

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD APLICADA AL PROYECTO “MODELO DE RED REDUCIDA PARA REALIZAR PRUEBA EN EL CANAL HIDRODINAMICO”

El Proyecto de un modelo de red a escala reducida para la realización de ensayos de remolque, corresponde a la 2da Etapa del trabajo presentado durante el XVIII CONGRESO PANAMERICANO DE INGENIERÍA NAVAL, TRANSPORTE MARÍTIMO E INGENIERÍA PORTUARIA, titulado PROYECTO DE MODELO DE RED DE ARRASTRE PARA SU PRUEBA EN EL CANAL HIDRODINÁMICO.

En la 1ra etapa se diseñó una nueva red de arrastre pelágica y con posibilidad de utilizarla en variante de fondo, que pudiera explotarse en diferentes tipos de buques y zonas de pescas a nivel mundial, sin aparentes cambios significativos durante el proceso constructivo-tecnológico en los talleres de Artes de pesca.

Durante el proceso de investigación y desarrollo en la etapa correspondiente a los ensayos hidrodinámicos en el canal de prueba aplicamos el “Sistema de la gestión de la calidad a centros de investigación”.



¿Que es Gestión de la calidad?

Constituye la administración proactiva de todos los recursos productivos, administrativos y comerciales de la empresa que permitan garantizar el logro de los objetivos definidos en los planes y estrategias de desarrollo de la organización.

Utiliza los resultados de la función de planificación como orientación fundamental, diseña y ejecuta acciones o tareas específicas que ubiquen a la organización en posiciones crecientes de viabilidad de logro de las metas productivas y comerciales formuladas. Genera datos derivado de la poca actividad de la empresa como insumo fundamental para el análisis continuo de potencialidades internas y como factor de evaluación de la bondad de las estrategias y políticas previamente diseñadas.

Recibe las propuestas de cambio derivadas de las actividades de desarrollo realizadas en atención escenarios futuros identificados y determinan su viabilidad operativa y comercial.

Teniendo en cuenta que la gestión de la calidad se obtiene en cada puesto de trabajo y de toda la organización, mediante la mejora continua de todas sus etapas y procesos, decidimos aplicar la gestión de calidad a este proyecto de investigación que consiste en:

En el diseño, evaluación, selección, aprobación, ejecución, control y del culminación del proyecto de investigación.

En la preproducción, en la producción y en la postproducción de los productos.

De esta forma el Sistema de Calidad se desarrollaría en las siguientes etapas:

ETAPA	CARACTERISTICAS
1. Etapa de inspección	Estudio de las redes utilizadas en los diferentes zonas pesqueras
1. Etapa de producción	Selección de la red prototipo, prevención de los defectos detectados durante su régimen de explotación
1. Etapa de proyecto	Proyección de la nueva red que satisfaga la exigencia de los clientes
1. Etapa de investigación y desarrollo	Aseguramiento de la calidad en la etapa gestora del futuro producto

Proceso de organización:

No.	DENOMINACION DE LA TAREA
1	Elaboración de las tareas técnicas que solicita la investigación
2	Ejecución del estudio de factibilidad económico y científico-tecnológico
3	Elaboración del diseño del trabajo de investigación científica
4	Etapa de desarrollo de la investigación científica
5	Etapa de desarrollo científico tecnológico
6	Etapa de desarrollo tecnológico
7	Etapa de introducción a la producción
8	Etapa de introducción en el campo que el cliente va a aplicarlo

El análisis de cada etapa recomendamos dirigirse a la ponencia “Aplicación de la Gestión de la Calidad a centros de investigación, Journal IPEN, junio 2001 No. 24; donde viene definido en cada etapa cada tarea que puede ser objeto de un control y exigencia desde el punto de vista de calidad.

EJECUCION DE LOS ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD

Actualmente para la ejecución de este proyecto no existe la posibilidad económica de emprenderlo en el país esta investigación, pero si pensamos que están creadas las condiciones para dar inicio en el momento preciso los experimentos en las artes de pesca, tanto en el campo de la pesca en mar, como en la acuicultura.

