

Ingeniería Naval y Oceánica: más que buques y offshore



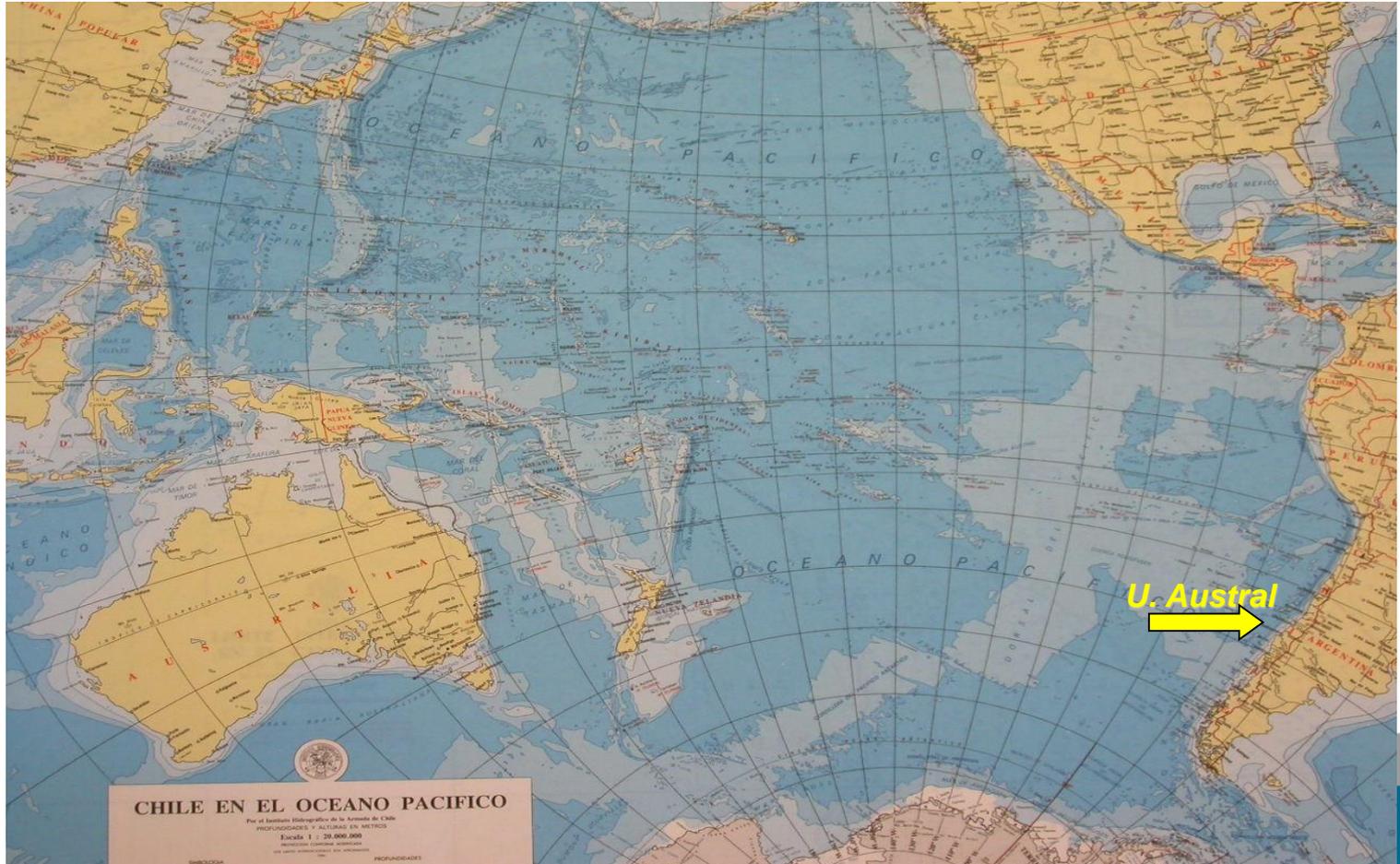
Marcos Salas, Ph.D. msalas@uach.cl
Director Instituto de Ciencias Navales y Marítimas

Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile

Universidad Austral frente al Océano Pacífico



CONGRESO INTERNACIONAL DE
V DISEÑO E
INGENIERÍA
NAVAL



Canal de Pruebas Hidrodinámicas



Lo tradicional.....

- Construcción Naval de Buques menores pero altamente especializados
- Principalmente pesqueros, ferries, Cruceros de turismo, patrulleros para la Armada, AHTS (Anchor Handling Tug Supply) y una variedad de artefactos flotantes para la industria acuícola.

www.asenav.cl



- Construye pesqueros offshore supply vessels, ferries, cruceros.
- Acero y aluminio.
- Se muestra buque exportado a Noruega

www.asenav.cl

Crucero para zona Cabo de Hornos

Experiencia de embarco estudiantes



www.asenav.cl

- Offshore AHTS
- Para MAERSK Canada



www.alwoplast.cl



- Catamaranes de materiales compuestos

www.asmar.cl



- Astillero de la Armada. Construye buques militares y otros.

www.asmar.cl



OPV para la
Armada de
Chile.

www.marco.cl



- Buques pesqueros

Lo nuevo... Acuicultura

- La acuicultura en Chile produce principalmente salmon
- Los acuicultura en Chile produce $\frac{1}{2}$ millón de toneladas de salmón por año.
- Es el segundo productor mundial después de Noruega.
- La industria creció desde casi nada en 1970 a un negocio actualmente de más de US\$4 mil millones.



www.sitecna.cl

Portable 240

Eslora : 23,5 mts
Manga : 12,5 mts
Habitabilidad: 38 mts²
Capacidad de Carga: 24t



Todo debe flotar

.... y permanecer en su sitio.



Jaulas

Bodegas

Vivienda

**Estaciones de
Control**

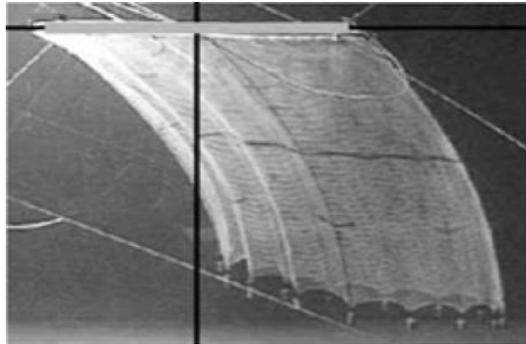
Todo debe flotar
.... y permanecer en su sitio.



