

IMPACTO ASIMÉTRICO DE CUÑAS CON APLICACIONES EN PLANEOS VÍA 2D+t



Oscar Tascón & Roberto Algarín

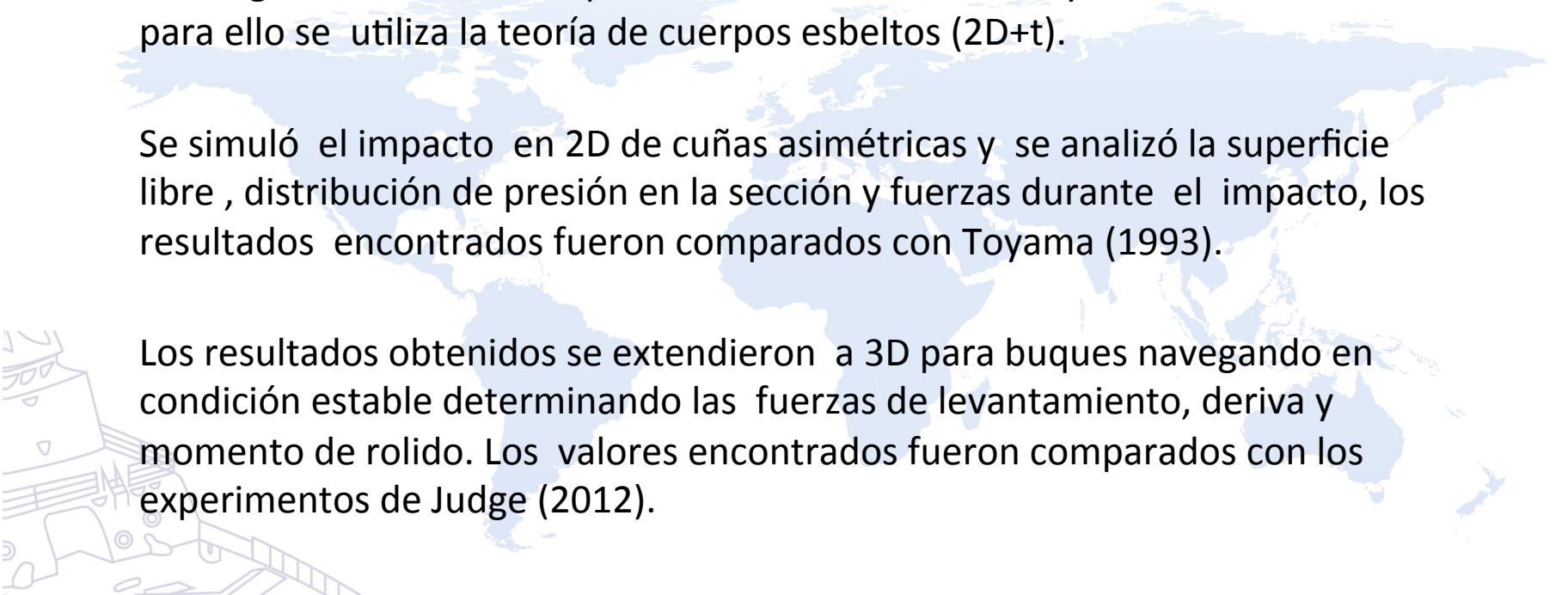
División de investigación, desarrollo e innovación

Corporación de ciencia y tecnología para el desarrollo de la industria naval, marítimo y fluvial



INTRODUCCIÓN

Los botes de planeo son de gran aplicación en turismo, deporte y patrullaje, sin embargo se tiene poca información experimental y teórica sobre el comportamiento de estos cuando navegan en condición asimétrica . En esta investigación se estudia el planeo en condición estable y asimetría en rolido, para ello se utiliza la teoría de cuerpos esbeltos (2D+t).

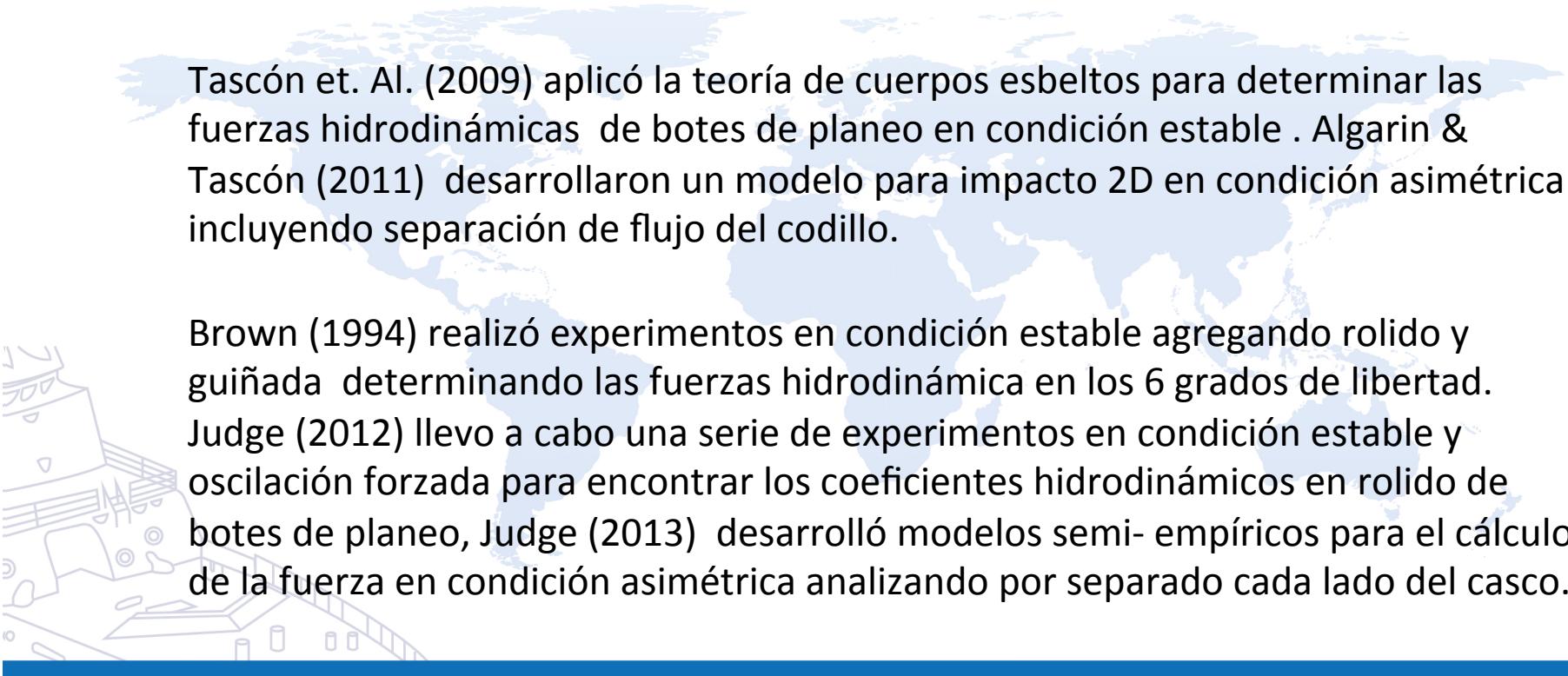


Se simuló el impacto en 2D de cuñas asimétricas y se analizó la superficie libre , distribución de presión en la sección y fuerzas durante el impacto, los resultados encontrados fueron comparados con Toyama (1993).