ELABORACIÓN DEL DISEÑO DEL TRABAJO INVESTIGATIVO

Con el proyecto que proponemos esta formulado el tema, los objetivos, identificadas las tareas, así como la hipótesis y el experimento científico.

ETAPA DE INVESTIGACION CIENTIFICA

Existe el capital humano para desarrollar esta investigación, así como todos los medios para la ejecución de los experimentos en el Laboratorio de hidrodinámica naval Canal de Boyeros, donde se han realizado experimentos con modelos.



ETAPA DE DESARROLLO CIENTÍFICO TECNOLÓGICO

No existe la posibilidad de construcción de la maqueta y su proyecto de montaje, por la no-existencia de la materia prima en el país, pero hemos tenido en cuenta pasar a trabajar en la confección de los planos para la construcción de los modelos.

Proponemos en esta etapa el montaje de dos modelos de diferentes escalas con el objetivo de realizar análisis comparativos durante las pruebas en el canal. Se presupone que la etapa de experimento sea exitosa pasaríamos a la construcción de los prototipos, elaboración y control de la documentación, prueba de mar, según metodología que presentamos adjunta a este trabajo.


ETAPA DE INTRODUCCIÓN EN LA PRODUCCIÓN

Revisada las conclusiones y recomendaciones de las pruebas de mar a bordo de los buques pesqueros, la próxima etapa correspondería a la preparación de la documentación técnica según las normas dándole cumplimiento a las especificaciones técnicas y su verificación a pie de obra de todas las exigencias.

ETAPA DE INTRODUCCIÓN EN EL CAMPO EN QUE EL CLIENTE VA A APLICARLO

Esta etapa tiene como objetivo final, la utilización por el cliente a bordo de los buques, debe estar precedido de una etapa de adiestramiento de los marinos y un protocolo de actividades de postventa.

Con la participación de un Maestro de Redes o Especialista de Artes de Pesca, que haya participado en la etapa de Desarrollo Tecnológico, en el taller, que tendría entre otras tareas, en el proceso de la aplicación de la Gestión de la Calidad siguiente:

- La supervisión de los programas de adiestramiento al personal
 - La calidad de impartición de las clases técnicas y entrenamientos.
 - Llevar el control estricto de las averías producidas, sus causas y soluciones.
 - Precisar que se realicen las actividades periódicas de comprobación (documentos que se entregaron por la Sección Técnica de Pesca de la Empresa).
 - Instrumentación de encuesta para averiguar la opinión del cliente.
 - Elaboración del informe final, discusión y aprobación por el Departamento correspondiente.
 - Entrega de características técnicas y los documentos de explotación.
- 

