



ENSAYO DE REDES DE PESCA EN TÚNEL DE VIENTO PARA LA OBTENCIÓN DE LAS CARGAS HIDRODINÁMICAS

TRABAJO FIN DE GRADO



Tutores:
Marcos Lema Rodríguez
Manuel Jesús González Castro

Autor:
Ángel Sánchez Fernández

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS DEL PROYECTO
 2. INSTALACIÓN EXPERIMENTAL
 3. TÉCNICAS DE MEDIDA
 4. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS
 5. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS
- 

PESCA INDUSTRIAL

- Fundamental para la economía española en cuanto a abastecimiento de alimentos
- Buques más grandes y potentes en la actualidad

Demanda de productos con
menor huella de carbono
+
Aumento de los precios de la
energía



Minimizar el arrastre en
los artes de pesca



Ensayos en
altamar costosos y
complejos



Ensayos en laboratorio
y simulaciones
numéricas



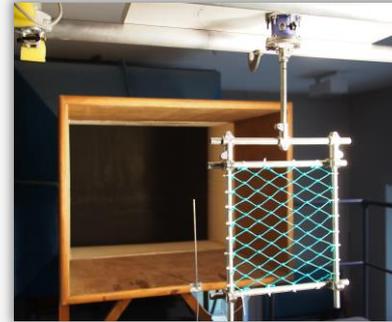
OBTENCIÓN DE LOS COEFICIENTES HIDRODINÁMICOS

CANAL HIDRODINÁMICO

- Agua como medio fluido
- Movimiento del objeto a ensayar con respecto al fluido
- Actualmente en uso para ensayos de redes de pesca

TÚNEL DE VIENTO

- Aire como medio fluido
- Movimiento del fluido a ensayar con respecto al objeto
- Estudio de viabilidad de esta práctica



**PROPIA BASE DE DATOS EXPERIMENTAL
PARA VALIDACIÓN DE SIMULACIONES
CFD**

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS DEL PROYECTO: OBJETIVOS

ENSAYO DE REDES DE PESCA EN TÚNEL DE VIENTO PARA LA
OBTENCIÓN DE LAS CARGAS HIDRODINÁMICAS

UTILIZACIÓN DEL TÚNEL DE VIENTO INSTALADO EN EL CITENI PARA:

ELECCIÓN Y
CALIBRACIÓN DEL
DINAMÓMETRO

DISEÑO DEL MARCO
Y SOPORTE MARCO-
DINAMÓMETRO

INSTALACIÓN DEL
CONJUNTO EN LA
SECCIÓN DE
ENSAYOS

OBTENCIÓN DE
RESULTADOS PARA
LA VERIFICACIÓN DE
LA SOLUCIÓN
PROPUESTA

GENERACIÓN DE
BASE DE DATOS
PARA DISTINTOS
ÁNGULOS DE
ATAQUE

INSTALACIÓN EXPERIMENTAL: MONTAJE

ENSAYO DE REDES DE PESCA EN TÚNEL DE VIENTO PARA LA
OBTENCIÓN DE LAS CARGAS HIDRODINÁMICAS



VISTA GENERAL SECCIÓN
DE ENSAYOS



ESTRUCTURA PRINCIPAL



RIGIDEZ



ALINEACIÓN CON
LA SECCIÓN DE
SALIDA

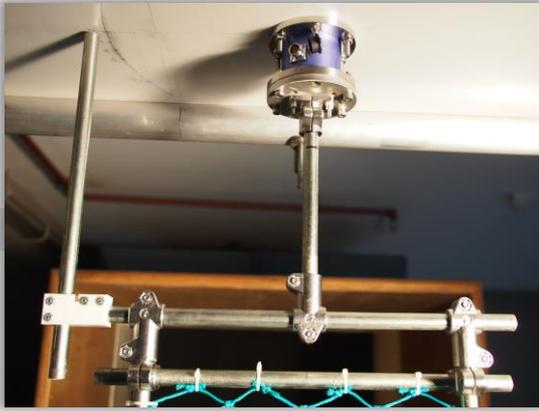
INSTALACIÓN EXPERIMENTAL: MONTAJE

ENSAYO DE REDES DE PESCA EN TÚNEL DE VIENTO PARA LA
OBTENCIÓN DE LAS CARGAS HIDRODINÁMICAS



1. SOPORTE DE MADERA
2. DINAMÓMETRO
3. BRIDA UNIÓN VÁSTAGO-DINAMÓMETRO
4. VÁSTAGO VERTICAL
5. MARCO CON LA RED A ENSAYAR

INSTALACIÓN EXPERIMENTAL: MONTAJE DEL MARCO

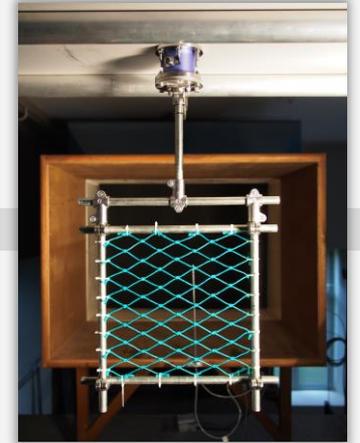


VARIACIÓN DEL ÁNGULO DE ATAQUE



MARCO CON DIMENSIONES AJUSTABLES

- ✓ 5 tubos de acero galvanizado
- ✓ Longitud 400 mm
- ✓ Diámetro exterior de 16 mm
- ✓ Racores metálicos



INSTALACIÓN DE LA RED

- ✓ Pequeñas bridas de plástico
- ✓ Área que ocupa la red en el marco de 840 cm²
- ✓ Alineación del marco al centro de la sección mediante nivel láser

INSTALACIÓN EXPERIMENTAL: MONTAJE DEL MARCO

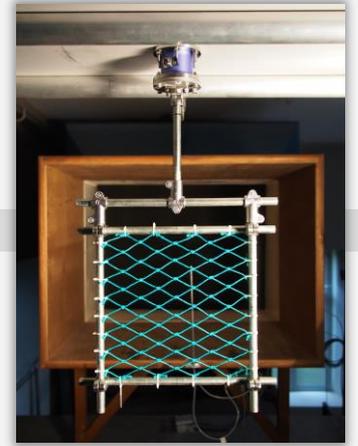


VARIACIÓN DEL ÁNGULO DE ATAQUE



MARCO CON DIMENSIONES AJUSTABLES

- ✓ 5 tubos de acero galvanizado
- ✓ Longitud 400 mm
- ✓ Diámetro exterior de 16 mm
- ✓ Racores metálicos

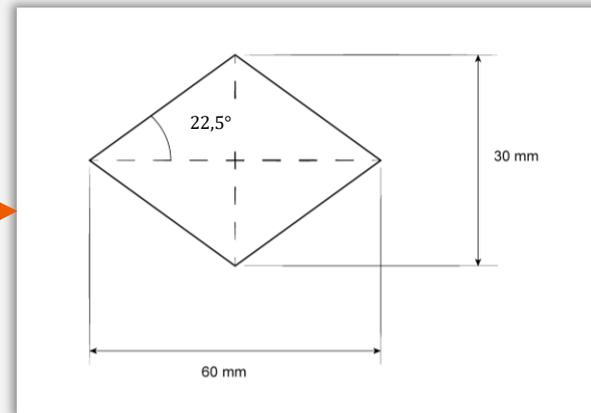


INSTALACIÓN DE LA RED

- ✓ Pequeñas bridas de plástico
- ✓ Área que ocupa la red en el marco de 840 cm²
- ✓ Alineación del marco al centro de la sección mediante nivel láser

INSTALACIÓN EXPERIMENTAL: RED ENSAYADA

ENSAYO DE REDES DE PESCA EN TÚNEL DE VIENTO PARA LA
OBTENCIÓN DE LAS CARGAS HIDRODINÁMICAS



CARACTERÍSTICAS DE LA RED

- ❖ Matriz de 8 x 4 mallas
- ❖ Diámetro de las cuerdas de 2,5 mm
- ❖ Diámetro de los nudos de 6 mm

CARACTERÍSTICAS DE LA MALLA

- ❖ Longitud horizontal de la malla completa de 60 mm
- ❖ Longitud vertical de la malla completa de 30 mm
- ❖ Ángulo de apertura 22,56°

