

HIDRODINÁMICA

Clase de Ramiro Mege para
Magíster Náutico y Marítimo

Jornada de experimentación en
Canal de pruebas de Ciudad Abierta

27 Mayo 2011

Apunte: Nelson Moraga

CALCULO POTENCIA EFECTIVA											
Identificación de embarcación:	Embarcación con hidrofoil										
Tipo de ensayo:	Ensayo en sistema de arrastre botante										
Fecha:	15.12.2018										
OBSERVACIONES	DATOS MODELO Y PROTOTIPO										
	Modelo:	Esfera	$L_p =$	1,1	[m]	Prototipo:	Esfera	$L_p =$	13	[m]	
		Esfera	$d =$	12	[-]			$d_p =$	120	[-]	
		Superficie mojada	$S_m =$	0,8	[m ²]			Superficie mojada	$S_p =$	43,20	[m ²]
	Canal de pruebas	Longitud	$D =$	30	[m]						
	Agua canal	Densidad ρ_{canal}	ρ_{canal}	1,000	[kg/m ³]	Agua navegación	Densidad	$\rho_p =$	1,000	[kg/m ³]	
	Viscosidad μ_{canal}	μ_{canal}	0,001518	[Pa s]		Viscosidad	$\mu_p =$	0,001518	[Pa s]		

Esa es la hoja eje, entonces va la identificación de la embarcación, el ensayo, la fecha y acá ciertos datos del modelo y del prototipo. Acá abajo se van a ir colocando los distintos datos. El primer dato es el nº de la identificación de la prueba aquí va a ser distinto porque aquí está indicado, y después con el tiempo calculamos la velocidad porque aquí en nuestro canal de prueba, allá afuera está indicada su longitud, entonces si tenemos la longitud y el tiempo tenemos la velocidad, pero los implementos que se usaron hoy día se va a tomar directamente la velocidad.

Vale decir se va a hacer un cálculo y no va a importar la longitud que tenga el canal, sino que del gráfico de los ensayos se va a sacar no un valor medio, sino un valor de fuerza como de velocidad de la zona en que está uniforme comportándose en forma uniforme el número. Entonces con el dato, va a ser la velocidad, la voy a pasar acá y se consideran dos cosas: la resistencia total que la mide el dinamómetro que va en la embarcación y la velocidad que se mide a través del avance de la cuerda en la válvula. Con esos dos datos podemos ir haciendo los distintos cálculos para determinar los coeficientes de resistencia total y el coeficiente del número de Reynolds, el coeficiente friccional, el coeficiente residual y después calculamos la resistencia residual y friccional. Eso es todo en el modelo.

DATOS PRUEBAS				CÁLCULOS											
Prueba N°	Velocidad modelo V_m [m/s] [NUDOS]	Resistencia Total R_{Tm} [N]	Coef. Res. Total C_{Tm} [-]	MODELO				PROTOTIPO							
				N° Reynolds R_{Lm} [-]	Coeficiente Friccional C_{Fm} [-]	Resistencia Residual R_{Rm} [N]	Resistencia Residual R_{Rm} [N]	Velocidad prototipo V_p [m/s]	N° Reynolds R_{Lp} [-]	Coeficiente Friccional C_{Fp} [-]	Resistencia Friccional R_{Fp} [N]	Resistencia Residual R_{Rp} [N]	Resistencia Total R_{Tp} [N]	Potencia Efectiva HP	
X	0,98	2,596	0,1767	710,145	0,0001	0,0073	2,5887	2,2447	24,872,295	0,0080	0,0550	4,472,08	4,679,02	20,08	
	1,90	25,458	#DIV/0!	0	#NUM!	#DIV/0!	#NUM!	0,0000	0	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	
	0,00	0,000	#DIV/0!	0	#NUM!	#DIV/0!	#NUM!	0,0000	0	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	
	0,00	0,000	#DIV/0!	0	#NUM!	#DIV/0!	#NUM!	0,0000	0	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	
	0,00	0,000	#DIV/0!	0	#NUM!	#DIV/0!	#NUM!	0,0000	0	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	

DATOS PRUEBAS			MODELO					
Prueba N°	Velocidad modelo V_m [m/s] [NUDOS]	Resistencia Total R_{Tm} [kp] [N]	Coef. Res. Total C_{Tm} [-]	N° Reynolds R_{Lm} [-]	Coeficiente Friccional C_{Fm} [-]	Coef. Res. Residual C_{Rm} [-]	Resistencia Friccional R_{Fm} [N]	Resistencia Residual R_{Rm} [N]
X	0,98	2,596	0,1767	710,145	0,0001	0,1767	0,0073	2,5887
	1,90	25,458	#DIV/0!	0	#NUM!	#DIV/0!	#NUM!	#NUM!
	0,00	0,000	#DIV/0!	0	#NUM!	#DIV/0!	#NUM!	#NUM!
	0,00	0,000	#DIV/0!	0	#NUM!	#DIV/0!	#NUM!	#NUM!
	0,00	0,000	#DIV/0!	0	#NUM!	#DIV/0!	#NUM!	#NUM!
	0,00	0,000	#DIV/0!	0	#NUM!	#DIV/0!	#NUM!	#NUM!