Los resultados obtenidos se extendieron a 3D para buques navegando en condición estable determinando las fuerzas de levantamiento, deriva y momento de rolido. Los valores encontrados fueron comparados con los experimentos de Judge (2012).

ANTECEDENTES

Wagner (1932) desarrolló un modelo analítico para la distribución de presión con entrada asimétrica, Toyama (1993) extendió los resultados para la entrada asimétrica determinando la distribución y la superficie libre para cuñas.



Tascón et. Al. (2009) aplicó la teoría de cuerpos esbeltos para determinar las fuerzas hidrodinámicas de botes de planeo en condición estable . Algarin & Tascón (2011) desarrollaron un modelo para impacto 2D en condición asimétrica incluyendo separación de flujo del codillo.

Brown (1994) realizó experimentos en condición estable agregando rolido y guiñada determinando las fuerzas hidrodinámica en los 6 grados de libertad. Judge (2012) llevo a cabo una serie de experimentos en condición estable y oscilación forzada para encontrar los coeficientes hidrodinámicos en rolido de botes de planeo, Judge (2013) desarrolló modelos semi- empíricos para el cálculo de la fuerza en condición asimétrica analizando por separado cada lado del casco.



IMPACTO ASIMÉTRICO DE CUÑAS

Para simular el impacto asimétrico de cuñas se utilizó el software CFD Star-ccm+. Los modelos físicos utilizados para la simulación son:

- Mezcla multi-fase: agua –aire
- Agua : líquido incomprensible
- Aire: gas ideal
- Flujo invícido
- Estado transitorio (método implícito)
- sin gravedad

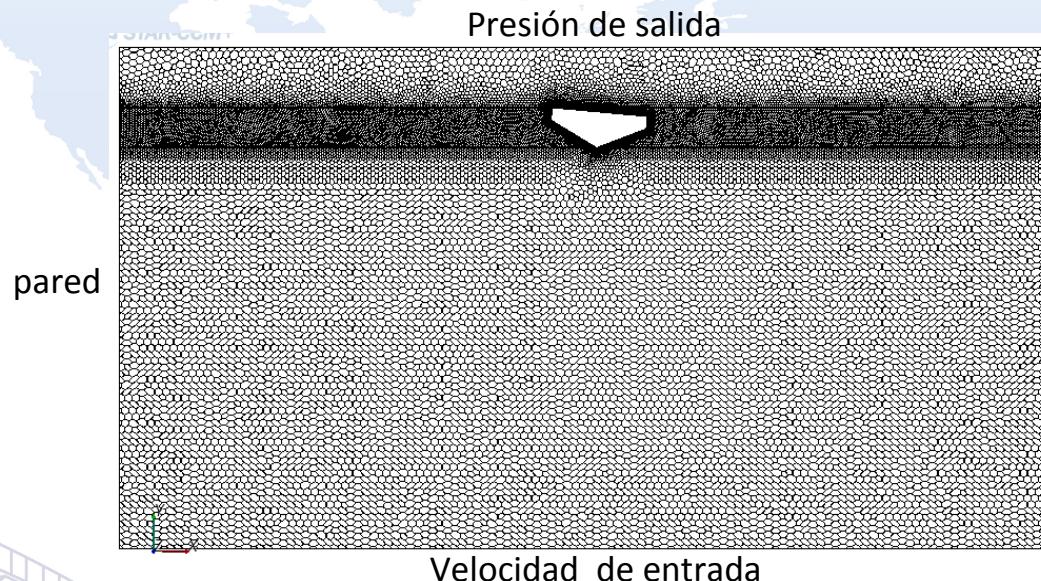


Figura 1. Dominio computacional

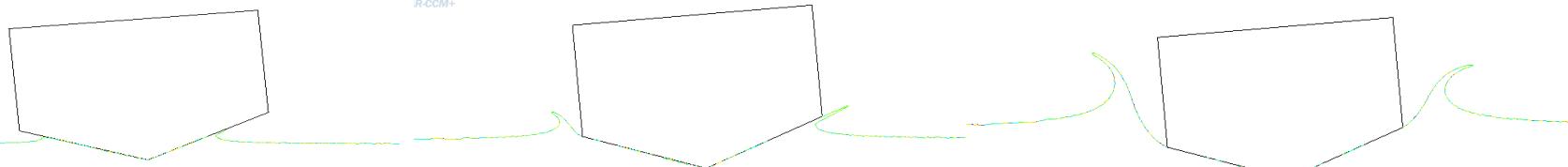


Figura 2. Superficie libre durante el impacto, $\beta_1=25^\circ$ y $\beta_2=15^\circ$

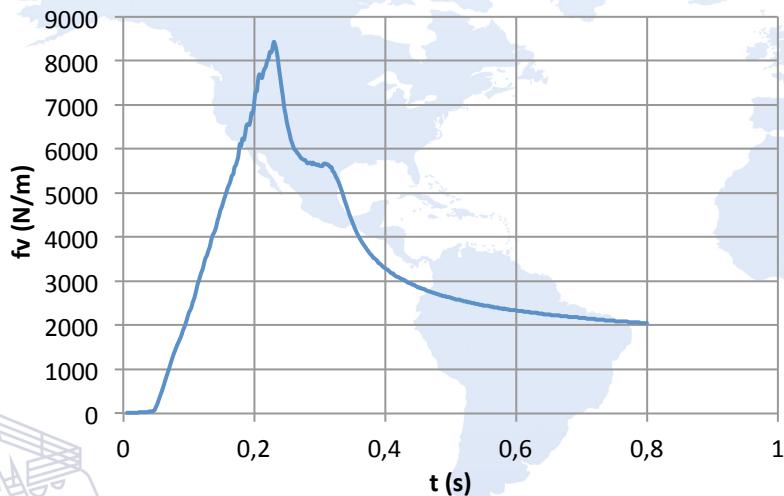


Figura 3. F_v vs t , $\beta_1=25^\circ$ y $\beta_2=15^\circ$

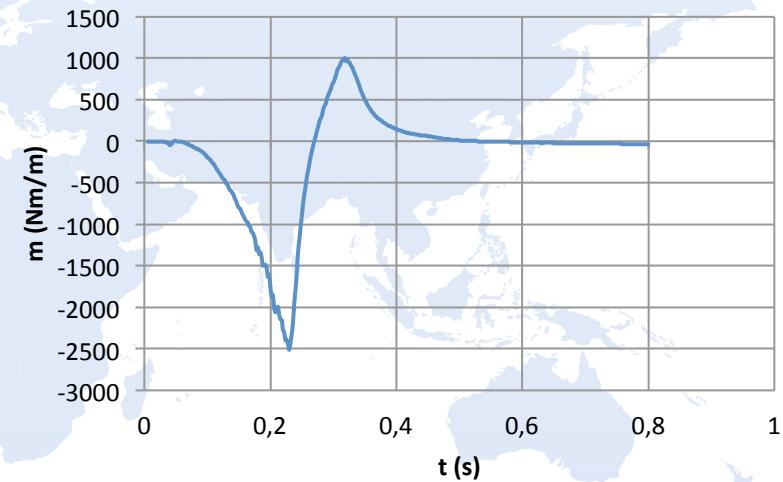


Figura 4. M vs t , $\beta_1=25^\circ$ y $\beta_2=15^\circ$

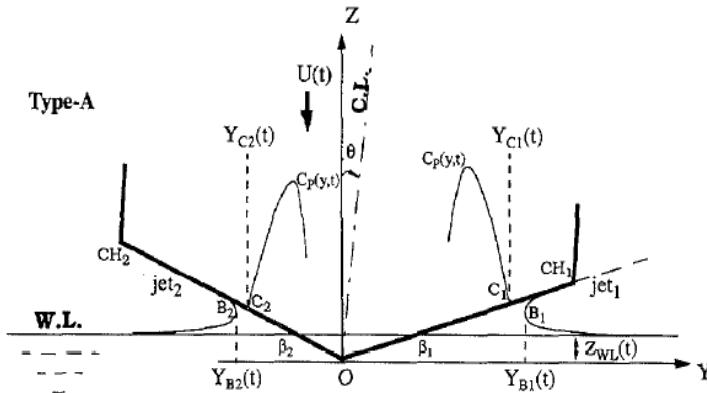


Figura 5. Parámetros del jet en el impacto de cuñas asimétricas de Xu (1998)

