

VOLUMEN 1 / NO. 1

NOVIEMBRE 2015
ISSN 2413-7758

U-D-i Marítima

REVISTA CIENTÍFICA DE LA UNIVERSIDAD MARÍTIMA INTERNACIONAL DE PANAMÁ



*Capacitando para el trabajo,
capacitando para la vida.*





AUTORIDADES UNIVERSITARIAS:

Ing. Fernanda Billard
Rectora

Dr. Adán Vega
Vicerrector de Investigación Postgrado y Extensión

Mgter. Gabriel Rodríguez Cover
Vicerrector Administrativo

Mgter. Víctor Hernández
Secretario General

COMITÉ EDITORIAL

Dr. Adán Vega

Dr. Juan A. Bernal Vega

Dr. Juan Blandón

Dr. Jairo Cabrera

Dr. Juan Maté

Dr. Newton Pereira

Dra. Laura May-Collado

José Julio Casas M. M.Sc.

CORRECCIÓN DE ESTILO Y LOGÍSTICA

Licda. María Guadalupe Reyes S.

DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN

Oficina de Relaciones Públicas de la UMIP



I+D+i Marítima

Revista Científica de la Universidad Marítima Internacional de Panamá

Noviembre 2015
Volumen 1 / No. 1
Edición Semestral
ISSN 2413-7758

INDICE

05 Estudio de las Ventajas de los Nuevos Sistemas de Protección Catódica y Anticorrosivos Instalados en Buques de Guerra.

12 Procedimientos para la Reforestación de Ecosistemas de Manglar en Panamá.

17 La Construcción Naval Pesquera Cubana. Historia, Situación Actual y Perspectivas.

De la Pluma de la Rectora

La relación directa entre docencia e investigación científica es cada vez más evidente en nuestras Instituciones de Educación Superior a nivel mundial; ya que ambas actividades son complementarias entre sí, fortaleciéndose la una a la otra de manera recíproca. Esta fusión permite que nuestras Universidades generen aportes importantísimos para el desarrollo de la sociedad, a través de la generación de nuevo conocimiento, lo que fortalece el proceso de enseñanza de nuestros futuros profesionales.

La inclusión de la investigación dentro de las actividades académicas permite formar un capital humano con capacidad de indagar, construir y resolver problemas y necesidades actuales, para el desarrollo de la humanidad.

Conscientes de la necesidad de ejecutar investigación científica en nuestras aulas, nos hemos dado a la tarea de fortalecer el proceso investigativo en todas nuestras Unidades Académicas, asegurándonos del perfeccionamiento docente que fomenta el desarrollo de ese pensamiento crítico y analítico que son característicos de la Investigación. Paralelamente a esto, estamos revisando y mejorando la estructura complementaria para la ejecución de investigación por parte de nuestros docentes y estudiantes, asegurándonos de contar con una plataforma que acompañe a nuestros investigadores a lo largo de todo el proceso.

Un estudio realizado por la Universidad Complutense de Madrid (UCM) y la Universidad Jaume I (Castellón), revela que, una mayor producción investigadora está asociada con una mayor calidad docente, y que en media, los profesores que investigan imparten un 21.5% más de clases que los que no lo hacen.

Los proyectos institucionales que hemos creado para incentivar la investigación en la UMIP van apuntados a la generación de información científica que permita analizar los fenómenos que ocurren en las diferentes áreas de especialidad de nuestra Universidad; para la toma de decisiones que permitan potenciar las actividades del clúster marítimo, generando el menor impacto posible a los ecosistemas marinos y costeros de nuestro país.



Ing. Fernanda Billard De Pacheco
Rectora a.i.

Con el lanzamiento de esta revista científica ratificamos los esfuerzos que estamos realizando para establecernos como la Universidad líder en el sector marítimo portuario y marino costero, brindando la oportunidad de divulgar los resultados generados por nuestros docentes, estudiantes, investigadores y por nuestros socios externos en todas nuestras áreas de especialidad, por lo que esperamos que esta revista se convierta en una plataforma de divulgación de información científica a nivel nacional e internacional.

Estudio de las Ventajas de los Nuevos Sistemas de Protección Catódica y Anticorrosiva, Instalados en Buques de Guerra

Raúl Villa Caro.

Escuela Politécnica Superior universidad de la Coruña, España. raul.villa@udc.es

Luis Manuel Carral Couce.

Esuela Politécnica Superior. Universidad de la Coruña. España. lcarral@udc.es

José Ángel Fraguela Formoso.

Escuela Politécnica Superior. Universidad de la Coruña. España. jafaguela@udc.es

Pablo Manuel Novoa Juiz.

Armanda Española. pnovjui@fn.mde.es

Resumen:

El artículo se inicia realizando un breve repaso al fenómeno de la corrosión y los aspectos fundamentales sobre los que se debe incidir para minimizar sus efectos. A continuación, se exponen los principales métodos anticorrosión y anti-incrustación de los que hacen uso actualmente los buques de la Armada Española, así como sus diversas ventajas e inconvenientes. En el ámbito de la anti-incrustación, el estudio se centrará en la protección de circuitos de agua del mar, tanto en el aspecto de bio-incrustación como en el de la consiguiente corrosión.

Palabras Claves: Corrosión, pintura, ánodos, corrientes, incrustación.

Title: Study of the Advantages of the New Cathodic Protection Systems and Anticorrosive, Installed in Warships.

Abstract: The article begins with a brief review of the phenomenon of corrosion and fundamental aspects that should be stressed to minimize its effects. Then, the main anti-corrosion and antifouling methods that Spanish Armada Ships are currently using and its various advantages and disadvantages. In the field of antifouling, the study will focus on the protection of the sea water circuits, both in terms of bio-fouling as in the resulting corrosion.

Key Words: Corrosion, paint, anode, current, inlay.

1. Fundamentos de la Corrosión:

La corrosión es el ataque destructivo de un metal por reacción química o electroquímica con su medio ambiente. El fenómeno de que el metal sumergido en el electrolito presente la superficie dividida en una serie de zonas anódicas o catódicas, tiene por origen una proporción inevitable de diferencias químicas, eléctricas, mecánicas, térmicas, etc., que producen una gran cantidad de pares galvánicos causantes de la corrosión.

2. Protección contra la Corrosión:

Los métodos para detener la corrosión se fundamentan, en suprimir el flujo de las corrientes galvánicas de corrosión. A continuación se presentan los principales procedimientos:

- Homogeneidad absoluta de material: Sería lo ideal ya que desaparecerían los pares causantes del fenómeno. Es prácticamente imposible lograr una homogeneidad

perfecta.

- Aislamiento eléctrico: Es decir, apertura de circuito exterior de los pares. Esto es realizable solamente para el caso de metales diferentes acoplados entre sí; la corrosión propia (auto-corrosión) no puede ser atacada por este procedimiento.
- Aislamiento entre el metal y el electrolito: Es lo que se pretende con la aplicación de las pinturas, es difícil conseguir una protección total y cuando por algún motivo se descubre una zona pintada, se puede incrementar notablemente la corrosión de las zonas descubiertas, éstas ven incrementado su carácter anódico al aumentar la concentración salina en los depósitos de los productos de corrosión.
- Polarización de las pilas elementales: Esta es precisamente la protección catódica. Existen dos procedimientos generales, el de "ánodos de sacrificio" y el de "corrientes impresas" por medio de ánodos inertes,

consumibles o permanentes. En el primero se conecta a la estructura metálica a proteger un elemento de un cierto metal que sea fuertemente anódico frente a esta; en el segundo se aplica un electrodo inerte activado por medio de una fuente de corriente continua exterior, de modo que, análogamente a lo del sistema anterior se comporte como un ánodo.

2.1 Protección Mediante Pinturas:

Para admitir una pintura que haya de sufrir los efectos de la protección catódica, las condiciones que han de ser tenidas en cuenta, son las siguientes:

- Resistencia ante el ataque alcalino, producto de la reacción de los óxidos metálicos con el agua
- Baja permeabilidad
- Carácter dieléctrico
- Buena adherencia al acero y otros metales
- Facilidad de aplicación
- Resistencia mecánica; abrasión, impacto, vibración y flexión en pinturas ordinarias, espesor mínimo de 0'15mm
- Compatibilidad con pinturas anti-incrustantes
- Precio

Hay que advertir que existen zonas más expuestas al deterioro, por su mayor potencia. Esto ha de tenerse en cuenta de un modo especial en las proximidades de los ánodos.

