

## IPIN – CUBA

### XVIII CONGRESO PANAMERICANO DE INGENIERÍA NAVAL, TRANSPORTE MARÍTIMO E INGENIERÍA PORTUARIA.

#### PROYECTO DE MODELO DE RED DE ARRASTRE PARA SU PRUEBA EN EL CANAL HIDRODINÁMICO.

L. O. Z. Meralla, AGEPECA, PESPORT, MIP. Cuba

R. LI. Rodríguez, Empresa de Industrias Locales No.6, EPIL 6, UNIL.Cuba  
[\\*r\\_lluveras@yahoo.es](mailto:r_lluveras@yahoo.es)

#### RESUMEN

La tendencia mundial del desarrollo pesquero actual es de requerir embarcaciones medianas multipropósitos con características como: buena velocidad de arrastre, volumen de congelación, autonomía de navegación (combustible, agua) y con potentes maquinillas de arrastre para poder llevar las capturas; todo esto que permita una mayor estancia en el pesquero y profundidad de pesca con una mejor efectividad de trabajo. La limitación de las zonas pesqueras (200 millas), el cuidado del medio ambiente, los recursos pesqueros en cada país, la subida de los precios del petróleo y la necesidad de los países en desarrollo de introducción de nuevas tecnologías pesqueras de bajos costos se han tenido en cuenta para este proyecto.

En esta ponencia se abordan todos los pasos para proyectar, diseñar una nueva red de arrastre que nos permita construir un modelo para la realización de ensayos hidrodinámicos en interés de la rama pesquera de Cuba y demás países miembros del IPIN. Es bueno destacar que será la primera vez que en Cuba se realicen ensayos de este tipo a redes de arrastres, pues siempre se realizan a bordo de buques arrastreros en faenas de producción, provocando atrasos en el montaje, ajustes y puesta en explotación, mientras que en el método que empleamos los costos disminuyen considerablemente. Estos ensayos permitirán el inicio de nuevos experimentos con artes de pesca.

#### INTRODUCCION

##### Descripción técnica

Tras la descripción técnica de la red de arrastre prototipo, características generales del buque, condiciones meteorológicas, zona de pesca y otros datos de interés, se exponen los pasos para la proyección y diseño de la red de arrastre experimental.

**Modelo Experimental** para la realización de los estudios en el canal hidrodinámico. Se exponen las exigencias para proyectos de un modelo experimental. Construcción del modelo.

**Laboratorio hidrodinámico** se expone el estudio de las características hidrodinámicas del modelo experimental, así como la influencia de los parámetros del sistema de la red de arrastre en el remolque en el canal de prueba. La utilización de equipos de medición y de software especiales para el análisis y procesamiento de los datos obtenidos.

**Construcción de la Red:** De acuerdo a los resultados obtenidos se pasa a la etapa de construcción de la red en el taller de artes de pesca.

**Prueba técnica de mar:** Explotación de la red pelágica a bordo de los buques. Selección de la zona de pesca. Técnica estadística. Ejecución de la prueba de mar. Análisis de hipótesis. Toma de decisiones. Informe final.

##### Perspectivas de Desarrollo

- Elaboración de programas para la construcción de modelos experimentales y su prueba en el canal hidrodinámico de prueba.
- Análisis de los resultados obtenidos en las etapas de diseño y proyección, y prueba para su

corrección.

- Poner a prueba el generador de olas durante los ensayos a la red de arrastre modelo experimental.
- Influencia del sistema de la red en el remolque con la potencia de los barcos y maquinillas, así como de manera independiente las de las puertas de arrastre, cable de arrastre, bolines, contrapesos, cadenas, etc., en diferentes regímenes de explotación y horizontes de pesca.
- Se hace referencia a las comparaciones matemáticas entre la red prototipo y la red experimental, presentándose las ventajas que se obtiene.
- Construcción de la red modelo experimental en el Taller de Artes de Pesca del Grupo Empresarial PESPORT.
- Explotación de la red (prueba de mar) a bordo de los barcos arrastreros por la popa de la División de Arrastre (DRAGNET), o de algún país perteneciente al IPIN interesado en el proyecto.

## **CONTENIDO.**

La limitación de las zonas de pesca, las nuevas medidas tomadas para los recursos pesqueros y la búsqueda de nuevas artes de pesca para países de escasos recursos económicos y barcos de menos porte, estos objetivos generales en que se basa este proyecto.