COEFICIENTES DE **ARRASTRE (X)** Y
SUSTENTACIÓN (Y):

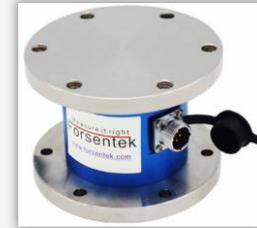
$$C_x = \frac{2F_{xr}}{A \rho_f U_\infty^2}$$

$$C_y = \frac{2F_{yr}}{A \rho_f U_\infty^2}$$

Donde:

- A : área que ocupa la red en el marco
- ρ_f : densidad del fluido
- U_∞ : velocidad de flujo de aire
- F_{xr}, F_{yr} : fuerzas ejercidas sobre la red en dirección X e Y

Medición de las **FUERZAS** de
ARRASTRE y **SUSTENTACIÓN**



Medición de la **VELOCIDAD** de
FLUJO de **AIRE**



$$\rho_f = 1,19 \frac{kg}{m^3}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} T_{amb} = 25 \text{ }^\circ\text{C} \\ P_{atm} = 10^5 \text{ Pa} \end{array} \right.$$

TÉCNICAS DE MEDIDA: MEDICIÓN DE LAS FUERZAS DE ARRASTRE Y SUSTENTACIÓN



DINAMÓMETRO

RANGO DE 500 N

1 PUENTE DE WHEATSTONE POR EJE

MÁXIMA RESPUESTA DE SALIDA

$$1,0 \frac{mV}{V}$$



DAQ PHIDGET

CONVERSIÓN A/D

1 CANAL POR EJE

GANANCIA DE AMPLIFICACIÓN
x128

MÁXIMA FRECUENCIA DE
MUESTREO DE 50 Hz

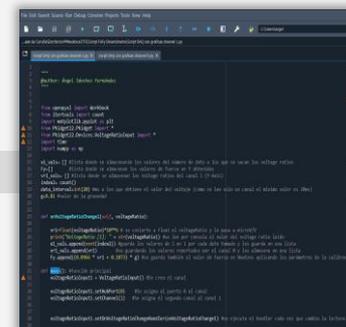
ALIMENTACIÓN DE 5V



VINT HUB PHIDGET

USO DEL PORT 0

ENLACE ENTRE EL DAQ Y EL
ORDENADOR



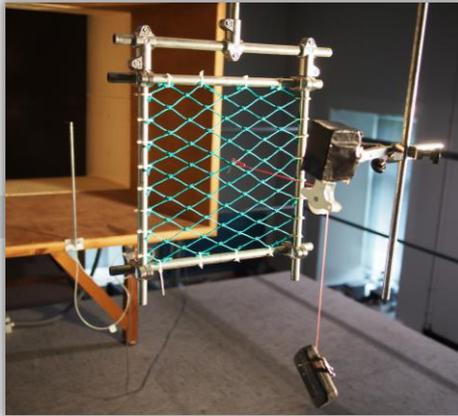
SOFTWARE

LENGUAJE: PYTHON

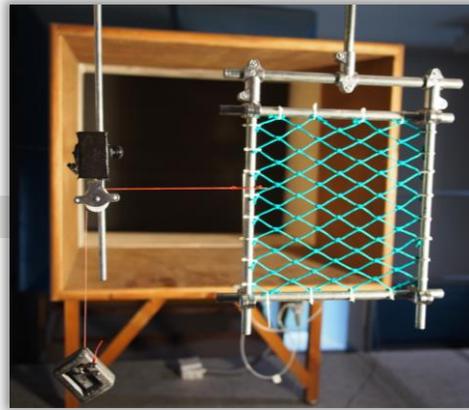
MUESTREO SECUENCIAL DE CADA
CANAL

TÉCNICAS DE MEDIDA: CALIBRACIÓN DEL DINAMÓMETRO

$$y = ax + b \begin{cases} F_x = (0,037 \cdot V_{output} + 0,1536) \cdot 9,81 \\ F_y = (0,097 \cdot V_{output} + 0,1073) \cdot 9,81 \end{cases}$$

