

DETERMINACIÓN PRELIMINAR DEL EQUIPAMIENTO DEL CANAL DE ENSAYOS HIDRODINAMICOS DE LA UNI

Richard Chavez P.¹, Edwin Luna G.¹, William Garcia Y.¹, Victor Loarte V.²

¹ Estudiante, Escuela Profesional de Ingeniería Naval, Facultad de Ingeniería Mecánica, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima – Perú

² Bachiller en Ciencias con Mención en Ingeniería Naval

RESUMEN

El canal de ensayos hidrodinámicos de la Universidad Nacional de Ingeniería, se encuentra ubicado en un ambiente del Laboratorio Nacional de Hidráulica. El objeto de este estudio es desarrollar un plan para poder contar con un equipamiento que permita el funcionamiento de este Canal.

Se parte de la infraestructura, que consta de un tanque de 60mx3mx2m y de un carro de remolque. Esto permite la calibración de correntómetros, utilizados para fines de la Ingeniería Civil. El objetivo es contar con un generador de olas, construir modelos de distintos tipos de embarcaciones, que conlleven al estudio y perfección de las líneas de formas de buques. Finalizando con una comparación estadística y computarizada utilizando software conocidos sobre Ingeniería Naval. Es debido notar que este estudio implica un reto académico, no de los autores, sino de gran parte de la comunidad académica en ingeniería naval de la UNI. Cabe notar que el diseño, elaboración e instalación de las estructuras necesaria y equipos para el funcionamiento de este será obra de los autores en colaboración con el personal estudiantil y docente, que se comprenderá en el trabajo final

También como un desafío adicional estamos comprometiéndonos a analizar de esta forma la interferencia de las diferentes partes de la resistencia de buques y de esta manera optimizar las formas del buque para obtener una mínima resistencia al avance por formación de olas.

Palabras Clave:

- Canal hidrodinámico
- Canal de pruebas
- Ensayos en hidrodinámica

Richard Chavez Pacahuala	Estudiante EPIN - UNI	canaldepruebas@uni.edu.pe o canaldepruebas@ec-red.com
Edwin J. Luna Goñi		
William J. García Young		
Victor A. Loarte Vicuña	Bachiller	

Dirección Universidad	:	Avenida Tupac Amaru 210. Distrito de Rimac. LIMA - PERU Pabellón A2. Aula 241. APEIN. Atención: Richard Chavez
Dirección Particular	:	Calle Guayana 238. Urbanización El Parral Etapa II. Distrito de Comas. Lima 07. LIMA - PERU

SUMMARY

The towing tank of the National University of Engineering, it is located in a place of the National Laboratory of Hydraulics. The object of this study is to develop a plan to be able to have an equipment that allows the operation of this Channel.

It leaves of the infrastructure that consists of a Tank of 60mx3mx2m and of a tow car. This towing tank allow the calibration of comptometers, used for works of Civil Engineering. The objective is to have a generator of waves, construction of models of different types of crafts that bear to the study and perfection of the hull lines of all type of ships. Concluding with a comparison statistical and computed using software known on Naval Engineering. It is due to notice that this study implies an academic challenge, not of the authors, but of great part of the academic community in naval engineering of UNI. It necessary to notice that design, elaboration and installation of the structures and teams for the operation of this it will be the author's work in collaboration with the students and professors that will be understood in the final work.

Also as an additional challenge we are committing to analyze this way the interference of the different parts of the resistance of ships and this way to optimize the forms of the ship to obtain a minimum resistance to the advance for formation of waves.

Keywords

- *Hydrodynamic channel*
- *Channel of tests*
- *Hydrodynamic rehearsals*

Marco Histórico de la Ingeniería Naval

El Perú con un amplio litoral marítimo ha estado, esta y estará siempre vinculado con la actividad del mar, lo que ha supuesto desde tiempos muy antiguos el desarrollo de embarcaciones, sobretodo pesqueras, que le facilitan al pescador costero la extracción de los recursos del mar, y el transporte marítimo de los sitios de producción a los de consumo.

Esta realidad esta presente en las embarcaciones de pesca y en las embarcaciones de cabotaje que se han empleado desde la época del Incanato hasta la fecha. Las embarcaciones más antiguas son del tipo balsa que sirvieron para la pesca y transporte en la época del Incanato. También pertenecen a esta categoría los Caballitos de Totorá usados en el norte medio del país y que se utiliza en la misma época

Antecedentes

El Convenio de Cooperación Educativa entre la Marina de Guerra del Perú y la Universidad Nacional de Ingeniería firmado el 7 de octubre de 1993 especifica en la cláusula segunda:

La UNI es una entidad educativa a nivel superior, reconocida formalmente por el Estado peruano y que, por Ley Universitaria y sus Estatutos, esta facultada para otorgar títulos y grados académicos a nombre de la nación, entre ellos los de Ingeniería Naval, en la Facultad de Ingeniería Mecánica.