En seguida de este programa nos pasamos a lo que es el prototipo, incluso sacamos la velocidad que correspondería al prototipo en base a la velocidad y a la escala que es dos. Vamos a sacar la velocidad y enseguida el nº de Reynolds, el coeficiente friccional, etc. Hasta que llegamos a la resistencia total. Teniendo la resistencia total multiplicado por la velocidad sacamos la potencia que se desarrolla o que requiere el casco para moverse bajo esas condiciones. Cada una de estas líneas sería cada una de estas pruebas, por ejemplo, hoy día hicimos solamente con el casco, creo que hicimos tres. Entonces cada una de estas columnas está lista para meter los datos allá y así es el cálculo porque las dimensiones básicas están en el anclaje. La otra cuando esto va en bueno tenemos lo mismo, pero para el perfil alar, y ahí necesitamos los datos de su superficie alar, su lora, su superficie mojada, etc., pero lo van a encontrar en la misma tabla que antes, solo cambió el objeto de nuestro estudio, pero igual tenemos todos los datos y sacamos los cálculos sin ningún problema.

PROTOTIPO						
Velocidad prototipo	N° Reynolds	Coficiente Friccional	Resistencia Friccional	Resistencia Residual	Resistencia Total	Potencia Efectiva
Vp [m/s]	R _{Lp} [-]	C _{Fp} [-]	R _{Fp} [N]	R _{Rp} [N]	R _{Tp} [N]	EHP HP
3,3948	29.072.895	0,0000	105,83	4.473,30	4.579,13	20,85
0,0000	0	#¡NUM!	#¡NUM!	#¡NUM!	#¡NUM!	#¡NUM!
0,0000	0	#¡NUM!	#¡NUM!	#¡NUM!	#¡NUM!	#¡NUM!
0,0000	0	#¡NUM!	#¡NUM!	#¡NUM!	#¡NUM!	#¡NUM!

Yo le agregué aquí abajo, voy a dejarlo ahí, todas las fórmulas utilizadas están los factores de las ecuaciones para que quede todo junto, de tal manera si alguien tiene alguna duda con respecto de cómo se cálculo cualquiera de estas cosas está acá abajo.

$$C_{Tm} = \frac{R_{Tm}}{\frac{1}{2} V_m^2 S_m \phi}$$

$$C_{Fm} = \frac{0,0075}{(\log R_{LM} - 2)^2}$$

$$R_{Fm} = \frac{S_m V^2 \phi_m}{2} C_{Fm}$$

$$R_{Tm} = \frac{V_m L_m \phi_m}{\mu_m}$$

$$R_{Rp} = R_{Rm} \lambda^3 \frac{\phi_p}{\phi_m}$$

$$C_{Rm} = C_{Tm} - C_{Fm}$$

$$\lambda = \frac{L_p}{L_m}$$

$$R_{Rm} = R_{Tm} - R_{Fm}$$

$$R_{Rp} = R_{Rm} - R_{Fm}$$

$$C_{Fp} = \frac{0,0075}{(\log R_{Lp} - 2)^2}$$

$$R_{Fp} = \frac{S_p V^2 \phi_p}{2} (C_{Fp} + \Delta C_{Fp})$$

$$R_{Tp} = R_{Rp} + R_{Fp}$$

$$EHP_p = R_{Tp} * V_p$$

Eso ya está listo tenemos que introducir los datos del perfil alar solamente aquí y los datos que se hicieron hoy día. Ahí hay que de los gráficos que están en el computador sacar los datos y cada línea correspondería a un ensayo. Esa es la idea de esta hoja de cálculo, es práctico y sobretodo rápido.

Túnel de viento

Este es el trabajo de un túnel con respecto de la misma embarcación, pero ahora son los ensayos en los túneles, el canal hidráulico nosotros determinamos la resistencia que pone el agua y ahora en el túnel de viento precisamente la resistencia que pone el aire al moverse y pone una velocidad relativa con respecto al viento.

Acá se ensayaron dos modelos distintos de cubierta. Un modelo A que conviene a la versión de mando a nivel de la superestructura y menor área frontal y el modelo B que corresponde al modelo de la fuente de mando sobre la superficie, la súper estructura, esto se ensayó hoy día con esta cubierta.

