



CONGRESO INTERNACIONAL DE  
**V DISEÑO E  
INGENIERÍA  
NAVAL**

Marzo 15 - 17 de 2017

**Estudio Hidrodinámico de la Influencia de 3  
Tipos de Bulbos de proa para un Buque tipo  
Patrullero Oceánico (OPV) con Herramientas  
de Dinámica de Fluidos Computacional (CFD)**

# AGENDA

1. **Introducción**
2. **Objetivos**
3. **Metodología**
4. **Validación de Modelo**
5. **Análisis**
6. **Resultados**
7. **Conclusiones**
8. **Trabajos Futuros**

## Buque OPVMKII

- *Diseño y construcción del buque 100% Colombiano.*
- *Plataforma con amplio margen de crecimiento.*
- *Mayor autonomía de 10000 MN.*
- *Capacidad transporte de personal.*
- *Transporte carga en contenedores.*



OPVMKII: OPV de Segunda generación

### DIMENSIONES PRINCIPALES

ESLORA TOTAL	93 m
MANGA TOTAL	14.0 m
CALADO	4.1 m
DESPLAZAMIENTO	2550 Ton

### DESEMPEÑO

VELOCIDAD	18 - 20 nudos
ALCANCE	10000 MN
TRIPULACIÓN	64+36 Pax
BOTE INTERCEPTOR	Apostol 410
HELO	Mediano
RAS	Agua Combustible Hasta 250 kg

Resistencia al Avance  $\longrightarrow$  Potencia Efectiva (PE) =  $R_T \cdot V_s$   $\longrightarrow$  Potencia al freno (PB) = PE / Eff. Propulsiva

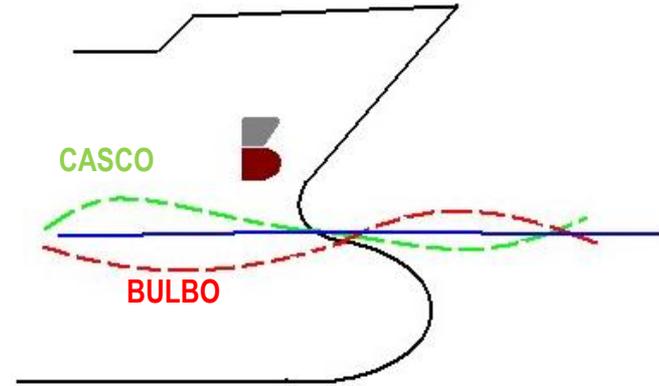
- Coeficiente Total de Resistencia

$$C_{T_s} = (1+k)C_{F_s} + C_{w_s} + c_a$$

Coeficiente total de resistencia por olas

$$C_T = \frac{R_T}{1/2 \rho V^2 S}$$

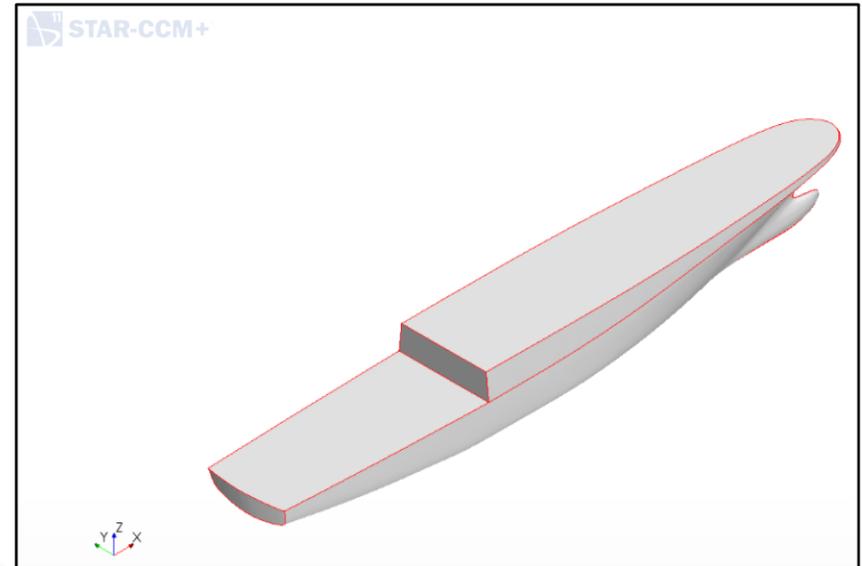
$$R_T = C_T \cdot (1/2 \cdot \rho \cdot V^2 \cdot S)$$