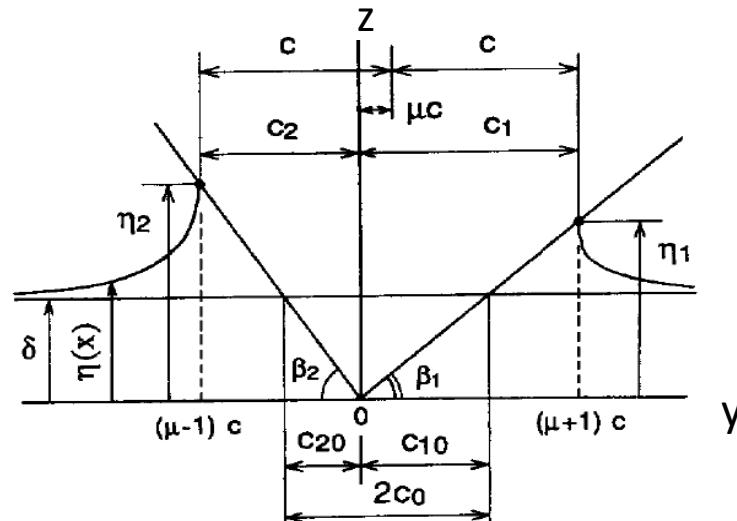


Figura 6. Parámetros para el impacto de cuñas asimétricas de Toyama (1993)