Calculo número de Reynolds (R_D)

$$R_D = \frac{V(4 \cdot RH)\rho}{\mu}$$

R_{D1} para prueba P1:

$$R_{D1} = \frac{6,2m/s(4 \cdot 0,033)1,22kg/m^3}{18 \times 10^{-6} pasS}$$

$$R_{D1} = 5,546933 \times 10^4 [-]$$

R_{D2} para prueba P2:

$$R_{D2} = \frac{6,4m/s(4 \cdot 0,033)1,22kg/m^3}{18 \times 10^{-6} pasS}$$

$$R_{D2} = 5,72586 \times 10^4 [-]$$

Por lo tanto existe flujo turbulento

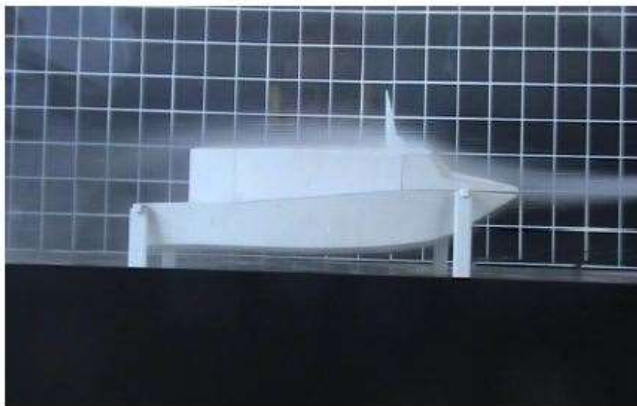
¿Qué se hizo? Nosotros habíamos visto en una de las pruebas anteriores que había una fuerza de resistencia al movimiento con respecto a un fluido que rodea un cuerpo sumergido, entonces el cuerpo sumergido sea en agua o en otro fluido da esta fuerza de arrastra es un medio del coeficiente de arrastre por la densidad por un área característica y por la velocidad al cuadrado, todo lo que tiene que ver con roce y resistencia está la velocidad al cuadrado.

$$F_D = \frac{1}{2} C_D \rho A V^2$$

$$C_D = \frac{2 F_D}{\rho A V^2}$$

Este coeficiente, se determina experimentalmente a partir de despejarlo de esta forma es igual a dos veces... entonces en un túnel de viento ¿Qué medimos nosotros? Medimos la velocidad y se calculó el área frontal, el área perpendicular a la velocidad del viento, esa es la que normalmente se toma para determinar el arrastre y la densidad del aire que se puede sacar en función de su temperatura y se hace una ecuación de la termodinámica. También en este caso se calculó el número de Reynolds para conocer qué condiciones se estaban dando en el momento del ensayo, si el flujo era laminar o turbulento, y además porque el número de arrastre es función del nº de Reynolds.

Si uno lo graficara tiene el nº de Reynolds y muchas veces esto se comporta de una manera muy curiosa, hay cambios bruscos respecto a esto, depende de los niveles del mar, entonces es muy bueno saber con qué niveles del mar estamos trabajando y también un poco establecer la similitud que existe entre el modelo y el prototipo.



Datos del modelo "A":

Escala:.....1/32
 Manga:.....0,151m
 Altura:.....0,115m
 Área sección/ área mojada:.....0,0155m²
 Perímetro:.....0,469m
 Radio Hidráulico (RH):.....0,033m
 Datos del aire:
 Temperatura:.....20°C
 Densidad [ρ]:.....1,22kg/m³
 Viscosidad [μ]:.....18x10⁻⁶ Pa*s

Aquí hay algunas figuras un modelo A, este tipo, aquí está el túnel de viento, el túnel que nosotros le provocamos, lo rodea, y ese es el perfil que tiene la embarcación y acá están las medidas que se ensayó en el túnel de viento, la sección o área mojada, el perímetro, radio hidráulico, temperatura del aire, densidad del aire 1.22kg/m³ es viscosidad. Nos indica también que el radio hidráulico es el área mojada dividida por el perímetro mojado.

En este caso toda la embarcación desde el momento que va en vuelo o sea todo el casco y su estructura está en el canal, se obtuvo una velocidad de 6,2 o 6,4mt por segundo, esta indicación acá es lo siguiente: un motor eléctrico, la velocidad de relación

de un motor eléctrico es igual a la frecuencia por 60 dividido por el número de pares de polo que tiene el motor.

Entonces en Chile tenemos una frecuencia que normalmente es de 50 ciclos por 60 dividido si tuviera ese motor eléctrico un par de polos arrojaría una velocidad de 3.000, si tiene dos pares de polo 1.500, si tiene tres 1.000, la velocidad real del motor no es 3.000 es 2.950 porque hay un aspecto que se llama resbalamiento, pero lo importante a lo que me interesa aquí según es la frecuencia, es la velocidad de giro ¿Qué motor está funcionando a 70 y 80 volts? el del ventilador porque nosotros al momento de prueba le pusimos variador de frecuencia, entonces pudimos transformar la frecuencia de la red en otra mayor o menor a la de la red y por eso como acá como hemos visto controlamos la velocidad del ventilador y controlando la velocidad del ventilador controlamos la velocidad del aire de este modelo.

