



# RECOMENDACIONES PRÁCTICAS PARA EL DISEÑO DE MUELLES FLOTANTES

MSc. Ing. Naval Claudio Troncoso P



Universidad Austral de Chile  
*Conocimiento y Naturaleza*

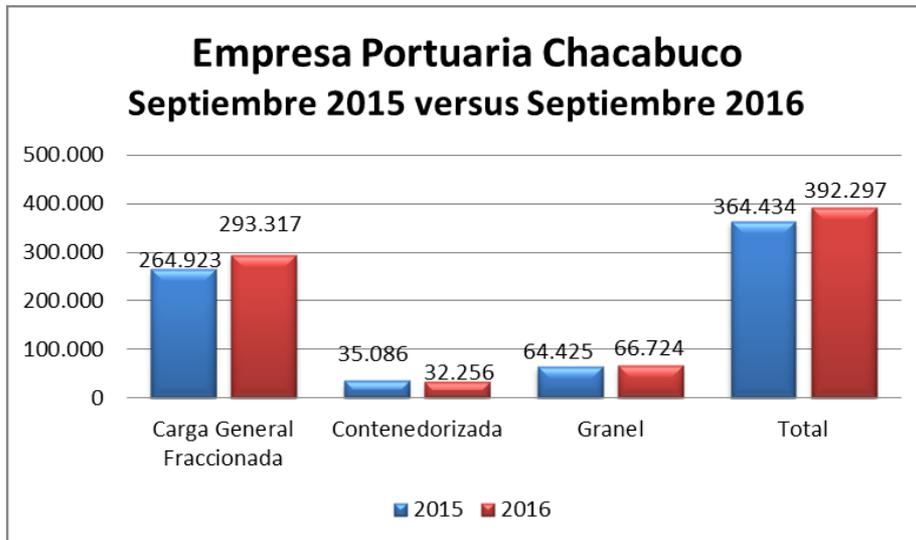
Facultad de Ciencias de la  
**Ingeniería** UACH



# PUERTOS MARÍTIMOS AUSTRALES

## TRANSPORTE DE CARGA

El transporte de carga en el sur de Chile es principalmente a través de 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

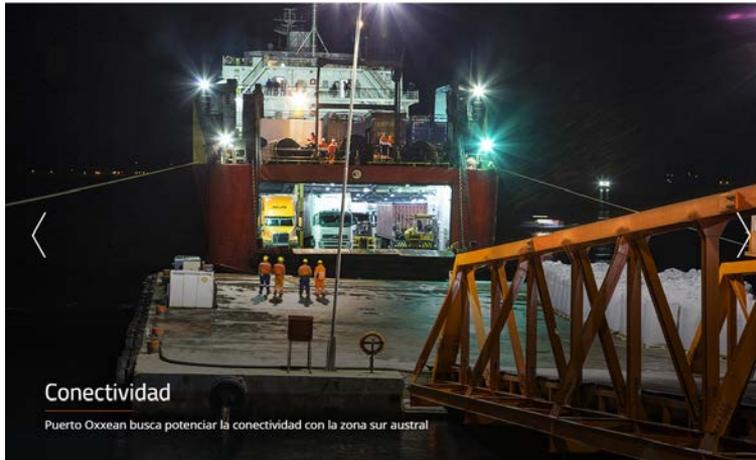
Fuente: CIS Asociados Consultores en Transporte S.A.