En la práctica se utilizan también unas pinturas con pigmentos de carácter anódico, que alteran la distribución de las zonas anódicas y catódicas, para aplicar en las regiones próximas a hélices, tomas y descargas de agua, etc. No son recomendables porque su acción decrece rápidamente con el tiempo.

Igualmente se puede considerar preciso pintar, por lo menos, con un compuesto a base de anti-incrustantes.

2.2 Protección por Medio de Ánodos de Sacrificio:

Como resultado de experimentos de laboratorio en agua salada, Sir Humphrey Davy informó en 1824, que se podía proteger eficazmente el cobre contra la corrosión uniéndolo a hierro o zinc, y recomendaba la protección catódica de embarcaciones de forro exterior de cobre mediante la utilización de bloque de sacrificio de hierro, adosados al casco en la relación de superficies hierro-cobre del orden de 1 a 100. En la práctica la velocidad de corrosión de forro de cobre se redujo considerablemente. Mediante el empleo adecuado de pinturas anti-organismos en combinación con pinturas anticorrosivas se demostró que era factible la protección catódica de embarcaciones obteniéndose economías considerables en los costes de mantenimiento.

Los elementos anódicos activos más utilizados son el zinc, el magnesio y el aluminio. Su consumo se determina a base del rendimiento, el equivalente electroquímico y el agotamiento eléctrico.

La forma ideal de disponerlos sería en nichos practicados en las planchas del forro, pero por lo costoso que resultaría, se procura diseñarlos de forma que produzcan las mínimas perturbaciones con la velocidad del buque. Se debe tener sumo cuidado al disponer el montaje de modo que este sea muy robusto y que suministre una conexión eléctrica eficiente con el casco.

Este sistema tiene el inconveniente del precio, ya que la corriente así generada sale muy cara sobre todo si se pretende una protección total. Otro inconveniente es la frecuente renovación de ánodos.

En principio, desde el punto de vista de la corrosión, no habría ningún inconveniente para utilizar estos sistemas como único medio de protección. Sin embargo, por consideraciones técnicas y económicas, para la protección de grandes superficies, será interesante la combinación con otros sistemas de protección que actuarán en forma complementaria.

2.3 Ánodos de Zinc:

Por su facilidad de manejo, es el material anódico más popular y el único empleado por la Armada Española. Es muy adecuado para ser utilizado en forma de ánodos distribuidos por la superficie mojada de cascos pintados.

No es adecuado su empleo para la protección de cascos desnudos en el agua dulce, ni ofrece las debidas garantías cuando la pintura se encuentra en mal estado. Se regulan automáticamente y la potencia de la corriente está en gran parte controlada por la demanda del cátodo.

El potencial del zinc medido con electrodo de referencia de plata/cloruro de plata, es de -150mV, valor compatible con la presencia de la pintura. Su producción de corriente puede estimarse en 743 Amp-h/Kg, cuando se trabaja a un rendimiento del 90%. Cuando la demanda de corriente de los ánodos es menor del 100% de la máxima, la anticorrosión consume el 10%.

2.4 Ánodos de Aluminio:

El aluminio es muy similar en su utilización al zinc. Puede instalarse también en los cascos de los buques, aunque la protección que proporciona es de menor cuantía. Ensayando un electrodo de aluminio con el 5.5% de zinc en agua de mar, frente a un electrodo de Ag/Ag Cl como referencia se comprobó que su potencial era de -1000 mV. Pero su comportamiento

es muy inestable; se sabe que la auto-corrosión alcanza el 44%. Análogamente al zinc, es auto-regulante en presencia del acero polarizado.

2.5 Ánodos de Magnesio:

De los tres materiales anódicos mencionados, este es el más energético. Con un electrodo patrón de Ag/Ag Cl, se obtuvo en agua de mar, un potencial de -1500mV. Con este elevado potencial, surgen dificultades en su empleo en cuanto a compatibilidades con la pintura. Habrá que disponer sobre el casco en toda la zona próxima a él, un recubrimiento dieléctrico especialmente resistente.

El consumo de estos electrodos trabajando a rendimiento elevado, es de 7,7 Kg/Amp Año; suministran una corriente de 1100 Amp-h/Kg, trabajando al 50%.

Son más adecuados que los del zinc y aluminio para instalaciones en aguas de gran resistividad (superior a los 1,000 ohm.cm). Se puede mejorar su rendimiento con la adición del 3% de zinc y el 6% de aluminio.

Otro inconveniente es la mala distribución de corriente que produce; claro que esto se puede corregir con las pantallas y la regulación del circuito exterior.

2.6 Protección Mediante Corrientes Impresas:

Por medio de una corriente eléctrica aplicada externamente (corrientes impresas), la corrosión se reduce virtualmente a cero. La teoría consiste en llevar la polarización del cátodo más allá del potencial de corrosión, hasta alcanzar el potencial de ánodo en circuito abierto. Ambos electrodos adquieren de esta manera el mismo potencial y no puede haber corrosión del zinc.

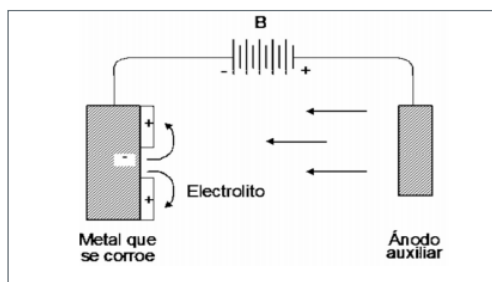


Figura 1. Protección catódica por superposición de corriente impresa sobre la corriente de acción local

La protección catódica se consigue suministrando una corriente externa al metal que se corroe, en cuya superficie funcional pilas de acción local como se ilustra en la Figura 2. La corriente abandona el ánodo auxiliar (compuesto por algún cuerpo conductor, metálico o no metálico) y entra en las áreas catódicas y anódicas de las pilas de corrosión, retomando a la fuente de corriente continua B. Cuando las áreas catódicas están polarizadas por una corriente externa hasta alcanzar el valor del potencial en circuito abierto de los ánodos, toda la superficie del metal, está al mismo potencial y no fluye corriente de acción local. Por lo tanto, el metal no puede corroerse en tanto se mantenga la corriente externa.

La corriente en exceso no es conveniente y puede dañar los metales anfóteros o los recubrimientos. En la práctica la corriente se mantiene próxima al mínimo teórico.

La ilustración que se muestra a continuación denominada "Diagrama de Pourbaix", representa las regiones que caracterizan el comportamiento del hierro a 25° C, en función de su potencial y del pH del electrolito, delimitándose las zonas de corrosión, pasivación e inmunidad:

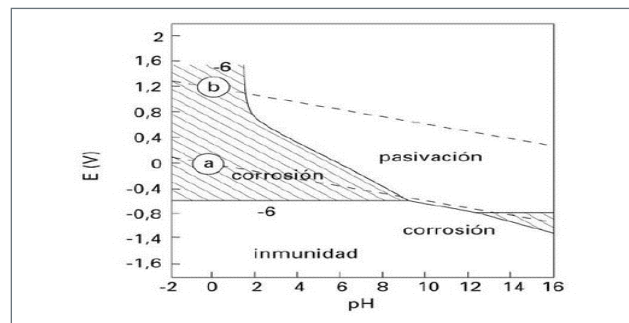


Figura 2. Diagrama de Pourbaix.

La Protección catódica se basa pues en colocar el metal a proteger en la zona de inmunidad, rebajando el potencial desde su valor normal hasta el de protección, tal como se indicó anteriormente. En el caso del acero habría que rebajar el potencial hasta un valor aproximado de -0,8 V respecto al electrodo de Ag/Ag Cl.

El problema del potencial que hay que lograr, el de las densidades de corriente y la adecuada distribución de esta, se ha resuelto experimentalmente, aunque en cada caso particular de aplicación, es conveniente cerciorarse bien antes de tomar como definitivos los criterios generales. Se puede considerar como tope de seguridad los -1000 mV.