Construir una red prototipo experimental que se pueda utilizar en diferentes variantes de pesca (pelágicas y de fondo), así como en diferentes zonas de pesca de especies gran concentración.

### **Principales Objetivos Específicos:**

- Construir una nueva red, que nos permita:
  - a) Incrementar la capacidad de captura,
  - b) Reducir el gasto de combustible mediante la reducción de la resistencia durante el arrastre,
  - c) Reducir los costos de producción,
  - d) Reducir los costos de construcción, reparación y explotación a partir de la prueba experimental,
  - e) Utilización de pasos de malla que no capturen especies pequeñas,
  - f) Adaptabilidad y versatilidad del proyecto para utilizar en diferentes zonas de pesca y tipos de barcos,
- Construir una nueva red modelo experimental, que nos permita:
  - a) Hacer estudios experimentales en el laboratorio hidrodinámico a las artes de pesca
  - b) Influencia del sistema de la red al remolque
  - c) Comprobar el experimento, la calidad de construcción respecto al prototipo.
- Crear software en la construcción de redes y modelos. Dentro de las tareas de proyección de la construcción de artes de pesca, los cálculos hidrodinámicos, reviste una gran importancia, toda vez que constituye la base teórica y técnica que se realiza sobre el arte de pesca que se proyecta.

### **Reducción y optimización del remolque de las Artes de Pesca.**

En el sistema de una red influyen los siguientes porcentajes de resistencia al remolque:

Cable de arrastre: 5 %, max – 8

Puerta de arrastre: 20 %, max – 35 %

Malleta: 4 %, max – 12 %

Cabo de la boca: 10 %, max - 20 %

Red de arrastre: 58 %, max – 75 %

Flotadores: 3 %, max – 7 %

Los principales aspectos que se deben mejorar son por tanto la resistencia de la red de arrastre y las puertas de arrastre, previéndose modificaciones generales, en cuanto a su longitud y tamaño de la malla, así como el ángulo de regulación de las puertas, y el mejoramiento de las pruebas hidrodinámicas en el canal de prueba.

El canal de prueba y un sistema computarizado nos permitirá adaptar exactamente el tamaño de la red de arrastre y de las puertas de arrastre, de acuerdo a la potencia de la embarcación, con la computadora se puede calcular específicamente la configuración de los cables de arrastre en el agua

y permitirá regular las longitudes y las tensiones, en diferentes regímenes de explotación.

## ETAPAS DEL PROYECTO

- I. Selección de la red prototipo y el tipo de barco
- II. Cálculo matemático de la red prototipo y experimental
- III. Análisis constructivo de ambas redes. Comprobación matemática
- IV. Cálculo matemático de la red modelo experimental. Construcción del modelo. Prueba experimental en el canal de prueba. Conclusiones y recomendaciones
- V. Construcción de la red de arrastre en el taller de artes de Pesca de PESPORT. Análisis de los gastos de material. Preparación de la documentación técnica para su explotación.
- VI. Explotación de la red. Prueba técnica. Conclusiones y recomendaciones finales.

### I. Selección de la red prototipo y el tipo de barco

El trabajo dentro de las fases de proyección matemática, ha pasado por los siguientes etapas.

Se seleccionó una variante, la red 60/480, a partir de criterios de explotación en las diferentes zonas de pesca (Zona de Mauritania y de Namibia), en comparación con otras redes utilizadas en estas zonas en diferentes tipos de barcos, con resultados superiores en los CRTM – K – barco congelador arrastrero por la popa.

Este tipo de barco asegura la velocidad de arrastre y profundidad en el pesquero para la especie a pescar en las diferentes zonas exclusivas de 2000 millas e incluso fuera de ellas.

Se realizó el estudio de las diferentes zonas de pesca a escala mundial, pensando en los países miembros del IPIN, que todavía no explotan los recursos marinos con la ciencia y la técnica y lo hacen de forma artesanal, en cuanto a:

- a) Artes de Pesca que utilizan
- b) Especies que capturan, así como su exportación e importación, concluyéndose que se utilizan varios tipos de artes y técnicas de pesca, desde técnicas artesanales hasta las más modernas (redes fijas, trampas, volantes de altamar pelágicas y de fondo, palangres y red de cerco en la captura de diferentes especies como lenguado, sardina, pargo, merluza, jurel y otras de plataforma, que de acuerdo a la velocidad de movimiento se pueden pescar sobre la base de la velocidad de arrastre.

