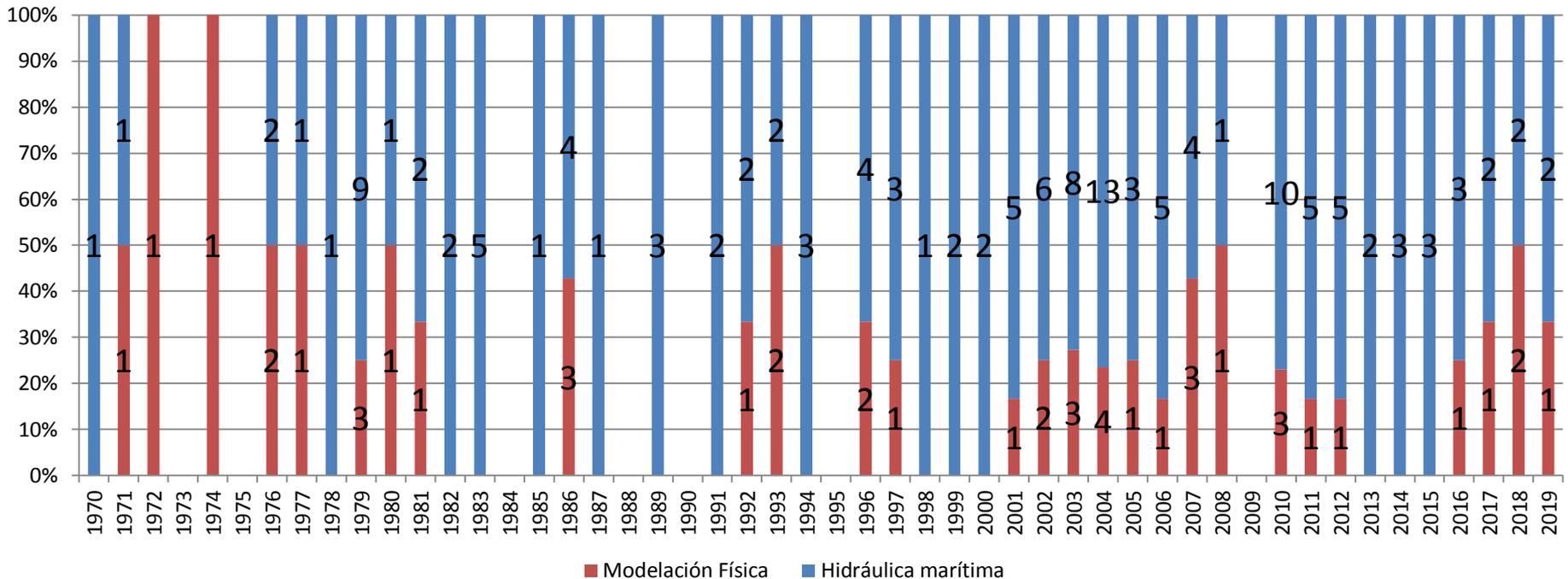
# Ingeniería Costera y Modelación Física

## ICE Brakwaters - Congresos

La modelación Física permanece como la herramienta principal de diseño de obras costeras. (Cargas por impacto de oleaje).