Respecto a las densidades de corriente, se puede considerar suficiente, para cascos en reposo y recién pintados la cifra de 1 mA/m², llegando hasta un máximo de 54mA/m², para el casco desnudo. Estas cifras varían sustancialmente para el caso en que el buque se encuentre en movimiento que el medio presente condiciones especiales.

Otra causa que influye decisivamente en los requerimientos de corriente es la presencia en el agua de oxígeno disuelto. En este caso, la corriente se lleva a través del agua hasta el cátodo, por iones de hidrógeno cargados positivamente, los cuales deben de descargarse en el cátodo para convertirse en átomos de H. En ese momento pueden combinarse entre sí y formar moléculas que se desprenderán en forma de hidrógeno gaseoso. Ahora bien, si en el cálculo hay algún agente oxidante, los iones tienen más facilidad para desprenderse, puesto que pueden combinarse con él. Cuanto mayor es la cantidad de oxígeno disponible, más fácilmente pueden liberarse los iones hidrógeno, y por lo tanto, más alto será el potencial de la reacción catódica. De esto se deduce que hay que aplicar una corriente más elevada, para alcanzar el mismo potencial.

Otro factor importante es la velocidad con que el agua fluye sobre las superficies objeto de la protección, pues tiene influencia en la facilidad de aportación de oxígeno en las zonas catódicas.

También hay que considerar como elemento determinante del problema, los cambios de temperatura, los cuales influyen sobre el coeficiente de difusión del oxígeno.

Otra causa de incremento de las necesidades de corriente está constituida por la presencia de bacterias reductoras, que estimulan la corrosión del acero en condiciones anaerobias. Donde aparecen más frecuentemente es en estructuras enterradas, aunque también pueden aparecer en el agua de mar. El efecto de las bacterias, consiste en reducir los sulfatos, pasándolos a sulfuros y liberando oxígeno que actúa como despolarizador de un modo análogo al oxígeno disuelto.

Este método tiene la ventaja en que los ánodos son de un menor peso, pueden construirse de forma más hidrodinámicas y se precisa un número menor de electrodos.

Resulta interesante la combinación de ánodos de sacrificio con los inertes para tener una garantía de protección en el caso en que le falle este último sistema, muy expuesto a averías eléctricas, así como para complementar la acción de los inertes en cuanto a alcanzar zonas de difícil acceso, pues estos últimos se instalan en número pequeño.

Los electrodos más utilizados son los de platino, grafito o

hierro.

Un problema específico de este tipo de electrodos consiste en lograr que su desgaste, a lo largo del servicio, sea uniforme. Respecto a esto, citaremos las siguientes causas.

- **Composición Química Homogénea.** Los de grafito y hierro fundido de alto contenido de silicio se descompondrán de una forma desigual si hubiese variaciones locales en la composición del material.
- **Forma Geométrica.** Los cilindros y esferas se consumen más uniformemente que las formas con bordes agudos, pues la corriente tiende a concentrarse en las esquinas.
- **Persistencia de los Productos de la Reacción Anódica.** Los oxiclорuros destruirán el material anódico si se les permite concentrarse y permanecer largo tiempo en contacto con aquél.
- **Tratamiento Superficial.** La impregnación del grafito con materias adecuadas, tales como la parafina, da origen a un desgaste más uniforme, al reducir el ataque electroquímico en la superficie.

Como última observación de carácter general, se puede destacar que la mayoría de los fallos producidos en el funcionamiento de estas instalaciones han sido, debido a defectos en el aparellaje eléctrico: cables, prensaestopas, aislantes, interruptores, etc.

3. Conclusiones:

Generalmente la formación de las incrustaciones tiene lugar en los momentos en que el buque se encuentra en reposo, ya que durante la marcha, la corriente de agua los hará desprenderse en este período inicial. No sucede así, cuando ya han arraigado, puesto que entonces siguen creciendo rápidamente.

Se han hecho estudios de reducir los posibles efectos de los campos eléctricos y corrientes producidas por la protección catódica, sobre las adherencias en la obra viva de los buques, y se ha podido comprobar que hay una ligera distribución de aquéllas, aunque, desgraciadamente, por magnitud no sean de consideración práctica. Sin embargo, no cabe duda de que la formación de la capa alcalina continua, producida por la protección catódica, será algo beneficioso en este sentido.

Por todo esto, no puede desecharse, de momento, la protección antiincrustante por el método clásico de aplicación de materias tóxicas que vayan disolviéndose lentamente en el agua del mar. Se insiste en que la protección catódica no altera el efecto de las pinturas anti-incrustantes.

Como novedad entre los sistemas anti-incrustantes actuales

destinados a la protección de la superficie metálica de los circuitos de agua de mar, cabe destacar la utilización de ánodos en combinación. Consiste en la colocación de cada toma de fondo (TF) de un par de electrodos, uno de cobre y otro de aluminio o hierro según sea el caso. Estos electrodos tienen una masa anódica en peso, calculada de tal forma que pueden estar en servicio hasta la próxima varada del buque, por lo que se esperan periodos desde 1 hasta 4 años de duración. Algunas aplicaciones van instaladas en lugares distintos a las TF, como en los filtros de agua de mar o en estructuras dedicadas conocidas con el nombre de tanques electrolíticos.



Figura 3. Ánodos de Cobre y Hierro en Caja de Mar.

Estos electrodos son controlados en su operación por un panel con módulos automatizados que envían la corriente necesaria para el funcionamiento de los electrodos. El funcionamiento consiste en lo siguiente: por efecto de la corriente impresa, los ánodos anticorrosivos (Fe) generan iones hierro, mientras que los ánodos anti-incrustantes (Cu), liberan iones cobre a la disolución. El hidróxido de hierro mantiene en suspensión los iones cobre, siendo este compuesto altamente gelatinoso se difunde a las áreas de baja turbulencia en las cajas de mar, donde las larvas de incrustación marina son más propensas a adherirse.

La acción del ánodo anticorrosivo no es exclusivamente la producción de la suspensión coloidal, sino que además actúa como ánodo dispersor de corriente protegiendo la estructura de la reacción adversa del depósito de iones cobre. Este doble sistema garantiza la ausencia de bio-incrustación marina, reduce considerablemente la corrosión, no origina la formación de picaduras y además es seguro en lo que a contaminación se refiere.

Los ánodos situados por ejemplo, en las cajas de mar, tratan el agua antes de distribuirse a los servicios de la planta. Entre los componentes que reciben la protección, se pueden citar las rejillas, cajas de mar, tanques, túneles de hélices, tuberías, condensadores, intercambiadores de calor, válvulas, bombas

contra-incendios, etc. Cada instalación, por tanto, debe ser diseñada específicamente fin de determinar los parámetros del sistema junto con los servicios a proteger.

4. Bibliografía:

- (1) Aguilar, E., Corrosión y Control de Corrosión. URMO S.A., 1979
- (2) Cesáreo, F., Manual Básico de Corrosión para Ingenieros. EDITUM, 2004.