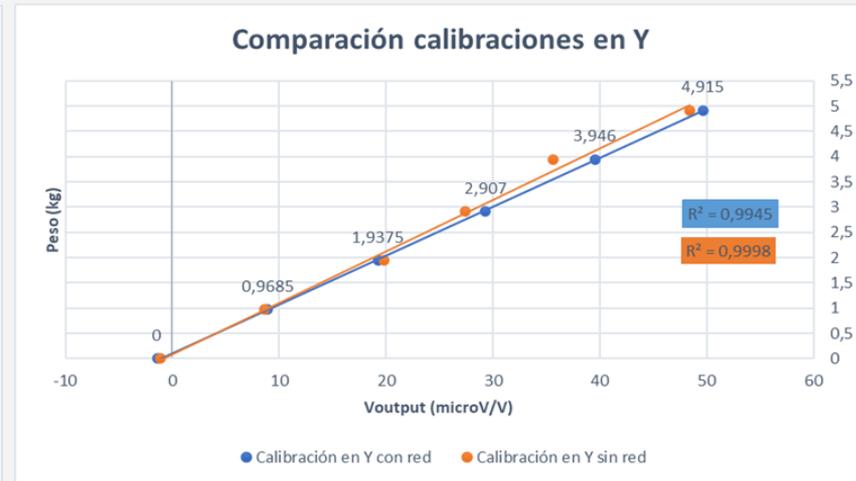
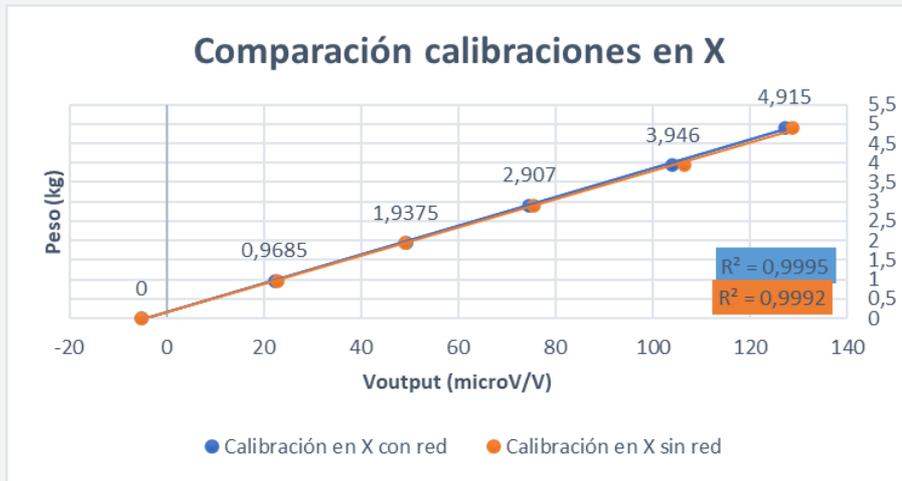


EJE X

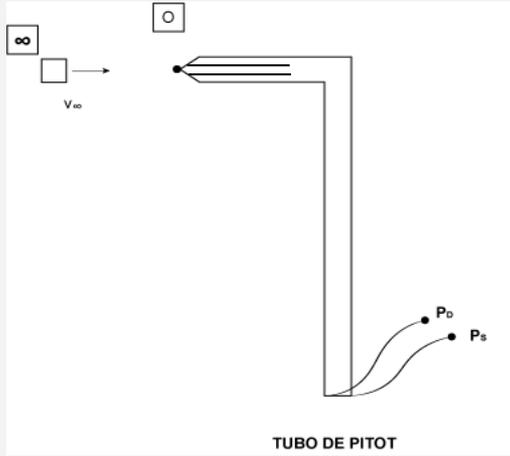


EJE Y

Masa (kg)	Voutput ($\frac{\mu V}{V}$)	Voutput ($\frac{\mu V}{V}$)
0	-1,11	-1,40
0,9685	8,63	8,94
1,9375	19,80	19,26
2,9070	27,38	29,31
3,9460	35,60	39,54
4,9150	48,38	49,63
	X	Y