# PUERTOS MARÍTIMOS AUSTRALES

## INFRAESTRUCTURA PORTUARIA





# PUERTOS MARÍTIMOS AUSTRALES

## SELECCIÓN 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

## SELECCIÓN DEL TIPO DE MUELLE

### Recomendaciones para la selección:

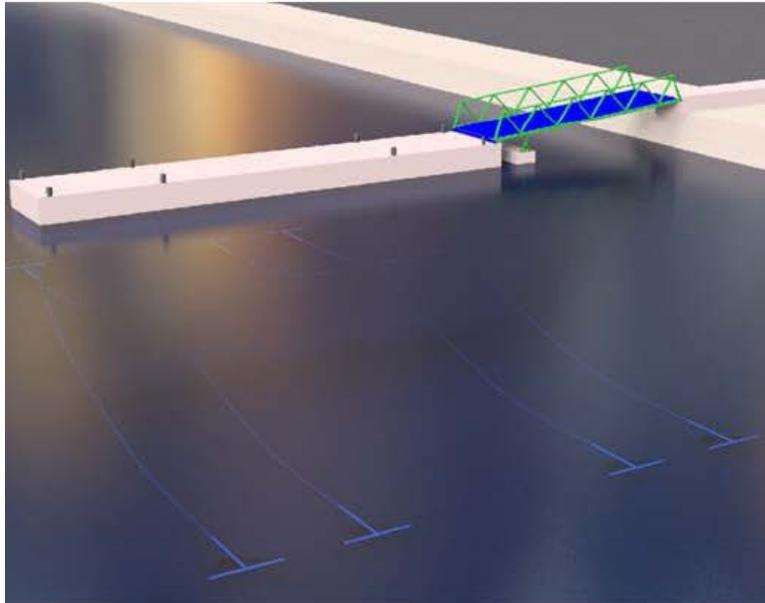
1. Aguas profundas.
2. Grandes variaciones de marea.
3. Fondo marino inestable.
4. Limitaciones económicas y alto nivel de asilamiento.
5. Aguas protegidas, olas no excedan 1,5 m altura.
6. Zonas sísmicas.
7. Localización con sedimentación excesiva.
8. Falta de espacio disponible en tierra.





# MUELLES FLOTANTES

## COMPONENTES



Fuente: [www.propuerto.cl](http://www.propuerto.cl)

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





# MUELLES FLOTANTES

## REQUERIMIENTOS DE DISEÑO:

### 1. TIPO DE NAVE 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 Cruceiro:	12 nudos	Eslora Máxima/L.O.A:	80,3 metros
Manga (ancho):	12,1 metros	Metros Lineales:	220 metros 55 vehiculos
Capacidad Pasajeros:	285	Capacidad de Carga:	480 tons.
Literas:	NO	Comedor:	Si
Cafetería:	Si	Enfermería:	Si
TV Satelital:	Si	Telefonia Satelital:	Si



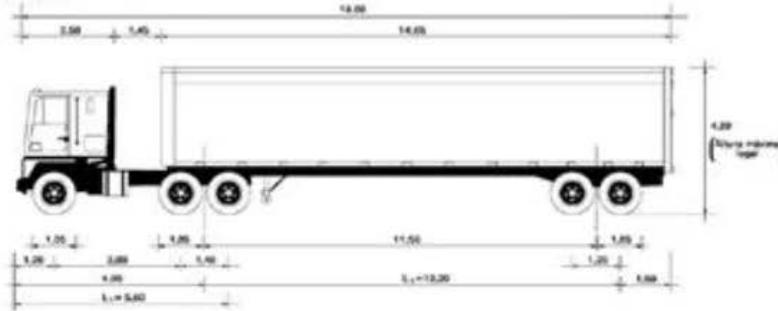


# MUELLES FLOTANTES

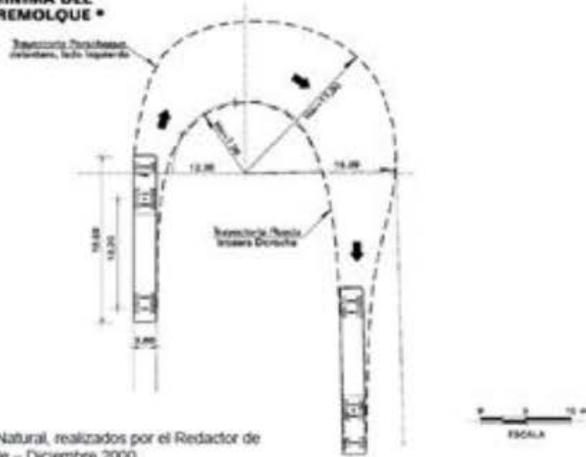
## REQUERIMIENTOS DE DISEÑO:

### 2. CONDICIONES DE CARGA DEL PONTÓN

SEMIREMOLQUE CORRIENTE  
L=18,60m



TRAYECTORIA MINIMA DEL CAMION SEMIRREMOLQUE \*



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





# MUELLES FLOTANTES

## REQUERIMIENTOS DE DISEÑO:

### 3. FRECUENCIA DE USO

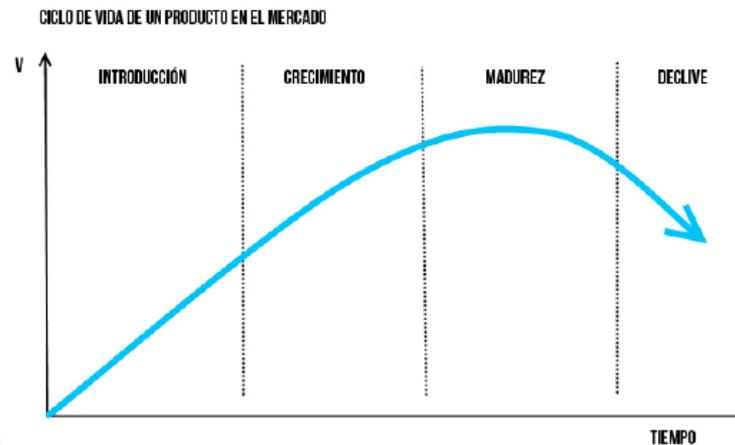
## Ruta Cordillera

### BARCAZA QUEULAT

ORIGEN / ORIGIN	DESTINO / DESTINATION	DÍA / DAY	HORA* / HOUR*	TIEMPO DE VIAJE* / TIME OF TRAVEL*
QUELLÓN	CHACABUCO	MIÉRCOLES Y SÁBADO	23:00 hrs.	28 hrs. aproximadamente
CHACABUCO	QUELLÓN	LUNES	20:00 hrs.	28 hrs. aproximadamente
CHACABUCO	QUELLÓN	VIERNES	12:00 hrs.	28 hrs. aproximadamente

**Importante:** Segunda semana de cada mes zarpa los jueves a las 10.00 hrs. desde Quellón a P. Chacabuco, regresando los viernes a las 18:00 hrs desde P. Chacabuco a Quellón. / **Important:** Second week of each month sailing is scheduled for Thursdays at 10.00 hrs from Quellón to P. Chacabuco, returning on Fridays at 18:00 hrs from P. Chacabuco to Quellón

