

Magister de Diseño Náutico y Marítimo  
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

Clase N° 7 de Hidrodinámica  
Profesor Ramiro Mege  
15 de Mayo de 2008

## Laboratorio de Hidráulica naval:



Canal de Prueba, UACH

El objetivo de un Laboratorio de Hidráulica naval es optimizar y mejorar el diseño inicial que se hace sobre una embarcación y sobre algunas componentes de esta, para esto debe haber algunos elementos extras a parte del canal de prueba.

Parámetros a Probar: Flotabilidad, estabilidad, comportamiento en el mar, optimización de su planta motriz, timones, velas, quilla, hélice, etc.

Todos los procedimientos que se realizan en el canal de prueba están normalizados por:

**ITTC:** The International Towing Tank Conference, es una asociación voluntaria de organizaciones en todo el mundo que tienen la responsabilidad de la predicción del rendimiento hidrodinámico de los buques y las instalaciones marítimas con base en los resultados de la física y modelación numérica. Hace estudios y determina ciertos comportamientos.

**ATTC:** American Towing Tank Conference, tiene las mismas funciones que la ITTC y determina relaciones y normas.

¿Por qué se normaliza?

Esto facilita las comunicaciones y el entendimiento común. El estudio de los barcos respondan a una misma forma de hacerlos, no importando en donde se haga, de tal manera que los resultados que se obtienen en una parte sean entendibles en otra. Estas dos conferencias permiten que haya un lenguaje común y un entendimiento común.

En un canal de prueba:

- a- El canal:** Curso de agua por el cual se mueve la embarcación. En Toulouse, Francia, hay un canal que tiene 1200 metros de largo. El canal está hecho sobre la superficie con planchas de acero montado sobre de manera que todas las dilataciones se puedan producir libremente para que no sufra esfuerzos.
- b- El carro de remolque:** En los canales grandes hay un carro montado sobre rieles que remolca el modelo, y sobre este carro va instalado todo el instrumental. En Chile tenemos el canal de Valdivia (1973) es un canal calificado como pequeño (Los grandes son de 150 metros y más). El tamaño del canal se mide por el área, de 30 m<sup>2</sup> o más se habla de canales grandes, y de menos de canales chicos. La longitud va a depender de cómo esté funcionando el carro que arrastra el modelo, cuanto se demora en llegar a la velocidad que quiero para mantenerla constante y después cuanto se demora en detenerse. Actualmente los carros aceleran más rápido y pueden tomar mediciones más instantáneas, por esto se han podido reducir en longitud (El canal de Valdivia tiene 45 metros de longitud). Para canales más pequeños se utilizan carros que se tiran que pueden medir con un dinamómetro la resistencia total. Los carros se deben mover muy suavemente para que las vibraciones no afecten las mediciones. Los campos magnéticos y las ondas mecánicas pueden afectar el buen funcionamiento de los equipos.
- c- Generador de olas:** Placa que se mueve a una frecuencia determinada para generar distintos tipos de olas. Esta ola llega frontalmente contra el casco porque la placa está ubicada en un extremo del canal. Hay canales que tienen generador de olas en los costados. Para complementar el generador de olas lo ideal es sacar fotografías que pueden ver la forma de la ola y donde llega en sus puntos máximos. Lo ideal es que la ola alcance su máximo en la zona donde va a estar la hélice de lo contrario se puede producir cavitación o la hélice puede quedar tan expuesta que succiona aire, por lo que se acelera al disminuir la resistencia. A través de la fotografía también se pueden hacer mediciones del tipo cualitativas y cuantitativas.
- d- Ensayos de Cavitación:** Formación de burbujas de vapor del agua, pero por qué se forman. El agua debe hervir, esto se puede hacer por dos métodos ,elevando su temperatura o reduciendo la presión (mientras es menor la presión el agua hierve a más baja temperatura)



La hélice se mueve por el empuje generado por la diferencia de presión. Se puede generar una presión tan baja que se generan burbujas. Lo que ocurre es que se tiene una presión baja e inmediatamente después una presión alta entonces las burbujitas de agua se condensan muy rápido, lo que produce un golpe, una presión puntual muy alta. Esto se produce en los poros del material lo que deteriora el material



Daño por cavitación de una [turbina Francis](#)