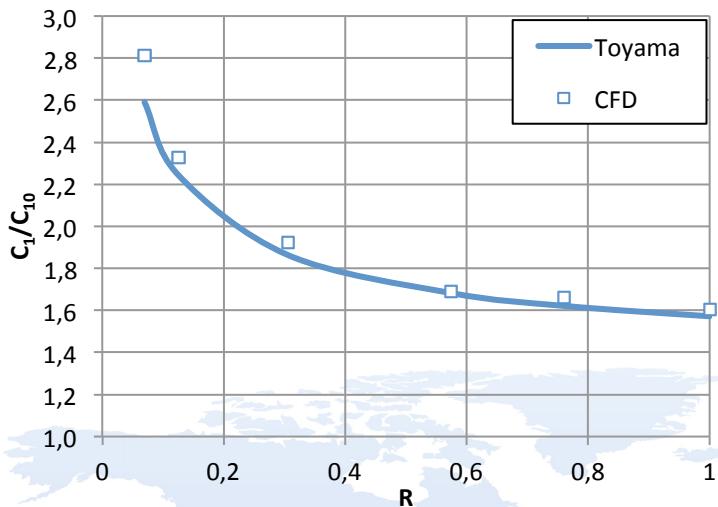


Figura 7. c_1/c_{10} vs R

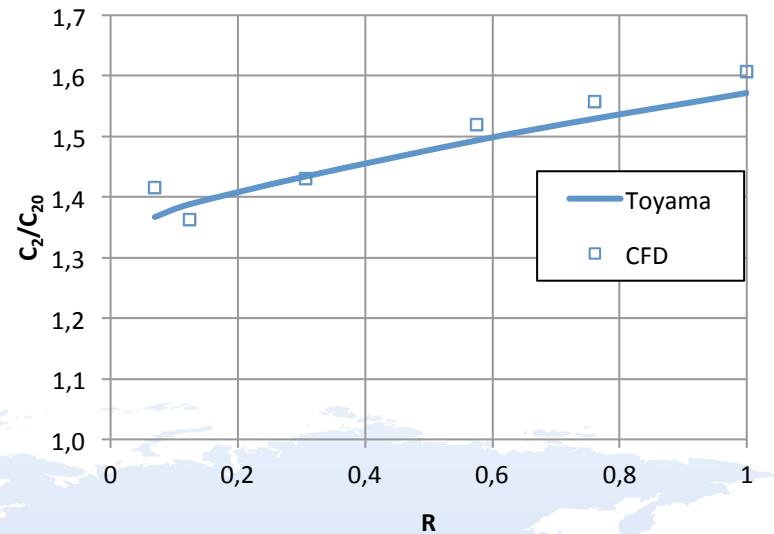


Figura 8. c_2/c_{20} vs R

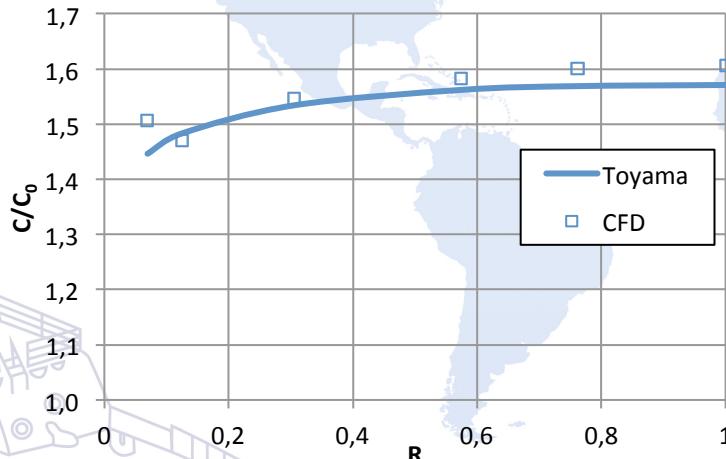


Figura 9. c/c_0 vs R

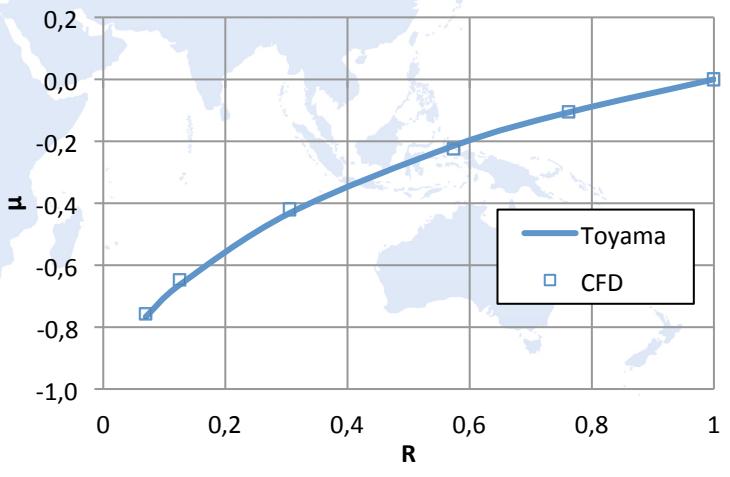


Figura 10. μ vs R



3rd INTERNATIONAL SHIP DESIGN & NAVAL ENGINEERING CONGRESS

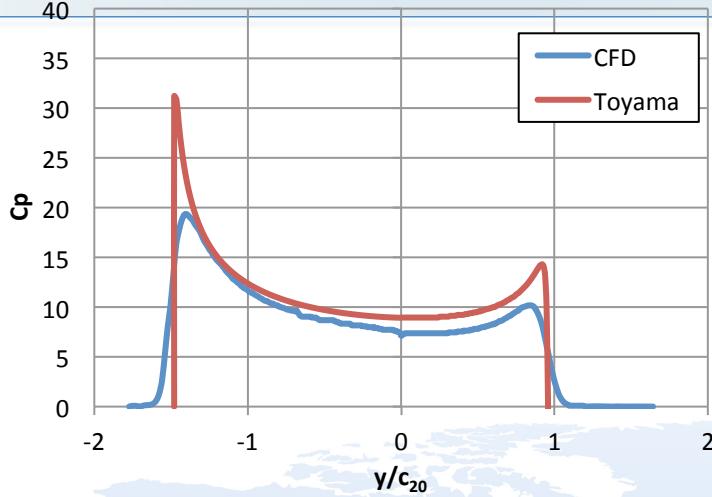


Figura 11. C_p vs y/c_{20} , $\beta_1=25^\circ$ y $\beta_2=15^\circ$

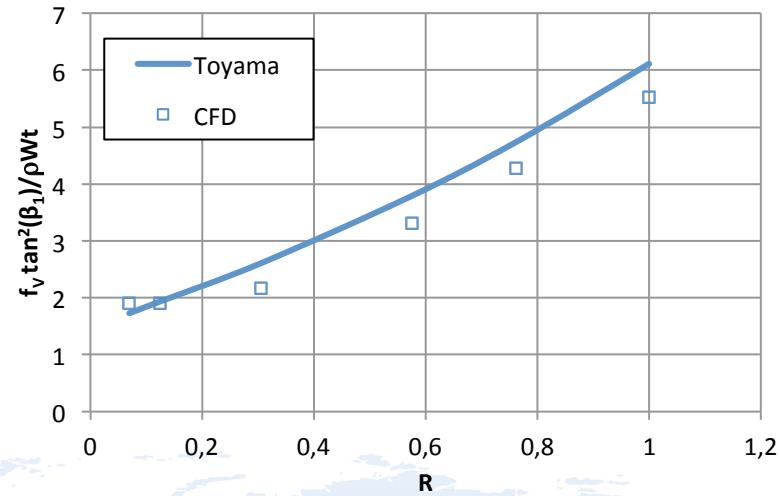


Figura 12. $f_v \tan^2(\beta_1)/\rho_{wt}$ vs R

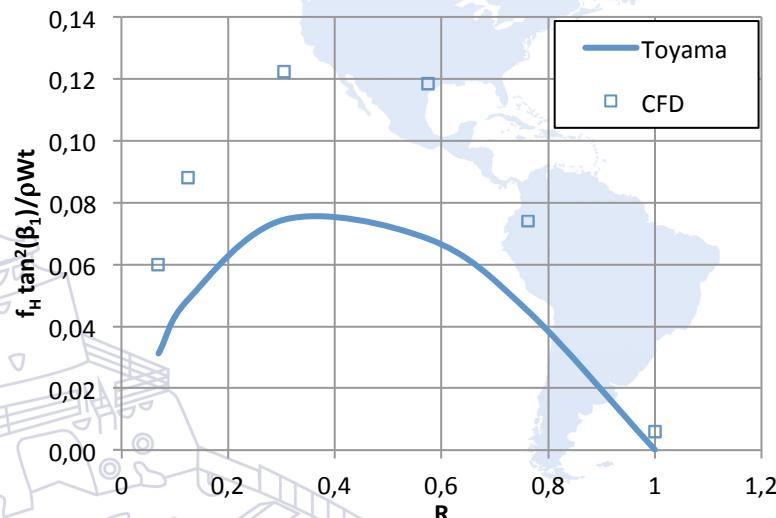


Figura 13. $f_h \tan^2(\beta_1)/\rho_{wt}$ vs R

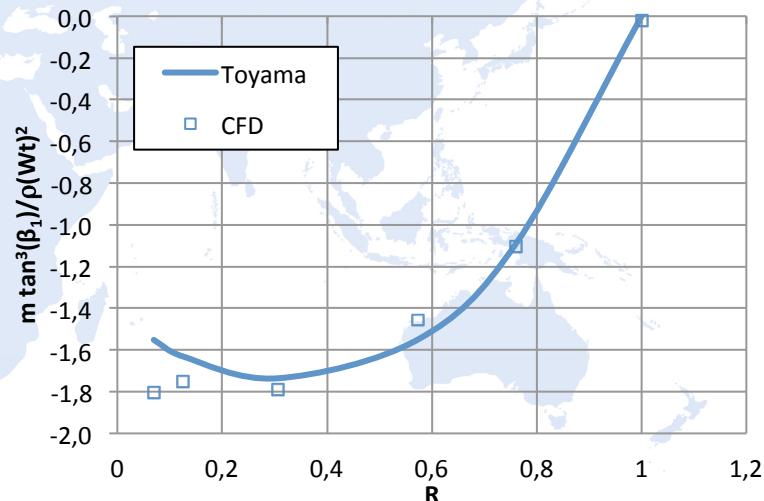


Figura 14. $m \tan^3(\beta_1)/\rho (wt)^2$ vs R