### Características principales del buque arrastrero

- Potencia del motor principal – 400 – 1200 HP
- Eslora 35 hasta 55 m
- Tripulación máxima – 29 tripulantes ( 12 tripulantes en aguas jurisdiccionales)
- Velocidad máxima – 12 nudos, velocidad de arrastre 4,2 – 4,7 nudos)
- Maquinilla de arrastre – Velocidad media de recogida de los cables - 60 - 75 m/m
- Cantidad de metros en el carrete – 700 – 1800 m  
Fuerza de tracción – 16 hasta 80 kN

### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA RED PROTOTIPO. (Ver anexos)

### CALCULO MATEMÁTICO DE LA RESISTENCIA DE LA RED PROTOTIPO 60/480

$$R_T = R_{SP} + 2R_{CM} + 2R_P + R_{CA} \quad (1)$$

Donde:

$R_T$  – Resistencia total de la red

$R_{SP}$  – Resistencia de la superficie total de los paños

$R_{CM}$  – Resistencia de los cables de malletas

$R_P$  – Resistencia de las puertas de arrastre

$R_B$  – Resistencia de los cables de arrastre

$$R_{SP} = C_x (\rho V^2) F_{HT}$$

El Coeficiente  $C_x$  se determina por el número de Reynolds

$$Re^d = d^m V \quad (2)$$

$$d_{cp} = \frac{\sum dl}{\sum l} \quad (3)$$

$$d_m = \frac{\sum dl \cdot F_h}{\sum F} \quad (4)$$

$$F_h = \frac{(d)}{A} \cdot F_{fi} = \left[ \frac{F_{fi} (a+b)}{2} \cdot h \right] \cdot d \cdot n \quad (5)$$

$$P_a = 1,1 (N) \quad (6)$$

Donde:

$P_a$  – Potencia de arrastre del barco

$N$  – Potencia (HP)

$V$  – Velocidad del barco en nudos

$C_x$  – coeficiente hidrodinámico de los paños –  $0,1744 + 187,52 / Re^d$

$\rho$  – densidad del agua –  $1034 \text{ kg/m}^3$

$V$  – velocidad de movimiento de la red –  $2,31 \text{ m/s}$

$\mu$  – viscosidad del agua –  $1019 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$

$t$  – temperatura del agua –  $15^\circ\text{C}$

– salinidad del agua - 20 %

$F_{ht}$  - superficie de resistencia de paños y cabos

### Resistencia total de los paños de la red

$$F_{HT} = F_{HA} + F_{HB} \quad (7)$$

$$F_{HT} = 130,49 \text{ m}^2, \text{ con hilo fino}$$

$$F_{HT} = 191,41 \text{ m}^2, \text{ hilo 3,1 mm}$$

$$d_m = 2 \text{ mm}$$

$$d_m = 3,1 \text{ mm}$$

$$Re^d = 38823,53$$

$$Re^d = 60176,47$$

$$C_x = 0,424$$

$$C_x = 0,19$$

$$R_t = C_x (V^2/2) F_h \quad (8)$$

$R_t = 152,46$  kN, con hilo fino

$R_t = 100,21$  kN, hilo 3,1 mm

### Resistencia de los cables

$$R_c = C_x \cdot (\rho V^2/2) d \cdot L \quad (9)$$

$l = 500$  m

$d = 25$  mm

$C_x = 0,32$

$R_c = 11,0$  kN, si son 2 cables, la resultante es  **$R_{ct} = 22,0$  kN**

### Resistencia de las puertas de arrastre

$$R_p = C_x \cdot (\rho V^2/2) S \quad (10)$$

$S = 5,00$  m<sup>2</sup>

$C_x = 0,5$

$R_p = 6,9$  kN, si son 2 puertas de arrastre, la resultante es  **$R_{pt} = 13,8$  kN**

$C_x$ : se obtuvo por el ángulo óptimo de la puerta de arrastre durante su explotación en el pesquero.