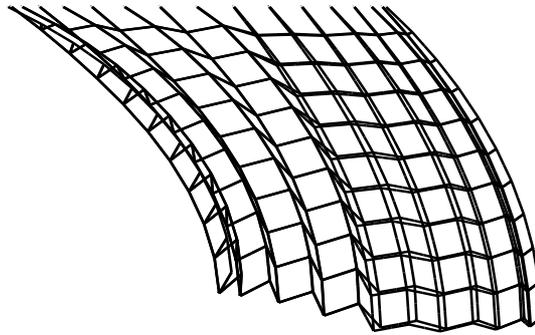
Vivienda

**Con piscina
propia todo
alrededor a
5º C!!!!**

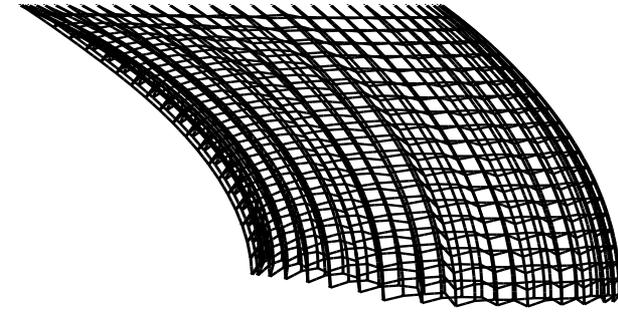
Deformación de redes



Experimental

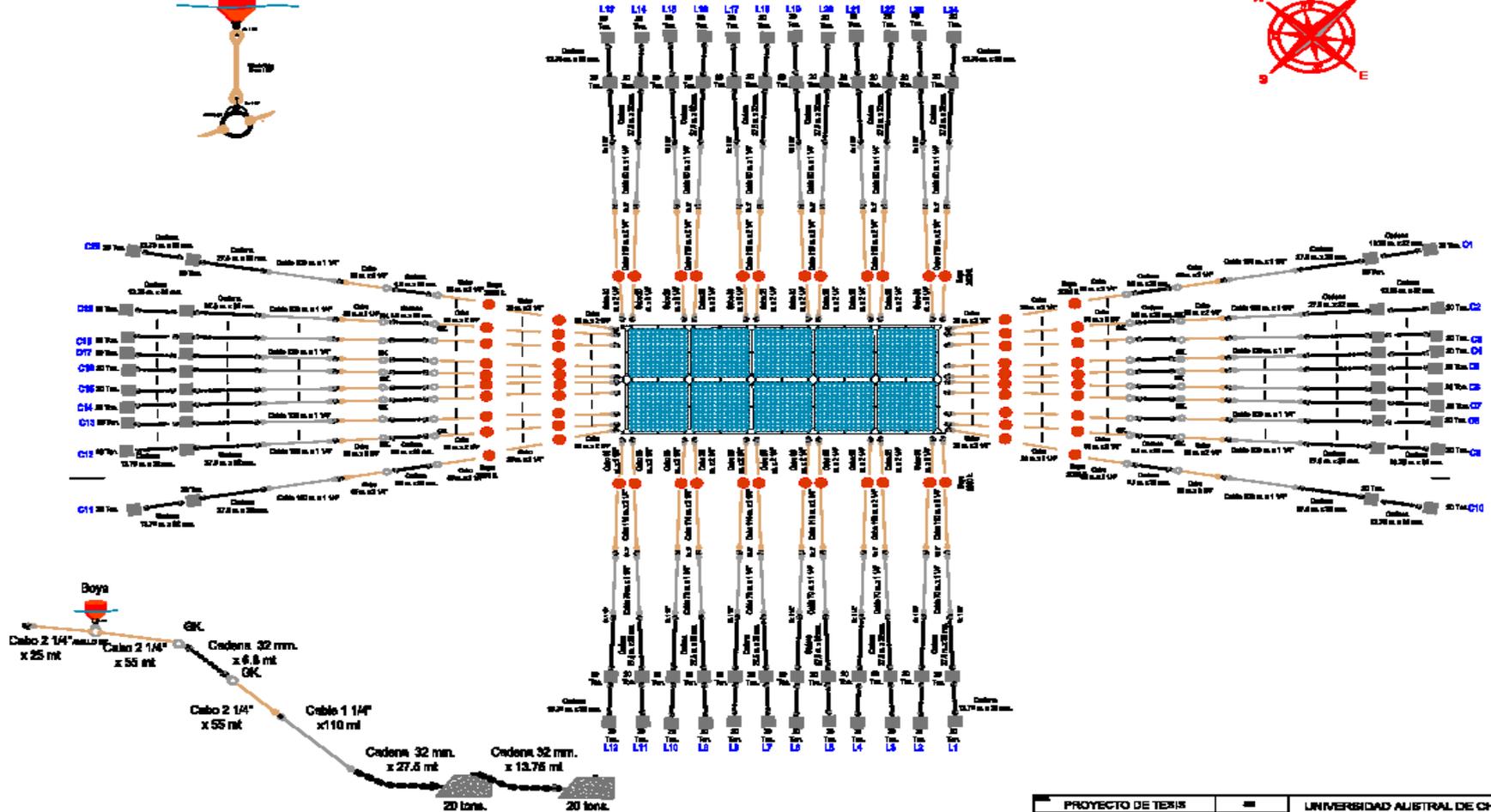
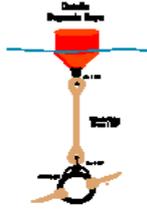


Numérico malla gruesa



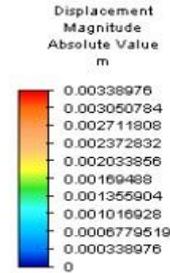
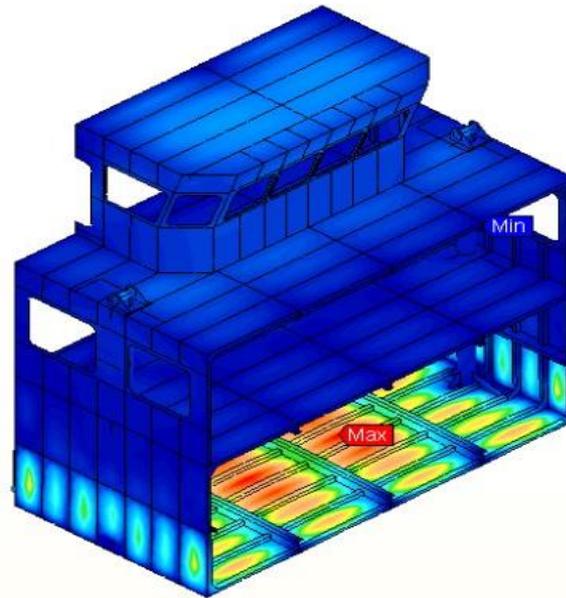
Numérico malla fina

C. Cifuentes



PROYECTO DE TESIS		UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE	
CENTRO DE INVESTIGACIONES MARITIMAS INSTITUTO DE CIENCIAS NAUTICAS Y MARITIMAS BUQUE ESCUELA "ALBATROZ" Valdivia 509 000	TITULO: TESIS DE GRADUACION 2014	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA INSTITUTO DE CIENCIAS NAUTICAS Y MARITIMAS ESCUELA DE INGENIERIA NAVAL	VALDIVIA, CHILE 2014