TÉCNICAS DE MEDIDA: MEDICIÓN DE LA VELOCIDAD DE FLUJO DE AIRE



$$\frac{P_{S\infty}}{\rho_f} + \frac{U_\infty^2}{2} + g z_\infty = \frac{P_0}{\rho_f} + \frac{U_0^2}{2} + g z_0$$

$P_D = P_0 - P_{S\infty}$

$$U_\infty = \sqrt{\frac{2P_D}{\rho_f}}$$

TUBO DE PITOT



DEMODULADOR
VALIDYNE

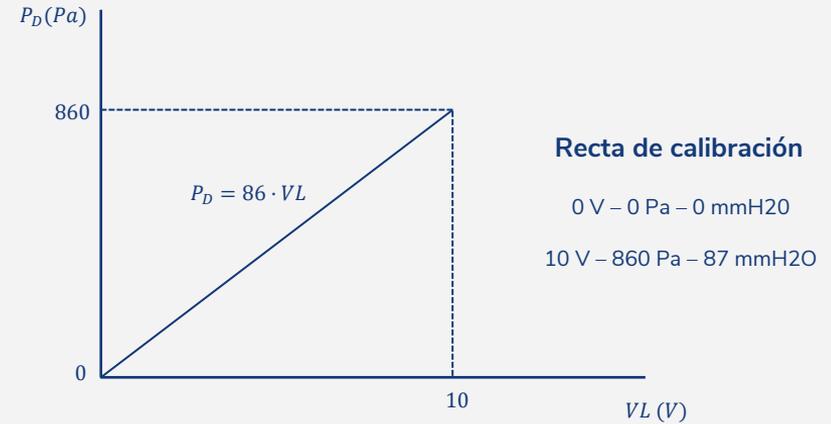
TRANSDUCTOR DE
PRESIÓN DIFERENCIAL
VALIDYNE

CALIBRACIÓN TRANSDUCTOR DE PRESIÓN

Utilizando un **manómetro** de columna de agua:

- Rango de presión acotado por el transductor (860 Pa)
- Ajuste del “ZERO” y el “SPAN” del demodulador

Voltaje de Lectura (V)	Presión dinámica (Pa)	Velocidad aire (m/s)
0,39	33,47	7,5
1,56	133,88	15
3,50	301,22	22,5
6,23	535,50	30



Siendo:

- P_D la presión dinámica proporcionada por el transductor
- V_L el voltaje leído a la salida del demodulador

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

MATRIZ DE ENSAYOS

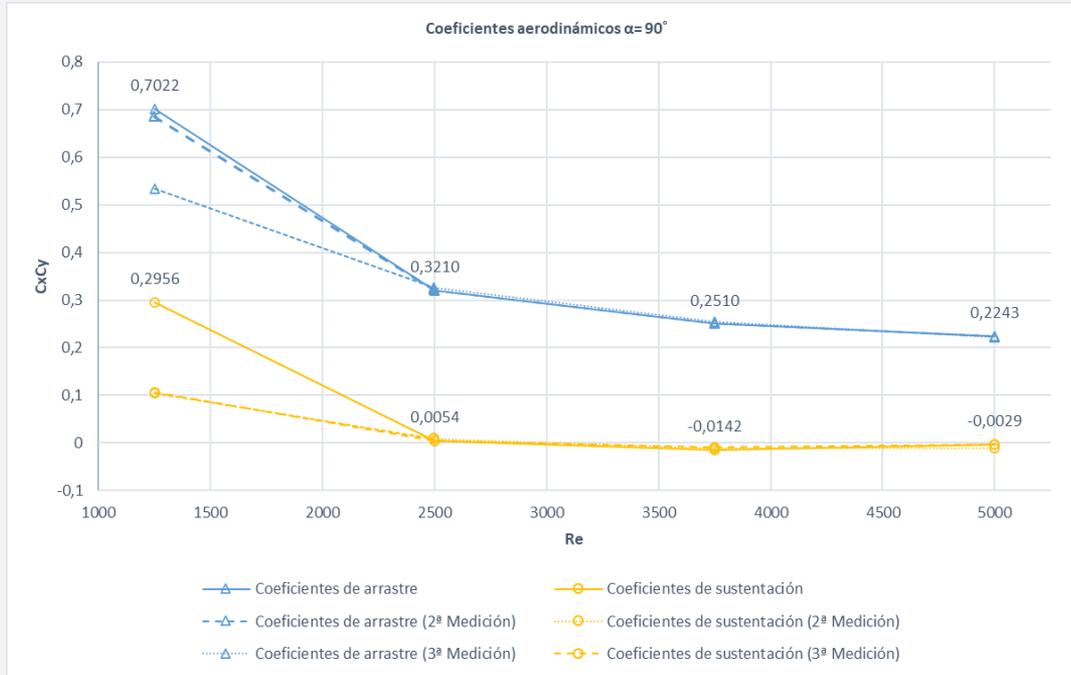
VARIABLE	VALOR
VELOCIDAD DE FLUJO DE AIRE (m/s)	7,5 – 15 – 22,5 – 30
ÁNGULO DE ATAQUE	45° – 60° – 75° – 90°
DISPOSICIÓN DE LA RED	Con red, sin red