### Resistencia de los flotadores

$t$  - temperatura del agua – 15 °C  
salinidad del agua - 30 %

$\mu$  - viscosidad del agua –  $119 \times 10^{-9}$  m<sup>2</sup>/s

$d = 200$  mm

$Re = d V / \nu = 0,2$ , por tabla  $C_x = 0,2$

$$R_f = C_x (\rho V^2/2) F_k \quad (11)$$

$$F_k = \frac{\pi d^2}{4} \quad (12)$$

$R_B = 0,5$  kN

Retomando la fórmula principal,  $R_T = R_{SP} + 2R_{CM} + 2R_P + R_B$ , obtenemos que :

**$R_1 = 136,41$  kN**

$$R_2 = 188,66 \text{ kN}$$

### RESISTENCIA DE LA RED PROTOTIPO CON DIFERENTES HILOS.

#### Cálculo matemático de la resistencia de la red experimental 65/320.

Superficie total de los paños:

$$F_H = F_{HA} + F_{HB}$$

$$= 119,32 \text{ m}^2$$

$$Re^d = 38823,52$$

$$C_x = 0,424$$

$$R_{sp} = 139,4$$

La resistencia total de la red experimental:

$$R_t = 175,6 \text{ KN}$$

**TABLA 1**

**Calculo de la primera parte 65/320  
parte 60/480**

$F_H$ – Resistencia de la superficie	Resultado (m <sup>2</sup> )	Diámetro (mm)	Longitud total
F <sub>1</sub>	3,90	30	130
F <sub>2</sub>	2,40	20	120
F <sub>3</sub>	2,10	20	120
F <sub>4</sub>	2,40	20	120
<b>F<sub>I</sub> subtotal</b>	<b>11,10</b>		<b>490</b>
F <sub>5</sub>	2,56	16	160
F <sub>6</sub>	2,24	16	140
<b>F<sub>II</sub> subtotal</b>	<b>4,80</b>		<b>300</b>
F <sub>7</sub>	0,96	16	60
F <sub>8</sub>	3,40	10	340
F <sub>9</sub>	2,00	10	200
F <sub>10</sub>	2,40	10	240
F <sub>11</sub>	2,00	10	200
F <sub>12</sub>	1,60	10	160
<b>F<sub>III</sub> subtotal</b>	<b>12,36</b>		<b>1200</b>
<b>F<sub>HA</sub> total</b>	<b>28,26</b>		<b>1990</b>

**Calculo de la primera**

$F_H$ – Resistencia de la superficie	Resultado (m <sup>2</sup> )	Diámetro (mm)	Longitud total
F <sub>1</sub>	3,60	30	120
F <sub>2</sub>	2,00	20	100
F <sub>3</sub>	2,00	20	100
F <sub>4</sub>	2,00	20	100
<b>F<sub>I</sub> subtotal</b>	<b>9,60</b>		<b>420</b>
F <sub>5</sub>	2,56	16	160
F <sub>6</sub>	2,56	16	160
<b>F<sub>II</sub> subtotal</b>	<b>5,12</b>		<b>320</b>
F <sub>7</sub>	0,96	16	60
F <sub>8</sub>	3,60	10	360
F <sub>9</sub>	2,40	10	240
F <sub>10</sub>	2,88	10	288
F <sub>11</sub>	2,60	10	260
F <sub>12</sub>	1,90	10	192
<b>F<sub>III</sub> subtotal</b>	<b>14,34</b>		<b>1400</b>
<b>F<sub>HA</sub> total</b>	<b>29,06</b>		<b>2140</b>

# ANÁLISIS CONSTRUCTIVO DE LA RED.COMPROBACION MATEMÁTICA

## 1. Zona de acción de la boca de la red(m)

$$W = L.H.V.t \tag{15}$$

donde:

L = ½ lbn – Abertura horizontal convencional

H = 0,67 lpn – Abertura vertical convencional

Va= 1,5 m/s hasta 2,5 m/s

Los experimentos han demostrado que la mejor forma geométrica que toma la red durante su trabajo es cuando las relingas toman las siguientes coeficiente de asentamiento & (0, 4 – 0,6),

Si tomamos como:

- ❖ coeficiente & = 0,6 para la relinga superior ,
- ❖ coeficiente & = 0,5 para la relinga inferior
- ❖ velocidad V = 2,31 m/s
- ❖ tiempo t = 1 seg