Análisis de Elementos Finitos de bodega y centro de control



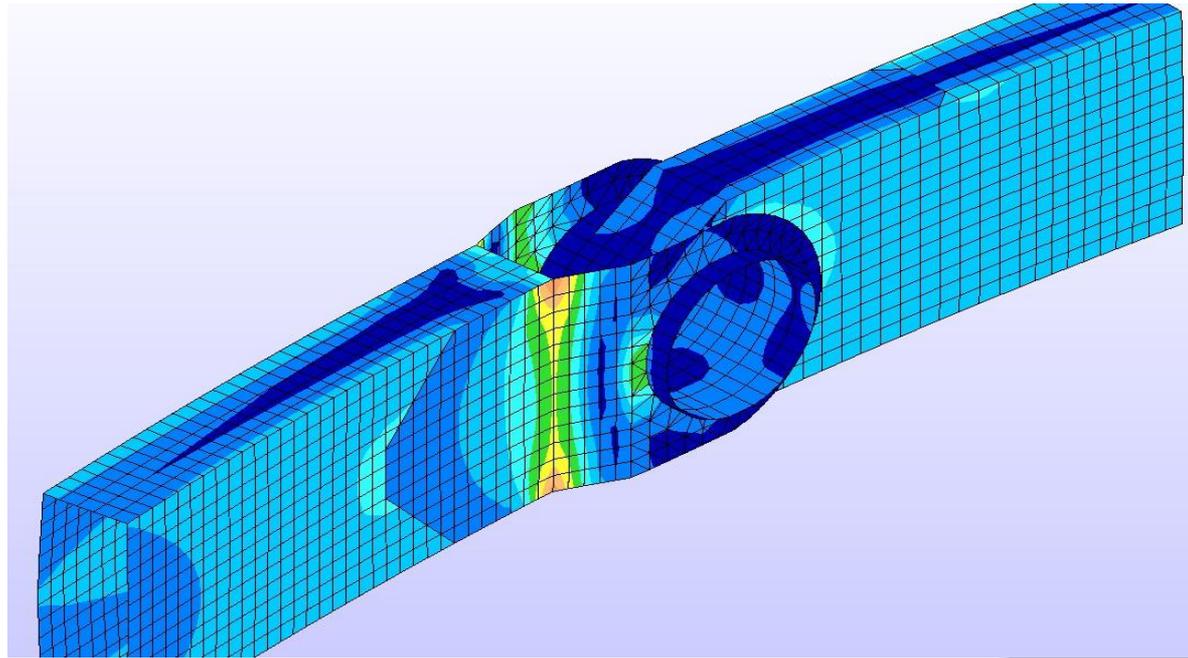
Load Case: 1 of 1

Maximum Value: 0.00338976 m

Minimum Value: 0 m



Estudio de fatiga de unión articulada



Centro de jaulas circulares



Jaulas flexibles para lugares expuestos



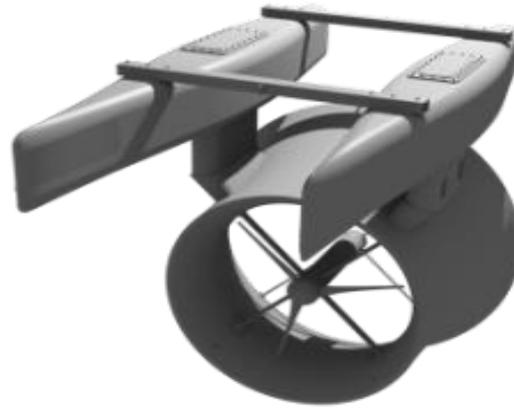
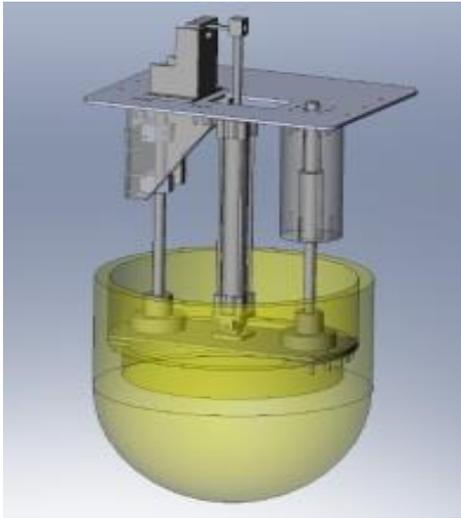
.... Energía de Olas y Corrientes

Los ingenieros deben adaptarse a las necesidades de nuevos desafíos

Se puede aprender mucho de la experiencia de la acuicultura

Los astilleros locales tienen capacidades y experiencia para construir complejas estructuras flotantes

Captación de Energía Undi y Mareomotriz

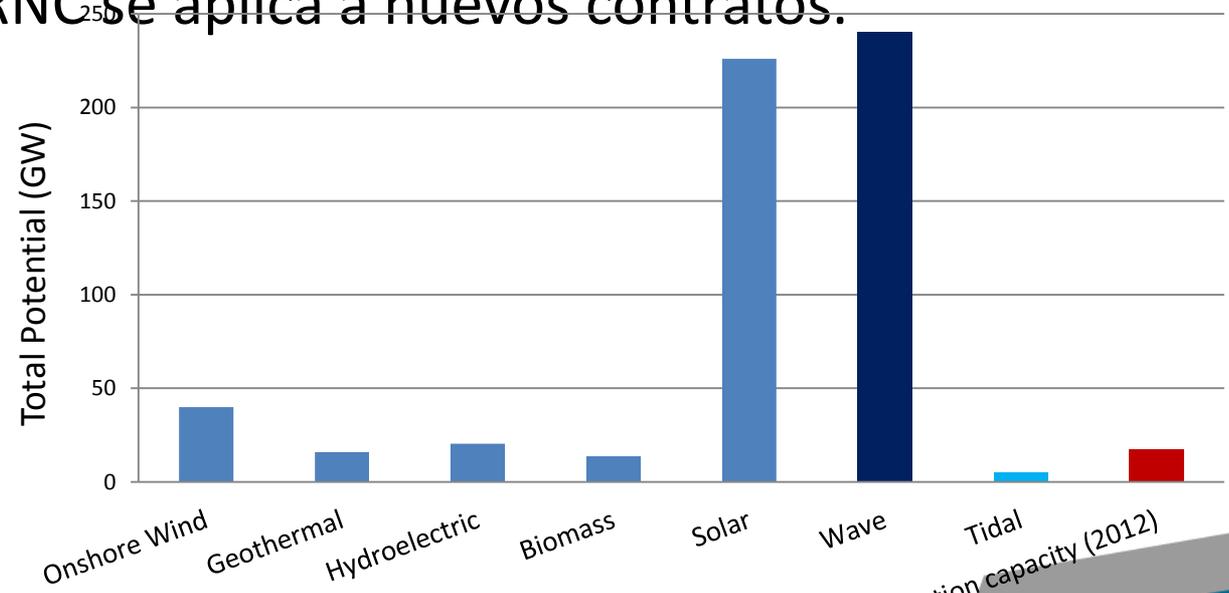


- G. Tampier, M. Salas, C. Troncoso

Potencial de las energías marinas en Chile



- Chile casi no tiene petróleo, gas o carbón
- Solo ~3% de la electricidad proviene de ERNC
- Meta 20/30: en 2030, 20% de la energía DEBE provenir de ERNC
- 20% mínimo de ERNC se aplica a nuevos contratos.
- ¿Puede lograrse?



Total installed generation capacity (2012)

Source: Aquatera 2013

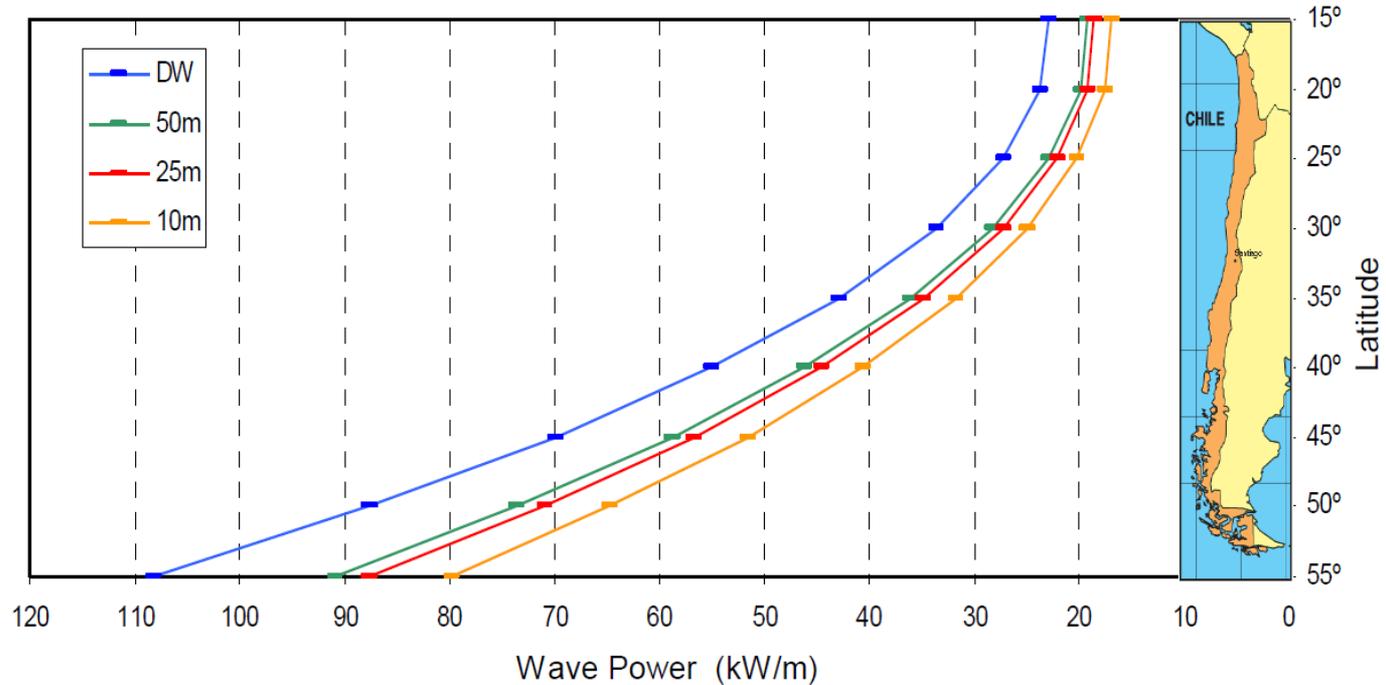
Potencial de las energías marinas en Chile



Chile tiene más de 4000 Km de costa con:

- Clima severo
- Fauna
- Terremotos
- Tsunamis
- Pendiente fuerte

Y también
energía de olas
predecible y
constante todo
el año!!