# ESTUDIOS DE HIDRÁULICA MARÍTIMA EN EL INH

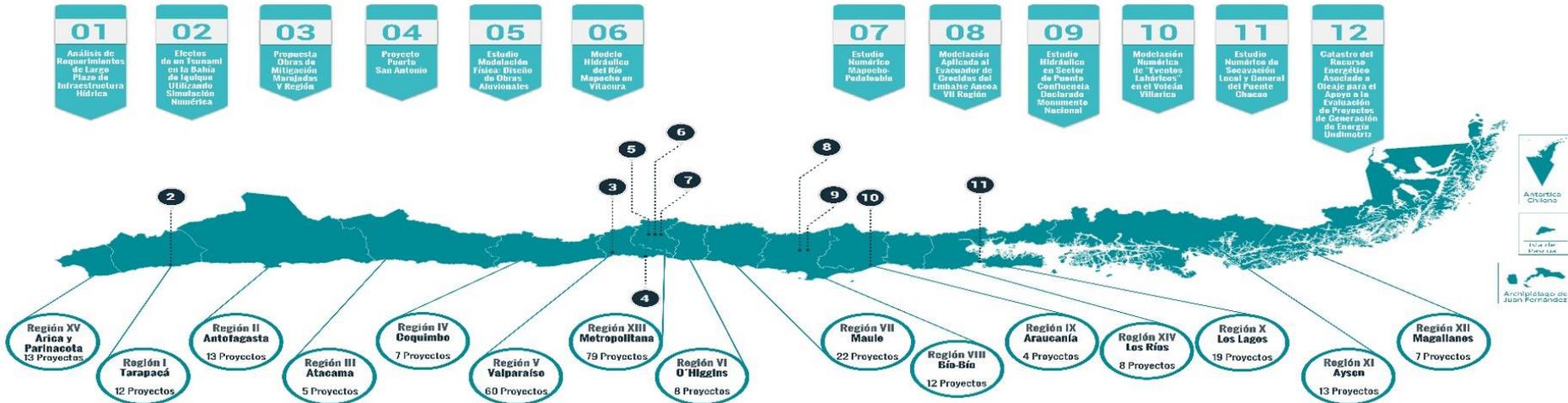


- 14 Estudios del Puerto de San Antonio (1964 – 2017).
- 7 Estudios del Puerto de Valparaíso.
- Estudios de **10 Puertos**: San Antonio, Valparaíso, Talcahuano, Papa Haoa, Iquique, S. Vicente, Gala, Gaviota, RMB, Arica (1957)
- 7 Estudios Río Valdivia (1957 – 1976)
- Est. **Desembocadura** Maipo (1957), Tirúa, Lebu, Carampangue, Mataquito, Maule
- 7 Estudios de **Playa Artificiales**: Carboncillo, La Chimba, Trocadero, Hanga Roa, El Laucho, El Salitre, Pucará.

# INH – EQUIPO HUMANO



## Principales Estudios INH 2015-2017



# INH – INFRAESTRUCTURA Y EQUIPOS

## CANAL DE OLAS, ESTUDIO DE OBRAS DE PROTECCIÓN



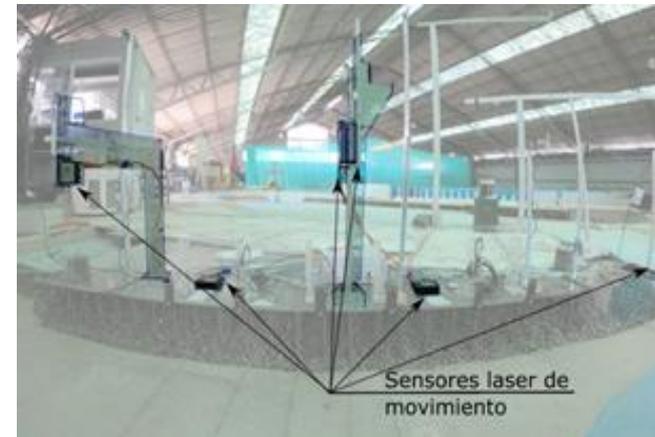
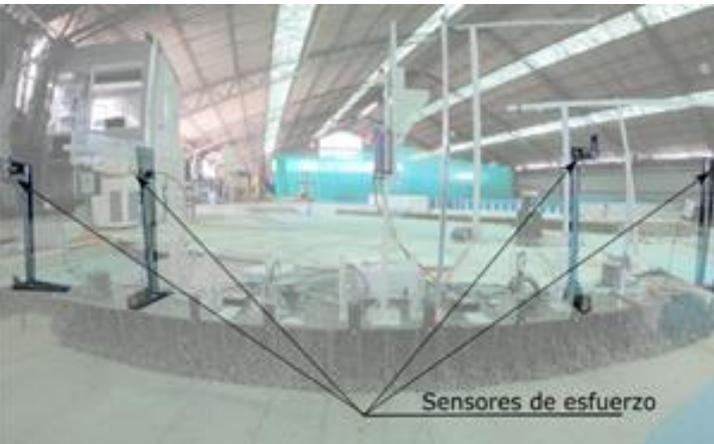
# INH – INFRAESTRUCTURA Y EQUIPOS