**Tabla 2**

Parámetro	Prototipo	Experimental	Diferencia
Largo de relinga superior asentada(m)	0,6x 60 = 36,0	0,6 x 65 = 39,0	3,0
Largo de relinga lateral asentada(m)	0,5 x 25 = 12,5	0,5 x 30 = 15,0	2,5
Abertura vertical(m)	0,67 x 12, 5 = 8,37	0,67 x 15 = 10,05	1,68
Zona de acción de la boca de la red (m <sup>3</sup> )	36 x 8,37 x 2,31 = 696,04	39 x 10,05 x 2,31 = 905,40	209,36

## 2. Resistencia de los paños de la Red

$$R_{tp} = C_x \frac{SV}{2} F_h \tag{16}$$

Tabla 3 (relación empírica entre Cx y la velocidad)

Cx	Velocidad(m/s)
0,3	0,8
0,22	1,3
0,17	1,6
0,17	2,3
0,15	2,8

Donde:

Cx: Coeficiente de resistencia del paño de los paños de red

: Densidad del agua (kg/m<sup>3</sup>)

V : Velocidad de arrastre

Fh: Superficie de resistencia

Si tomamos V = 2,3 m/s, según la tabla Cx = 0,17 y = 1034

Sustituyendo en la ecuación fundamental para la red prototipo, tenemos:

$$R_{tp} = 0,17.1034.5,33 \cdot 131,31 = 61512 \text{ H}$$

Sustituyendo en la ecuación fundamental para la red experimental, tenemos:

$$R_{tp} = 0,17.1034.5,33 \cdot 119,32 = 55895,8 \text{ H}$$

Si queremos simplificar los cálculos nos auxiliamos de la construcción de gráfico de velocidad contra

la superficie de la red. Para cada tipo de barco concreto.

### 3. Cálculo del coeficiente superficie específica de los hilos de la red (Ksh)

Teniendo como fórmula principal:

$$(17) \quad K_{sh} = \frac{S}{W}$$

donde:

S: superficie específica de los hilos  $S_h = F_h$

Calculamos para el prototipo y la experimental

$$K_p = \frac{S_p}{W} = \frac{131,31}{696,04} = 0,189$$

$$K_e = \frac{S_e}{W} = \frac{119,32}{905,40} = 0,13$$

### 4. Cálculo del coeficiente de superficie específica de resistencia total de la red (Kra)

$$K_p = \frac{R_{tp}}{W} = \frac{61512,65}{696,04} = 88,37 \text{ H}$$

$$K_e = \frac{R_{te}}{W} = \frac{55895,8}{905,40} = 61,73 \text{ H}$$

### 5. Cálculo del coeficiente de conicidad de la red

Teniendo como fórmula principal:  $K_c = \frac{C_n - C_k}{2L}$ ,

donde:

$$K_c = \frac{C_n - C_k}{2L}$$

donde:

$C_n$ : perímetro de la boca de la red(m)

$C_k$ : perímetro de la parte final de los paños(m)

L: longitud de la boca hasta el final de los paños(m)

$\Pi$  : 3,14

Sustituyendo en la fórmula

$$K_{cp} = \frac{480 - 70,4}{2 \cdot 3,14 \cdot 44,2} = 1,47$$

$$K_{ce} = \frac{320 - 470,4}{2 \cdot 3,14 \cdot 39,6} = 1,15$$

## 6. Cálculo del coeficiente dimensional de la superficie de la red

$$K_d = \frac{F_f}{F_y}$$

Donde:

Ff: Superficie ficticia

Fy: Superficie real

Sustituyendo en la fórmula

$$K_{dp} = \frac{5083,44}{4069,44} = 1,24$$

$$K_{de} = \frac{3848,55}{4775,64} = 0,80$$

## 7. Cálculo del índice de calidad de la construcción de la red

$$Q_i = \frac{W_p}{W_e} \cdot 0,39 + \frac{K}{K} \cdot 0,17 + \frac{K}{K} \cdot 0,1 + \frac{K}{K} \cdot 0,17 \quad (18)$$

Sustituyendo en la fórmula:

$$Q_i = \frac{905,40}{696,04} \cdot 0,39 + \frac{0,189}{0,129} \cdot 0,17 + \frac{1,47}{1,15} \cdot 0,17 + \frac{61512,65}{54720,07} \cdot 0,17 = 1,075$$

## 8. Conclusiones:

Si el índice de calidad es mayor que cero la red experimental tiene mayor calidad constructiva que la red prototipo, como resultado del análisis constructivo el análisis del índice de calidad obtenido es 1,075, que es mayor que 1, pudiendo pasar a la etapa de confección de la red modelo experimental para ser probada en el canal hidrodinámico del IPIN Cuba.