$$Re = \frac{U_{\infty} D}{\nu_{air}} = \frac{U_w D}{\nu_w} \longrightarrow U_{\infty} = U_w \frac{\nu_{air}}{\nu_w}$$

- U_{∞} : velocidad de flujo de aire
- U_w : velocidad de flujo de agua
- ν_{air} : viscosidad cinemática del aire
- ν_w : viscosidad cinemática del agua

$$F_{RED} = F_{MARCO-RED} - F_{MARCO}$$

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS



↑ $C_x C_y$ cuando ↓ Re

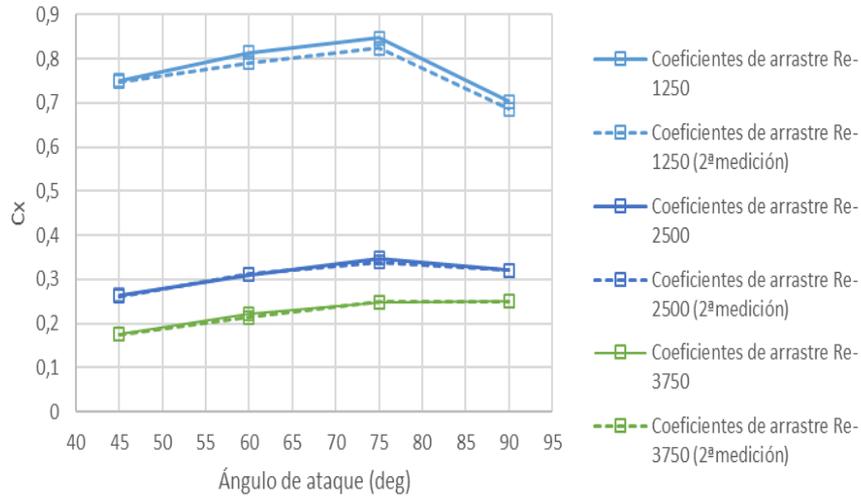
Buena superposición a partir de $Re = 2500$

$$C_x > C_y$$

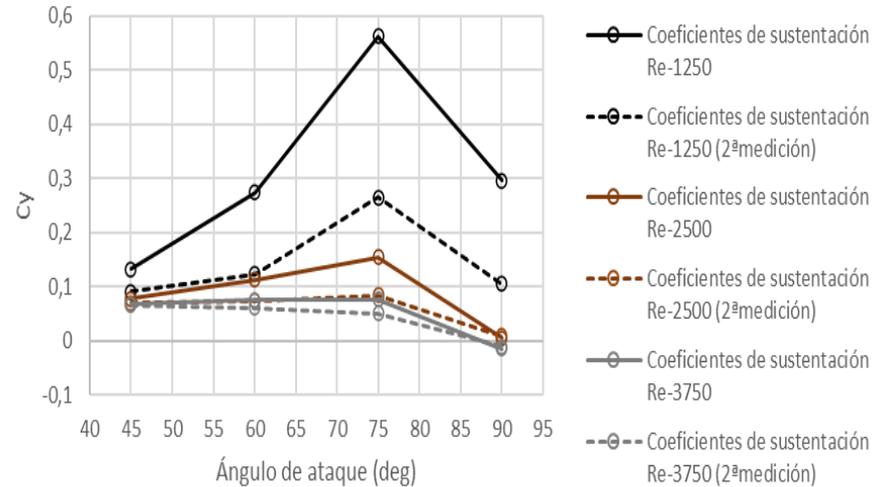
$Re > 3750 \rightarrow C_x C_y$ prácticamente asintóticos