## EQUIPOS PARA MODELACIÓN TRIDIMENSIONAL DE OLEAJE

Paleta 3D



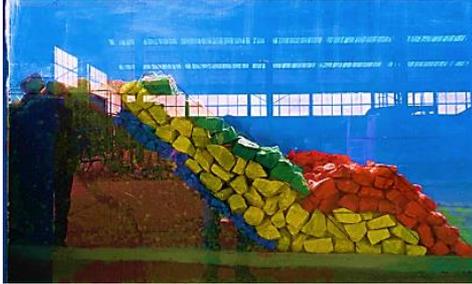
Generación de oleaje





# CASO 1: MODELO FÍSICO DE ROMPEOLAS EN NICARAGUA, EN CANAL DE OLAS

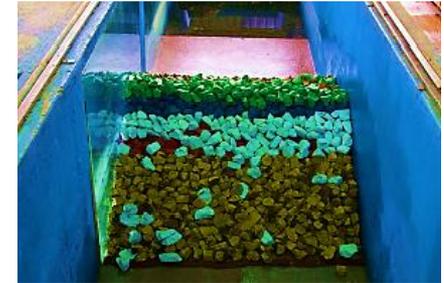
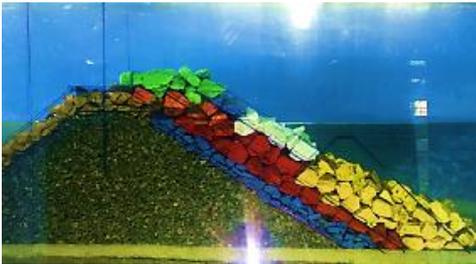
1



	Densidad [Ton./m <sup>3</sup> ]	Rango [Ton.]	Color de roca	Nº de Elementos Utilizados
Coraza en Pie	2,20	4,00 - 6,00	Naranja	858
Coraza Inferior	2,20	3,00 - 7,00	Amarillo	450
Coraza Exterior	2,20	5,50 - 8,50	Verde	143
Coraza Coronación	2,20	4,00 - 6,00	Natural	-
Coraza Parapeto	2,65	4,00 - 6,00	Negro/Azul	168/62
Filtro en Trasdós	2,20	0,80 - 1,20	Marrón	no aplica*
Filtro	2,20	0,35 - 0,65	Azul	no aplica*



6



11



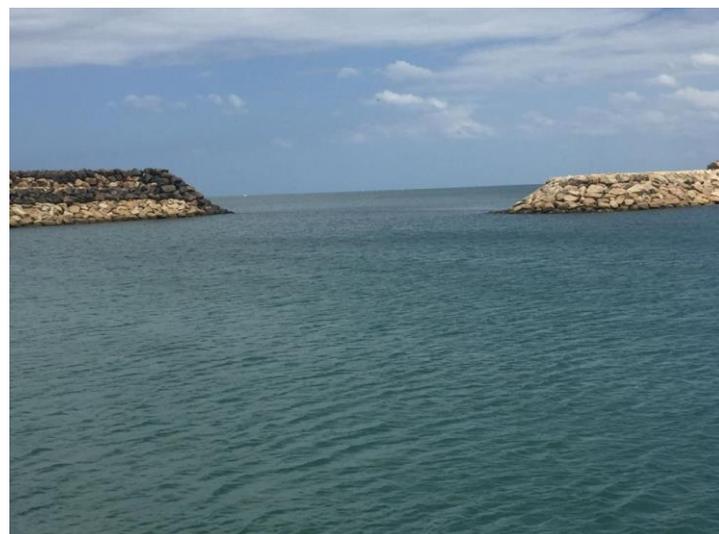
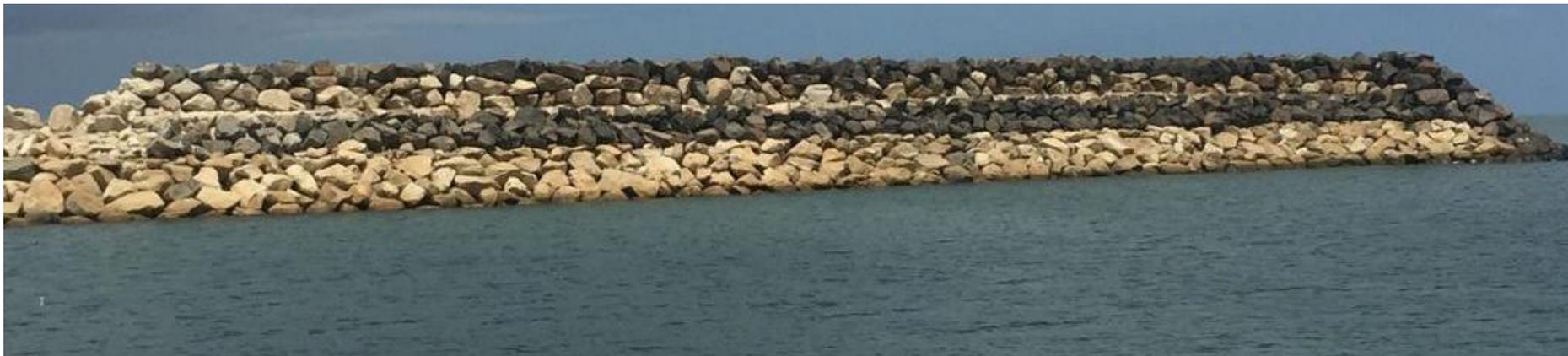
12