## CALCULO DEL COEFICIENTE HIDRODINÁMICO DE CALIDAD DE LA RED Y DEL COEFICIENTE DE CAPTURA DE LA RED.

Las longitudes de la primera parte son mayores en ( %) lo que hace una mayor abertura horizontal y vertical, por esto la superficie de la boca de la red nueva es mayor, lo que nos da la posibilidad de argumentar el aumento de la captura en base a una disminución de la resistencia y aumento de velocidad de arrastre.

Teniendo en cuenta que muchas redes tienen reservas de aberturas (según resultados de modelos experimentales), utilizando relingas más reforzadas, aumentamos los diámetros de las relingas. A pesar que aumenta la resistencia no menos que la abertura de la red y hayamos el coeficiente (m) coeficiente de hidrodinámica de calidad de la red; este caracteriza comparativamente la mejor red utilizando los criterios hidrodinámicos y de captura de la red.

Prototipo

Experimental.

Red 60/480

Red 65/320

$$m = \frac{F}{P_p} = \frac{F}{R}$$

$$m = \frac{4069,44}{153419,79} = 0,026$$

$$m = \frac{4775,94}{9820} = 0,48$$

El coeficiente m (hidrodinámico) muestra la efectividad en la utilización de la fuerza de atracción, la cual tiene relación con la captura, siendo m = 0,48 (siendo la red experimental más efectiva).

Argumentación de la captura entre la proyectada y la experimental por el coeficiente de captura de la red ( $\gamma$ ).

$\gamma$  coeficiente cambiante al tamaño de la red, velocidad de arrastre, velocidad de la pesca y su relación con la red ( $V_p$ ) y su reacción a un cuerpo.

$$\gamma = 1 - \frac{\Delta F \times V_p}{F_y \times V} \quad (19)$$

$$\Delta F = bl - l \quad (20)$$

donde:

l - mitad del perímetro de la boca de la red

$$R = 480 = 240 \text{ m}^2$$

$V_p$  - velocidad de la pesca. Jurel (2,9 m/l)

$F_y$  - superficie de la boca  $\text{m}^2$

$\Delta F$  - parte de la boca de la red, la cual la pesca reacciona, depende de la longitud de la red y de ( r ) distancia de reacción de la pesca.  $r = V_p \times (t)$

↓ tiempo

$$b = 2 r \quad c = 4 r^2$$

Prototipo

Experimental

$$l = 240 \text{ m}^2$$

$$b = 2 \times 2,9 = 5,8 \text{ m/l}$$

$$c = 4 \times (2,9)^2 = 33,64$$

$$V = 2,3 \text{ m/l}$$

$$\Delta F = 5,8 \times 240 - 33,64$$

$$\Delta F = 1358,36 \text{ m}^2$$

$$\gamma = 1 - \frac{1358,36 \times 2,9}{4069,44 \times 2,31}$$

$$\gamma = 1 - \frac{1358,36 \times 2,9}{4775,94 \times 2,31}$$

$$\gamma = 1 - \frac{3939,24}{9400 \times 40}$$

$$\gamma = 1 - \frac{3939,24}{11032 \times 42}$$

$$\gamma = 1 - 0,4190$$

$$\gamma = 1 - 0,3926$$

$$\gamma = 0,581$$

$$\gamma = 0,607$$

La magnitud de la captura (Y) depende de la medida de la boca (F) y la velocidad (V).

$$Y = \gamma \times \delta \times F \times V \times t$$

La velocidad de arrastre se argumentará a través de la ejecución de la prueba y el diagrama de fuerza de la máquina principal.

$$C_v = CI (X+1) - 2n = 0,897 (0,429+1) - 2 (0,041)$$

$$CI^2 (X+1) - 2n \quad (0,897)^2 (0,429+1) - 2 (0,041)$$

$$CI = I_m = 104,60 = 0,897$$

$$I_h \quad 116,60$$

$$C_v = 0,389 - 0,082 = 0,307 = 0,287$$

$$0,805 (1,429) - 0,082 \quad 1,068$$

$$X = H_h = 30 = 0,429$$

$$L_h \quad 70$$

$$n = r = 2,9 = 0,041$$

$$L_h \quad 70$$

$$C_r = R_m = 96242,95 = 0,69$$

$$R_h \quad 137867,55$$

## CONCLUSIONES

Este trabajo reviste gran importancia para nuestra Organización Panamericana, pues por primera vez se van a realizar ensayos con modelos experimentales de red de arrastre en un canal de prueba hidrodinámico.