Influencia de Resistencia por olas

Evaluación de 3 tipos de bulbos para OPVMKII utilizando la metodología CFD  
(Resistencia al avance)

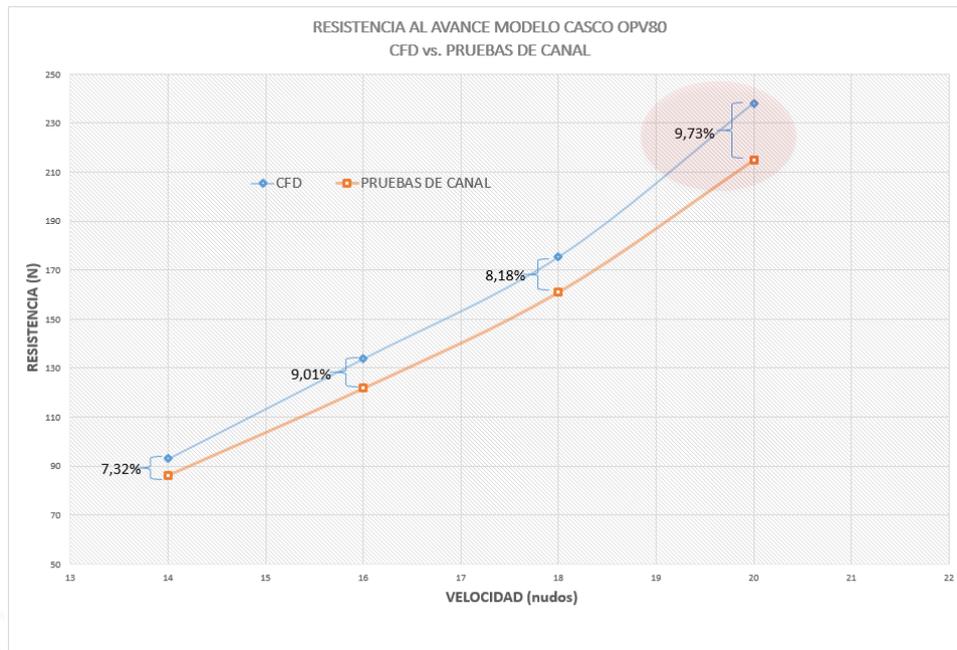
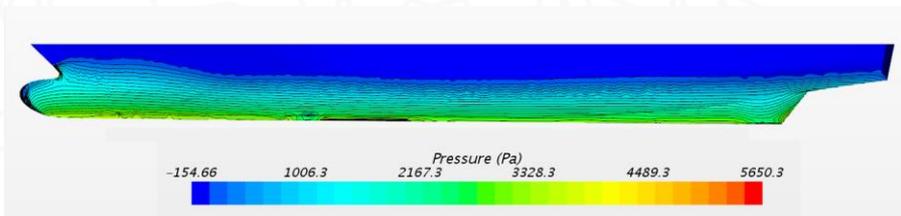
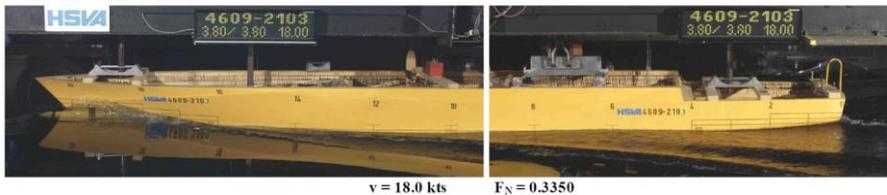
1. Validación del modelo computacional (resultados experimentales de un buque construido tipo OPV).
2. Estimación de la Resistencia Total al avance casco
3. Diseño e integración de 3 tipos de bulbos con el casco
4. Estimación de la resistencia al avance incluyendo los 3 tipos de bulbo
5. Comparación de los resultados y selección del bulbo para el casco OPV MKII.