APLICACIÓN A PLANEO EN ASIMETRÍA Y CONDICIÓN ESTABLE

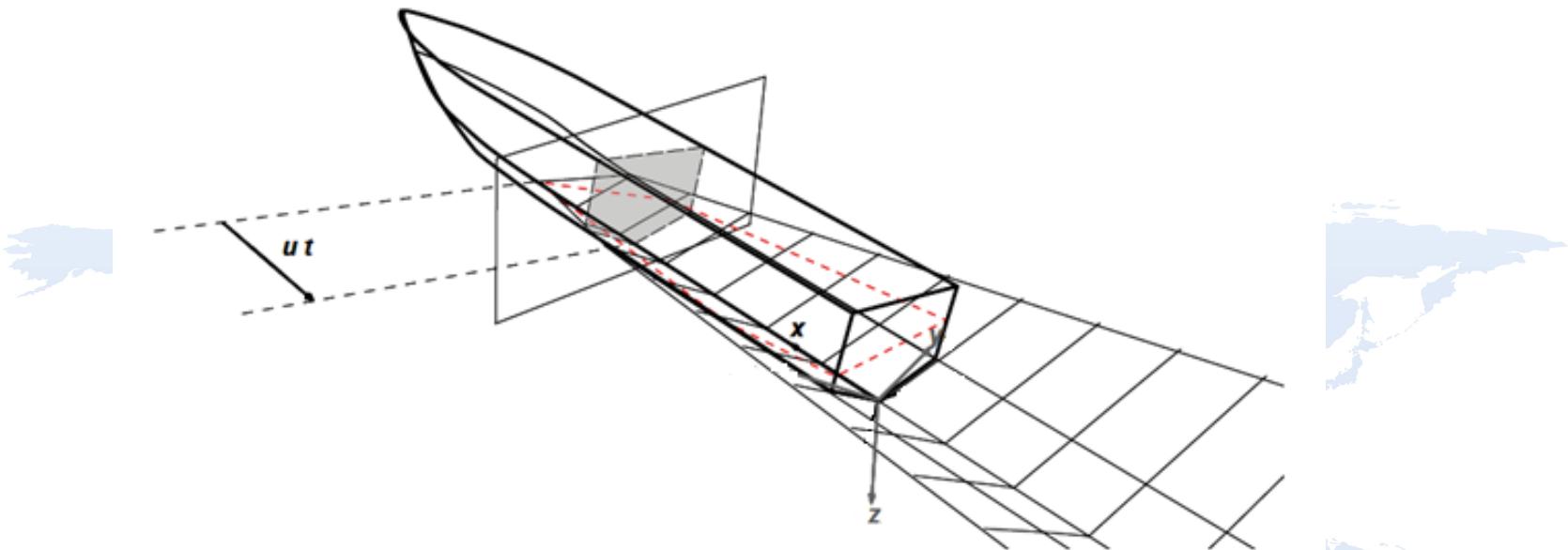


Figura 15. sistema coordenado del bote de Tascon et al (2009)

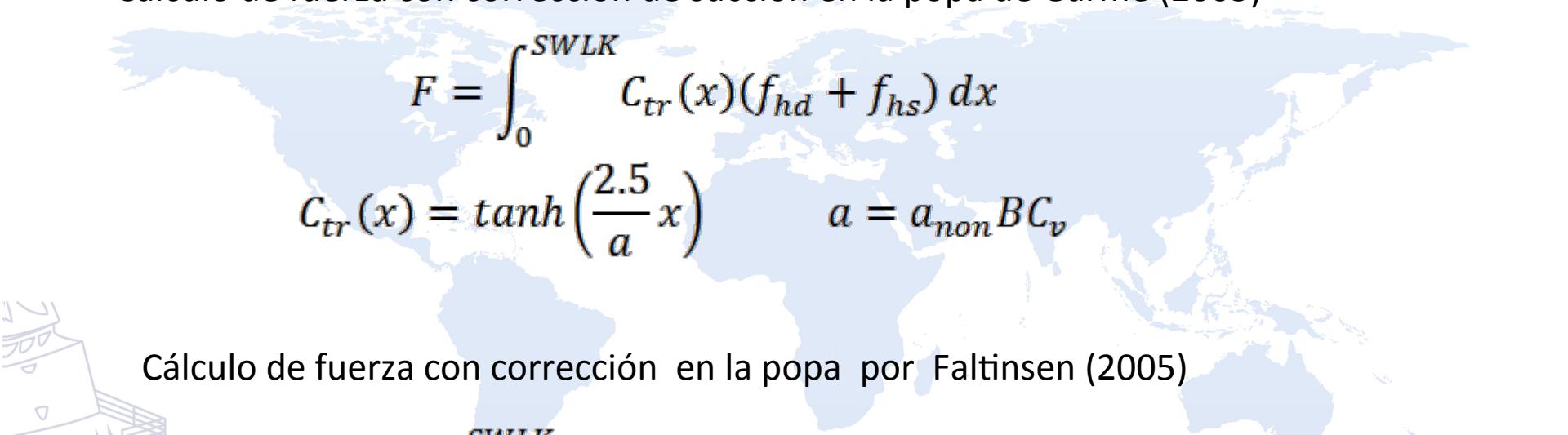
$$w = Usin\theta$$

$$x = SKWL - wt/\tan\theta$$

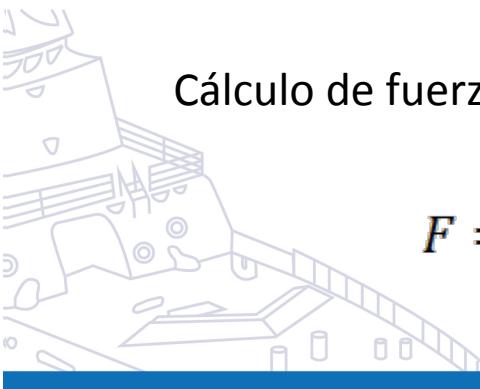
Para aplicar la teoría es necesario incluir los efectos de la gravedad y los efectos de la succión en la popa

$$f = f_{hd} + f_{hs}$$

Cálculo de fuerza con corrección de succión en la popa de Garme (2005)


$$F = \int_0^{SWLK} C_{tr}(x)(f_{hd} + f_{hs}) dx$$
$$C_{tr}(x) = \tanh\left(\frac{2.5}{a}x\right) \quad a = a_{non} BC_v$$

Cálculo de fuerza con corrección en la popa por Faltinsen (2005)