### 4. CICLO DE VIDA





# MUELLES FLOTANTES

## REQUERIMIENTOS DE DISEÑO:

### 5. POSIBILIDA DE CRECIMIENTO

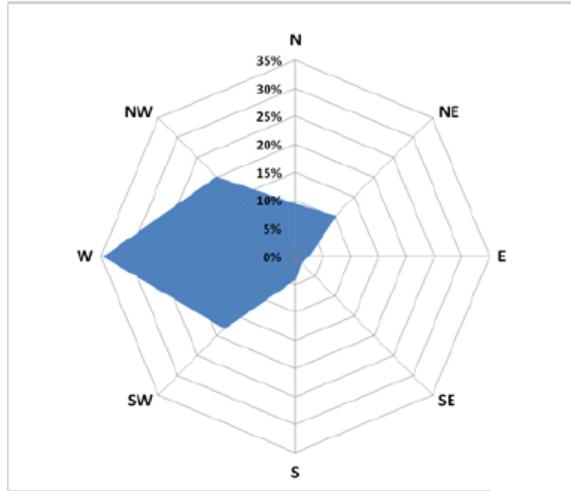




# MUELLES FLOTANTES

## REQUERIMIENTOS DE DISEÑO:

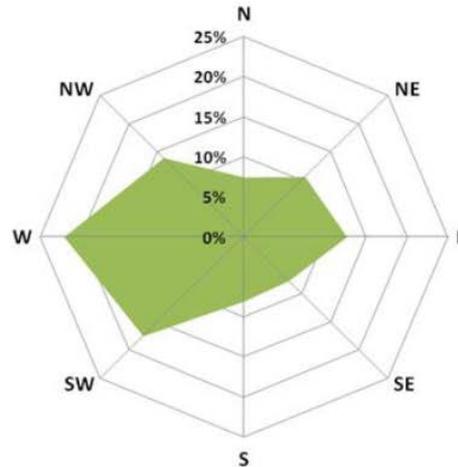
### 6. CONDICIONES AMBIENTALES EN EL LUGAR DE EMPLAZAMIENTO



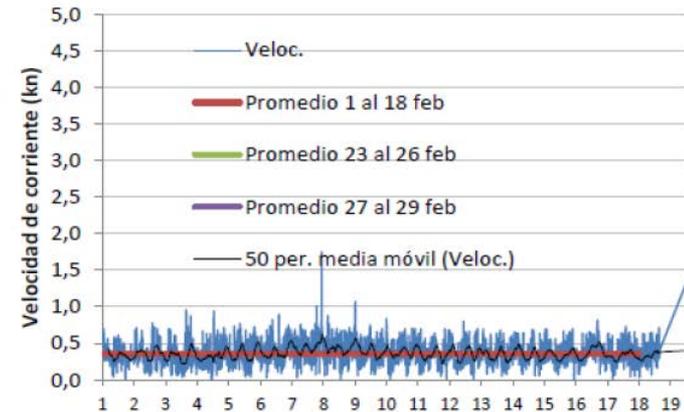
Rosa de vientos.

Viento W			Oleaje		
Período de retorno Tr (años)	Magnitud U (nudos)	Dirección (° c/r N)	Altura Hmo (m)	Período Tp (s)	Dirección (° c/r N)
2	17,25	270	0,44	2,50	270
5	21,79		0,60	2,83	
10	25,90		0,72	3,11	
25	32,00		0,94	3,51	
40	35,02		1,06	3,69	
50	37,03		1,14	3,81	
100	42,37		1,37	4,12	

Oleaje extremo.



Rosa de marea



Velocidad de corrientes.



# MUELLES FLOTANTES

## ANÁLISIS DE INGENIERÍA

- 1. Análisis Estructural.**
- 2. Análisis Condición de Equilibrio y Estabilidad, intacta y en avería.**
- 3. Análisis del Comportamiento en el Mar.**





# MUELLES FLOTANTES

## ANÁLISIS DE INGENIERÍA

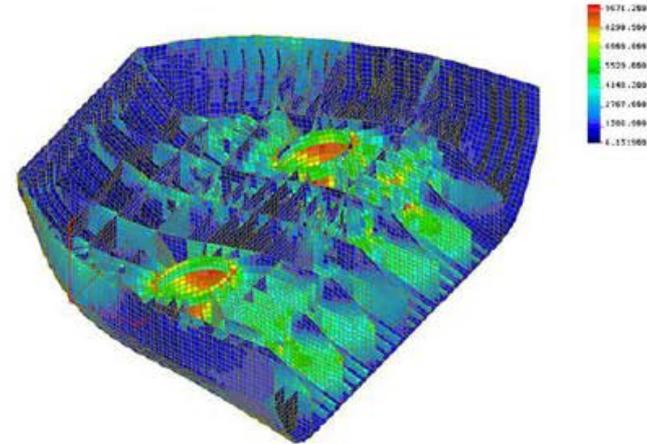
### 1. Análisis Estructural



OFFSHORE STANDARD  
DNV-OS-C101

DESIGN OF  
OFFSHORE STEEL STRUCTURES,  
GENERAL (LRFD METHOD)

APRIL 2011



Análisis FEM de estructura naval. Fuente: Vardmarine.com.

## TIPOS DE ANALISIS

1. Análisis estructural estático lineal
2. Análisis modal.
3. Análisis de fatiga para elementos sometidos a cargas cíclicas.