OFERTA

ACADÉMICA

UMIP

LICENCIATURAS

- *Ingeniería Ambiental Marítima*
- *Ingeniería Civil en Puertos y Canales*
- *Administración Marítima e Industrias Auxiliares*
- *Biología Marina*
- *Ingeniería en Construcción Naval y Reparación de Buques*
- *Ingeniería en Transporte Marítimo e Industrias Marítimas y Portuarias*
- *Administración Marítima y Portuaria*
- *Administración Marítima en Ecoturismo*
- *Gestión Logística y Transporte Intermodal*
- *Ingeniería Náutica en Navegación*
- *Ingeniería Náutica en Maquinaria Naval*
- *Ingeniería Náutica en Electrotecnia*

TÉCNICOS

- *Gestión Ambiental*
- *Ecoturismo*



MAESTRÍAS

- Negocios Marítimos
- Recursos Marinos y Costeros
- Gestión Marítima con Especialización en Navegación o Maquinaria Naval
- Negocio y Operación del Bunker
- Gestión de la Cadena de Suministro
- Innovación e Investigación

ESPECIALIZACIONES

- Administración Portuaria e Industrias Marítimas Auxiliares
- Gestión Ambiental Marítima
- Docencia Superior
- Supply Chain Management
- Procedimiento Marítimo, Conciliación y Arbitraje

CURSOS ESPECIALES DE POSTGRADO:

- Docencia Superior



Procedimientos para la Reforestación de Ecosistemas de Manglar en Panamá

Humberto Garcés

Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Marítima
Internacional de Panamá (UMIP). hgarcés@umip.ac.pa

Rozío Ramírez

Autoridad de los Recursos acuáticos de Panamá (ARAP).
rodelrozal@yahoo.com

Nynoska Real

Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Marítima
Internacional de Panamá (UMIP)
ninoshka_1107@hotmail.com

Resumen:

Los manglares son ecosistemas complejos que se desarrollan de manera natural en las franjas intermareales de las costas tropicales y subtropicales. La situación actual de los manglares de Panamá es muy crítica, ya que se está perdiendo gran cantidad de cobertura boscosa de manglar por diversos factores antropogénicos. La reforestación es la mejor alternativa para recuperar la cobertura vegetal de un sitio, plantando las especies que se perdieron. En este estudio se presentan los procedimientos básicos de reforestación del ecosistema de manglar adaptados a nuestro medio. Se presentan los principales criterios y procedimientos para establecer un proyecto de reforestación de manglar, que incluyen: organización de la comunidad, selección del área, hidropériodo (mareas), tipos de suelos, salinidad intersticial, épocas de siembra, adecuación del lugar a reforestar, selección de especies a reforestar, obtención de los propágulos/semillas, y técnicas de siembra. También se indican los pasos para la construcción de un vivero de manglar que se adapten a nuestro medio. Por último se presentan los procesos de monitoreo para realizar una evaluación de la reforestación aplicados a nuestro entorno. Con esta información esperamos contribuir a la obtención de la línea base del conocimiento para establecer proyectos de reforestación exitosos y efectivos en nuestro país.

Palabras Claves: Ciencias del Mar, manglares, Panamá, reforestación.

Title: Procedures for the Reforestation of Mangrove Ecosystems in Panama.

Abstract: Mangroves are complex ecosystems which develop naturally in intertidal fringes of tropical and subtropical coasts. The current situation of mangroves in Panama is very critical, and we're missing lots of mangrove forest cover by various anthropogenic factors. Reforestation is the best alternative to restore vegetation's cover of a site, planting species that were lost. In this study the basic procedures for reforestation of mangrove ecosystem adapted to our environment are presented. The main criteria and procedures are presented to establish a mangrove reforestation project, which include: community organization, area selection, hydroperiod (tides), soil types, interstitial salinity, planting season, suitability of the site to reforest, selection of species to reforest, obtaining propagules /seed and planting techniques. The steps for the construction of a mangrove nursery to suit our environment are also indicated. Finally monitoring processes are presented an evaluation of reforestation applied to our environment. With this information we hope to contribute to obtain baseline knowledge to establish successful and effective reforestation projects in our country.

Key Words: Marine Sciences, Mangroves, Panama, Reforestation.

1. Introducción:

El manglar está constituido por un grupo de especies de árboles o arbustos que tienen adaptaciones que le permite posicionarse en terrenos anegados y en constante flujo de agua salada. Éstos son importantes ecosistemas de aguas turbias denominadas fangales, hábitat de invertebrados y peces juveniles de importancia comercial y zonas de anidación

de aves marinas. Sin embargo, éstos presentan una alta tasa de destrucción y deterioro, afectando considerablemente la efectividad de las funciones naturales que este ecosistema cumple (Suman, 1994).

Los manglares son utilizados comúnmente como fuente de leña para cocinar y calefacción, confección de carbón

vegetal, taninos, muebles, postes y puentes, asimismo tienen usos medicinales y muchos otros productos. Además, son productivos para la recreación pasiva, los deportes acuáticos y la actividad turística y son muy valiosos para la educación e investigación científica, entre otros servicios ambientales que ofrecen. Vale destacar, que debido a su alto valor económico es que durante los últimos 30 años se ha perdido alrededor de 6,000 ha de bosques de manglar en Panamá (ANAM, 2009).

La reforestación de los bosques de manglar es una técnica utilizada con éxito a nivel mundial en otras latitudes, desde el sudeste asiático hasta Latinoamérica (Lewis, 1982). En Panamá se han realizado reforestaciones con diversas especies de mangle, a saber: rojo (*Rhizophora mangle* L.), caballero (*Rhizophora racemosa* G. Mey.), negro (*Avicenia germinas* L.), blanco (*Laguncularia racemosa* (L.) C.F. Gaertn) y piñuelo (*Pelliciera rhizophorae* Planch. y Triana), en sitios como Bahía de Chame, Coclé (Antón), y Azuero (ANAM, 2009). También se han realizado reforestaciones vía compensaciones ecológicas (ARAP) de empresas privadas o estatales, tales como Panama Ports Company, Manzanillo International Terminal, Autoridad del Canal de Panamá, CAREFORSA, entre otras.

Se debe distinguir algunos términos utilizados indistintamente, como lo son reforestación, rehabilitación y restauración de manglares. La reforestación se refiere a recuperar la cobertura vegetal original de un determinado terreno, plantando las especies que se perdieron (Agraz-Hernández, 1999). La rehabilitación generalmente se refiere a los flujos hidrológicos que alimentan al manglar, las condiciones que favorecen a los manglares como la circulación naturales de las aguas. Por último, la restauración consiste en traer de vuelta a un ecosistema, lo más posible, sus condiciones originales (Field, 1999). Vale señalar que solo la reforestación no es suficiente para recuperar un ecosistema de manglar ya que se necesita la labor de rehabilitación y poseer o estructurar un plan de manejo y conservación por parte de los usuarios.

En este estudio se evaluaron y describieron los mecanismos que se han utilizado y se seguirán utilizando para la reforestación de las áreas afectadas de los manglares en Panamá. Éstos incluyen la creación de viveros, siembras, selección de especies, adecuación de áreas, cosechas de semillas, técnicas de siembras, entre otros aspectos. Para ello, tomamos en consideración todos los puntos de vistas disponibles, los beneficios y repercusiones de las alteraciones hechas a las zonas, incluyendo las causas directas e indirectas del serio deterioro del ecosistema del manglar. Se requiere continuar con las acciones que conlleven a proteger los manglares, elaborar planes de manejo eficientes que permitan hacer uso responsable de la productividad del manglar. Al proteger estos valiosos ecosistemas, también se protegen

otras especies de interés comercial que lo habitan, tales como juveniles de camarones y peces.

2. Criterios para Establecer un Proyecto de Reforestación:

Para dar inicio a un proyecto de reforestación con manglares se deben tomar en consideración muchos aspectos: entre ellos se describirán los más importantes:

2.1 La Organización de la Comunidad

Es importante involucrar a las comunidades aledañas a los manglares para lograr un seguimiento efectivo de los trabajos de reforestación. Se recomienda tomar las ideas y perspectivas que tengan las comunidades locales sobre el uso de sus manglares desde el inicio. Asimismo se debe convocar a reuniones, talleres o jornadas comunitarias para que se enriquezcan con las técnicas apropiadas a implementar.

2.2 Selección del Área

Se identifican áreas prioritarias a través de mapas topográficos, en función a la determinación previa de criterios generales y específicos. Los criterios generales incluyen la revisión de la información sobre el estado actual de los manglares y sus características generales. Los específicos serían el analizar las intervenciones en las zonas costeras que existan, entrevistas con actores claves, hacer un recorrido por los posibles sitios y la revisión de imágenes satelitales. Adicionalmente, se puede incluir el aspecto poblacional y caracterizar a las comunidades aledañas al área a reforestar (COOPESOLIDAR R.L., 2007).

2.3 El Hidroperíodo (Mareas)

El hidroperíodo está determinado por las variaciones en las mareas, la topografía regional y la escorrentía local. La frecuencia y el periodo de inundación son factores determinantes para la ausencia o presencia de cada especie en el manglar. Se conoce que las plántulas de cada especie de mangle tienen un patrón de inundación aun más restringida que los adultos (Lewis, 1982; Agraz-Hernández, 1999).