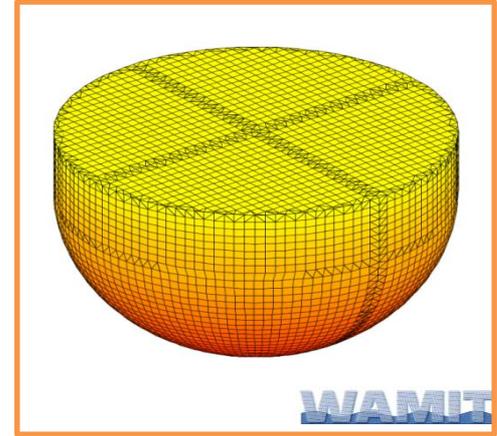


Development of WEC and WEC Test Rig

- Preliminary WEC tests ($\omega = 6 \text{ rad/s}$)

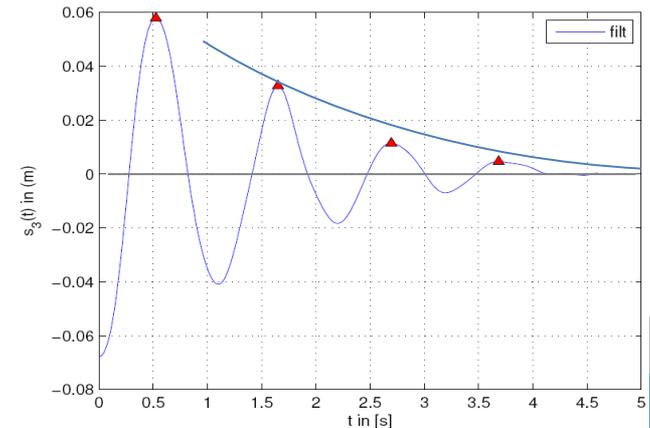


Simulaciones Numéricas



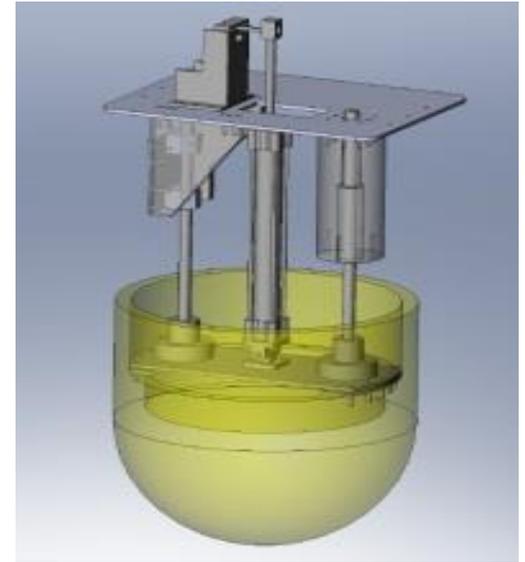
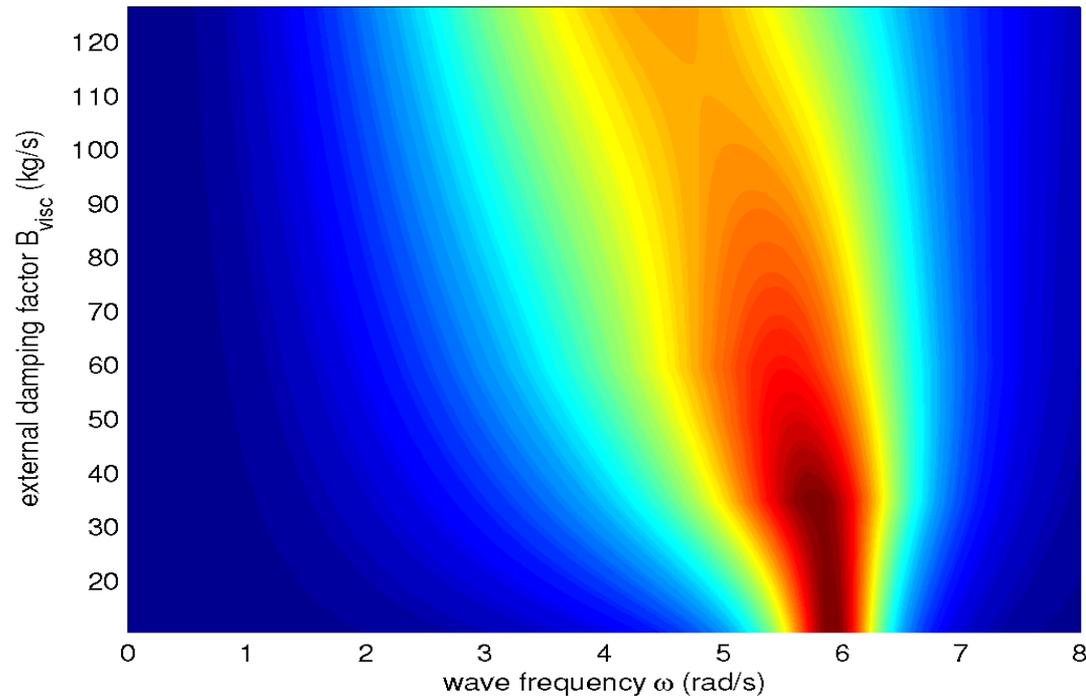
- WAMIT
- Radiation-diffraction program
- 3D panel method
- Oscillation experiments ->
Viscous damping factors B_{visc}
- Mean Power Output

$$P_{abs,m} = \frac{1}{2} B_{visc} v_a^2$$
$$P_{abs,m} = \frac{1}{2} B_{visc} z_a^2 \omega^2$$



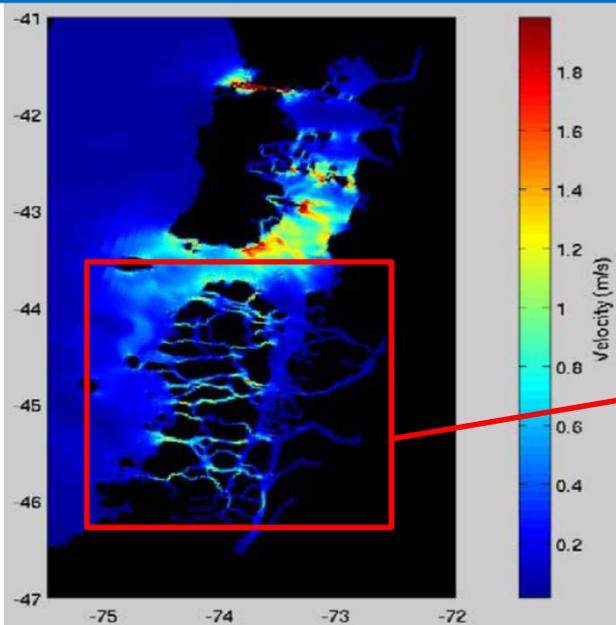
Output

- Potencia calculada con WAMIT con respecto a la frecuencia de olas y factor de amortiguamiento externo.



Potencial de la energía mareomotriz en Chile

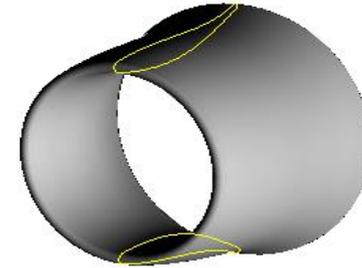
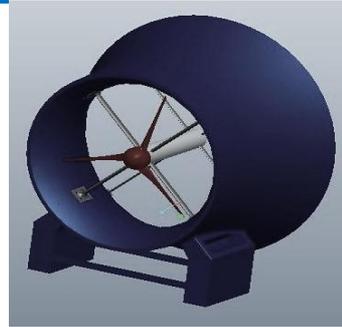
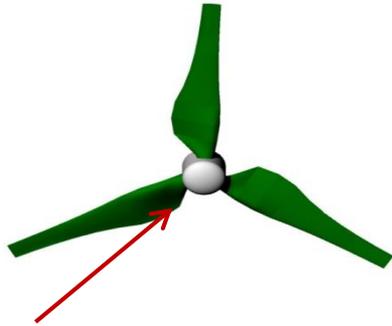
Velocidad de Corrientes marinas