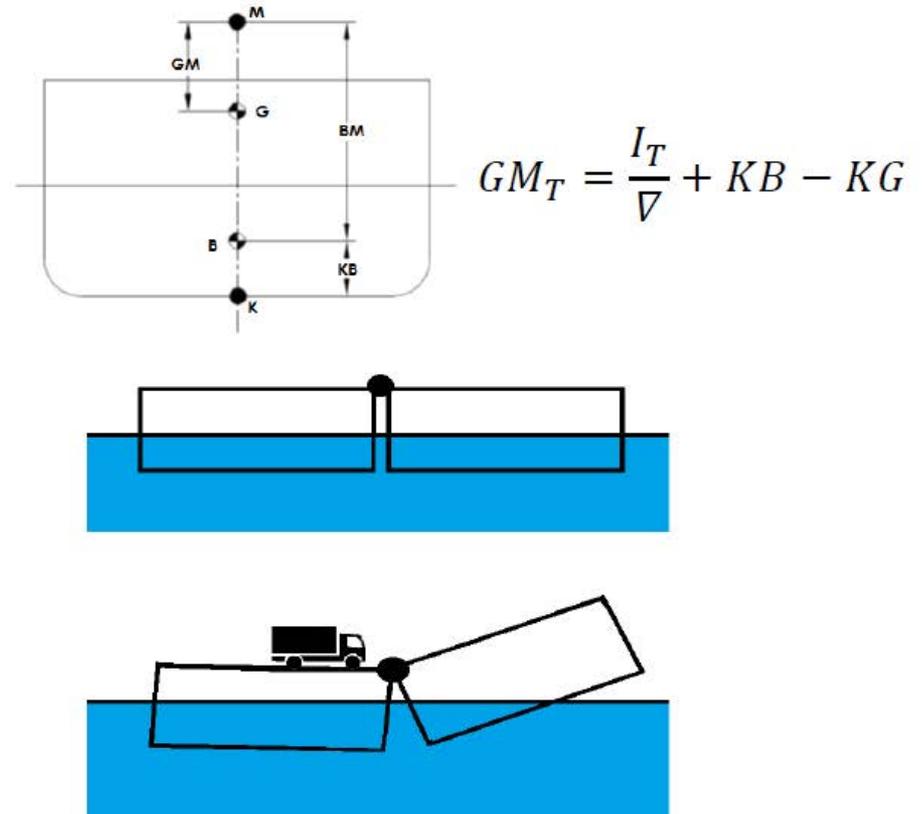




# MUELLES FLOTANTES

## ANÁLISIS DE INGENIERÍA

### 2. Análisis de condición de equilibrio y estabilidad, intacta.



Para todas las condiciones de carga.