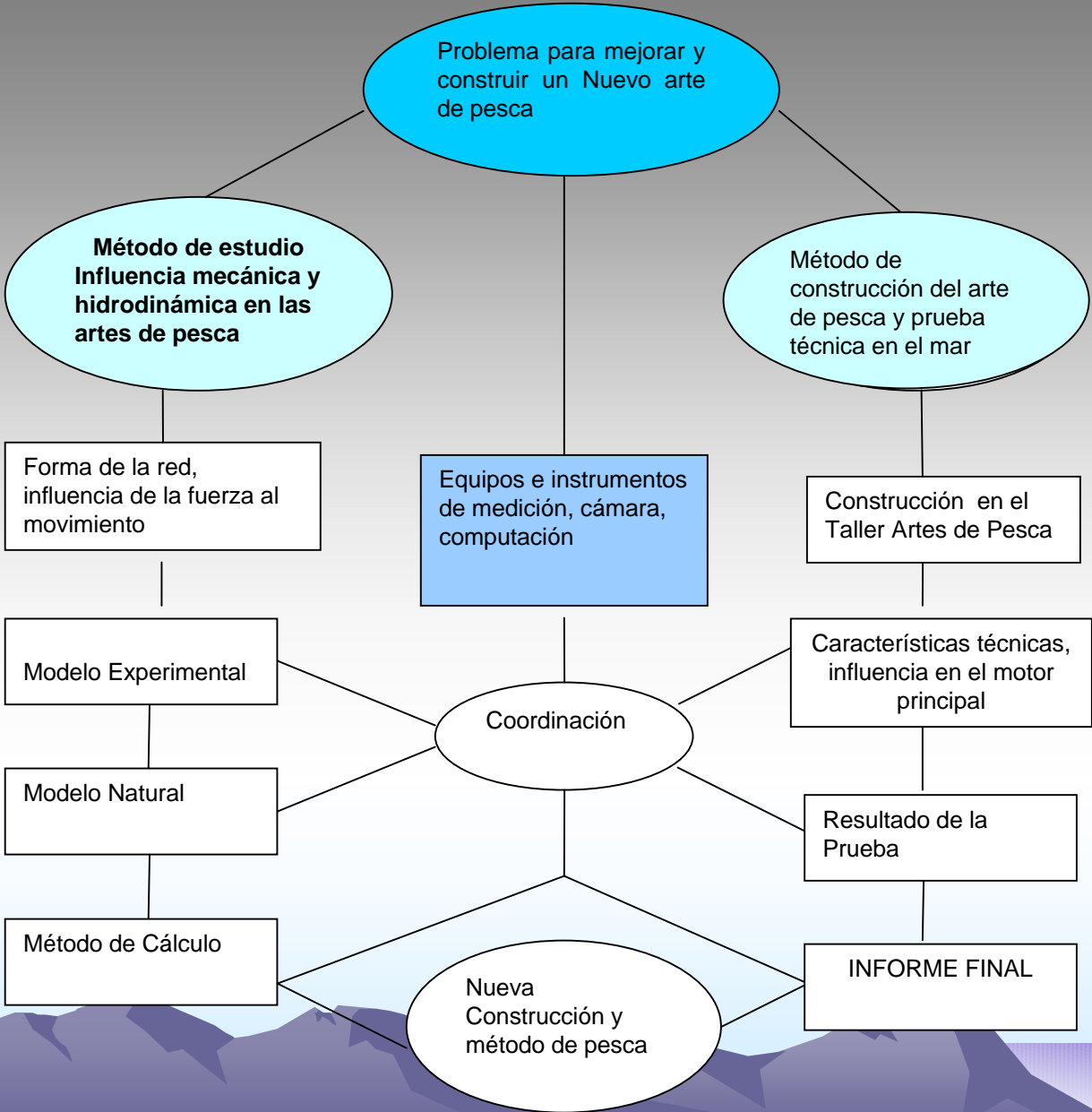
Proyecto de un modelo experimental para la realización de ensayos hidrodinámicos en el canal. Construcción de la red en el Taller de Artes de Pesca y la realización de la prueba de mar.

Organización de la investigación

1. Preparación de la investigación

- a) Búsqueda de los documentos necesarios que contengan las características técnicas del canal de prueba de otros existentes en varios países.
- I. Recopilación y preparación de los datos del modelo experimental, así como la selección de la metodología a utilizar. Elaboración del Proyecto.
- II. Elaboración de un programa de planificación de los experimentos, con la calidad requerida (aplicación de la Gestión de la Calidad a Centros de Investigación).
- b) Diseño, evaluación, selección, aprobación, ejecución, control y culminación del proyecto de investigación.
- c) Ejecución del estudio de factibilidad
- d) Elaboración del diseño del trabajo investigación científica
- e) Etapa de investigación científica
- f) Etapa de Desarrollo tecnológico
- g) Etapa de introducción a la producción
- h) Etapa de introducción en el campo en que el cliente va a aplicarlo


DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN



Etapa del Proyecto

Objetivo

El método a utilizar para mejorar la red prototipo experimental 65/320 en el canal de prueba