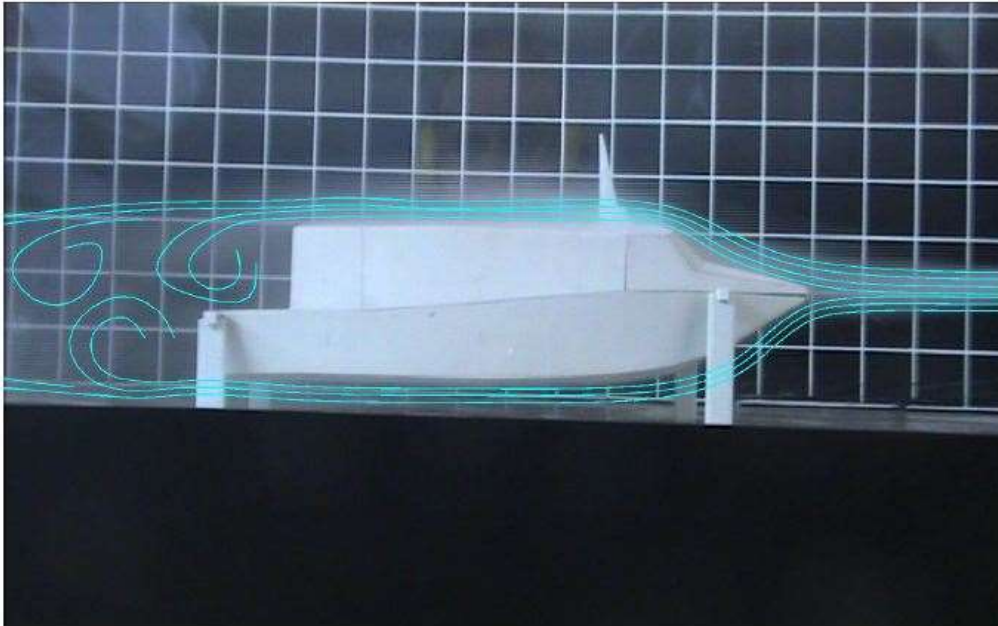
El canal de aire en un ventilador es proporcional a la velocidad, directamente proporcional, así que si la duplicáramos se duplicaría el resto. Otra cosa pasa con la potencia, la potencia se sube, de repente se sube si la duplicamos a 8 veces, es elevado al cubo, pero bueno lo que buscamos es velocidad alta 6,2 metros por segundo o 6,4 metros por segundo. Con estas velocidades obtuvimos estas de allá 0,012 kp y 0,014 kp.

Datos obtenidos en las pruebas en el túnel de viento:			
Modelo "A"			
n° p	Frecuencia (Hz)	Velocidad del viento (V)	Fuerza de despl. (Fd)
P1	70 Hz	6,2 m/s	0,012kp
P2	80 Hz	6,4 m/s	0,014kp

¿Por qué son dos datos y no solo uno?

Hice dos pruebas con dos velocidades distintas. Es la frecuencia de tener mayor o menor velocidad.

Insisto en los cálculos del número de Reynolds, obtiene un flujo turbulento y aquí el cálculo es simple, esta es la fuerza partido por esto, cantidad, el área partido al cuadrado, como tenemos toda la información reemplazamos que para la prueba uno el coeficiente es 0,33 en el segundo caso es un poco mayor.



Aquí dice vamos a usar el modelo A que es el más desfavorable para el modelo a que es el mayor, pesco la velocidad más alta 6 m/seg había que multiplicar 3.600 dividido por 52, entonces es una velocidad alta, pero esto hay que hacer un alcance que la embarcación puede ir a 20.000, pero su velocidad con respecto al viento puede ser mucho mayor, hay que partir por eso. Así que es válida en ese caso tomar la velocidad, y con el agua podría pasar lo mismo si está navegando donde hay corrientes de agua a lo mejor se mueve con respecto a tierra a una cierta velocidad, pero con respecto al agua tiene una velocidad que puede ser muy superior. Entonces él tomó el valor 0,03545. El trazó las líneas de flujo y los vértices como iban en la parte trasera de la separación de la capa límite, esta medida produce la resistencia, nosotros lo vemos, en nuestros autos ¿Dónde queda pegado el polvo en camino de tierra? En la parte trasera porque se generan estos dos vértices y zonas muertas de muy baja velocidad y un vacío, ese vacío es como estar frenando el vehículo, aquí frena la embarcación.

Si tuviera una lona en la parte de atrás de la camioneta ¿Gastaría menos bencina?

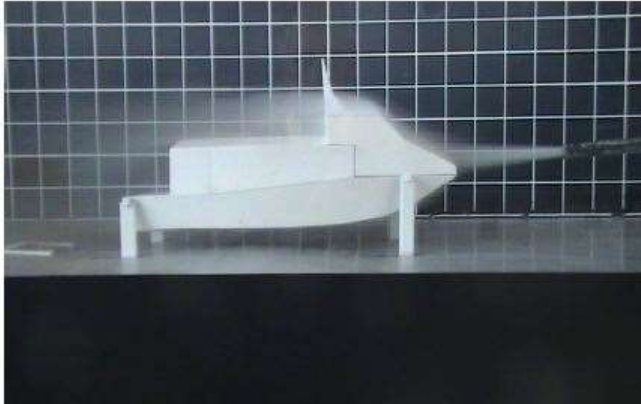
Probablemente sí.