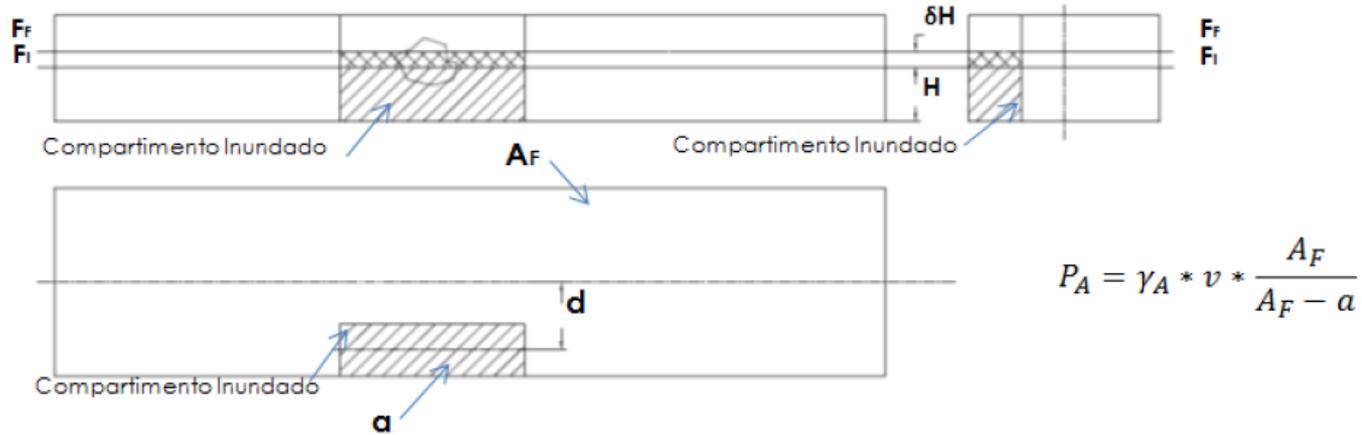




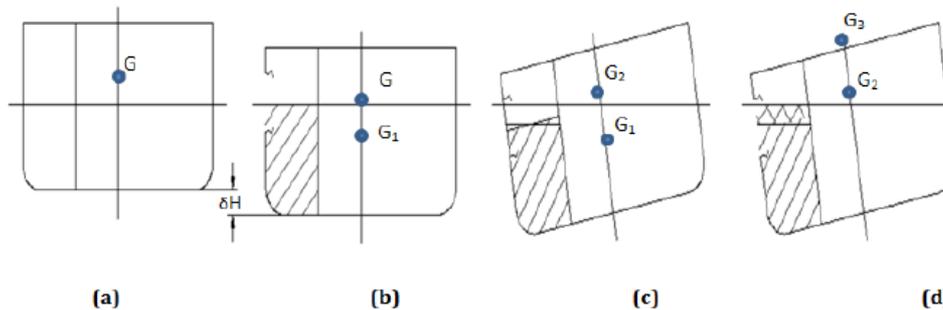
# MUELLES FLOTANTES

## ANÁLISIS DE INGENIERÍA

### 2. Análisis de condición de equilibrio y estabilidad, en avería.



Estabilidad en Avería a Grandes Angulos de Escora –Método de Peso Agregado



Elevación virtual del KG

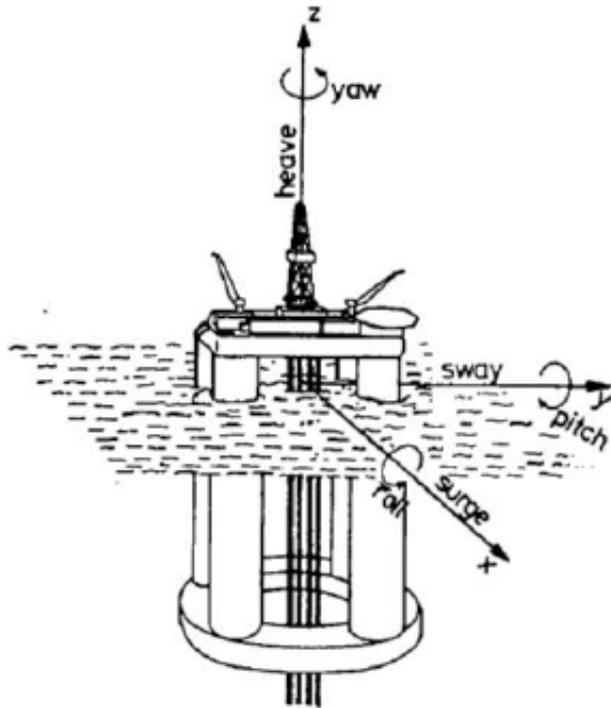




# MUELLES FLOTANTES

## ANÁLISIS DE INGENIERÍA

### 3. Análisis de comportamiento en el mar



$$S_z(\omega_e)$$

$$RAO \quad RAO = \frac{\text{amplitud de respuesta}}{\text{amplitud de ola}} = \frac{x}{\zeta_a}$$