- a) Definir las características de la red experimental en el canal hidrodinámico como sistema integral y la influencia de la corriente durante la prueba (cables de arrastre, puertas de arrastre, flotadores, contrapesos y paños) remolque. Comprobación de la velocidad de remolque y fuerza de resistencia al avance, y la influencia de las artes de pesca en los motores.
 - b) Influencia de los diferentes coeficientes hidrodinámicos durante las pruebas (número de Reynolds, el número de Froude, el coeficiente de presión).
 - c) Comprobación de los resultados obtenidos en los cálculos materiales y los experimentos como experiencia para futuros proyectos.
 - d) Elaboración de una metodología para la construcción de modelos de red, no existente en nuestro país, para futuros Ingenieros de Pesca Industrial y Naval.
 - e) Introducción de la computación durante la prueba. Hacer programa de colaboración con otros Especialistas del IPIN.
- 

Análisis del Sistema de la Red Independiente

Análisis del sistema de la red independiente: Prueba de remolque

1. Cables de Arrastre
2. Puertas de Arrastre
3. Paño de red (1ra parte, 2da parte, suplemento y copo).
4. El modelo, como sistema de influencia al motor (carretilla) durante el remolque en diferentes regímenes de trabajo (velocidad de arrastre, diferentes horizontes, ángulos de ataque de la puerta, diferente longitud de los cables de arrastre y armamento).
5. Definición de los coeficientes de resistencia e hidrodinámicos de acuerdo a las características del canal.

Construcción del modelo experimental

- Organización de la investigación
 - Preparación técnica necesaria del canal de prueba hidrodinámico.
 - Búsqueda informativa de otros modelos experimentales y sus resultados.
 - Confección de un programa de trabajo para ejecutar la prueba experimental.
- Descripción técnica del canal de prueba hidrodinámica

Aspectos técnicos más importantes

- Volumen de agua que admite- 300 m³
- Carretilla electro propulsada-motor 11 HP a 1600 rpm, 220 Vca 3 E
- Velocidad- 0.3 m/s hasta 6 m/s
- Sistema automático de estabilización de la velocidad DS-100, que garantiza una velocidad de remolque con desviación máxima de 1 % entre rango de 0.03-0.60 m/s y 0.03-6.00 m/s
- Velocidad de trabajo, se realizó mediante potenciómetro con exactitud de IV/360, en rango 1 10 V.
- Equipos de medición: Automatización de los registros (utilización de sensores).
- Carretilla con registro de velocidad, desplazamiento por 2 medios (Optcider y molinete).
- La fuerza de remolque se capta mediante celda de carga
- Otros instrumentos relacionados con el agua (termómetro, densímetros), y parámetros atmosféricos (higrómetros, termómetros, barómetros).
- Longitud del canal(m)-100
- Ancho del canal(m)-1.98
- Profundidad (m)-1.4-1.7 máx.
- Velocidad de la corriente en la zona de trabajo-¿?
- Potencia del motor(KBT)-11 HP a 1600 rpm
- Velocidad-0.03 m/s hasta 0.6 m/s
- Alta-0.03 m/s hasta 6.0 m/s
- Temperatura de trabajo 15 0 hasta 21 0

Tabla (Anexo 1) Propiedades físicas de los fluidos
Propiedad física del agua

Temperatura ° C	Peso específico γ Kg./m ³	Viscosidad $\gamma \times 10^4$ kg/s/m ²	Viscosidad cinemática $\nu \times 10^6$ m ² /s	Tensión superficial $\sigma \times 10^2$ kg/m ²	Presión del vapor P Kg./cm ²	Módulo de elasticidad volumétrica K kg/cm ²	Densidad ρ kg/s ² /m ²
15.6	1000	1.14	1.12	07486	0.0183	21.937	101.94
20.0			1.10				1000
21.1	999	0.996	0.975	0.7396	0.0253	22.439	101.83

Propiedades de los gases a bajas presiones y 25 ° C

Gas	Fórmula química	Peso molecular	Constante R de los gases mkg/kgm/ ⁰ C	Calores Cj Kcal.	Specific Cv kgm/ ⁰ C	Relación de los calores específicos K
Aire		29.0	29.3	0.240	0.171	1.40




Búsqueda informativa de otras experiencias con modelos experimentales

En los cálculos de movimientos de fluidos, la viscosidad y la densidad son las propiedades que con más generalidad se utilizan, desempeñan los papeles principales en el movimiento en canales abiertos y cerrados, y en el movimiento alrededor de los cuerpos sumergidos. Los efectos de la tensión superficial tiene importancia en la formulación de las gólicas en el movimiento de chorros pequeños y en estados donde se presentan superficies de contacto líquido-gas-sólido o líquido-sólido, tanto como en la formación de ondas capilares. La propiedad de presión de vapor determinante del cambio de fase líquida a gaseosa, llega a ser importante cuando alcanza presiones pequeñas.