2.4 Tipos de Suelos

El mangle rojo es la especie mejor adaptada, ya que posee raíces en formas de zancos, lo que le permite adaptarse a suelos lodosos. Por otro lado, el mangle negro posee raíces superficiales en forma de estrella que le dan estabilidad en suelos más consolidados. Por último, el mangle piñuelo tiene raíces tabloides que le dan estabilidad lateral pero en suelos consolidados ubicados en la periferia.

2.5 Salinidad Intersticial

Corresponde al control de agua en los sedimentos y constituye otro factor muy importante que influye en la zonación y el grado de desarrollo de los manglares. Cuando es muy elevada provoca la disminución del desarrollo de los manglares y

puede provocar su muerte. Las diferentes especies de mangles tienen su tolerancia al grado de salinidad, el mangle negro es el más tolerante a la salinidad, siguiendo con el mangle rojo y el mangle blanco.

2.6 Épocas de Siembra

Hay que tomar en consideración la duración de los meses de lluvia y los meses secos para determinar cuando va a ser la reforestación. Es recomendable que se realice en la época seca pero coincidiendo con la entrada de la temporada lluviosa del área. Se deben sembrar las plántulas con una altura que rebase el nivel máximo de inundación conocido en la zona (Field, 1999).

2.7 Adecuación del Lugar a Reforestar

Es importante que se elimine el factor de afectación del sitio a reforestar, si el lugar está infectado con helecho negrajorra (*Acrostichum aureum* L.) (ver Figura 1), o pastos deben de eliminarse para evitar la competencia. Además, si en el lugar de siembra existe presencia de basura se debe limpiar ya que ésta absorbe mucho calor y pueden deshidratar las plántulas (Ammour et al., 1999). Cuando el sitio este limpio y accesible se facilitará la labor de siembra de las plántulas del mangle seleccionado.



Figura 1. Área infectada por negra jorra en Chiriquí Viejo (foto de N. Real).

2.8 Selección de la Especie

En la selección de los sitios para repoblación y enriquecimiento, se seleccionan las especies que se desarrollan en esas áreas, indiscutiblemente se deben tomar en cuenta cuales son las especies del mangle nativas. En algunos lugares donde hay explotación de la madera o malas condiciones ambientales existen ciertas especies oportunistas que desplazan a las ya existentes. Cualquiera que sea el caso, se recomienda siempre el reforestar con una especie de mangle nativa que se conozca de su existencia previamente en el sitio seleccionado.

2.9 Obtención de los Propágulos/semillas

Para la recolecta de los propágulos se debe conocer la disponibilidad de propágulos o semillas que se requieren y dónde poder obtenerlas (Loyche, 1989). Se conoce que la temporada de recolección de propágulos varía, de enero a julio para mangle caballero y de agosto a diciembre para mangle piñuelo y rojo (ANAM, 2009). En conjunto con las comunidades se procederá a la recolección de propágulos en los bosques de mangle cercanos que cuenten con rodales en buen estado.

2.10 Técnica de Siembra

Dependiendo del lugar donde se va a realizar la siembra, existen diferentes tipos de técnicas: regeneración natural, siembra directa o uso de viveros. La regeneración natural consiste en la utilización de los propágulos del manglar. La siembra directa solo aplica para el mangle rojo y consiste en la recolecta en áreas seleccionadas y su siembra por dispersión de semillas o estocado (ANAM, 2009). El uso de viveros es la opción más viable, ya que suple las necesidades de plántulas para aquellas áreas donde los propágulos se desarrollen de forma natural (ver Fig. 2).



Figura 2. Vivero de mangle rojo, blanco y piñuelo en Chiriquí Viejo (Foto de N. Real).

3. Construcción en un Vivero:

Para ello se selecciona un sitio ubicado cerca de esteros, se hace la recolecta de propágulos (mangle rojo) con características favorables de árboles semilleros que no presenten marchitamiento o raíces con mordeduras (Allen, 1998; Reyes-Chargoy y Tovilla-Hernández, 2002; Tovilla-Hernández, 2005). Los propágulos se recolectan a mano y se ubican en bolsas plásticas con el ápice o punta hacia arriba. Para el mangle negro y blanco, se recolectan los de características vigorosas que floten en el agua y que no hayan perdido su cáscara protectora. Para el mangle botoncillo y piñuelo se recolectan directamente del árbol las semillas de color pardo (remojar un día antes de sembrarla). Como el porcentaje de germinación del botoncillo es bajo se

recomienda obtener bastantes semillas. Se procede a marcar el vivero, dejando espacio para que puedan pasar una persona entre cada hilera. Cada hilera puede tener un ancho de 10 bolsas y un largo de 25,50 incluso hasta 100 bolsas. Las bolsas negras de polietileno (nylon) son de 20 x 20" para mangle negro, blanco, botoncillo y piñuelo y de 20 x 30" para mangle rojo. El llenado de las bolsas tiene que ser casi en su totalidad y con el mismo material del sitio a reforestar, para favorecer la adaptación de las plántulas (ver Figura 3). Los propágulos se siembran dentro de la bolsa para el mangle rojo uno por bolsa, y para el mangle blanco y negro, dos a tres por bolsa, previniendo la mortalidad. El vivero debe estar a la sombra en un 50 % y se debe retirar la sombra, poco a poco, a medida que crezca la planta para adaptarla al ambiente natural. Por último, se tienen que regar las plántulas dos veces por día si fuera necesario y darle mantenimiento al vivero.



Figura 3. Llenado de bolsas con material local (foto de N. Real).

4. Establecimiento de la Reforestación:

En los terrenos que no sufren inundaciones mayores a la altura de las plántulas a establecer es viable hacer el trasplante al inicio de las lluvias, así el mangle podrá establecerse antes de la temporada de sequía. Esto aplica a el mangle botoncillo y negro ya que pueden depender únicamente del temporal. Tratándose del mangle blanco y mangle rojo se debe comenzar cuando concluya la época de lluvia para evitar los efectos de inundaciones estacionales en la transpiración de las plántulas y poder conocer el nivel de inundación (Allen, 1998). El tamaño de la planta a establecer debe ser más alto del límite de inundación sino las plántulas se ahogaran. La densidad de siembra recomendada es de 2 a 6 plantas/m2 para mangle rojo y de 10 a 15 plantas/m2 para las demás especies.

5. Evaluación de la Reforestación:

Muchos programas de reforestación ha fracasado porque no se les da el debido seguimiento. Un manglar tiene la capacidad de regenerarse si no es muy grande la afectación y en los casos que el manglar está bien afectado, la reforestación se presenta como la mejor estrategia. Una vez que se han terminado los

programas de reforestación es esencial monitorear el área, por la cual se sugiere una serie de parámetros (ver Tabla 1). Para evaluar el éxito de la reforestación del manglar, se debe analizar el ecosistema como tal. Se deben monitorear los parámetros físicos como temperatura, salinidad y una variedad de parámetros de calidad de agua, como también la clorofila, el oxígeno disuelto y por último si existe la presencia de magro-vegetación (Field, 1999).

Tabla 1. Actividades de monitoreo para las áreas de manglar reforestadas (Fuente: Field, 1999).

Actividades	Observaciones
Monitorear las especies de mangle que se desarrollan.	Verificar el origen de los propágulos y las semillas.
Monitorear el crecimiento en función del tiempo.	Los parámetros comunes son: densidad de los árboles jóvenes, diámetro del tallo, altura del árbol y el volumen.
Monitorear características del crecimiento.	Determinar la estructura del tallo, producción de nódulos, fenología, fruto y resistencia a las plagas.
Mantener información de los árboles fallidos.	Se debe mantener un registro con fines de investigación de las causas del fracaso.
Registrar de los niveles de acumulación de basura.	Se debe encontrar la fuente de la basura y tomar acciones para minimizar los impactos.
Ajustar la densidad de los semilleros y árboles jóvenes a un nivel óptimo.	El grado de adelgazamiento, replante o regeneración natural debe ser anotado y el crecimiento debe ser monitoreado.
Estimar el costo del proyecto de restauración.	El presupuesto del proyecto debe tomar en consideración la recolección de plantas, semillas, preparación del suelo, cuidado de los viveros y la siembra.
Monitorear el impacto de la extracción y tala.	Debe ser parte de cualquier proyecto de reforestación con fines de manejo.
Monitorear las características de las áreas reforestadas.	Incluye la medición detallada de la flora y fauna, así como de las características físicas del nuevo ecosistema de manglar y la comparación con el sitio de referencia.