Pero horizontal.

Podría ser porque genera una turbulencia adicional y le estás dando energía a esa masa de agua.

Me contaron el otro día que no era así. Incluso abriendo la tapa de la camioneta no es así.

Esos ensayos no están bien hechos. Probaban con dos vehículos distintos que eran iguales, pero no el mismo vehículo, para hacer un ensayo tiene que ser con el mismo vehículo porque aunque el motor sea el mismo y todo lo demás, bueno los dos hermanos no son lo mismo, entonces son hermanos no más. Hay que fijarse un poco en los autos que tienen formas aerodinámicas entonces uno se explica como hacer la analogía lo mismo que andar con las ventanas abiertas o cerradas, ahora los que tienen aire acondicionado permiten andar con ventanas cerradas y al andar rápido con las ventanas abiertas se produce una vibración muy desagradable, molesta.



Datos del modelo "B":

Escala:1/32
 Manga:..... 0,151m
 Altura.....0,140m
 Área sección/ área mojada:.....0,0182m²
 Perímetro:.....0,508m
 Radio Hidráulico (RH):.....0,0358m

Datos del aire:

Temperatura:.....20°C

Densidad [ρ]:.....1,22kg/m³

Viscosidad [μ]:.....18x10⁻⁴pasS

Todo lo que ayudaría a disminuir las turbulencias deben ayudar a disminuir la resistencia. Ahí un poco se ve; el modelo B lo entendemos muy bien. Es una escala de 32 a nuestro punto de vista que pongamos la longitud del prototipo, la longitud del modelo sería 32, en la altura, hay datos que se repiten. Las condiciones del aire son las mismas, las velocidades como se trabajó a la misma frecuencia tenemos las mismas velocidades del aire, pero tenemos distintos valores de la resistencia. El otro es 0,012 y 0,014, aparentemente éste es más: 0,014 y 0,016 kp.

Datos obtenidos en las pruebas en el túnel de viento:			
Modelo "B"			
n° p	Frecuencia (Hz)	Velocidad del viento (V)	Fuerza de despl. (Fb)
P3	70 Hz	6,2 m/s	0,014 kp
P4	80 Hz	6,4 m/s	0,016 kp

Los cálculos del número de Reynolds que también son *flujos de movimiento* y los coeficientes. El otro era 35 y algo parece el mayor. Difieren poco. Él tomó para ese caso ese valor, en el gráfico representa la turbulencia como se produce, una turbulencia aquí,

Calculo número de Reynolds (R_D)

$$R_D = \frac{V(4 \cdot RH)\rho}{\mu}$$

R_D para prueba P3:

$$R_{D3} = \frac{6,2m/s(4 \cdot 0,0358)1,22kg/m^3}{18 \times 10^{-4} pasS}$$

$$R_{D3} = 6,01758 \times 10^4 [-]$$

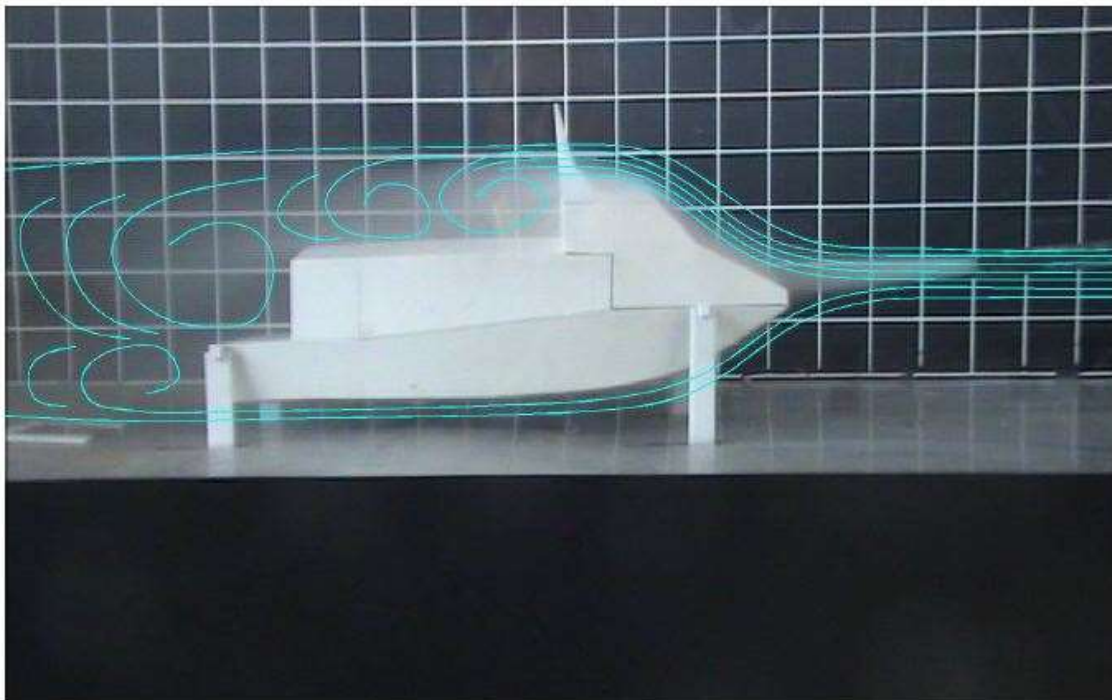
R_D para prueba P4:

$$R_{D4} = \frac{6,4m/s(4 \cdot 0,0358)1,22kg/m^3}{18 \times 10^{-4} pasS}$$

$$R_{D4} = 6,21169 \times 10^4 [-]$$

Por lo tanto existe flujo turbulento

una acá y otra por la parte... de abajo también. Pareciera que hay más turbulencia que en el otro caso, pero esto hay que resolverlo en base a la resistencia.



Este es otro caso distinto, esta era una figura un cuerpo de ese tipo con un diámetro máximo de 9,5cm. El área de sección mojada, el perímetro y los datos de área los mismos, es un valor muy pequeño que no lo podríamos disminuir y las velocidades son exactamente las mismas ¿Qué nos dice esto? Que tiene una forma y un coeficiente de resistencia la forma del cuerpo es clave en el asunto, tiene una forma tal que produce un arrastre pequeñísimo tanto como no lo podríamos mover con los metros que teníamos en ese minuto.



Datos del modelo:

Diámetro:.....9,5cm

Área sección/ área mojada:.....72,3cm²

Perímetro:.....30,1cm

Radio Hidráulico (RH):.....3,69[-]

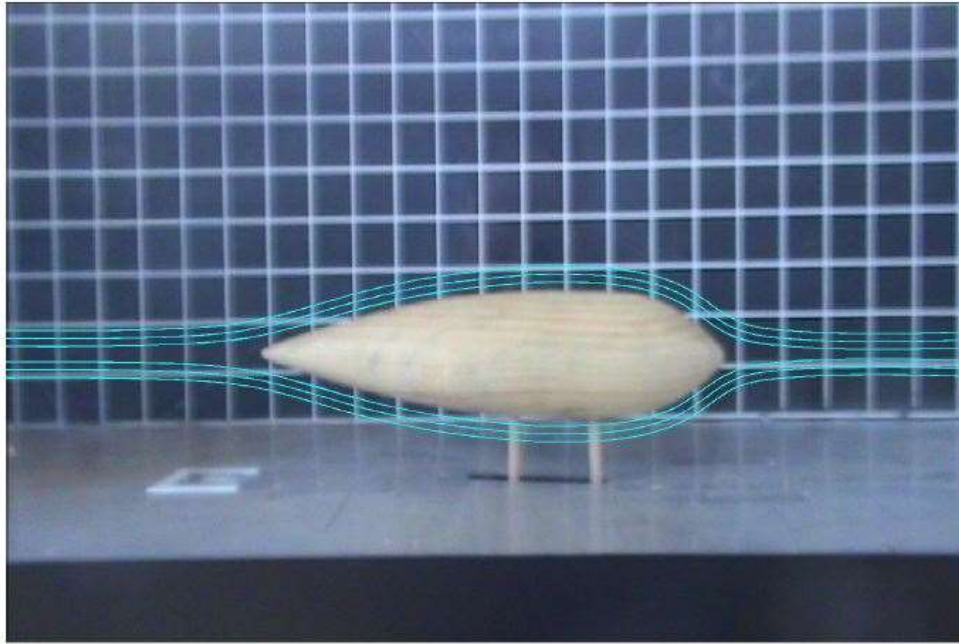
Datos del aire:

Temperatura:.....20°C

Densidad [ρ]:.....1.22kg/m³

Viscosidad [μ]:.....18x10⁻⁶ Pa*s

La resistencia siempre va a ser así no así, depende de la velocidad, uno dice ya una... ¿Cómo tiene que ser para que tenga la misma resistencia? Tiene que ser lo más lisa posible y a la velocidad que se mueve lo más conveniente es que tenga esa rugosidad para producir una micro-turbulencia que hace que la capa que se separa aquí sea mínima y afecta menos.



Entonces en cuanto a la resistencia tiene que ver la forma y tiene que ver la calidad de la superficie, a veces si la velocidad fuera otra conviene que fuera rugoso.

(Boris Ivelic K.) Me permite hacer una explicación del comportamiento técnico a los que van a reproducir esta experiencia. Debajo aquí hay una plancha de zinc, abajo hay agua, el flotador está suspendido de esta plataforma de polietileno a través de esta ranura está conectada a una placa de plumavit y entonces esto a su vez está topando con esta abalanza y la fuerza que está ejerciendo es la que está marcando la resistencia. De ser así porque nosotros originalmente colocamos la plancha de plumavit, pero la plancha aquí tenía un resalto, si estaba al nivel del agua la plancha estaba ahí por tanto acá el viento alteraba la experiencia, entonces por eso colocaron esta lata con el plumavit acá abajo para que el viento no perturbara la superficie donde estábamos haciendo la experiencia, lo mismo para los modelos anteriores.