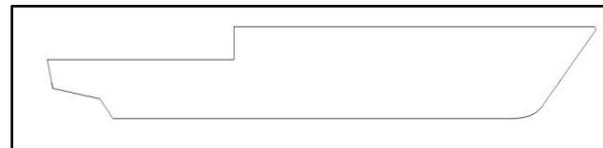


# Validación del modelo

## Resultados de Modelo



➤ Caso 1: Casco desnudo en aguas tranquilas.



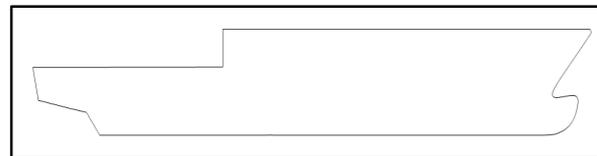
➤ Caso 2: Casco con bulbo tipo 1 en aguas tranquilas.



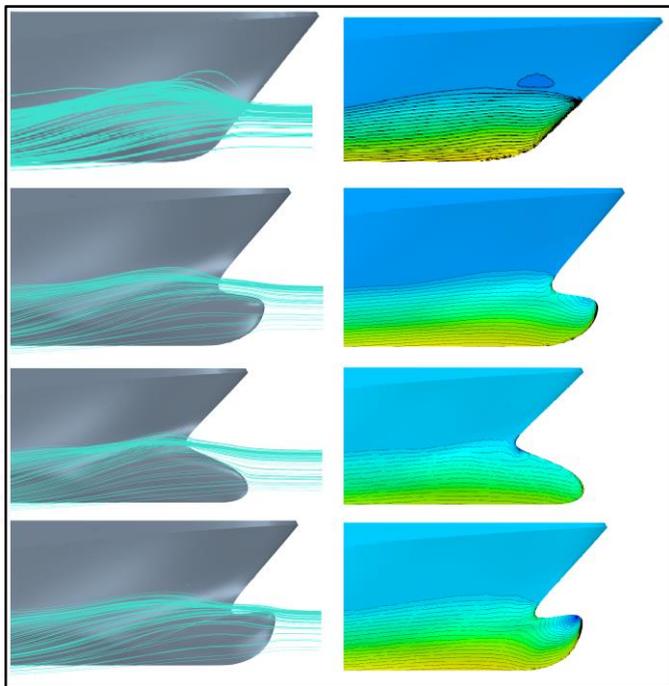
➤ Caso 3: Casco con bulbo tipo 2 en aguas tranquilas.



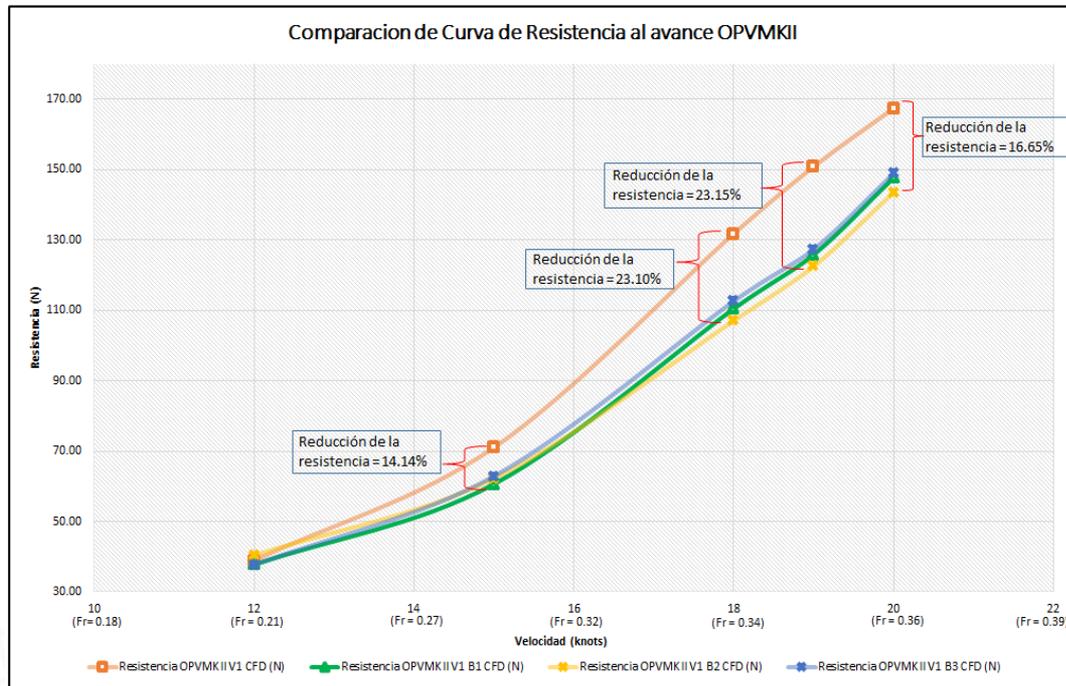
➤ Caso 4: Casco con bulbo tipo 3 en aguas tranquilas.