En este trabajo tratamos de crear en un modelo las mismas relaciones geométricas y de fuerza que se presentan a escala natural, tratando que la solución adimensional del modelo siempre sea válida para el prototipo o por lo menos que durante el experimento sean las más próximas a la realidad posible, por lo que se hizo un análisis de los 5 parámetros adimensionales:

Coeficiente de presión, el número de Reynolds, el número de Froude, el número de Weber y el número de Mach, para definir el método matemático a utilizar teniendo en cuenta experimentos anteriores en el canal de Prueba de Kaliningrado (Rusia).



Eligiendo el método de semejanza, para obtener valores entre el modelo y el prototipo esto requiere.

- Que exista una semejanza geométrica exacta.
- Que las presiones dinámicas en puntos correspondientes sean constante.
- La parte segunda se puede expresar también como semejanza cinemática, es decir las líneas de corriente deben ser geoméricamente semejantes (por consiguiente para la semejanza dinámica estricta los números de Mach, Reynolds, Froude y Weber deben ser iguales en el modelo y en el prototipo (generalmente imposible de conseguir, solo cuando la escala sea 1:1).

En este experimento se ha buscado realizar el mismo teniendo en cuenta en el laboratorio la semejanza geométrica y los números de Reynolds sean iguales en el modelo y el prototipo. Por lo que se hicieron de acuerdo al prototipo natural (original) 2 escalas para 2 modelos en el canal de prueba y polígono en el mar.



Análisis de la influencia hidrodinámica en la red

En el sistema de la red influyen diferentes fuerzas cuando se encuentra en el agua (corriente) dependiendo de la intensidad de las olas alrededor del cuerpo e internamente en dependencia de las características del líquido y el cuerpo.

Magnitudes que actúan:

$$S = f (t, l, a, d, \xi, u_1, u_2, \gamma, g, \varepsilon, \sigma, \nu, E, l)$$

$$S = f (Re, Sh, Fh, A, \alpha, L)$$

La resistencia del cuerpo depende de su forma y rozamiento.

$$R = K \sigma F V^2$$

$$K = \phi (\rho, l, V, \mu, \alpha, g, a_0)$$

$$Re = \frac{\rho l V}{\mu} = \frac{l V}{\nu}$$

$$R = C \frac{\rho V^2 F}{2}$$

$$C_x = \frac{2 R_x}{\rho V^2 F}$$

$$R_{I1} = R_{I2} \text{ y } K_1 = K_2$$

α, g, a_0 – no influyen

$$C = f(Re), C = 2K$$

$$Re = \frac{d V}{\nu} = 1.103 \cdot 1.104$$

$$\frac{V}{\nu} = 2.5 \text{ m/s} - 2.7 \text{ m/s}$$

Características técnicas de la red prototipo

- Red Experimental Modelo Z 65/320
- Longitud 1ra parte- 50.0 m
- Longitud 2da parte- 39.6 m
- Longitud del suplemento y copo- 15 m
- Longitud total de la red- 104.60 m
- Abertura horizontal- 39 m
- Abertura vertical-15 m
- Longitud de las relingas superior e inferior-65 m
- Longitud de los laterales- 30 m
- Perímetro de la boca- 340 m
- Coeficiente de asentamiento $U_1 = 0.5$, $U_2 = 0.87$