$$F = \int_{B/2}^{SWLK} (f_{hd} + f_{hs}) dx$$

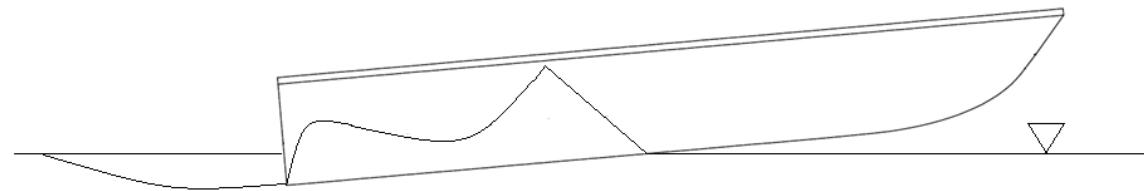


Figura 16. Distribución de fuerzas en el casco

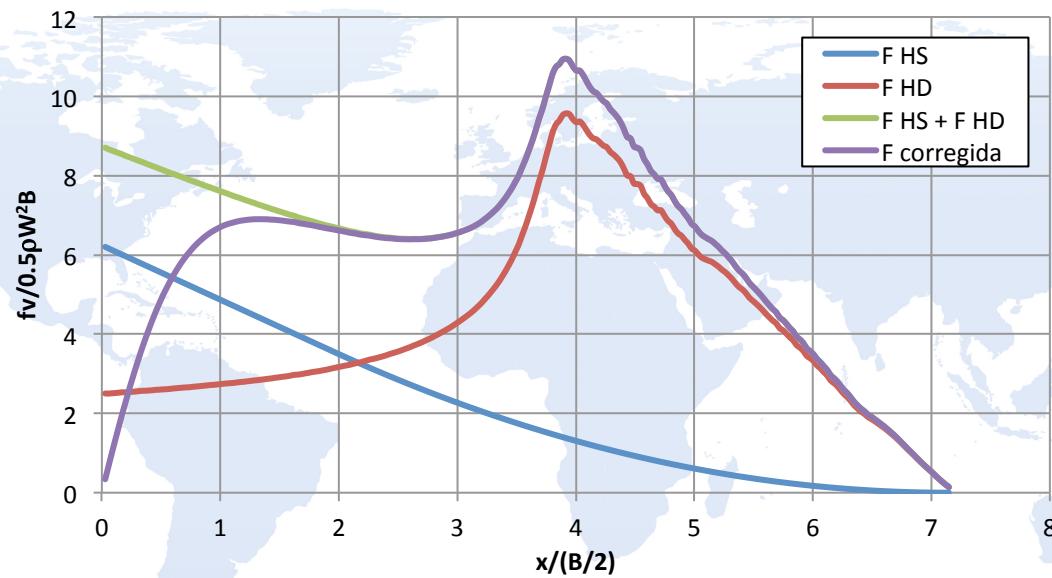


Figura 17. Corrección de fuerzas para la aplicación 2D + t



3rd INTERNATIONAL SHIP DESIGN & NAVAL ENGINEERING CONGRESS

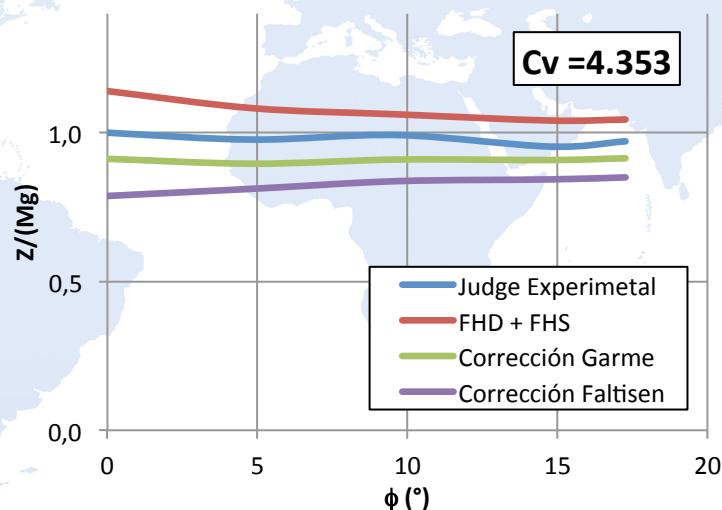
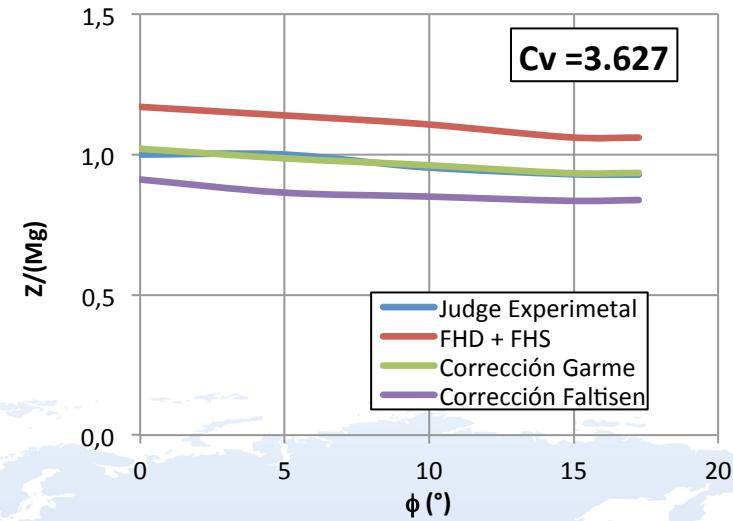
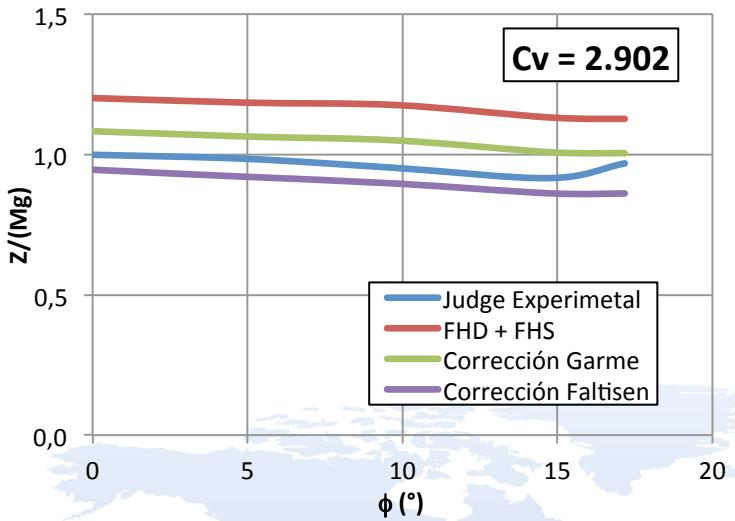


Figura 18. Z/Mg vs ϕ , $\beta=20^\circ$, $C_\Delta=0.272$, $L_{CG}/B= 1.32$, $V_{CG}/B=0.298$

3rd INTERNATIONAL SHIP
DESIGN & NAVAL
ENGINEERING CONGRESS

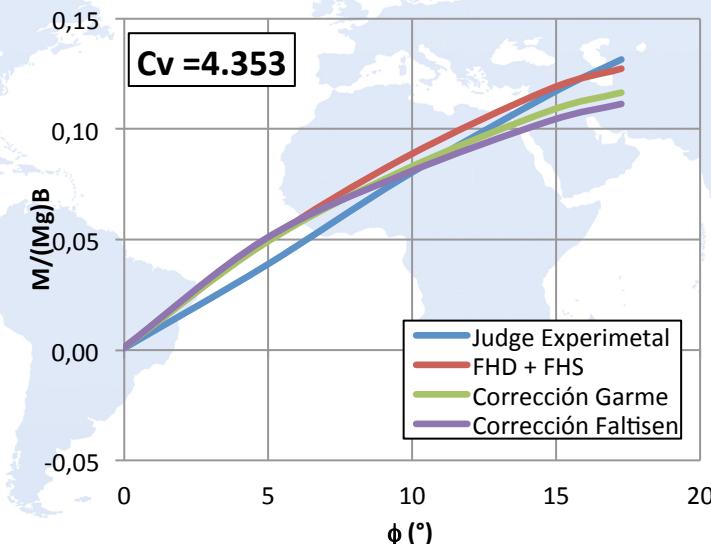
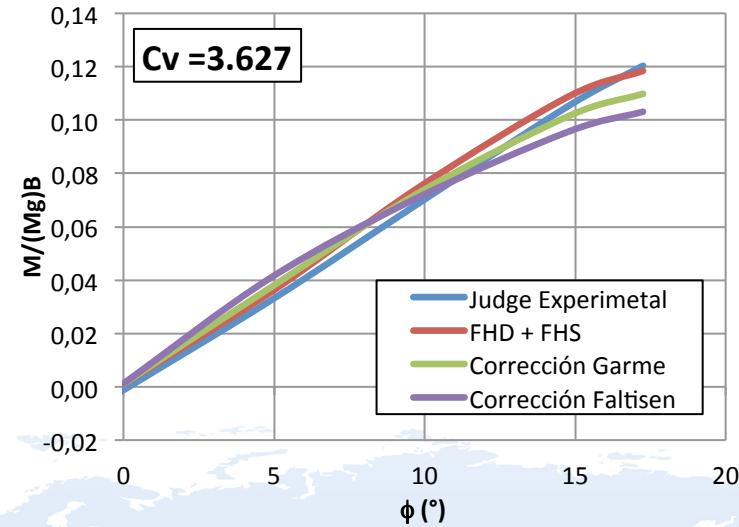
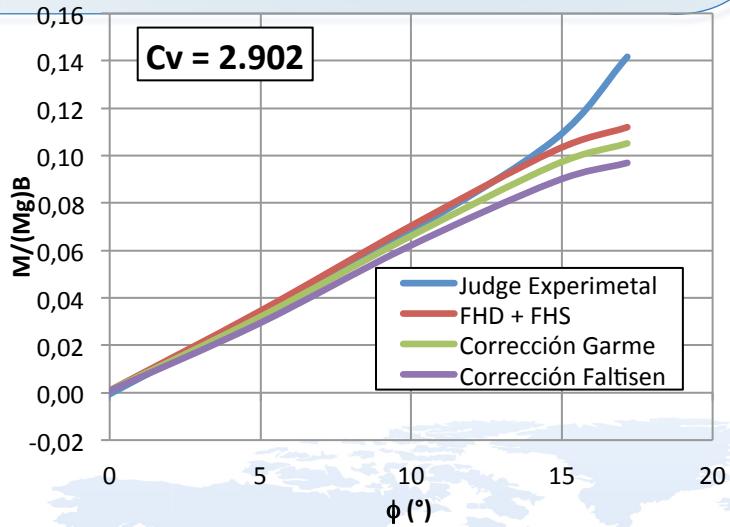