$$S_R(\omega_e) = S_z(\omega_e) x |RAO|^2$$





# MUELLES FLOTANTES

## ANÁLISIS DE INGENIERÍA

### 3. Análisis de comportamiento en el mar

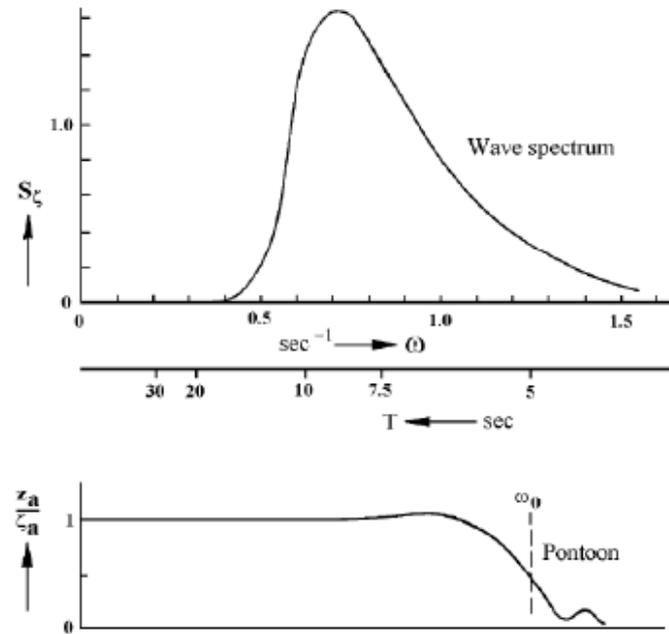
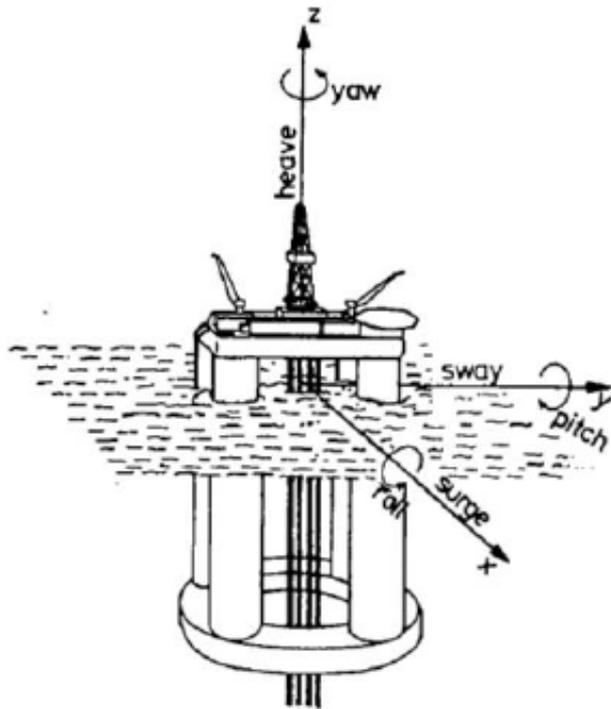


Fig. 7.3.3 Espectro de olas y RAO en heave para un pontón (Fuente: Offshore Hydromechanics, Journee and Massie, Delft University of Technology, 2001).

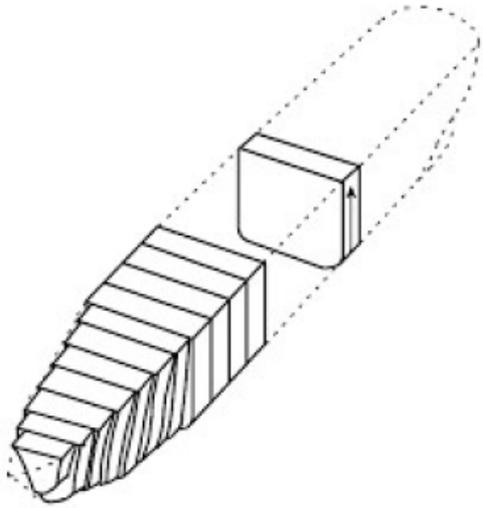




# MUELLES FLOTANTES

## ANÁLISIS DE INGENIERÍA

### 3. Análisis de comportamiento en el mar.



TERORIA DE FAJAS  
(Calculo de forma analítica)