Características de los buques CPTM-K

- Velocidad de arrastre- 2.31 m/s
- Potencia de motor principal- 400-1200 HP
- Eslora: 35-55 m
- Tripulación máxima: 29-31 m
- Velocidad media de recogida de los cables: 60-78 m/min.
- Metros en carretes: 700-1800 m
- Fuerza de tracción 16 hasta 80 KH (20.99 a 21 tf); 1kgf= 9.81 Ne
- Fuerza de arrastre $\approx 24.05 \div 28.9$ tf

400HP \approx 36.66 KH = 9.6 tf

800HP \approx 75.33 KH = 19.24 tf

1000HP \approx 91.66 KH = 24.05 tf

1200HP \approx 110 KH = 28.9 tf

$P_e = RCA(V) + RPA + RT_{real}$

Donde: P_e - fuerza de arrastre (potencia)

RCA- resistencia de cable de arrastre

RPA- resistencia de las puertas de arrastre

RTR- resistencia de la red

V- velocidad de arrastre

Método matemático para la construcción del modelo para la prueba en el canal

Objetivo-Definir de acuerdo al correspondiente proyecto las características reales de la red en la investigación y se determina la relación que existe en la parte de los paños de la red al asentamiento y la abertura de la relinga.

- 1.1. Definir los coeficientes hidrodinámicos en dependencia al proyecto
- 1.2. Análisis de la fortaleza de la red, teniendo en cuenta el diámetro y el paso de malla
- 1.3. Diámetro de la relinga superior teniendo en cuenta el coeficiente lineal
- 1.4. Para la construcción del modelo. Cálculo lineal, ciclo de corte(Anexo 2)
- 1.5. Construcción del modelo a escala
- 1.6. Definición de los coeficientes absolutos de asentamiento de los paños de las redes experimentales y modelos.
- 1.7. Cálculo de la superficie del modelo
- 1.8. Cálculo del diámetro medio de los hilos, sin tener en cuenta la relinga de la red
- 1.9. Cálculo de arrastre, en dependencia de la velocidad de la corriente
- 1.10. Análisis para calcular la relinga de la red. Armamento (flotadores y contrapesos).
- 1.11. Cálculo de la resistencia al agua de la II parte de la red. Cálculo del paso de malla, diámetro de los hilos y el coeficiente de asentamiento de los paños de la red modelo.
- 1.12. Cálculo de la 1ra parte de la red (Relinga de la red)
- 1.13. Análisis de las relingas de los modelos (flotadores y cadenas).

Conclusiones.

Este trabajo reviste gran importancia para nuestra organización Panamericana, pues nos permitirá realizar ensayos con modelos experimentales de artes de pesca en canal de prueba hidrodinámico además de permitir en la educación marítima ampliar los conocimientos técnicos o investigativos en la rama de la Pesca Industrial.

La elaboración de procedimientos de trabajo durante los paneles A.P en laboratorios.

La metodología y formalismo para hacer proyectos y ensayos en canales hidrodinámicos.

Metodología para realizar pruebas técnicas en el mar.

Realización de prueba de remolque a los motores principales de las embarcaciones



Recomendaciones.

Construir los modelos experimentales a escala del canal hidrodinámico y comenzar los ensayos.

Proponer al IPIN Cuba, que tome acuerdo para la incorporación de este asunto en el congreso Panamericano a celebrar en Ecuador (VIII Symmedu Simposio sobre educación marítima, el próximo año dado el interés que puede existir para las instituciones universitarias en el intercambio académico y practicas estudiantiles y profesionales en la rama de la pesca.

Bibliografía.

- 1.- Fridman, A.L., Teoría y Construcción de Ares de Pesca, Edit. Moscú, URSS, 349 p, 1981
- 2.- Víctor, L. Strecker, Mecanica de los fluidos, Ciencia y Técnica, Hab. 1970
- 3.- Documentación, Canal de Prueba de Kaliningrado, Instituto Técnico de Kaliningrado, URSS, Pág. 45.
- 4.- Prieto, A. Publicaciones, IPIN 2001- 2002 canal Hidrodinámico, IPIN Journal, Cuba 38 p.
- 5.- Dr.C.Inv. Auxiliar Gregorio Rodríguez Suero, IPIN junio 2001, Pág. 18