Figura 19. $M/(Mg)B$ vs ϕ , $\beta=20^\circ$, $C_\Delta=0.272$, $L_{CG}/B=1.32$, $V_{CG}/B=0.298$

EXTENSIÓN DE TOYAMA

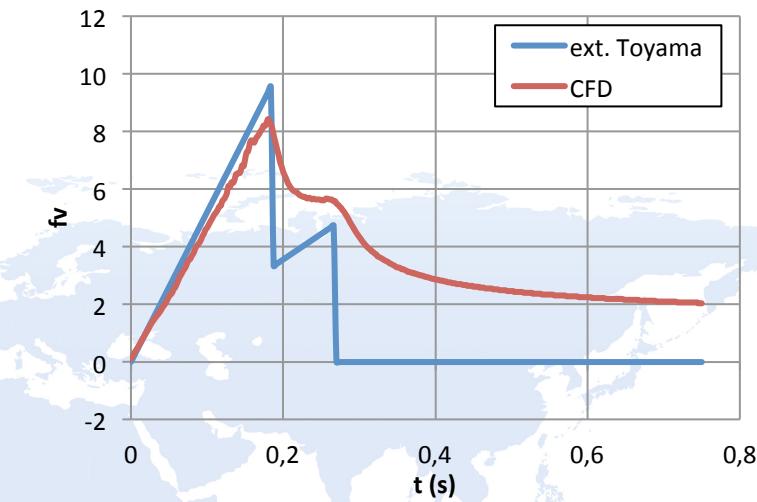
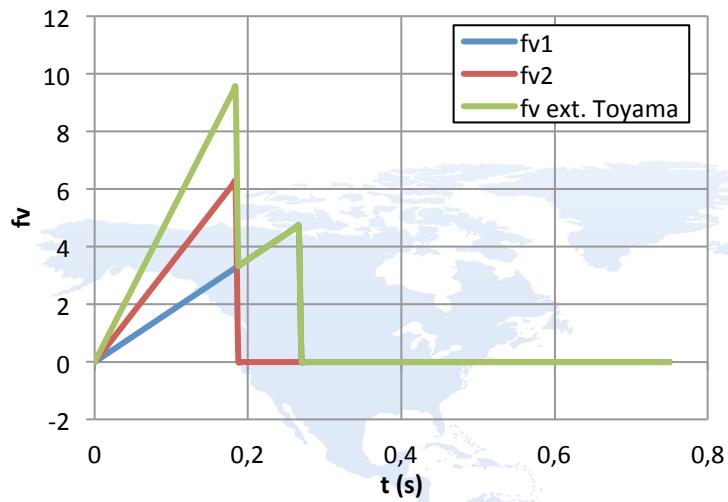


Figura 20. Fuerza en modelo de Toyama extendido, $\beta_1=25^\circ$ y $\beta_2=15^\circ$

3rd INTERNATIONAL SHIP DESIGN & NAVAL ENGINEERING CONGRESS

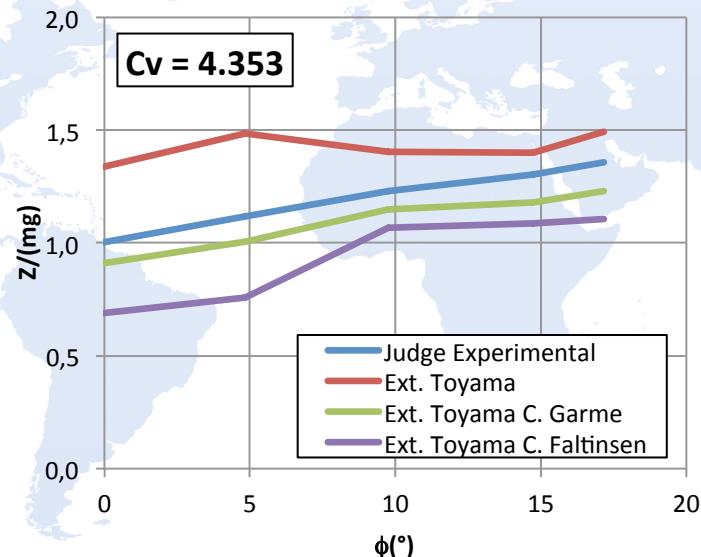
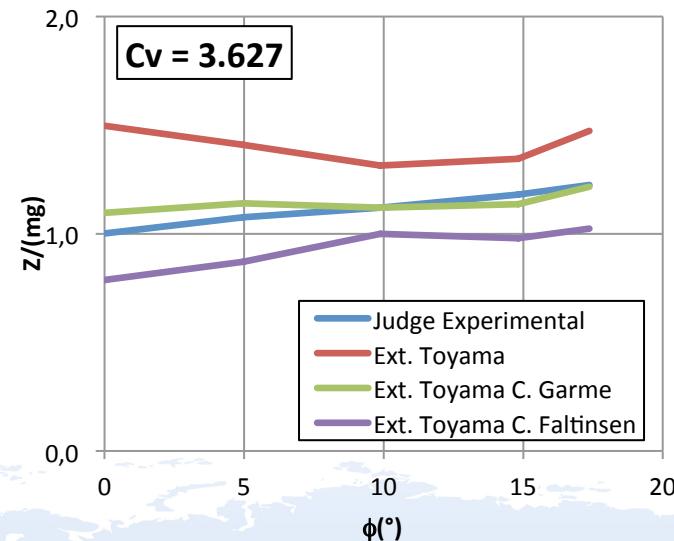
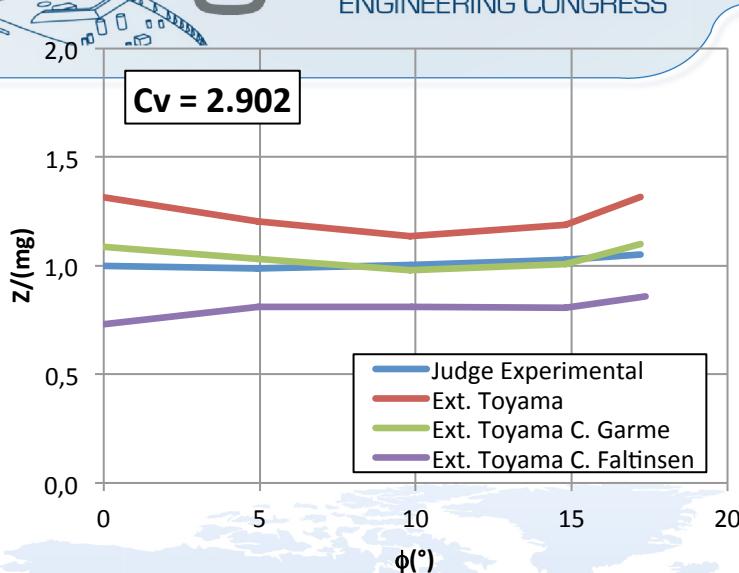