Introducción

El Laboratorio Nacional de Hidráulica es una dependencia autónoma que se encuentra dentro de las instalaciones de la Universidad Nacional de Ingeniería, este cuenta con un Canal de Calibración de Correntómetros, que ha estado siendo utilizado normalmente para obtener la curva de calibración de varios instrumentos de medición de flujos, lo que posibilita resolver el problema de normalización o certificación. Esta infraestructura es la base primaria de un canal de ensayos hidrodinámicos de Arquitectura Naval e Ingeniería Marina.

Un canal de ensayos hidrodinámicos permite la verificación de los estudios realizados en forma empírica, estadística o computacional, su presencia es importantísima debido a que promueve la investigación y por consiguiente el desarrollo del país en el campo de la ingeniería relacionada, innovando los diseños para mejorar aspectos en forma particular o general de los buques tanto para navegación marítima, lacustre o fluvial y otros.

Justificación

Este artículo como finalidad primaria da conocer la implementación y/o transformación en forma básica del ambiente del canal de calibración de correntómetros del Laboratorio Nacional de Hidráulica hacia un Canal de Ensayos Hidrodinámicos para apoyar los estudios en Arquitectura Naval e Ingeniería Marina y priorizar la investigación en este campo con el objetivo de mejorar los diseños de las embarcaciones pesqueras, remolcadoras, no propulsadas, mercantes y de guerra que permitirán el gran futuro de la Ingeniería Naval en el Perú

Como paso preponderante para lograr las metas mencionadas se deberán emprender las pruebas en modelos de buques para determinar completamente, a escala, las formas del casco, la potencia instalada compatible con las velocidades a escala requeridas, etc.

Actualidad del Canal

En la infraestructura presente del quasi Canal de Ensayos hidrodinámicos existen:

El Tanque de Calibración, con las siguientes dimensiones:

Eslora	60,00 m
Manga	3,00 m
Profundidad Utilizable	2,00 m

El Carro de Calibración, eléctricamente impulsado, fabricado por Kempf y Remmers (Tipo C36, Bau N° 446 proporcionado en 1960 – 1964) esta instalado sobre los rieles del Tanque (el rango de velocidad de la calibración es de 0,05 a 4,50 m/s). El Carro esta montado en dos rieles nivelados y localizados en lo bordes exteriores del Tanque, que permiten el movimiento horizontal del Carro, conveniente para el desplazamiento del medidor actual. La manga de los rieles del Carros es de 3,30 m. Para detener el carro hay dos sistemas de frenado, uno de operación manual y el otro automático. El operador controla los sistemas, aunque el sistema automático actúa independiente si es necesario, en una situación de emergencia.



Figura 1. Vista panorámica actual del Canal de Calibración del Laboratorio Nacional de Hidráulica.

Medidor de Corriente, el Carro esta provisto con tres medidores actuales:

Medidor de Corriente de Rueda Magnética Dumas – Neyrpic (Francia) con un rango de medida de 0,05 m/s a 6,00 m/s y una exactitud de +/- 2%

Medidor de Corriente Beauvert Midget (Francia) Tipo 58 con un rango de medida de 0,01 m/s a 2,00 m/s y una exactitud de +/- 2% a +/- 3%

Medidor de Corriente Gourley

Descripción Técnica

Implementar un Canal de Ensayos para aplicación de Arquitectura Naval e Ingeniería Marina, permitiría promover que los diseños de los buques sean cada vez más eficientes.

Debido a que muchos problemas en el diseño de un barco nuevo son la necesidad de asegurar, entre otros requisitos la forma del casco y el arreglo de la propulsión; por tanto es en el sentido hidrodinámico el tema más importante.

Las pruebas de mar al final de la construcción de un buque, serán las que tendrán la última palabra al respecto. Si el buque sea cual sea su conducta en el mar se moverá a la velocidad exigida por el armador (propietario o representante) con el mínimo de potencia al eje y la combinación de baja resistencia y alta eficiencia propulsiva. En general esto solo puede ser obtenido a través de la interacción casco – hélice.

Las investigaciones en modelos a pequeña escala son todavía necesarias para encontrar respuestas concretas a preguntas específicas concernientes al diseño de embarcaciones y en especial las pesqueras. Este tipo de investigación se basa en la medida de la resistencia total de un barco moviéndose en una superficie de aguas tranquilas, que tiene un número de componentes, que la conforman como, resistencia por olas, resistencia friccional, resistencia por remolinos, resistencia por apéndices, resistencia del aire [1]. Los Arquitectos Navales generalmente hacen uso de los resultados de investigaciones sistemáticas y en especial los ensayos en modelos son usualmente usados durante el diseño de algún buque de gran importancia.