Los cálculos obtenidos arrojan los siguientes resultados:

- Mayor abertura horizontal,
- Mayor abertura vertical,
- Se obtuvo una menor resistencia de la red al arrastre, como consecuencia una mayor velocidad que será argumentada a través de la prueba de explotación en el mar,
- Mayor superficie en la boca de la red, (mejora la captura),
- Mejor índice de calidad constructiva sobre la base de las características hidrodinámicas,
- En la práctica en régimen de explotación es mejor poner una red de menor dimensión longitudinal y menor cantidad de planos,
- Red mucho más fuerte, que permite trabajar en variante de fondos, con menos gasto de material en su reparación,
- Red menos costosa en su construcción (precio por peso de material en USD),
- En la prueba de mar debe comprobarse la disminución del gasto de combustible, (diagrama de potencia de las máquinas del buque), los resultados de los cálculos confirman la obtención de las exigencias expuestas por la que se ha diseñado este proyecto.

## RECOMENDACIONES

- Pasar a proyecto el modelo experimental para realizar las pruebas hidrodinámicas en el canal de prueba,
- Proponer al IPIN CUBA, que tome acuerdo de esta Jornada Técnica Anual, la incorporación de este asunto en el Congreso Panamericano a celebrar en Cuba, el próximo año, dado el interés que puede existir para el diseño y proyección de redes de arrastres en los países miembros.
- Aunar esfuerzos de otros especialistas que hayan realizado ensayos en el Canal de Prueba Hidrodinámico, para lograr una mayor objetividad de este proyecto

**TABLA 4: FICHA TÉCNICA DE LAS REDES**

PARÁMETROS	PROTOTIPO	EXPERIMENTAL	DIFERENCIA
	60/480	65/320	
Longitud de la relinga superior(m)	60	65	5
Longitud de la relinga lateral (m)	25	30	
Perímetro de la red (m)	480	320	
Longitud de la 1ra parte (m)	45	50	
Longitud de la 2da parte (m)	44,2	39,6	
Longitud del copo y suplemento (m)	27,4	15	
Longitud de la red total (m)	116,60	104,60	11,80
Abertura vertical (m)	28-30	30 -35	
Abertura horizontal (m)	70	Después de la prueba experimental	
Superficie de la boca de la red (Fy)	4069,44	4775,94	706,50
Abertura vertical y horizontal, según coeficiente de entralle de la relinga	33	36	
Superficie de resistencia 1ra parte (m)	29,06	28,26	0,8
Superficie de resistencia 2da parte (m)	81,81	67,97	13,84
Superficie resistencia total (m)	102,25	88,55	13,70
Resistencia total de la red (kN)	137,86 kN	96,242kN	
Resistencia total de la red (ton)	14,6	9,8	4,248
Velocidad de arrastre	4,3	Según cálculos	

**TABLA 5 TABLA COMPARATIVA (Variante 1)**

DENOMINACIÓN placas	RED PROTOTIPO 60/420					RED EXPERIMENTAL 65/320				
	# HILO	a (mm)	d (mm)	Ffi	Fh	# HILO	a (mm)	d (mm)	Ffi	Fh
Pieza I	187- 3,1	400	3,1	1616,56	11,66	187 – 3,1	400	3,1	1283,52	8,74
Pieza II	93,5/18	200	2,0	691,20	6,91	93,5 – 2,0	200	2,0	518,40	6,02
Pieza III	93,5/12	100	1,64	673,20	10,77	93,5 - 1,64	100	1,64	504,90	10,59
Pieza IV	93,5/ 9	80	1,42	829,04	14,09	93,5 - 1,42	80	1,42	596,49	16,59
Pieza V	93,5/9	60	1,42	560,56	12,89	93,5 – 1,42	60	1,42	365,8	11,98
Pieza VI	93,5/9	45	1,42	395,56	12,26	93,5 – 1,42	45	1,42	172,88	7,44
Suplemento VII	187/12	37	1,64	61,28	13,23	93,5 – 1,42	37	2,0	149,28	6,61
<b>SubTotal I</b>				<b>4827,4</b>	<b>81,81</b>				<b>3591,35</b>	<b>67,97</b>
Copo 1ra parte VIII	187/31	37	3,1	113,96	9,12	187/3,1	37 doble	3,1	102,88	8,23
Copo 2da parte IX	187/31	37 doble	3,1	142,08	11,37	187/3,1	37 doble	3,1	154,32	12,35
<b>SubTotal II</b>				<b>256,04</b>	<b>20,49</b>				<b>257,20</b>	<b>20,58</b>