6. Conclusión:

La reforestación de manglar es una actividad ecológica que gana auge entre diversos usuarios en Panamá. Para establecer un exitoso proyecto de reforestación se deben seguir algunos criterios y procedimientos: organización de la comunidad, selección del área, hidroperíodo (mareas), tipos de suelos, salinidad intersticial, épocas de siembra, adecuación del

lugar a reforestar, selección de la especie, obtención de los propágulos/semillas, y técnica de siembra. Los viveros se deben ubicar preferiblemente cerca del sitio a reforestar y con el uso de características favorables de árboles semilleros y dispuestos según lo recomendado. Para evaluar el éxito de la reforestación del manglar, se debe analizar el ecosistema como tal y se debe monitorear algunos parámetros físico-químicos, así como determinar la existencia de magro-vegetación. Con estos procedimientos se espera contribuir al establecimiento de un programa exitoso de reforestación del ecosistema de manglar en nuestro país.

7. Bibliografía

- (1) Agraz-Hernández, C.M., Reforestación experimental de manglares en ecosistemas lagunares estuarios de la costa noroccidental de México. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Biológicas. México, Universidad Autónoma de Nuevo León, (1999).
- (2) Allen, J.A., Mangrove as alien species: The cause of Hawaii. *Global Ecology and Biogeography Letters* 7:61-71, (1998).
- (3) Ammour, T., A. Imbach, D. Suman y N. Windevoxhel, Manejo Productivo de Manglares en América Central. Serie Técnica, Reuniones Técnicas (7) Turrialba CATIE., (1999).
- (4) ANAM, Informe final del componente de repoblación en el manglar en el pacífico panameño. Panamá, Dirección de Fomento de la Cultura Ambiental, Autoridad Nacional del Ambiente, Panamá., (2009).
- (5) COOPESOLIDAR R.L., Consideraciones sociales del sector pesquero artesanal sobre el Corredor Marino de Conservación del Pacífico Este Tropical: Primeras ideas para la incidencia social. San José, CoopeSoliDar R.L. (2007).
- (6) Field, C.D., Rehabilitation of mangrove ecosystems: An overview. *Marine Pollution Bulletin* 37(8-12):383-392. (1999).
- (7) Lewis, R.R. III., Mangrove Forest. Chapter 8. Pp. 153-171. En: Lewis, R.R. (ed.). *Creation and Restoration of Coastal Plant Communities*, Boca Raton, CRC Press, (1982).
- (8) Loyche, M., Mangrove of west Africa - the forest withing the sea. *Mangrove and Fish. IDAF Newsletter* 9:18-31. (1989).
- (9) Reyes-Chargoy, M.A. y C. Tovilla-Hernández, Restauración de áreas alteradas de manglar con *Rhizophora mangle* en la costa de Chiapas. *Madera y Bosques*, Número Especial, 2002:103-114, (2002).
- (10) Suman, D.O. (ed.), *El Ecosistema de Manglar en América Latina y la Cuenca del Caribe. Su manejo y conservación*. New York, Universidad de Miami, Florida y The Tinker Foundation, (1994).
- (11) Tovilla-Hernández, C., *Manual de Reforestación de Manglares*. México, El Colegio De La Frontera Sur, Unidad Tapachula, (2005).

La Construcción Naval Pesquera Cubana. Historia, Situación Actual y Perspectivas

Dr. C.T. Amado F. Galiano Ortiz

Empresa de Proyectos, Construcciones y Servicios Navales
CEPRONA, amado@almendar.alinet.cu

Resumen:

A lo largo de todos estos años la construcción naval pesquera es la industria que ha construido y mantenido las embarcaciones con que extraen de los fondos de nuestra plataforma insular, los más variados productos del mar entre ellos la langosta y el camarón. Esta industria, dueña de tecnologías de construcción propias como el ferrocemento y asimiladora de otras tantas como la de la construcción en madera, acero y plástico reforzado con fibra de vidrio y con aplicaciones para otras ramas de la industria como el turismo en el momento actual se encuentra enfrascada en un proceso de reordenamiento y consolidación de sus potencialidades que le permitan mantener la independencia tecnológica en este estratégico renglón al país y que permita el mantenimiento de sus parques de embarcaciones en los límites de la sostenibilidad pesquera. En el trabajo se describen en base a la historia, las particularidades y características de esta industria que aunque aún madura está siempre en evolución.

Palabras Claves: construcción naval, pesquera, astillero

Title: The Cuban's Fishing Shipbuilding. History, Current Situation and Prospects

Abstract: Over the years, the fishing shipbuilding industry has built and maintained the boats that are used to extract from the ocean depth the most varied seafood, including lobster and shrimp. This industry, with its own building's technologies, like ferrocement and has assimilated many other, as construction wood, steel and plastic reinforced with fiberglass and applications to other branches of industry such as tourism, Today it is trapped in a process of reorganization and consolidation of its potential to be enable to maintain technological independence in this strategic country line, and allows the maintenance of their ranging from fishing sustainability. This paper describes, based, on the history, features and characteristics of this industry that is always in evolution.

Key Words: Shipbuilding, fishing, shipyard.

1. Introducción:

La construcción naval pesquera es la industria que ha construido y mantenido a lo largo de todos estos años las embarcaciones con que se extraen de los fondos de nuestra plataforma insular los más variados productos del mar entre ellos la langosta y el camarón. Hablamos de construcción naval y nos circunscribimos al contexto de embarcaciones pesqueras de pequeño porte porque entendemos que la misma tiene particularidades que la diferencian de la construcción naval de otras embarcaciones por las razones fundamentales siguientes:

- La diversidad de formas (maneras) para poder cumplir con sus funciones (pescar)
- Las limitaciones propias de los lugares donde operan o

trabajan

- La diversidad de armadores y de posibilidades (económico – financieras) de estos
- La variedad en crear las condiciones y equipamiento de los lugares o puertos bases

Hay otras razones técnicas constructivas y de diseño, a tener en consideración al intentar separar la construcción naval pesquera para su evolución y estudio y que son intrínsecas a ellas como:

- La preponderancia de las formas del casco por sobre la magnitud de la potencia del motor a instalar
- La limitación de los espacios
- La existencia o no de normas nacionales sobre la

seguridad de la vida del hombre en el mar (y/o la firma por los países de convenios internacionales regulatorios) y la complejidad para su cumplimiento en los casos que procedan

- La dificultad de compatibilizar las condiciones maríneas más seguras con las exigencias de la operación.

Todo lo anterior abre desde el diseño una serie de caminos que requieren de solución y cuya validación (que ocurre siempre luego de que la embarcación está construida) no siempre es totalmente positiva.

Basado en el desarrollo de esta industria en Cuba, se quiere mostrar en apretada síntesis sus particularidades, las experiencias acumuladas y ponerlas al servicio de la comunidad científico-técnica y tecnológica.

2. Desarrollo Histórico:

El apoyo significativo que a partir del año 1960 otorgó el estado al desarrollo de la actividad pesquera en nuestras aguas adyacentes en particular, como una vía para la obtención de alimentos, desarrollo de las comunidades pesqueras, creación de empleos y con la intención de cubrir un mercado potencial internacional de mariscos y crustáceos trópicos, hizo, que a partir de esa fecha se iniciara un despliegue intenso de la construcción naval pesquera.

En esos años surgieron a lo largo de toda nuestra isla, talleres y astilleros de construcción de embarcaciones de pequeño y mediano porte, de diferente tamaño y equipamiento, destacándose unos 7 en consideración a la cantidad de obreros, capacidad de los varaderos y equipamiento (también junto a estos nació un grupo de proyectos) cuya ubicación mostramos en la siguiente figura:

En ese momento, aunque habían las mismas opciones que existieron y existen aún con relación a seleccionar el tipo del material del casco, la madera fue la escogida y razones sobaban para esto:

- Existencia de la misma en los lugares y de buena calidad
- Tradicionalmente la madera había sido el material utilizado para las embarcaciones de pesca costera
- Existencia de carpinteros de ribera con experiencia

En la década del 60 y hasta mediados de la del 70 se creó una flota de barcos para diferentes fines pesqueros entre 8 y 23 metros de eslora que se muestran en la tabla 1 (página siguiente).