	Densidad [Ton./m <sup>3</sup> ]	Rango [Ton.]	Color de roca	Nº de Elementos Utilizados
Coraza en Pie	2,20	4,00 - 6,00	Amarillo	934
Coraza Inferior	2,20	3,00 - 7,00	Rojas	702
Coraza Superior	2,65	5,50 - 8,50	Blanca/Azul	110/79
Coraza Coronación	2,65	4,00 - 5,00	Negra	158
Filtro en Trasdós	2,2	0,80 - 1,20	Marrón	no aplica*
Filtro	2,2	0,35 - 0,65	Azul	no aplica*

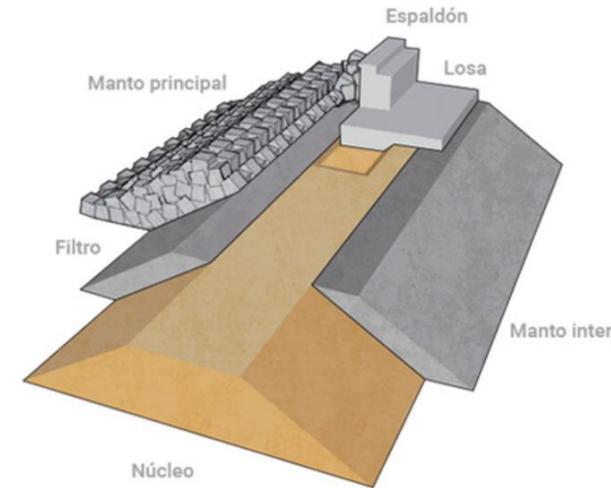


# CASO 1: MODELO FÍSICO DE ROMPEOLAS EN NICARAGUA, EN CANAL DE OLAS



# CASO 2: PROYECTO PUERTO GRAN ESCALA SAN ANTONIO

Molo del Puerto Exterior



# CASO 2: PROYECTO PUERTO GRAN ESCALA SAN ANTONIO



# CASO 2: PROYECTO PUERTO GRAN ESCALA SAN ANTONIO

## REPRODUCIR