De todas maneras Edison se podía simplificar tú decías ¿Colgarlo cierto?

Ahí habría que calcular la componente del peso y la dirección del movimiento que te va a ofrecer la resistencia. Habría que descontar eso según el ángulo tomado; Si uno midiera el ángulo podría saber cuál es la resistencia, claro porque por el peso. El peso tiene una componente y como no va a estar en la vertical sino que inclinado tiene una

componente en el sentido horizontal y otra vertical, en el sentido horizontal va a ser equivalente a la resistencia que está tomando. Tenemos que tener el cuerpo del peso correcto y la medida del ángulo y ahí es fácil de hacerlo, es mucho más fácil. Lo mismo que habría que hacer porque bueno estoy exagerando, si el cuerpo fuera así con respecto del movimiento, va a ser otra cosa, entonces habría que tal vez ir probando y tener una manera de que los hilos que sujetan a esto uno de ellos uno lo pueda estirar para enderezarlo y dejarlo en el ángulo que uno quiere para que esto tome su horizontalidad, pero debería ser perfectamente.

El problema sería dónde colocar el dinamómetro.

No necesitamos dinamómetro porque con el ángulo que tiene con el peso de esto, va a influir de forma única. Si tiene una masa muy grande no va a ser muy sensible, los mismos elementos los hacemos con algo más liviano vamos a tener una sensibilidad y una presión.

También influye en el perímetro.

Sí, eso va a influir, hay que sacarlo con la componente del hilo para poner uno solo está así, entonces nosotros sabemos que en esta dirección está el peso y esta componente viene a ser la resistencia. Lo vamos a hacer genéricamente, lo que me interesa es Reynolds. A mayor longitud puede que se desplace, o que sea más notorio y más fácil de disminuir, si es muy cortito estamos ahí no más, si es más largo estamos midiendo por acá. Habría que jugar con el peso del cuerpo para darle la sensibilidad a esto. Pero bueno son como ponerlo así estas cosas hay que ir las mejorando y es entretenido también porque es parte del diseño que se va generando alrededor.

Análisis de los resultados con los modelos a escala. Ahí observamos que el modelo A que corresponde a una embarcación con un nivel de un puente bajo y una línea transversal de 17% lineal del área transversal del modelo B que corresponde a la misma embarcación que contempla A tiene una fuerza de arrastre o resistencia menor en un 14%, que puede ser un coeficiente más desfavorable en la misma velocidad. El coeficiente A presenta un flujo laminar parejo y constante y la disminución de vértice de las naves se

cuadro comparativo de fuerzas de resistencia y potencias entre prototipos

velocidad nudos	prototipo "A"		prototipo "B"		diferencia		
	N	hp	N	hp	Δ N	Δ hp	Δ %
10	47,75	0,63	54,78	0,72	7,03	0,09	14,7
15	161,14	2,12	184,87	2,43	23,73	0,31	14,7
20	381,96	5,03	438,21	5,77	56,24	0,74	14,7
25	746,02	9,82	855,87	11,26	109,85	1,45	14,7
30	1289,12	16,96	1478,95	19,46	189,82	2,50	14,7
35	2047,08	26,94	2348,52	30,90	301,43	3,97	14,7
40	3055,70	40,21	3505,66	46,13	449,95	5,92	14,7

encuentran solo al final debiera ser un solo. Así, al contrario el modelo B tener el flujo *Delta* observable inmediatamente después del flujo de λ aumentando su resistencia.

Aquí se hizo a distintas velocidades y se sacó la potencia necesaria para distintas velocidades, tanto como el modelo A, como el modelo B, se dice que en los dos es lo mismo que al final se llegó al resumen y este el prototipo A con el frente bajo y el B con el frente, la diferencia es relativamente pequeña, esto está en unidad de fuerza (Newton).

En forma gravitacional, esa parte es relativamente mucho más fácil que la de la resistencia con respecto al agua, acá tenemos que sacar mucho coeficiente, el coeficiente de arrastre y ese coeficiente de arrastre lo podemos aplicar directamente al prototipo.

Ahí hay otras cosas del mismo trabajo, pero lo interesante es que ahora en el caso de mi profesión, a nosotros nos gusta mucho utilizar los gráficos, más que los números, el gráfico uno lo mira y ya sabe, ya no analiza de una sola mirada, que eso es rojo y azul y varían en cierta forma, esto es parabólico ¿Qué factor interviene que es parabólico?

La velocidad al cuadrado.

Tiene una función que es principal que está al cuadrado ¿Qué pasa con el origen? Porque tiene una constante, simplemente es un trata al cuadrado un número adelante, entonces uno puede saber qué va a salir más adelante.