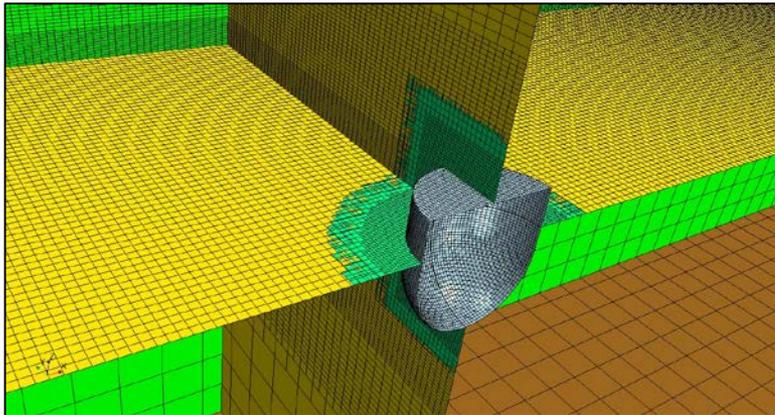
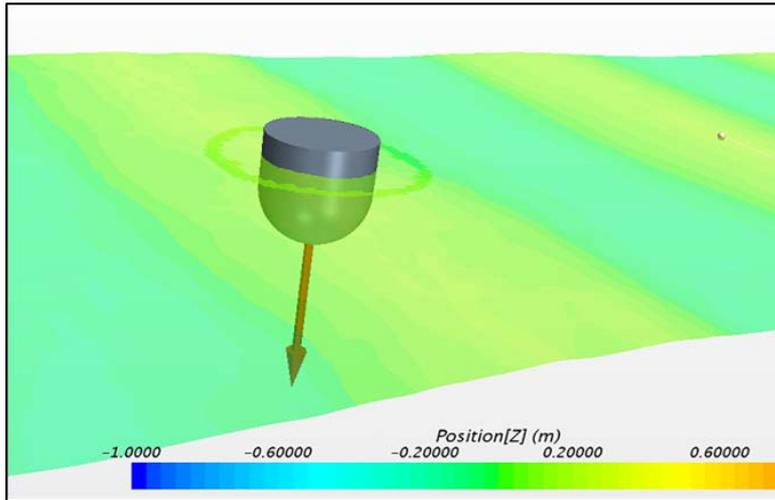
ESTUDIO EXPERIMENTAL EN CANAL DE  
ENSAYOS HIDRODINAMICOS



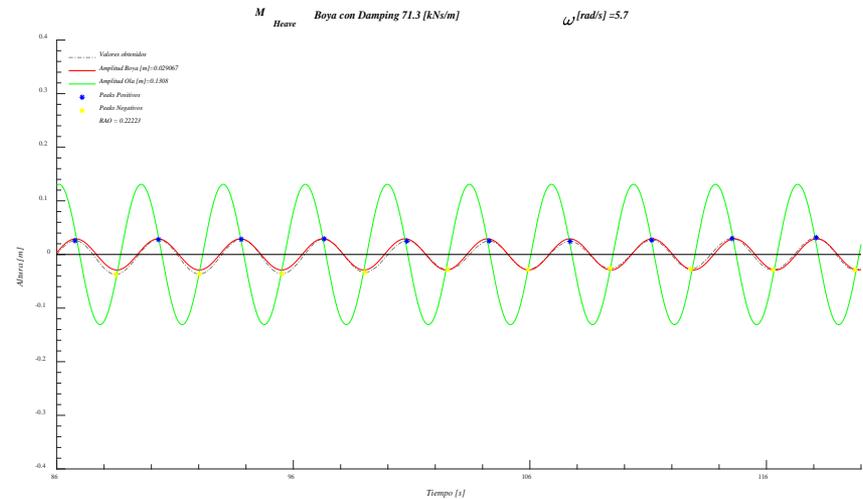
# MUELLES FLOTANTES

## ANÁLISIS DE INGENIERÍA

### 3. Análisis de comportamiento en el mar.



## SIMULACIONES CFD



Trabajo: Obtención de RAO's para WEC  
Ing. Naval: Ignacio Pregnan





# RECOMENDACIONES PRÁCTICAS PARA EL DISEÑO DE MUELLES FLOTANTES

**GRACIAS POR US ATENCIÓN**

**Claudio Troncoso Paredes**

**[claudio.troncoso@uach.cl](mailto:claudio.troncoso@uach.cl)**