<b>Total</b>				<b>5083,44</b>	<b>102,25</b>				
	Resistencia de la Ira y 2da partes – Rt =136,41 kN (14,2 ton)				Resistencia de la Ira y 2da partes – Rt = 96,242 kN (9,8 ton)				

**TABLA 6: TABLA COMPARATIVA (Variante 2)**

DENOMINACION	RED PROTOTIPO 60/420					RED EXPERIMENTAL 65/320				
	# HILO	a (mm)	d (mm)	Ffi	Fh	# HILO	a (mm)	d (mm)	Ffi	Fh
Pieza I	187	400	3,1	1616,56	11,66	187	400	3,1	1283,52	8,98
Pieza II	93,5	200	3,1	691,20	10,36	93,5	200	3,1	518,40	7,76
Pieza III	93,5	100	3,1	673,20	20,86	93,5	100	3,1	504,90	15,65
Pieza IV	93,5	80	3,1	829,04	31,12	93,5	80	3,1	596,46	22,66
Pieza V	93,5	60	3,1	560,56	28,58	93,5	60	3,1	365,88	18,65
Pieza VI	93,5	45	3,1	395,56	26,89	93,5	45	3,1	172,88	11,69
Suplemento VII	187	37	3,1	61,28	13,23	93,5	37	3,1	149,28	12,50
Copo 1ra parte VIII	187	37	3,1	113,96	9,12	93,5	37 doble	3,1	102,88	8,23
Copo 2da parte IX	187	37 doble	3,1	142,08	11,37	93,5	37 doble	3,1	154,32	12,85
<b>Sub-Total Supl-Copo</b>				317,32	33,72				406,46	33,58
<b>Total</b>				5083,4	163,15				3848,3	118,97

**TABLA 7: TABLA COMPARATIVA (Variante 3)**

**RED EXPERIMENTAL 65/320**

<b>DENOMINACION</b>	a(mm)	Diámetro (mm) φ 3,1 placa inferior y superior. Fha	Diámetro (mm) Hilos fino placas laterales  Fhb	Superficie  Fht	Superficie Ficticia  Ffi
Pieza I	400	3,48	5,83	9,31	1283,52
Pieza II	200	2,66	3,45	6,11	7518,40
Pieza III	100	5,22	5,52	10,74	504,90
Pieza IV	80	7,70	7,05	14,75	596,49
Pieza V	60	6,70	5,77	12,47	365,88
Pieza VI	45	3,17	3,55	6,70	172,88
Subtotal		28,93	31,17	60,10	3442,07
Suplemento	37	3,13	6,88	10,01	149,28
Copo 1ra parte	37 doble			8,23	102,88
Copo 2da parte	37 doble			12,85	154,32
<b>Sub-Total Supl-Copo</b>				31,09	406,48
<b>Total</b>				91,19	3848,55

## **BIBLIOGRAFÍA**

1. Fridman, A.L., Teoría y Construcción de Artes de Pesca, Edit. Moscu, URSS, 349 p, 1981
2. Kuznezov, Y. A., Biotécnica en Pesca Industrial, Edit. Moscu, URSS, 245 p, 1983
3. Lamakina, L. M., Tecnología y Construcción de Artes de Pesca, Instituto Técnico de Kaliningrado, URSS, 124 p, 1975
4. Pesca al Día, Ministerio de la Industria Pesquera, Cuba, 26 p, 1988
5. Revista Científica – Técnica, PROPESAC, MIP, Cuba, 37 p, 1986
6. Documentación Canal de Prueba de Kaliningrado, Instituto Técnico de Kaliningrado, URSS, 45 p, 1990
7. Prieto, A., Publicaciones, IPIN 2001 – 2002 sobre Canal Hidrodinámico, IPEN Journal, Cuba, 38 p, 2001
8. Lukachov, B.H., Industria de la Alimentación, Edit. Kaliningrado, URSS, 89 p, 1972