LA COLOCACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN



## CASO 2: PROYECTO PUERTO GRAN ESCALA SAN ANTONIO



**Sección del rompeolas**

## CASO 2: PROYECTO PUERTO GRAN ESCALA SAN ANTONIO



## CASO 2: PROYECTO PUERTO GRAN ESCALA SAN ANTONIO



### ENSAYOS Y RESULTADOS

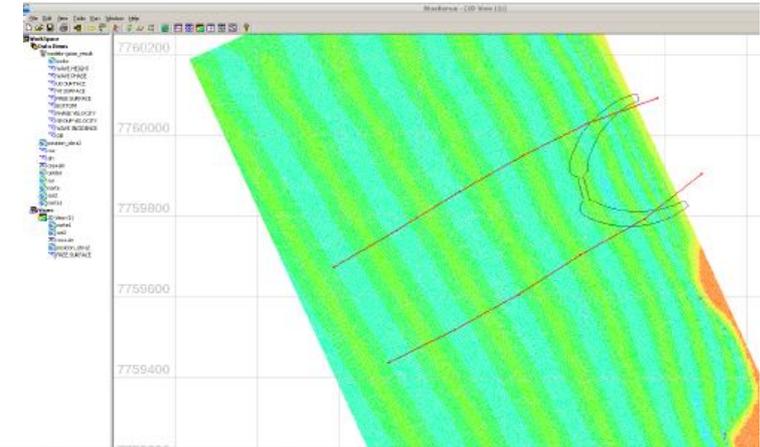
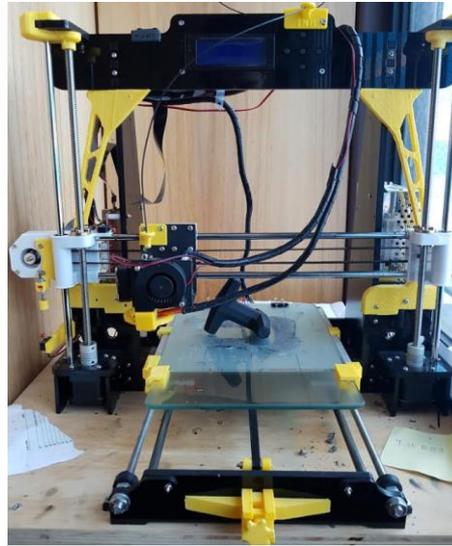
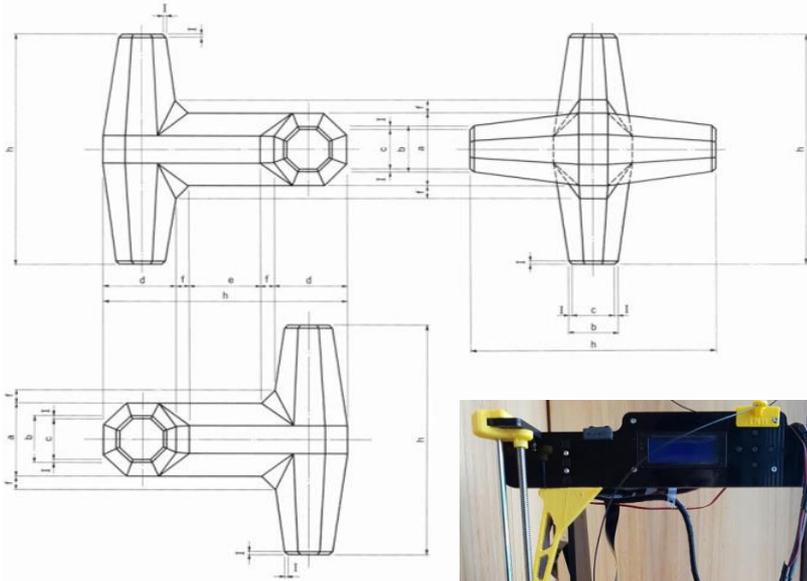
- OLEAJE
- MEDIR SOBREPASO Y ESTABILIDAD

## CASO 2: PROYECTO PUERTO GRAN ESCALA SAN ANTONIO



**MODELO FÍSICO TRIDIMENSIONAL EN HR-WALLINGFORD**

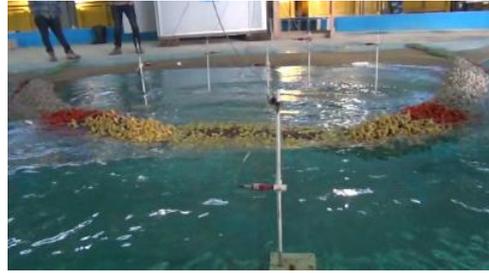
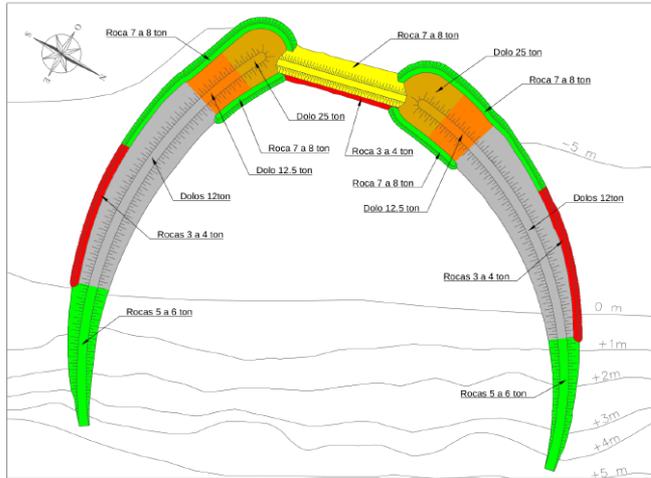
# CASO 3: PLAYA BRAVA, IQUIQUE