No obstante, a partir del inicio de la década de los 70 surgen nuevas condicionantes; la madera de calidad que asegurara una durabilidad y costes de mantenimiento aceptables comienza a escasear y la flota necesitaba crecer en embarcaciones al haberse logrado un mercado promisorio de exportación de langosta y camarón fundamentalmente, además de otros productos del mar, y por tanto la industria se enfrentó a dos opciones:

- Utilizar otro material con costos similares, pero sin tener la tecnología
- Comprar embarcaciones ya construidas

En la selección de otro material de construcción el análisis de ventajas y desventajas de uno sobre el otro lo podemos ver de forma resumida en la tabla 2 (página siguiente).

Aparentemente ninguno sobrepasaba al otro, aunque algo sí quedaba claro a los diseñadores que el acero podría ser más



Figura 1. Principales talleres y astilleros en Cuba

Tabla 1. Flota de barcos pesqueros de la década de los años 60's - '70s en Cuba y su arquitectura.

Embarcación	Destino	L (m)	B (m)	T (m)	Desplazamiento (Ton)	Potencia (HP)	Velocidad (nudos)	Tripulación
Eta -25	Escama	7.84	2.50	0.76	0.92	20.0	7	2
Jaruco	Escama	9.77	3.24	0.80	6.0	43.5	8.5	2
Sigma - 33	Escama	10.0	3.20	0.90	12.50	35.0	9.5	4
Cayo largo	Bonito	18.34	4.56	1.37	38.0	150.0	8.5	8
Omicron-50	Escama	15.68	4.46	1.43	25.0	90.0	8.0	5
Sondero-70	Camarón	21.55	5.76	1.73	89.0	225.0	9.0	6
Ro-60	Escama	20.19	5.18	1.73	75.0	150.0	10	10
Lambda -75	Cherna	23.3	6.25	2.59	137.0	250.0	10	10

Tabla 2. Comparación de los materiales de construcción

Indicador	Acero	Plástico (Prfv)
Costo Inicial Inversión	Alto (No se Necesitan Moldes)	Más Alto (Se Necesitan Moldes)
Costo Material	Más Bajo	Más Alto
Tecnología	Desconocida	Más Desconocida
Existencia de Personal Capacitado	Alguno	Ninguno
Peso del Casco	Alto	Más Bajo
Facilidad de Obtención Materiales	Más Fácil	Más Complicado
Gastos Esperados de Mantenimiento	Altos	Más Bajos

apropiado para barcos mayores y el PRFV para menores, no obstante la premura aconsejaba optar por la segunda opción para ir ganando tiempo (preparar el personal, o sea asimilar la tecnología y localizar a los suministradores). Ante el dilema los proyectistas proponen un material hasta el momento desconocido en esta práctica, el ferrocemento.

Tal y como se define en la actualidad, el ferrocemento es una lámina de poco grosor elaborada a partir de mortero hidráulico reforzado con telas de malla de acero de alambre fino y de abertura limitada, distribuida uniformemente en toda la sección transversal, la cual bajo la acción de esfuerzos, actúa aproximadamente como un material homogéneo.

Como mortero hidráulico o mortero tenemos en cuenta una mezcla de cemento Portland, arena y agua, que en determinadas proporción definen las propiedades del ferrocemento, pudiendo ocasionalmente contener aditivos que mejoren sus cualidades.

Está demostrado, que el material resultante no se comportaba como el hormigón armado ordinario, que por poseer un porcentaje volumétrico mucho mayor de refuerzo de acero y una mayor distribución de los refuerzos exhibe todas las propiedades de un nuevo material.

En el caso de Cuba, desde 1967 se tenía conocimiento acerca de los resultados de la producción masiva de yates de

recreo en Canadá y se recopilaba información y bibliografía al respecto. A partir de ese año se inician los trabajos experimentales y ya en 1969 se inicia la construcción en Cuba en los Astilleros de las márgenes del río Almendares en la Habana, del primer barco de ferrocemento, un camarero nevero de las siguientes dimensiones: L (eslora máxima) de 15 metros, B (manga máxima) de 4,40 metros, t (Calado) de 1,35 m y H (Puntal) de 1,85 metros.

El gran interés de utilizar el ferrocemento como material de construcción de embarcaciones estuvo motivado por las ventajas siguientes:

- Bajo costo de los materiales componentes y facilidad de adquisición de estos.
- Los materiales requeridos son arena, cemento, ciertos aditivos a veces no indispensables, malla de alambre galvanizado, y barras redondas de acero, que producen una disminución de las importaciones ya que los materiales generalmente se encuentran localmente disponibles.
- No requiere de mano de obra altamente especializada como los cascos de acero o madera.
- Es de rápida construcción, no requiere de muchas herramientas, no requiere de moldes como el plástico, ni de cunas tecnológicas complicadas como el acero.
- Bajo costo de mantenimiento con relación a la madera, pues resiste perfectamente la acción del mar y de la intemperie, no es atacado por teredo o broma (moluscos), ni requiere gastos de calafateo periódico del casco.
- Bajo costo y facilidad de reparación de cualquier desperfecto.
- Es inmaterial incombustible.
- Las principales desventajas del ferrocemento, pues evidentemente las tiene son las siguientes:
- En cuanto a la relación peso - resistencia es un material más pesado que el acero para esloras mayores de 15 metros.
- Es menos resistente a las cargas al impacto que el acero y la madera, sin embargo, si la embarcación ha sido provista de adecuados medios de protección contra impactos, como cinturones, no hay que temer por su seguridad, ya que en el caso de choque del casco con un pilote sumergido, por ejemplo, el fallo, no es total, sino que sólo se produce el agrietamiento del mortero que queda sujeto por las mallas, por lo que la entrada del agua es bastante limitada y posible de controlar.
- Exige un minucioso control de inspección en la construcción de la estructura, de la proporción de la

mezcla del mortero, de la calidad de los materiales componentes, así como de la etapa del curado, ya que una vez fundido el casco es muy difícil rectificar los errores cometidos. Una estructura o enmallado defectuoso, una arena contaminada y/o un exceso de agua pueden ser causas que arruinen totalmente un casco.

No obstante y cómo expresábamos anteriormente el ferrocemento a partir de los 10 y hasta los 15 – 16 metros se justificaba, por lo que también se inició la asimilación de la tecnología de construcción de embarcaciones de acero, construyéndose diferentes tipos de estas, no obstante la asimilación del material y el desarrollo de experimentos resistenciales y tecnológicos con el ferrocemento permitió ampliar la eslora de construcción en un rango entre los 7 y 21 metros.

Ya a principios de la década del 90 nuevamente el entorno cambia:

- Suben los precios del petróleo.
- Bajan los precios de las materiales primas y materiales con los que se conforma el PRFV.
- Se incrementan los costos de mantenimiento y de los materiales de los barcos de ferrocemento.
- Es necesario renovar la flota de madera y la construida a principios de los 70 en ferrocemento ya que los barcos cuentan con más de 20 años, muchos de ellos sin la aplicación de un efectivo ciclo de mantenimiento.
- Las embarcaciones plásticas construidas a partir de los 80 de pequeño porte han ganado en aceptación y han demostrado costes de mantenimiento muy reducidos.

Lo anterior hace, que se valore nuevamente el material de construcción, siendo en esta ocasión el PRFV el más idóneo tanto económica como técnicamente, ya que la tecnología de construcción está prácticamente asimilada, realizándose el cambio paulatino hacia la construcción de embarcaciones de plástico.

Vale destacar que el paso de un material a otro no ha cambiado, ni la denominación de la embarcación, ni prácticamente la eslora, concesión de los proyectistas a los clientes fundamentalmente, pero refleja una característica más de la construcción naval pesquera de embarcaciones de pequeño porte y que es que lo que más pesa es la operación o actividad pesquera y no el barco como tal, entendiéndose las dimensiones o el material con que están contruidos.