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Coeficientes aerodinámicos



Coeficientes aerodinámicos



ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

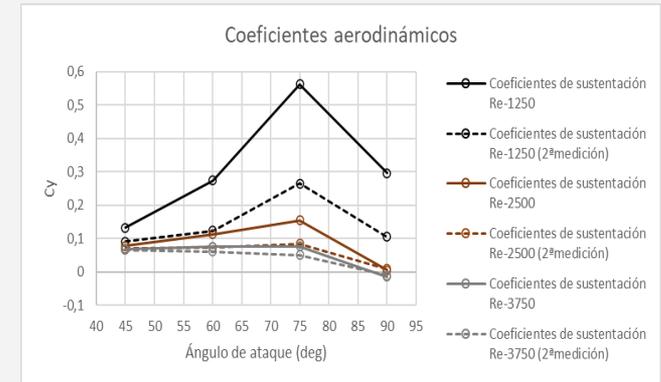
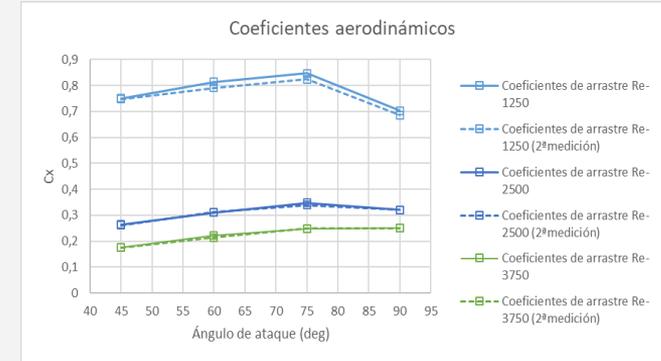
ANÁLISIS DE INCERTIDUMBRES

		$Re = 1250$	$Re = 2500$	$Re = 3750$	$Re = 5000$
$\alpha = 45^\circ$	C_x	(0,25%)	(0,49%)	(0,63%)	—
	C_y	(9,60%)	(3,54%)	(2,25%)	
$\alpha = 60^\circ$	C_x	(0,76%)	(0,61%)	(1,01%)	—
	C_y	(1,92%)	(10,48%)	(5,59%)	
$\alpha = 75^\circ$	C_x	(0,71%)	(0,70%)	(0,61%)	—
	C_y	(18,02%)	(14,73%)	(10,09%)	
$\alpha = 90^\circ$	C_x	(6,02%)	(0,43%)	(0,51%)	(0,18%)
	C_y	(17,84%)	(21,66%)	(7,14%)	(29,09%)

CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

CONCLUSIONES

- Se confirma la tendencia de $\uparrow C_x C_y$ cuando $\downarrow Re$
- Incertidumbre elevada para los coeficientes de sustentación
- C_x aumenta al aumentar el ángulo de ataque, con la anomalía de que disminuye para el tramo $75^\circ \rightarrow 90^\circ$
- $C_y \approx 0$ cuando el ángulo de ataque es 90°
- Orden de magnitud similar a resultados con redes de pesca de dimensiones similares
- Los resultados demuestran la validez de la metodología seguida para el estudio de redes de pesca como alternativa a los ensayos en canal



CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

TRABAJOS FUTUROS

- ❑ Realizar ensayos para más ángulos de ataque
- ❑ Obtener resultados para velocidades intermedias a las ensayadas
- ❑ Analizar el coeficiente de arrastre cuando el ángulo de ataque es 90°
- ❑ Completar el control numérico del túnel de viento por ordenador
- ❑ Ensayar distintos tipos de red con diferentes características geométricas
- ❑ Idear un sistema de medición de fuerzas cuyo rango sea más bajo
- ❑ Ensayar otras alternativas de marco y comprobar la influencia del mismo

**¡MUCHAS
GRACIAS POR
SU ATENCIÓN!**