En cambio con las tablas es difícil seguir una secuencia. Aquí está todo resuelto en una sola mirada. Así que para analizar después va a ser interesante los datos que se saquen de los ensayos hechos hoy día y a través de eso uno se puede dar cuenta de cuándo hubo error porque si mis resultados corresponden a valores, por ejemplo, tenemos la línea acá, este va aquí, el segundo valor va acá, perfecto; pasé la curva en concreto distinto sería si me hubiera salido esto aquí, esta por allá, disperso, entonces uno sabe que el primer caso que tenía yo era mucho más confiable que esto o a través de la interpolación uno corrige, corrige un poco los valores, los resultados.

Sería interesante el análisis de los ensayos sin la cubierta colocada.

(Boris Ivelic K.) Los próximos ensayos serían el lunes, el 15 tendríamos otra clase contigo normal para los quince días, la idea sería aprovechar con este modelo meterlo a un canal para hacer una demostración aún cuando fue hecho este trabajo, pero no hubo cambios que se produjeron para modelos grandes yo creo que, tenía de ancho 35..., teníamos un margen lateral digamos como para hacer la experiencia y ver cuál sería el sistema mejor si colgado o flotando.

Incluso podríamos probar antes el sistema de colgar y ver como nos anda.

Ahora el otro tema es de Juan Carlos, él está pensando en unas cubiertas para Costa Rica donde ya tenemos un problema, fundamentalmente falta de sombra del lugar, entonces los lugares con sombra en Costa Rica son muy inhabitables normalmente la gente se va bajo los árboles, en la playa no sé, yo diría que habría que tener unos mantos tensados y por tanto hacer la prueba en base a los mantos que están construyendo, pero esto está partiendo sobre un suelo plano, tengo que tener la lata con el modelo y probar, pero el problema ¿Cómo calculamos la resistencia? Si no estamos en el agua o colgando ¿Cómo colgamos ese aparato digamos?

¿Qué estructura tendría?

¿El puerto mismo?

La tela, pero eso tiene que tener una estructura que lo sostenga.

Claro, necesitamos una cubierta sobre la cual poder estructurar este elemento. Si tú lo cuelgas qué pasa por debajo, el aire tiene que pasar sobre la superficie. La idea que se me ocurre a mí es el sistema de las ranuras y un elemento flotante debajo para el caso del. Necesitamos medir la resistencia y la forma.

Eso lo vamos a ver con el viento. Me gustaría calcular resistencia también.

Lo otro que tiene que ver son los vientos, si son o no positivos, pero a veces empiezan también a flamear.

La vibración.

Yo tuve la experiencia de membranas en Linares, duró mucho tiempo hasta que vino un viento importante y las estructuras reticuladas que habíamos hecho se doblaron como alambre delgadito, entonces la superficie que toma estos maderos contra el viento son salvajes. Uno quiere que sea lo más aerodinámica posible, pero las fuerzas son brutales, entonces algún día va a tener vientos fuertes, no cabe duda, un día tendrá un viento fuerte, no puede ser... alguna vez viene y hasta ahí no más viene la membrana.

En esto habría que ver cada cuánto tiempo se produce porque uno no puede vigilar algo que sea absolutamente indestructible porque sino tiene un costo imposible. A ver si lo que pasa con los pasos bajo nivel y hay unos que están mal hechos de partida, pero hay otros que tienen bombas y qué se yo, pero ¿Cuántas veces en el año se inundan? 5 veces al año al menos. Entonces si tiene bombas, pero tienen bombas pequeñas para lluvias que son más normales, no para esa específica de ese año. Pensemos en años pasados, cuando se vino una avalancha de agua, esa no la aguantó hace 19 años.

Menos es del 82.

¿Qué otra vez vino una lluvia así? En los años 60, esa vez era tanto que cuando fui a la Universidad no me pude bajar porque el agua llegaba más arriba de la escalerilla si uno se bajaba se mojaba hasta la cintura. Eso pasa pocas veces. De este tipo a lo mejor un viento de 100km por hora se da cada 3 años.

Entonces va a durar tres años.

Nosotros en Chile calculamos 20mm en 24 horas o sea en 60 años son 60mm en una hora, pero si hago un ensayo, y a los tres años me da lo mismo que se me caiga, el problema que se me cae antes y se me acabó la fiesta porque viene la persona que está abajo. Por esto las estructuras se calculan a 50 años.

Depende de la situación y los records que hay. Porque acá esto es tanto para un día de playa o para cuando hay un temporal desatado.

La gente va a estar refugiada estamos de acuerdo, pero a la gente de Reñaca, en los causes del estero que murieron algunos. Eso fue hace 10 años y no se puede repetir la misma historia de nuevo.

Hay que medir los riesgos.

Bueno para eso se hacen los ensayos y se pueden simular en distintas condiciones y todo eso hay que tener presente los riesgos que corren las personas.

El cuarto ensayo tenemos el que viene después del túnel estamos con cambio en el motor esperamos tenerlo listo en esa fecha y después se vendría el modelo marítimo que vamos a hacer con la Caleta Tubul, es una desembocadura de río, por lo que es una situación semejante para los más jóvenes que vienen a futuro, que es con ríos con caudales semejante al Aconcagua, en el Aconcagua hay un proyecto acá.