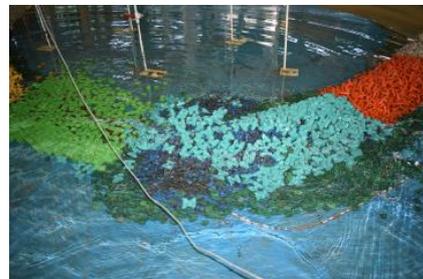
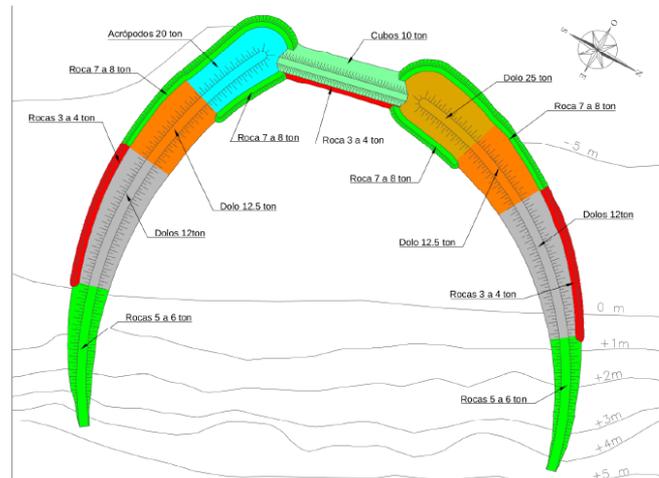