Tabla 3. Principales tipos de embarcaciones de ferrocemento en Cuba entre los años 70's a 90's y sus perfiles

Embarcación	Destino	L (m)	B (m)	T (m)	Desplazamiento (Ton)	Potencia (HP)	Velocidad (nudos)	Tripulación
Eta	Escama	7.02	2.4	0.5	1.8	25	5	2
Jaruco	Escama	10.3	3.3	0.8	13.1	100.0	7	4
Lang. 12,9	Langosta	12.9	4.05	1.28	30.6	95.0	7	5
Almejero	Almeja	14.1	4.00	1.00	41.0	95.0	8	6
Lang. FC-III	Langosta	16.16	4.90	1.10	41.0	150.0	8.4	8
Cam FC-IV	Camarón	18.25	5.40	1.54	70.0	300.0	9.0	8
Cam 21 m.	Camarón	21.10	6.10	1.81	108.0	352.0	9.0	6
Palangre	Tunidos	18.25	5.40	1.75	85.0	260.0	9.0	6
FC-II	Langosta	16.15	4.45	1.46	35.0	107.0	9.0	8
EMBARCACIONES DE ACERO								
Bonitero 20	Bonito	21.05	4.03	1.50	60.0	300.0	10.5	6
Cam 21 m	Camarón	21.62	6.00	2.05	116.3	200.0	9.5	4
Cayo largo	Bonito	18.20	4.68	1.40	38.6	150.0	8.5	12
Cam-23B	Camarón	23.73	6.10	2.38	171.0	360.0	10.5	12
Portacherneras	Cherna	23.20	6.40	2.80	211.0	475.0	8.0	24
Portacherneras	Cherna	32.10	8.50	2.64	392.4	340.0	8.0	35

Tabla 4. Principales tipos de embarcaciones construidas y en construcción y sus generales

Embarcación	Destino	L (m)	B (m)	T (m)	Desplazamiento (Ton)	Potencia (HP)	Velocidad (nudos)	Tripulación
Chenera 5	Cherna	5.05	1.78	0.23	1.03	11.0	5.5	2
Chenera 7	Cherna	7.00	2.31	0.50	3.50	30.0	6.0	2
Delta 32	Escama	10.10	3.56	0.815	10.0	82.0	7.0	4
Bote 7 m	Escama	7.00	2.31	0.432	2.50	23.0	5.0	2
Lang 10 m	Langosta	10.00	3.60	0.84	7.43	52.0	3.85	3
Lang 14 m	Langosta	14.00	3.76	1.070	20.8	67.0	7.5	5
Lang 18 m	Langosta	18.29	4.56	1.27	53.4	165.0	8.5	5
Sondero	Camarón	20.32	5.63	1.545	66.5	238.0	9.0	6

En el momento actual la industria de la construcción naval pesquera en Cuba se ha concentrado; los astilleros, el centro de proyectos y diseño y todo el aparato logístico se encuentra consolidado en una sola entidad, la cual dueña de todas estas tecnologías las gestiona en base a sistemas basados en las normas ISO y continua con la labor enfrentando los retos

mayores que presuponen el cambio climático, la reducción de la masa biológica marina y la asimilación de nuevos especímenes, la protección del medio ambiente, la adopción de nuevas normativas y regulaciones de la administración nacional y el endurecimiento de los convenios internacionales, así como la elevación de su eficiencia haciendo hincapié en:

- Mejoramiento del diseño, haciendo las embarcaciones más “universales” y adaptables a diferentes tipos de actividad
- Mejoramiento tecnológico productivo con la introducción de nuevos materiales que aseguren mayor productividad y calidad.
- Fortalecimiento de la industria auxiliar o de apoyo naval
- Búsqueda de alianzas estratégicas con suministradores de punta.
- Propugnando por la creación de fuentes de suministro de ferretería naval para la utilización de las posibilidades que brinde la producción de materiales “just on time”.

3. Conclusiones:

Cualquier material del casco es utilizable, sólo tiene que hacerse un buen diseño y debe responder a las características de cada pesquería. Cualquier forma del casco puede ser utilizable, solo cada forma responde a las exigencias concretas de cada pesquería. El objetivo no puede ser solo construir, sino hay que hacerlo con buena calidad.

Hay que prestar atención especial para los materiales del casco que se conforman durante la construcción. En las

embarcaciones de pequeño porte la versatilidad implícita, favorece la sostenibilidad. Nunca hay que perder de vista, que la embarcación no lo es todo, sino que forma parte de un complejo engranaje (instalaciones terrestres, condiciones locales, existencia de varaderos con capacidad, talleres especializados de motores, otros).

Con relación al ferrocemento, el balance de ventajas y desventajas de este material tiene que ser particularizado de acuerdo al país en cuestión donde por ejemplo pueden ser mayores las desventajas que las posibles bondades de este. Vale la pena recalcar, que este material puede representar una alternativa no sólo para el desarrollo pesquero ribereño, pues dominando la técnica de construcción de embarcaciones es posible utilizar este material en múltiples aplicaciones como lo son la construcción de viviendas, almacenes o naves industriales, algún tipo de mobiliario, piscinas, y otras que además, de ser una fuente de ingresos por producciones no tradicionales, genera empleos y contribuye al mejoramiento de las condiciones de vida de la población.

4. Bibliografía:

- (1) Galiano Amado - Curso de ferrocemento. Escuela Politécnica del litoral. Guayaquil. 2004
- (2) Galiano Amado - Experiencias en la construcción de embarcaciones para la sostenibilidad de la pesca en aguas de Cuba. XVIII COPINAVAL, 2003. La Habana Cuba.
- (3) Galiano Amado - El ferrocemento. Una opción para el desarrollo de las pesquerías en el continente. COPINAVAL 2007. San Paulo. Brasil.
- (4) Archivos del Centro de Proyectos Navales.

FORMATO PARA ESCRIBIR ARTÍCULOS EN LA REVISTA CIENTÍFICA



- Tipo de letra: Arial Narrow
- Título del artículo: Alineado del lado izquierdo, letra tamaño 20pts., Negrita
- Se debe dejar dos espacios entre cada título
- El nombre de los autores alineados al centro, letra tamaño 12 pts., Negrita. Debajo centrado, a espacio sencillo, lugar donde trabaja y correo electrónico, tamaño de letra de 8pts.
- Los títulos del contenido, van alineados del lado izquierdo, con letra tamaño de 12 pts. Negrita.
- El contenido de los títulos va en letra tamaño de 10 pts., a espacio sencillo.
- Se debe dejar sangría de 5 espacios después de cada punto y aparte
- El contenido del Title, Abstract y Key Words, van en letra tamaño 10 puntos y cursiva
- La numeración de los títulos inicia con la Introducción.
- Los subtítulos de los títulos, numerados, con sangría y en letra de 11 pts. Negrita.

Ej. **1.1 Nombre 1.2,...**

- Las fotos y Tablas: Figura 1. Nombre, Tabla 1. Nombre. Debajo de cada imagen, en las tablas va en la parte superior, el tamaño de letra de 10 pts. Las fotografías deben tener buena calidad y entregarlas en formato JPG., las tablas de preferencia en formato Excel.
- Bibliografía: (1) numerada entre paréntesis, nombre del autor letra tamaño de 8 pts., título del libro y año en letra tamaño de 8 pts., estilo cursiva.
- Los artículos no deben ser mayores de 6 páginas.
- Todo trabajo debe de ser entregado en formato digital.
- Enviar artículos a: investigacion@umip.ac.pa



MISIÓN

Ofrecer a la sociedad profesionales altamente calificados, mediante la innovación e investigación; promoviendo la competitividad y el desarrollo del Sector Marítimo, en el marco de los valores humanos y de responsabilidad social.

VISIÓN

Fortalecemos continuamente los procesos académicos, de investigación y extensión; con un personal idóneo y comprometido, mejorando la eficiencia y eficacia de nuestras operaciones, superando las expectativas de nuestros clientes y propiciando una estrecha relación con el Sector Marítimo.



Universidad Marítima Internacional de Panamá

La Boca, Corregimiento de Ancón

Contactos

Tel: (507) 314-0716

Correo Electrónico: investigacion@umip.ac.pa

P.O. Box: 0843-03561