CONGRESO INTERNACIONAL DE
V DISEÑO E INGENIERÍA NAVAL
Centros de acuicultura



Complemento a la Teoría de disco Actuador Generalizada



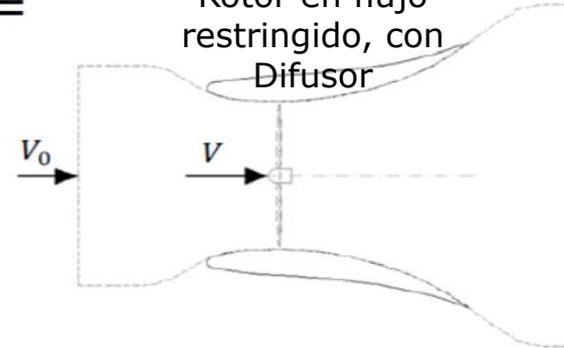
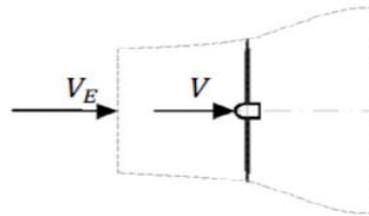
Equivalencia

$$V = V_o(1 - a)$$

Rotor flujo
equivalente libre

=

Rotor en flujo
restringido, con
Difusor



$$\rightarrow a_g = a_r + a_d + a_i$$

Velocidad equivalente $\rightarrow V_E = V_o(1 - a_d - a_i)$

Dinámica de fluidos y Análisis Estructural

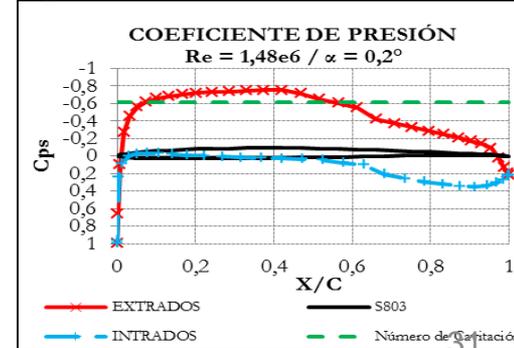
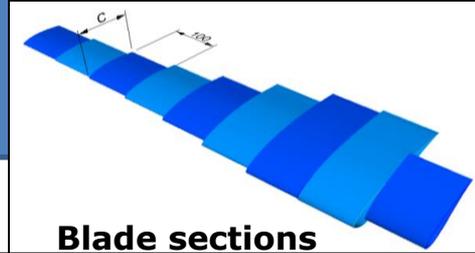
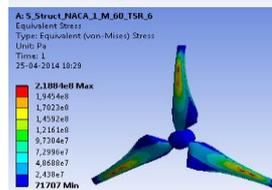
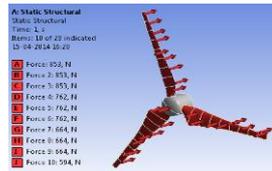
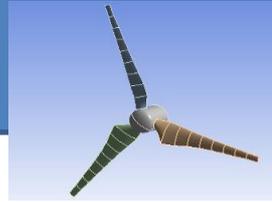
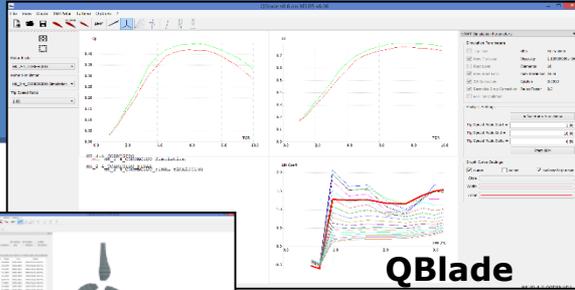


Proceso de Diseño

Dinámica fluidos
(BEM - XFOIL)

Análisis
estructural
(FEM)
(Material N-A-B)

Cavitación
(BEM - XFOIL)



$$\sigma_c + CP_{min} \geq 0$$

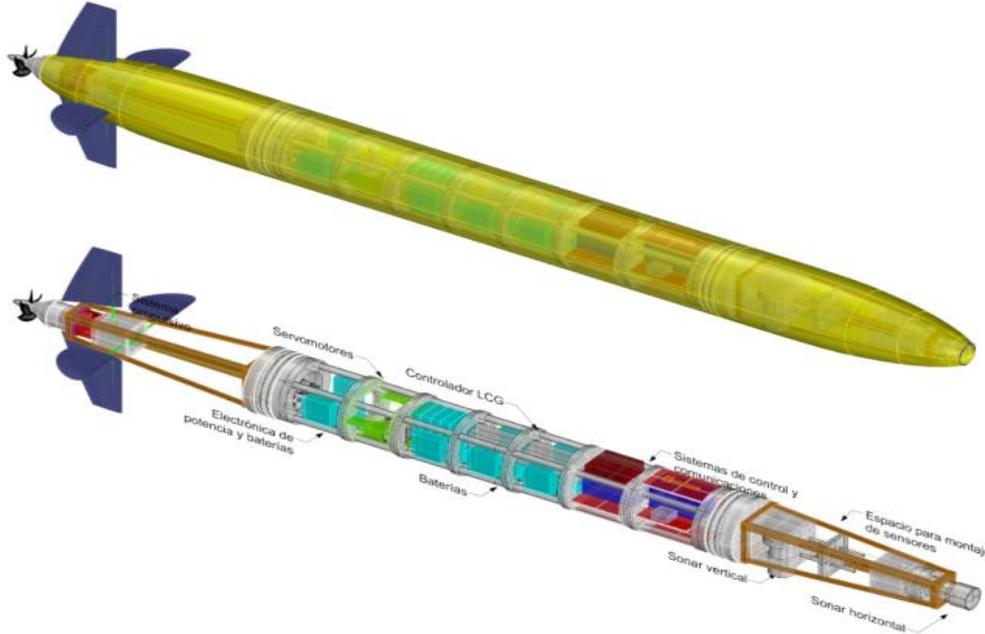
$$\sigma_c = \frac{P_{atm} + \rho gh - P_v}{\frac{1}{2} \rho V_{loc}^2}$$

VEHÍCULO SUBMARINO AUTÓNOMO

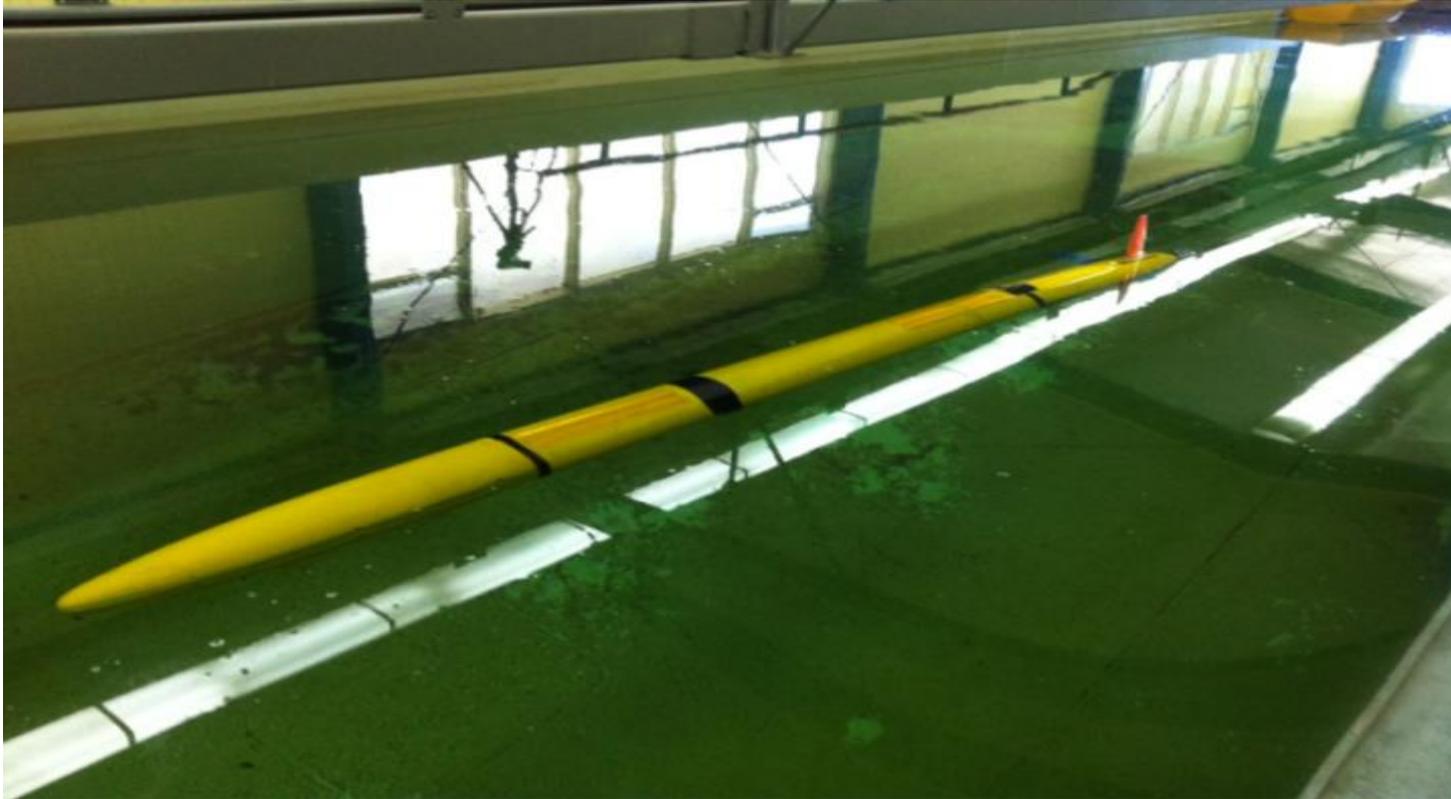
AUV

Largo 2 m.
Diámetro
casco 0.16 m.