Fue William Froude quien tuvo la idea de dividir la resistencia total en residual, y friccional de una placa equivalente que es enunciada en la Ley de Comparación de Froude que establecía “Si dos cuerpos de forma geoméricamente similares (dos buques o un barco y su modelo) son corridos a velocidades proporcionales a la raíz cuadrada de sus esloras (velocidades correspondientes) entonces sus resistencias residuales por unidad desplazamiento será la misma”.

Para que un Canal de ensayos tenga mas posibilidades en investigación sobre el comportamiento de los buques, se tendría que construir, equipar e implementar en el Canal un Generador de Olas, que permita simular un determinado rango de olas de acuerdo a su altura y/o dirección. A la vez este Generador de Olas, debería alterar minimamente la estructura actual en el Canal de Ensayos.

Canal de Calibración

Un Canal de Ensayos típico como por ejemplo para los ensayos de resistencia al avance, deberá ser de grandes dimensiones, para poder simular el movimiento en mar abierto y eliminar la influencia adversa que las paredes y el fondo pueden tener sobre el recorrido del modelo. De hecho, no es práctico hacer el modelo o el tanque pequeño [2].

El modelo es unido a un Carro de Remolque que se mueve a lo largo de rieles sobre el tope de ambos lados del tanque. Se puede utilizar para los experimentos de resistencia y propulsión en aguas tranquilas, con velocidades del carro menor a 5,70 m/s. Si se sobrepasa esta velocidad los resultados empezaran a tener influencia adversa por la poca profundidad del Tanque.

También se proyecta la construcción de ventanas de este Tanque de Remolque, aconsejable para observar el flujo en las olas generadas alrededor de los modelos de buques. Instalándose dentro de la longitud central del Tanque. Sugiriendo que estas ventanas tengan una longitud de dos veces la eslora de los modelos. Para obtener la medida de la

resistencia de los modelos de buques en una serie de velocidades por sobre y debajo de la velocidad de prueba, el modelo es unido a un Dinamómetro de Resistencia

Dinamómetro de Resistencia

Sobre el Carro de Remolque. Según la Ley de Modelos de Froude, la velocidad correspondiente del modelo es igual al cociente de la velocidad del buque y la raíz cuadrada de la relación de la eslora del buque a la eslora del modelo [3].

$$\frac{V_B}{\sqrt{L_B}} = \frac{V_M}{\sqrt{L_M}}$$

Para llevar a cabo la implementación del canal de ensayos hidrodinámicos UNI, se proyecta la adquisición de estos posibles equipos:

- Dinamómetro para poder realizar ensayos de propulsión con modelo de buques y un amplio rango de tamaños. Con posible torque nominal de 1,50 Nm y empuje nominal de 60 N a 3500 rpm.
- Accesorios de Dinamómetro, incluye transmisión de hélice, tubo de codaste y junta universal.
- Aparato de calibración estática de Dinamómetro
- Motor para uso con Dinamómetro y equipamiento

Generador de Olas

Para que un canal de ensayos tenga más facilidades en temas de investigación, en comportamiento de los buques se tendría que construir equipar e implementar en el Canal un Generador de Olas., que permite simular un rango de olas.

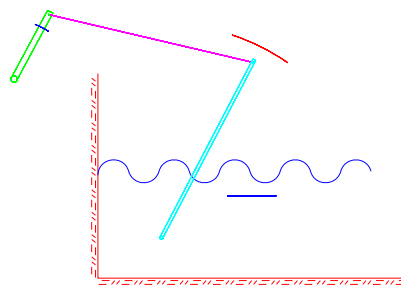


Figura 2. Esquema de Generador de Olas. Tipo Aleta Giratoria.

A la vez este Generador de Olas debería alterar mínimamente la estructura actual en el canal. De los tipos de generadores de olas existentes, el más fácil de instalar, accionar y menos costoso de acuerdo a las condiciones del Canal es del Tipo de Aleta Giratoria

Generador de Olas de Tipo de Aleta Giratoria.

Considerando las dimensiones del Canal en la escala de los modelos para la representación del oleaje del mar, se puede dar un factor de escalamiento máximo de 60 y un mínimo de 20. La función $f(W)$ se llama Espectro de Energía de las olas y se determina en base de las mediciones de la superficie del mar. Es decir representa la manera de distribución de la energía de las olas complejas a través de la frecuencia. Teniendo en cuenta que la frecuencias angulares de los espectros de energía de las rutas de navegación se encuentra de un rango útil de 0,5 rad/s a 3,0 rad/s. Estas son el rango de frecuencias de las olas del mar. Con este rango de frecuencias y el factor de escalamiento se obtienen las frecuencias de olas en canal [4].