\*Bulbo tipo serie peonza (nabla)



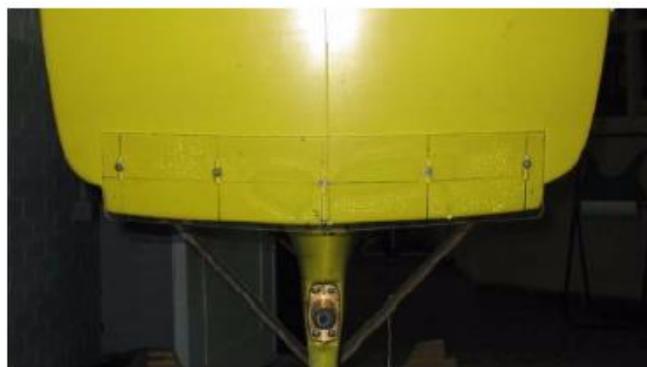
Líneas de Flujo y distribución de presiones a 20 nudos



Resistencia al avance de casos de estudio

- Se realizó la validación del modelo computacional logrando una diferencia menor al 10% comparado con las pruebas de canal del casco OPV80, lo cual nos permite hacer un análisis cualitativo de la hidrodinámica del casco OPVMKII.
- Se confirmó la influencia del bulbo de proa en la reducción de la resistencia al avance para este tipo de embarcación con resultados de alrededor de 16%.
- Comparando los 3 tipos de bulbos de proa el bulbo que mejor se comporta de acuerdo al gráfico de resistencia al avance es el bulbo tipo 2 para velocidades más de 18 nudos, sin embargo el buque operará la mayor parte del tiempo a 12 nudos.

- Dimensionamiento de apéndices de popa tipo interceptor o cuña para optimizar la resistencia al avance de un buque tipo OPVMKII .

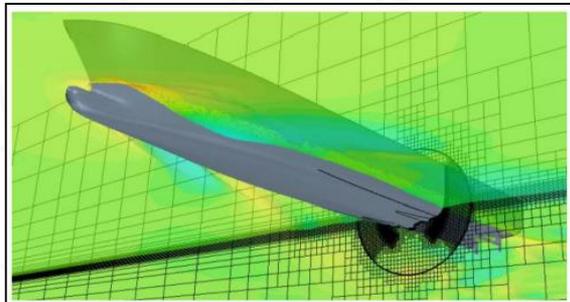
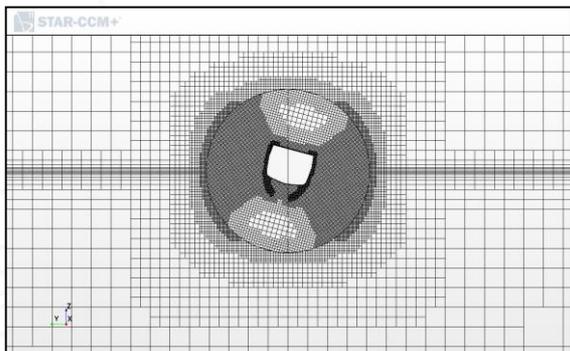


Device or appendage	Resistance reduction potential
Stern flaps, wedges and interceptors.	5 – 10 %
Pre-propeller fins.	3 – 10 %
Post-propeller stator, contra-rotating propellers.	3 - 5 %
Bulbous rudders	2 – 3 %
Air bubbles over the wet hull	5 – 7 %
Asymmetrical rudder	1 - 2 %

Tomado de: Evaluación de apéndices para disminución de la resistencia al avance

## 2. Análisis y Dimensionamiento de sistemas de reducción de Balance para buques tipo OPVMKII.

- Por ejemplo Quilla de balance, Tanque de estabilización tipo U, Aletas estabilizadoras etc.
- Implementación de simulaciones CFD para calcular el “factor de amortiguamiento” de diferentes sistemas de reducción del balance – Roll Decay Test.