# CASO 3: PLAYA BRAVA, IQUIQUE

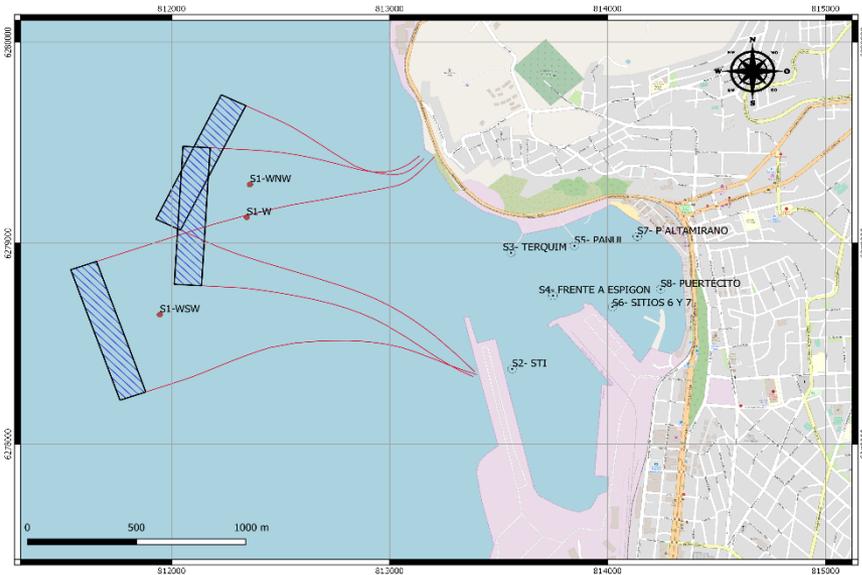
## Alternativa 3



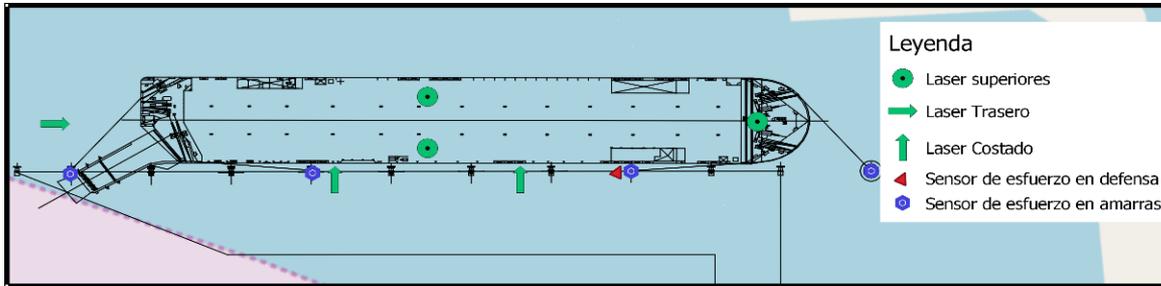
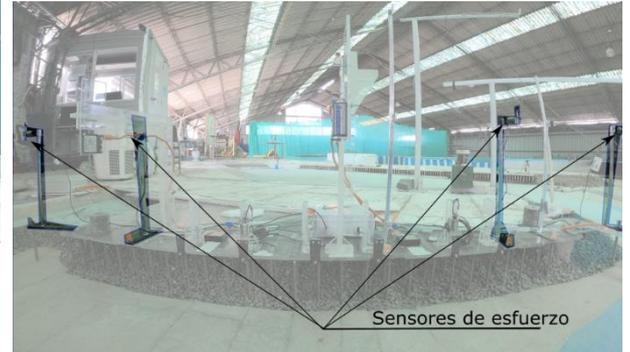
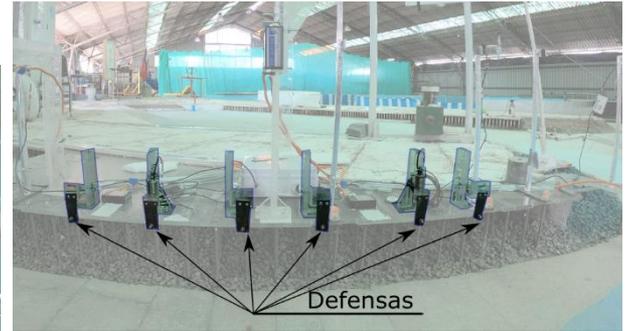
## Alternativa 4



# CASO 4: PUERTO CENTRAL, SAN ANTONIO



# CASO 4: PUERTO CENTRAL, SAN ANTONIO



# LECCIONES APRENDIDAS Y DESAFÍOS

## **Caso estudio Nicaragua**

\* Importancia del estudio de los modelos físicos en los proyectos de ingeniería Costera, independiente de la clasificación del proyecto o época histórica.

## **Caso Puerto a Gran Escala (San Antonio)**

\* Limitaciones disminuyen dada la cooperación internacional para desarrollar estudios.

\* Alianzas Aumentan las capacidades.

## **Caso Playa Brava (Iquique)**

\* Estudio del transporte de sedimentos sigue siendo la causa del insomnio de varios científicos.

## **Caso Puerto Central (San Antonio)**

\* Tecnología y Datos del experimento ¿Cómo obtener y procesar «más cantidad» de información «confiable» de un experimento?

\* ¿Balance entre Nuevas tecnologías en atraque de buques - nuevas necesidades en modelación física?

**MUCHAS GRACIAS!!!!**

# REFERENCIAS

The Breakwaters and Coastal Structures Conference: what progress in 30 years?. ICE Brakwater Conference. William Allsop. 2014

Physical Models and Laboratory Techniques in Coastal Engineering. Advanced Series on Ocean Engineering – Volume 7. Steve A. Hughes. 1993.

Estudio INH. Modelo Físico Bidimensional Rompeolas Nicaragua. Incostas S.A. 2019.

Estudio INH. Modelo Físico para el diseño de una playa artificial en sector Playa Brava de Iquique. Dirección de Obras Portuarias (DOP). 2020.

Estudio INH. Modelo Físico Tridimensional del Puerto de San Antonio, Región de Valparaíso. Puerto Central. 2017.

Estudio INH. Modelo Físico Bidimensional del Proyecto Puerto a Gran Escala de San Antonio, Región de Valparaíso. Trabajo conjunto con HR Wallingford. EPSA. 2018.