Frecuencia de Olas del Mar	Factor de Escalamiento	Frecuencia de Olas en el Canal
W_s	F	W_m
0,5	60	03,87 rad/s
3,0	60	23,23 rad/s
0,5	20	02,23 rad/s
3,0	20	13,42 rad/s

Obtenidas las frecuencias de olas en Canal se obtiene lo siguiente:

Longitud de Onda de las Olas en el Canal mediante la relación.

$$\lambda = \frac{2\pi g}{W_M^2}$$

Altura de las Olas en el Canal, tomando como referencia la Tabla de Comportamiento del Mar, Escala de Beaufort, que presenta:

$$20 < \frac{\lambda}{H} < 50$$

Periodo de las Olas en el Canal, que en general es:

$$W = \frac{2\pi}{T}$$

Obteniendo de esta manera las revoluciones del motor, que cubrirán los valores determinados.

$$f = \frac{1}{T}$$

El mecanismo del Generador de Olas será de un sistema de biela – manivela con movimiento armónico simple.

Como siguiente paso se deberá determinar

- La Velocidad del Actuador para los casos de olas regulares e irregulares.
- Dimensionamiento del Actuador
- Dimensionamiento de los soportes del Actuador
- Dimensionamiento de la Biela
- Dimensionamiento de la Manivela

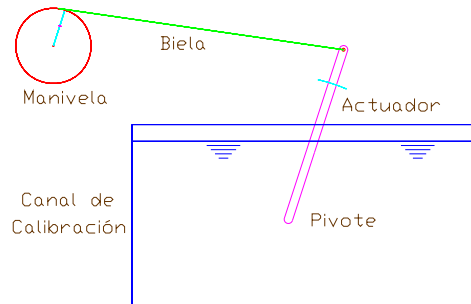


Figura 3. Mecanismo del Sistema Generador de Olas.

Y hacer los análisis correspondientes que permitan un buen funcionamiento en el futuro.

Alcance de la Propuesta

Un objetivo a futuro, con la relación del implemento del Canal de ensayos hidrodinámicos es llegar a ser miembro del International Towing Tank Conference (ITTC). La membresía del ITTC esta abierto a todos los Tanques de Remolque y/o Laboratorios de Prueba de Modelos que regularmente tienen responsabilidad hacia los diseñadores, constructores de naves y otros que contribuyen al objetivo del ITTC. Cada organización debe satisfacer el Comité Ejecutivo del ITTC para ser miembro elegible.

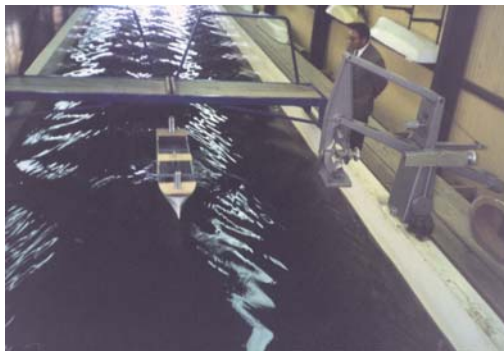


Figura 4. Visualización del futuro del Canal de Calibración del Laboratorio Nacional de Hidrúlica.

Objetivos

- Modificar en lo mínimo posible la infraestructura del ambiente mencionado del Laboratorio Nacional de Hidrúlica para los fines respectivos

- Diseñar y construir un sistema que permita producir perturbaciones regulares sobre la masa de agua del Canal de Ensayos, en base a consideraciones básicas de Teoría de Olas.
- Diseñar y construir un sistema capaz de disipar la energía del olaje con el fin de evitar reflexiones
- Equipar el respectivo ambiente del Laboratorio con maquinas y herramientas de mano para la fabricación de modelos de cascos de buques
- Contar con un banco de modelos de buques de acuerdo a tipo y fines comerciales
- Enfrentar el problema de estudio de la estabilidad de las embarcaciones (monocascos y catamaranes) y de la acción de las olas sobre estos
- Enfrentado nuestra realidad, estudiar la resistencia al avance de las embarcaciones pesqueras actualmente en la soberanía peruana.

Referencias

1. Acosta Pastor, Victor y Loarte Vicuña, Victor. “Determinación Numérica de la Resistencia al Avance de Buques Pesqueros”. XIV Congreso Nacional de Ingeniería Mecánica Eléctrica y Ramas Afines. CIP. – PERU. Lima, Octubre 2001.
2. Perez Rojas, Luis y Abad Arroyo, R. “Prácticas de Teoría del Buque”. Sección de Copias de la ETSIN. Madrid 2001.
3. Alaez Zazurca, José Antonio. Resistencia Viscosa de Buques . Madrid, 1972.
4. Pérez Arribas, Francisco. Apuntes de Dinámica del Buque. ETSIN – UPM. Madrid 2000.