F. Zilic



VEHÍCULO SUBMARINO AUTÓNOMO

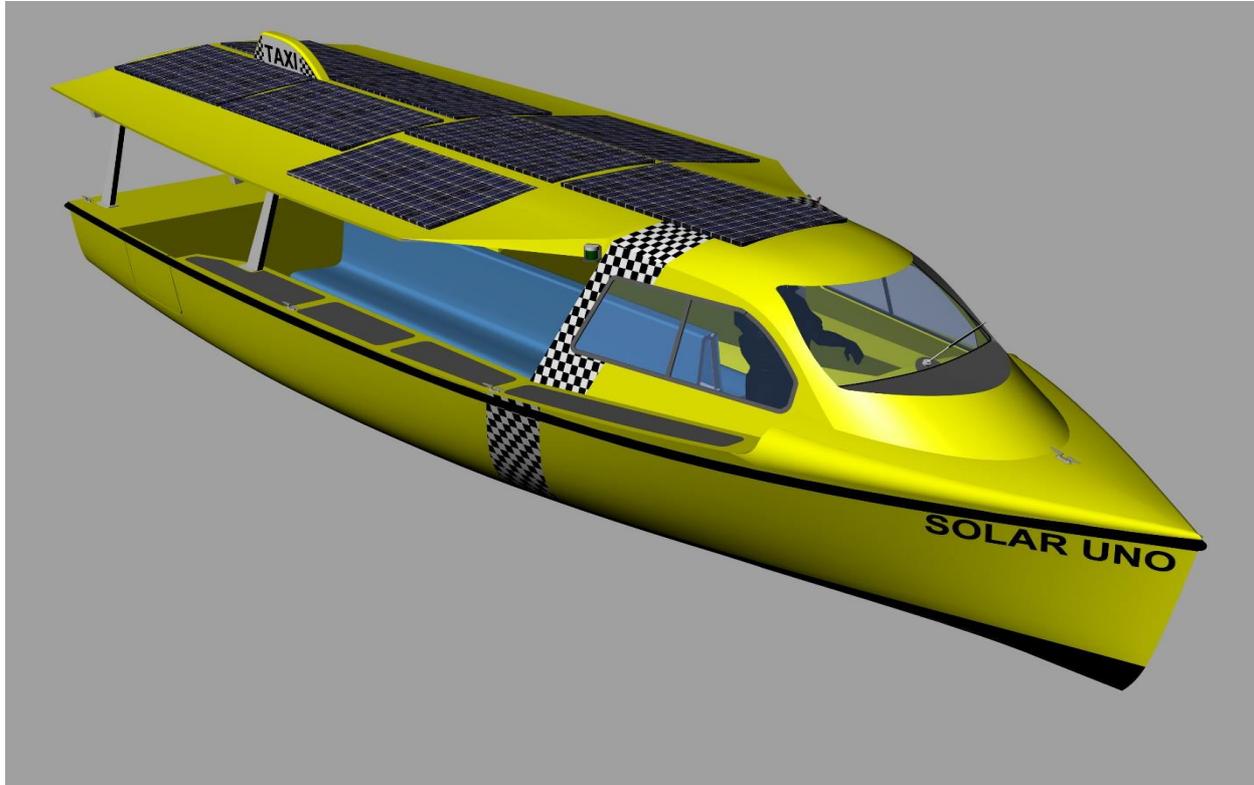


AUV en pruebas de canal

Energía Solar para Propulsión de Embarcaciones Fluviales

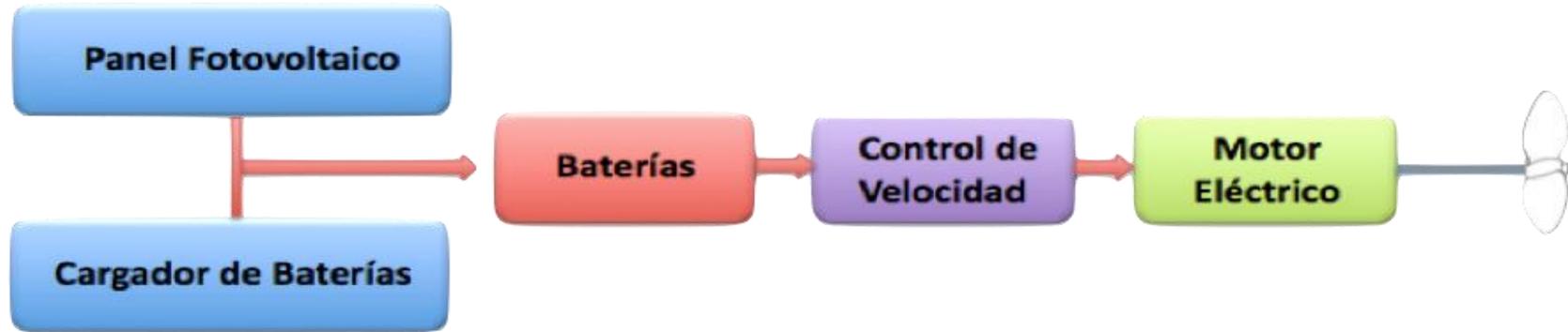


CONGRESO INTERNACIONAL DE
V DISEÑO E
INGENIERÍA
NAVAL



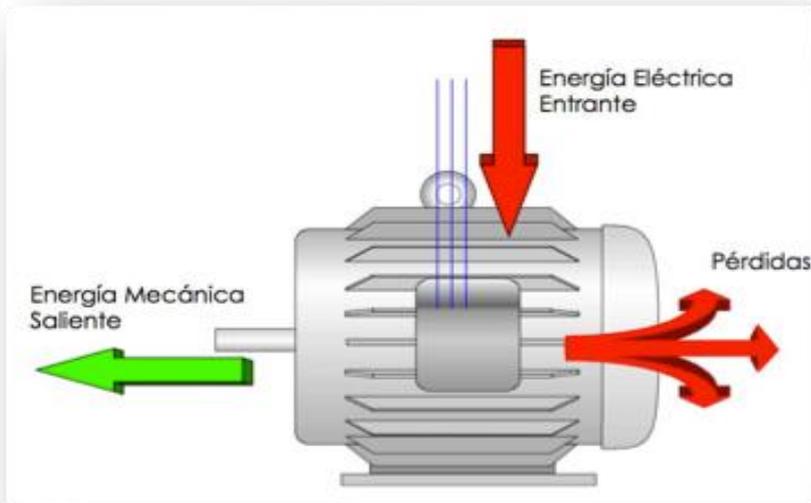
R. Luco; M. Salas y H. Ekdahl

COMPONENTES DEL SISTEMA DE PROPULSIÓN ELÉCTRICA



VENTAJAS DE LA PROPULSION ELÉCTRICA

Rendimiento



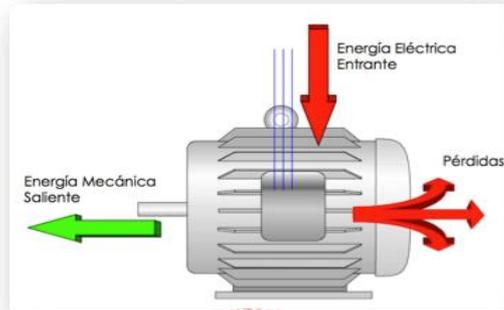
Mínima cantidad de piezas móviles.