Desgaste producido por la cavitación en un rodete de una bomba centrífuga

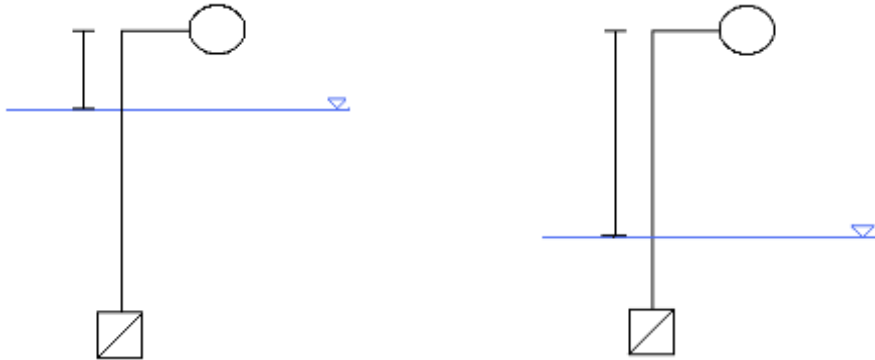
A demás del deterioro de la hélice se produce la disminución del empuje, pierde su buen comportamiento y por lo tanto una embarcación con una hélice que está cavitando pierde velocidad y no va a tener el rendimiento que debiera tener, como por ejemplo consumiría más combustible. Este fenómeno deteriora la hélice, produce vibraciones y además disminuye el empuje, la fuerza que produce la hélice sobre la embarcación.

Para combatir la cavitación, en el lugar de menor presión debemos hacer que sea la mayor posible. Las máquinas axiales son las más propensas a cavitación.

Influye mucho el diseño de la popa del barco, como llega el agua hacia ese lugar, como viene la corriente de líquido y cuál es el ángulo de ataque, es la hélice junto a la embarcación.

Cuando este buque es propenso a la cavitación lo que se hace es encerrar la hélice, se encierra en un tambor que la rodea para evitar la introducción de aire, de vapor de agua ya que el aire produce un efecto distinto, es beneficioso desde el punto de vista de la cavitación en lo que respecta al deterioro de la hélice ya que el mal funcionamiento se va a producir de todas maneras pero el deterioro se puede amortiguar un poco ya que el aire es compresible entonces en los aumentos de presión actúa como amortiguador. Por lo tanto otra de las cosas importantes es tener un túnel de cavitación para probar las hélices y la popa de la embarcación que es muy importante ya que por ejemplo si es muy plana atrás entonces se produce un gran vacío lo que facilita que cavite.

Ejemplo Bomba: Cuando tenemos una bomba con una pequeña diferencia de altura entre la bomba y el nivel de líquido puede trabajar muy bien, pero a medida que este pozo va bajando va aumentando la altura ( $h$ ) entre la bomba y el nivel de líquido, por lo tanto el vacío que se va produciendo cada vez es más fuerte lo que hace que cavite. Para disminuir este efecto la bomba debe estar lo más sumergida posible algunas deben estar sumergidas 4 metros.



- e- **Canales de maniobrabilidad:** Ya no son canales, más bien son piscinas en donde la embarcación se puede someter a distintos tipos de maniobras y ver como es su comportamiento en esas maniobras. Estas pruebas son muy especializadas y debe haber muy pocos lugares en el mundo en que se realizan

Dimensiones de los Canales de Prueba:

De Valdivia, 45m de largo, 3m de ancho y 1.8m de profundidad

Argentina, 72.9m de largo, 3.6m de ancho y 2m de profundidad

Brasil, 142m de largo, 6.7m de ancho y 4m de profundidad

Se hizo un estudio de la construcción de un canal de prueba en Talcahuano pero el tema naval era bastante distante, por lo tanto no se siguió adelante con el proyecto

- f- **Modelos:** Los modelos pueden ser de madera, de cera o de plástico.

Cera: Son muy buenos, relativamente fácil de tallar y fácil de modificar, agregando o quitando cera, pero son muy pesados, entonces cuando en el modelo hay que cargar instrumental podría aumentar mucho de peso y superar la carga proporcional que debería tener el modelo sobre el prototipo, y además lo afectan la temperatura y suelen deformarse, pero desde el punto de vista de la rugosidad superficial es el más liso. La cera se puede volver a reutilizar.

Madera: Son muy costosos de construir pero son duraderos, si se guardan en buenas condiciones pueden ser eternos. Son difíciles de modificar

Plástico: Son de costo muy elevado, pero pueden llegar a tener una rugosidad muy buena pero son difíciles de construir. Tienen una larga durabilidad