Figura 21. $Z/(mg)$ vs ϕ , $\beta=20^{\circ}$, $C_{\Delta}=0.148$, $L_{CG}/B= 0.677$, $V_{CG}/B=0.298$

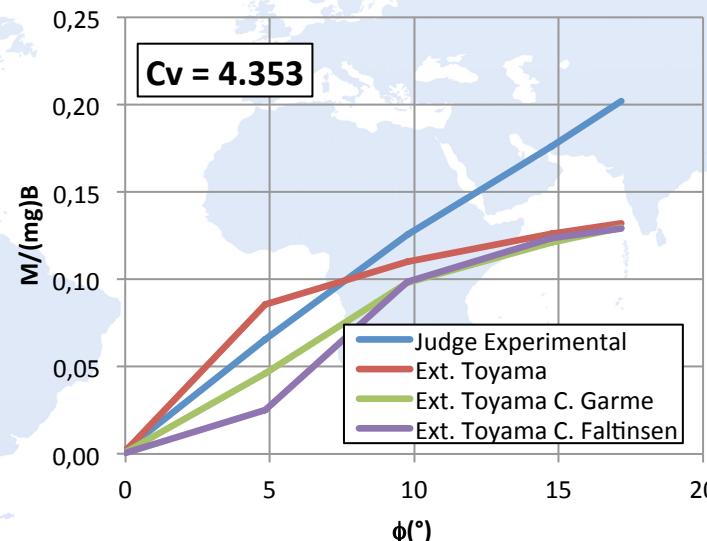
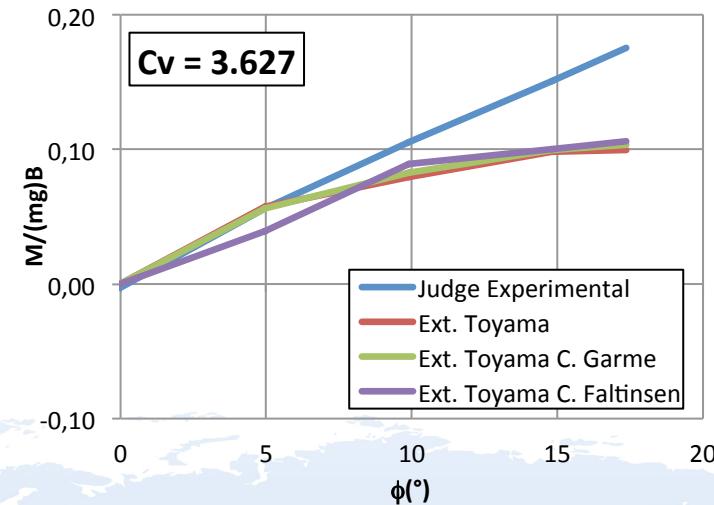
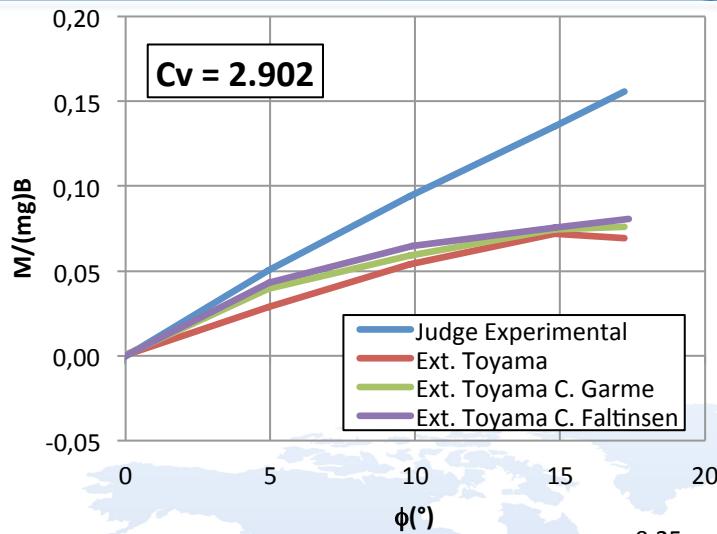


Figura 22. $M/(mg)B$ vs ϕ , $\beta=20^{\circ}$, $C_{\Delta}=0.148$, $L_{CG}/B=0.677$, $V_{CG}/B=0.298$

CONCLUSIONES

- Se modeló el impacto en 2D de cuñas asimétricas con el software CFD Star-CCM+, los resultados se compararon con Toyama (1993) en términos de superficie libre, fuerzas y distribución de presión obteniendo gran similitud.
- Se expandió los resultados a 3D para botes navegando en condición estable y asimetría mediante la teoría de cuerpos, se determinó la fuerza de sustentación y el momento de rolido, los resultados se compararon con los experimentos de Judge (2012) obteniendo gran similitud.
- Se extendió el modelo de Toyama (1993) para la separación del flujo del codillo, los resultados muestran gran concordancia respecto a la fuerza de sustentación y divergencia respecto al momento de rolido en comparación con los resultados de Judge (2012).
- El método de Garme (2005) para la corrección de la succión en la popa da buenos resultados al aplicar la teoría de cuerpos esbeltos.

REFERENCIAS

- **Algarín R.** and Tascón O. (2011). Hydrodynamic Modeling of Planing Boats with Asymmetry and Steady Condition, 9th international symposium High Speed Marine Vehicle, HSMV 2011, Naples, Italy.
- **Brown, P. and Klosinski W.** (1994) *Directional Stability Tests' of a 30 Degree Deadrise Prismatic Planing Hull*. USGC Report No. CG-D-27-94
- **Garme, K** (2005). Improved Time Domain Simulation Of Planing Hulls In Waves By Correction Of The Near-Transom Lift, Ship build Progress, 2005, vol 52. No 3, pp 201-230.
- **Judge C** (2012). Static and Dynamic Forces and Wetted Lengths for a Planing Hull Model Forced in Roll, 3rd Chesapeake Power Boat Symposium 2012, Annapolis, Maryland.
- **Tascón O.** (2009) et al. *Numerical Computation of the Hydrodynamic Forces Acting on a Maneuvering Planing Hull Via Slender Body Theory - SBT and 2-D Impact Theory*, 10th International Conference on Fast Sea Transportation FAST 2009, Athens, Greece.
- **Toyama Y.** (1993) Two –dimensional water impact of unsymmetrical bodies. Journal of Soc. Naval Arch. Japan. 1993, vol 173, p. 285-291.
- **Wagner, H.** (1932) Über stoss – und Gleitvorgänge and der Oberfläche von Flüssigkeiten. En: Zeitschrift für Angewandte Mathematik und Mechanik. August, 1932, vol 12, no 4, p. 193-215.
- **Xu, L., Troesch, A. and Vorus, W.S.** (1998) Asymmetric Vessel Impact and Planing