Pérdidas por disipación de calor.

Aprovechamiento energético.

VENTAJAS DE LA PROPULSION ELÉCTRICA

Rendimiento



$\eta \approx 90\%$



$\eta \approx 40\%$

	Piezas Móviles	Pérdidas Mecánicas	Pérdidas por Fricción	Pérdidas Calóricas	Rendimiento Aproximado
Motor Eléctrico	-	-	-	-	$\approx 85 - 90\%$
Motor Combustión Interna	+	+	+	+	$\approx 35 - 40\%$

LIMITACIONES OPERACIONALES

Reducida Autonomía

Velocidad de Operación

Tipo de Baterías (Profundidad de Descarga)

Formas del Casco

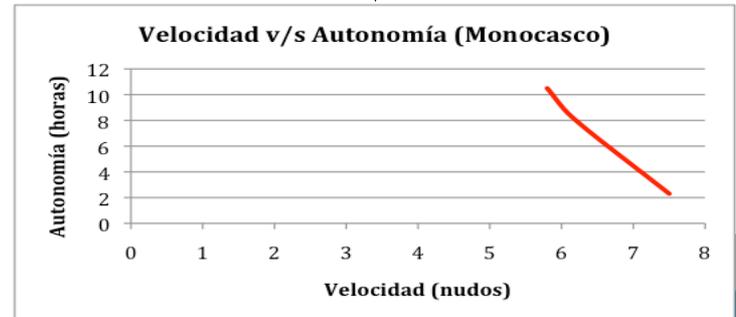
Desplazamiento

Curvas de Consumo del motor



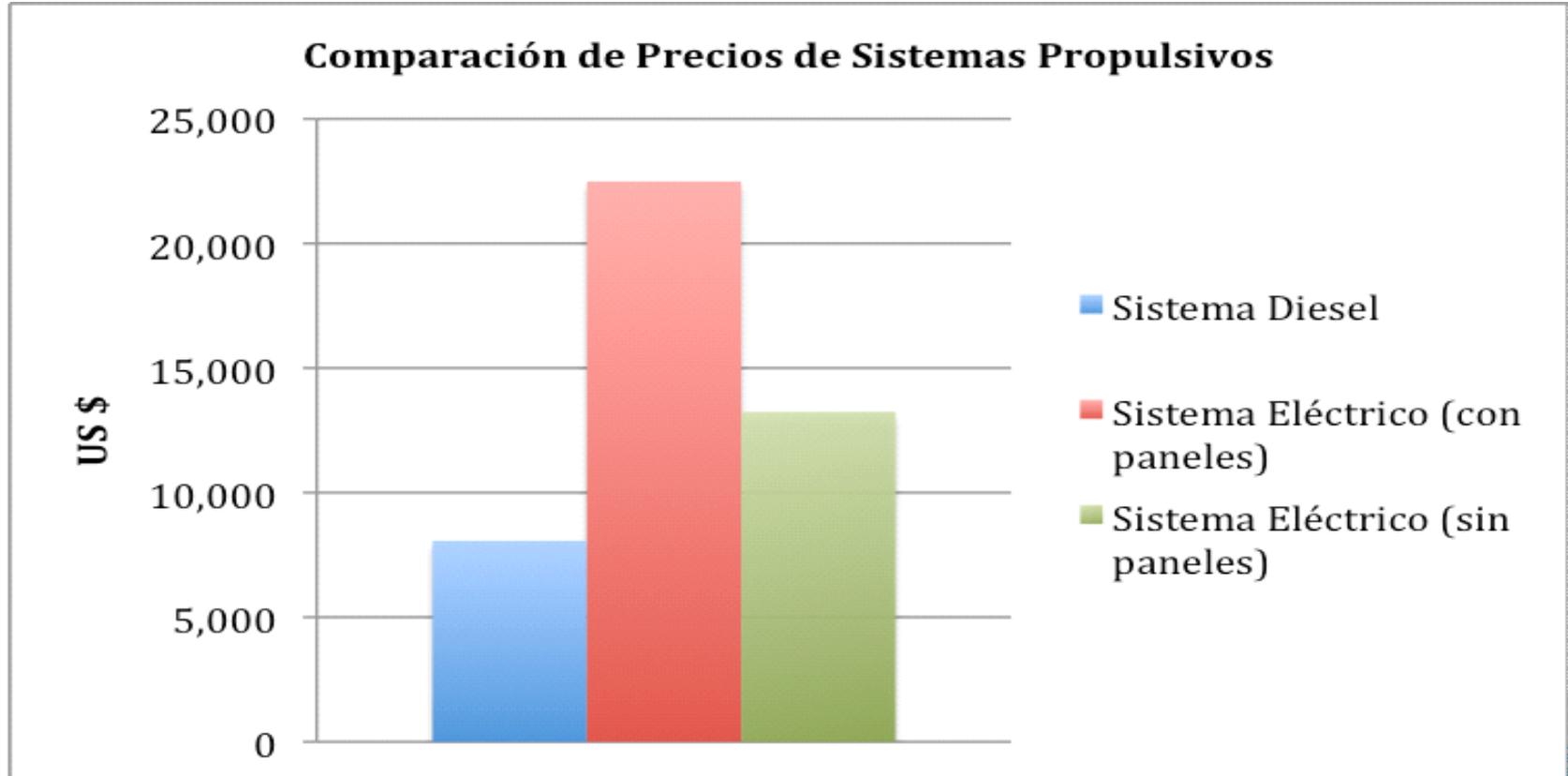
AUTONOMÍA

Generalmente muy reducida (horas)



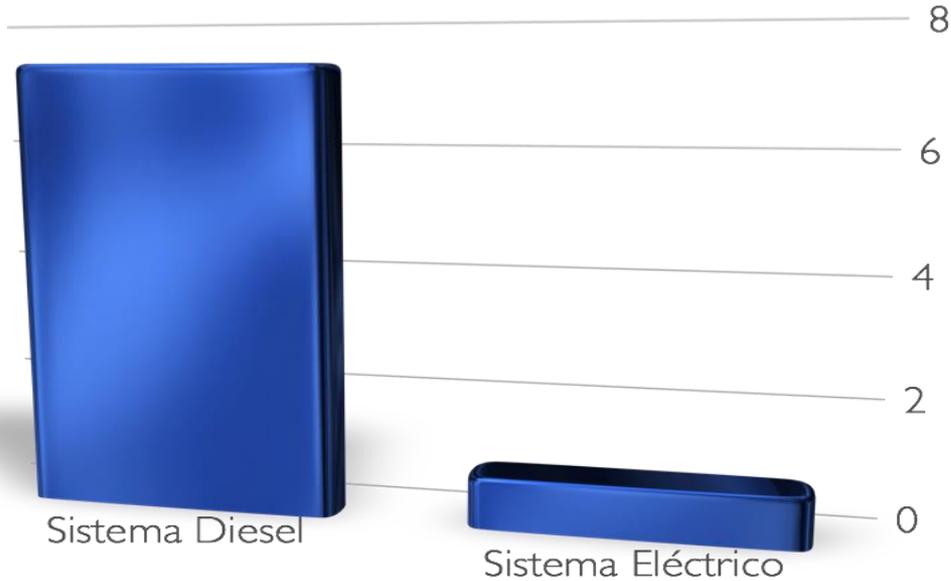
Ejemplo

COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN



COSTOS DE OPERACIÓN

COSTO DE HORA DE NAVEGACIÓN (US\$)



APLICACIÓN EN EMBARCACIÓN DE TURISMO



CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

Eslora total	9.5 m
Manga	3.0 m
Puntal	1.4 m
Calado	0.35 m
Desplazamiento	4.8 t
Pasajeros (tripulación)	12
Tripulación	1
Velocidad máxima	6 nudos
Régimen de velocidad	desplazamiento
Potencia de Motor	4 KW
Corriente Continua	48V
Paneles solares	1.6 KW
Material casco	compuestos



3 embarcaciones
operando
Astillero Constructor
ALWOPLAST
Diseño: Navtec

PUERTOS FLOTANTES

El transporte de carga en el sur de Chile es principalmente vía marítima.