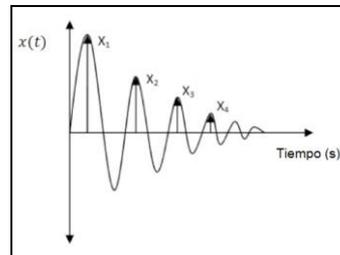
El decrecimiento Logarítmico,

$$\sigma = \ln \left( \frac{x(t_1)}{x(t_2)} \right) = \frac{2\pi\xi}{\sqrt{(1-\xi^2)^2}}$$

Si el amortiguamiento es pequeño, la expresión anterior se puede simplificar como:

$$\sigma = 2\pi\xi$$

\* $\xi$ : Factor de amortiguamiento

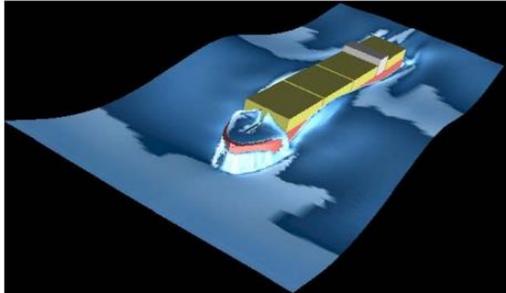


Por ejemplo,

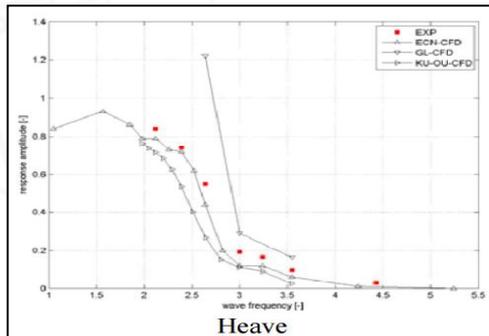
No.	x(t)	$\sigma$	$\xi$	$\xi_{\text{promedio}}$
1	2.2500	0.1957	0.0311	0.0322
2	1.8500	0.2097	0.0334	
3	1.5000	0.1823	0.0290	
4	1.2500	0.2231	0.0355	
5	1.0000			

Simulaciones CFD del Comportamiento en el mar y de maniobrabilidad.

Ejemplo: Comportamiento en el mar

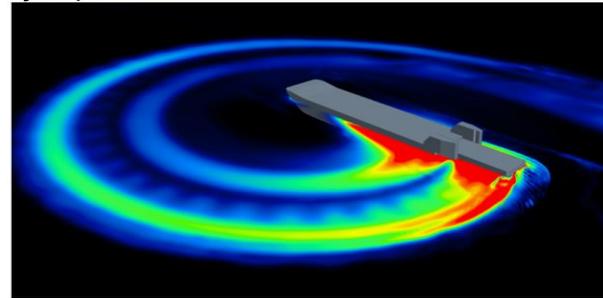


Tomado de: Proceedings of 26th ITTC – Volume I, The Seakeeping Committee, 2011

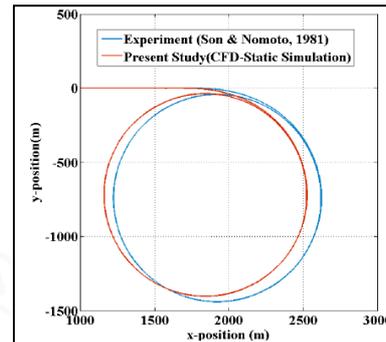


Tomado de: Proceedings of 26th ITTC – Volume I, The Seakeeping Committee, 2011

Ejemplo: maniobrabilidad



Tomado de: Robert Allan Ltd. - Robert Allan Ltd. Develops a Comprehensive Design Package for ITB Marine Group's New ATB Push Tugs



Tomado de: Prediction of maneuvering coefficients of a container ship by numerically simulating HPMM using RANSE based solver



CONGRESO INTERNACIONAL DE  
**V** DISEÑO E  
INGENIERÍA  
NAVAL

Marzo 15 - 17 de 2017