Cabotaje:
160.700 Ton
(69%/31%)
Fuente: Navimag

63,7 Ton vía
Quellón
Fuente: MTT

544.355 Ton
Chacabuco
(67%/33%)
Fuente: DIRECTEMAR

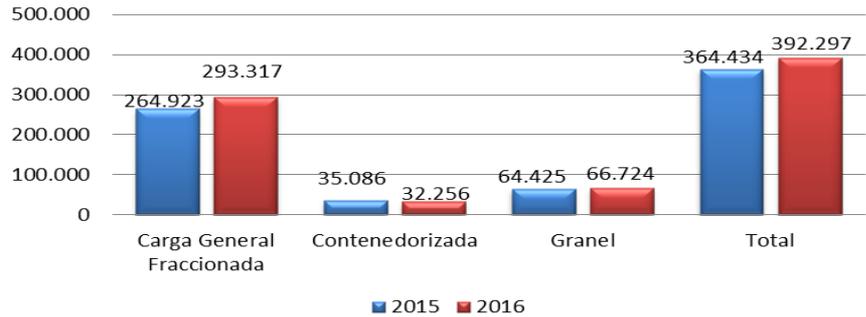
Aéreo:
2.034 Ton
(59%/41%)
Fuente: DGAC

Por Argentina:
114.690 Ton
(85%/15%)
Fuente: Aduanas

Fuente: CIS Asociados Consultores en Transporte S.A.

El transporte de carga por vía marítima esta en constante crecimiento. Variación porcentual 7,65% entre 2015 a 2016

Empresa Portuaria Chacabuco
Septiembre 2015 versus Septiembre 2016



Fuente: Ministerio de economía, fomento y turismo.

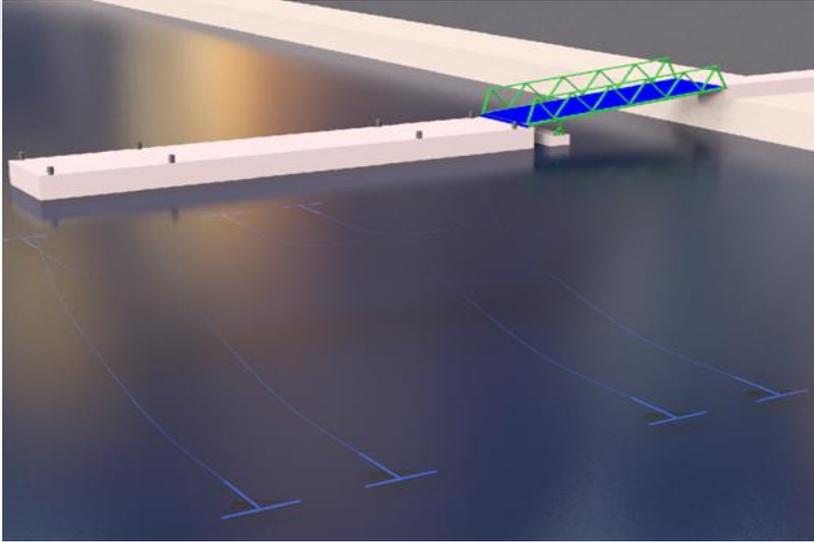
SELECCION DEL TIPO DE MUELLE



La selección del tipo de muelle se realiza de acuerdo:

1. Topografía de la costa.
2. Batimetría del fondo marino.
3. Niveles de marea.
4. Recursos económicos disponibles.

MUELLES FLOTANTES: COMPONENTES



Fuente: www.propuerto.cl

1. Pontón flotante
2. Puente de acceso
3. Sistema de posicionamiento
4. Defensas

REQUERIMIENTOS DE DISEÑO

1. Tipos de naves que recibirá

Ferry Eden



Características Generales

Nombre	EDEN
Fecha de construcción	1984
Eslora máxima	136 m
Manga (metros)	24.5 m
Capacidad máxima de pasajeros	150
Número de cubiertas	6

Queulat



FICHA TÉCNICA:

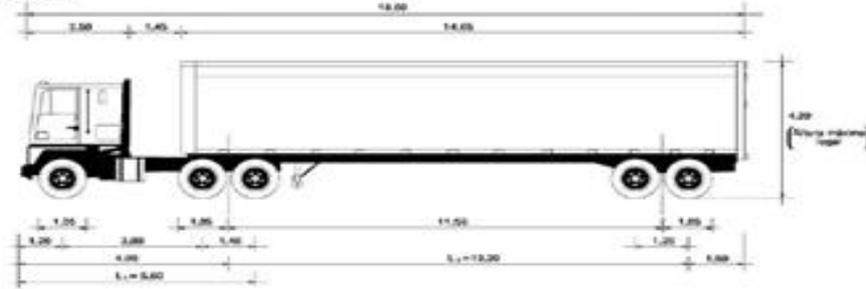
Velocidad	12 nudos	Eslora	80,3 metros
Crucero:		Máxima/LOA:	
Manga (ancho):	12,1 metros	Metros Lineales:	220 metros 55 vehículos
Capacidad		Capacidad de Carga:	480 tons.
Pasajeros:	285		
Literas:	NO	Comedor:	SÍ
Cafetería:	SÍ	Enfermería:	SÍ
TV Satelital:	SÍ	Telefonia Satelital:	SÍ

REQUERIMIENTOS DE DISEÑO

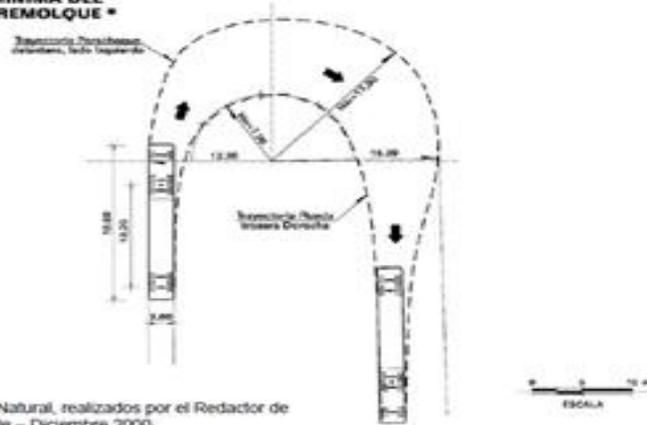


2. CONDICIONES DE CARGA DEL PONTON

SEMIREMOLQUE CORRIENTE
L = 18,60m



TRAYECTORIA MINIMA DEL CAMION SEMIREMOLQUE *



* Ensayos a Escala Natural, realizados por el Redactor de este Volumen, Chile – Diciembre 2000.

REQUERIMIENTOS DE DISEÑO

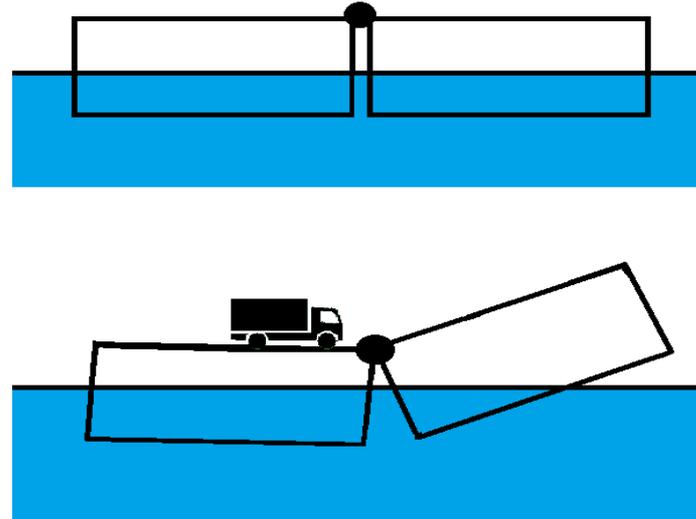
4. Posibilidad de crecimiento



Instalaciones Terminal Portuario de Puerto Cisnes

ANALISIS DE INGENIERIA

2. Condición de equilibrio y estabilidad



Condición de equilibrio en todas las condiciones de carga.

MUELLES FLOTANTES:

ENSAYOS A ESCALA EN CANAL DE PRUEBAS





Diseño original rigidizado.

Oleaje con período de retorno de 100 años.

Conclusiones

Gracias

Marcos Salas,
msalas@uach.cl





CONGRESO INTERNACIONAL DE
V DISEÑO E
INGENIERÍA
NAVAL

Marzo 15 - 17 de 2017